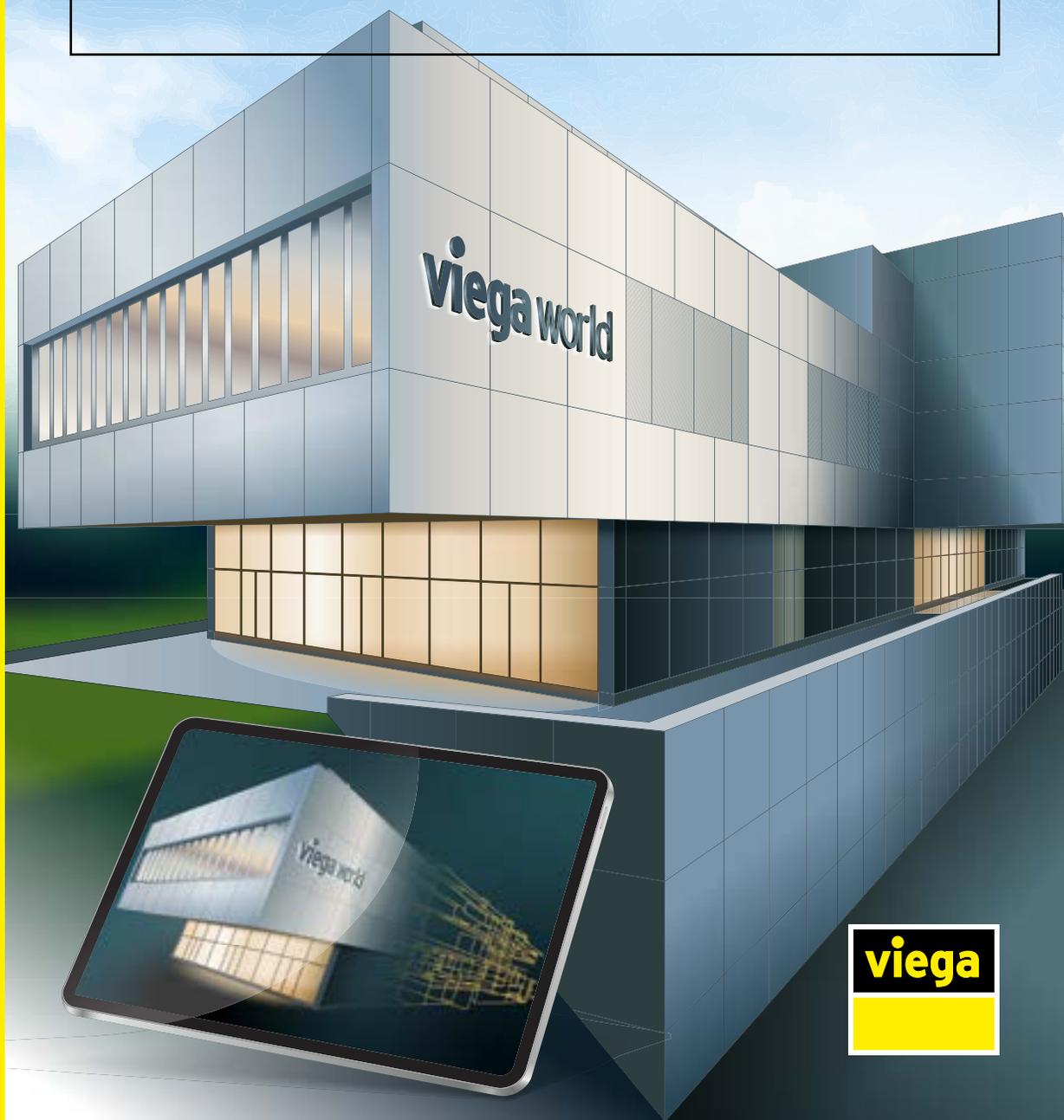


Viega Planungswissen

SYSTEMLÖSUNGEN UND SERVICES

digital – vernetzt – innovativ



viega

Viega Planungswissen

SYSTEMLÖSUNGEN UND SERVICES

digital – vernetzt – innovativ

viega



Der im Viega Planungswissen verwendete Begriff „Viega“ bezieht sich je nach Kontext auf eine Gesellschaft der Viega Gruppe oder auf die Marke Viega. Die einzelnen Gesellschaften der Viega Gruppe sind rechtlich getrennte und eigenständige Einheiten und agieren als solche selbstständig. Der Begriff „Viega“ ist daher nicht notwendigerweise als Verweis auf eine bestimmte Gesellschaft zu verstehen.

Im Viega Planungswissen wird auf Internetseiten Dritter verwiesen oder verlinkt. Viega übernimmt keine Verantwortung für deren Inhalte.

Im Viega Planungswissen wird auf deutsche oder europäische Normen und Regelwerke (z. B. DIN/DVGW/EN) verwiesen. Diese sind nicht bindend für andere Länder und gelten dort als Empfehlungen. Nationale Gesetze, Normen und Regelwerke haben Vorrang.

Alle Rechte – auch jede Vervielfältigung – vorbehalten.

| | | |
|--------------------------------|---|--|
| VORWORT UND ÄNDERUNGSÜBERSICHT | 5 | |
|--------------------------------|---|--|

Teil 1 – Anwendungen

| | | |
|---------------------------------------|-----|----|
| DIGITALE SERVICES | 9 | 1 |
| TRINKWASSERINSTALLATION | 31 | 2 |
| VORWANDTECHNIK | 297 | 3 |
| BRAND- UND SCHALLSCHUTZ | 349 | 4 |
| ENTWÄSSERUNGSTECHNIK | 361 | 5 |
| HEIZUNGS-INSTALLATION | 397 | 6 |
| FLÄCHENTEMPERIERUNG | 425 | 7 |
| GAS-INSTALLATION | 589 | 8 |
| INDUSTRIETECHNIK | 625 | 9 |
| HAUSANSCHLUSS- UND VERSORGUNGSSYSTEME | 781 | 10 |
| NACHHALTIGKEIT | 849 | 11 |

Teil 2 – Produkte

| | | |
|----------|-----|----|
| PRODUKTE | 873 | 12 |
|----------|-----|----|

Verzeichnisse

| | | |
|---------------------------------|------|----|
| GLOSSAR / ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS | 1063 | 13 |
| STICHWORTVERZEICHNIS | 1069 | |

VORWORT

Sie sind Teil unseres Teams!

Mit großer Begeisterung begrüßen wir Sie zur neuesten Ausgabe unseres Planungshandbuchs. In einer Zeit, in der die Komplexität der Technischen Gebäudeausrüstung in atemberaubendem Tempo zunimmt, stehen wir gemeinsam vor der Herausforderung, Gebäude zu gestalten, die nicht nur funktional sind, sondern auch unsere Zukunft für Nachhaltigkeit, Effizienz und Komfort neu definieren.

Als TGA-Fachplanerinnen und -planer sind Sie die entscheidende Schnittstelle zwischen Zukunft und Gegenwart. Sie sind die Architektinnen und Architekten des Wohlbefindens in Gebäuden, also der nachhaltigen Entwicklung von morgen. Durch Ihre qualifizierte Fachplanung gestalten Sie die Grundlagen für Gebäude, die ressourcenschonend, sicher und komfortabel ihren Zweck über einen Zeitraum von mehr als 50 Jahren erfüllen können.

„Gemeinsam installieren wir die Lebensadern der Gebäude von morgen und machen aus Räumen Lebensräume.“

In diesem Handbuch bieten wir Ihnen nicht nur Einblicke in unsere innovativen Produkte und Systeme, sondern auch Zugang zu umfassendem Fachwissen. Unsere Unterstützung erstreckt sich von praxisorientierten Schulungen und Seminaren bis hin zu digitalen Tools und Services. Wir möchten Ihnen helfen, stets auf dem neuesten Stand der Technik zu sein.

Die moderne Baubranche zeichnet sich durch nahtlose Zusammenarbeit und die umfassende Integration digitaler Prozesse aus. Die Digitalisierung, insbesondere Building Information Modeling (BIM), ist der Schlüssel zur Gestaltung der Zukunft im Bauwesen. Mit unserem neuen Service „Viega Building Intelligence“ begleiten wir Sie auf dieser Reise und unterstützen Sie dabei, die Möglichkeiten der Digitalisierung optimal zu nutzen.

Unabhängig von Ihrem Kenntnisstand im Umgang mit BIM bieten wir maßgeschneiderte Lösungen an. Wir schnüren ein Leistungspaket, das genau auf Ihre Kenntnisse und Zielsetzungen abgestimmt ist – von Beratung und Training bis hin zu Management und Systemen. So können Sie prozesssichere BIM-Strukturen aufbauen und eine erfolgreiche TGA-Planung sicherstellen. Unser Viega Building-Intelligence-Kompetenz-Team steht Ihnen dabei zur Seite, um Ihre individuellen Ziele zu erreichen.

Wir möchten Sie mit dieser Ausgabe des Viega Planungswissens auf Ihre eigene Reise in die digitale Zukunft des Bauens mitnehmen. Wir sind stolz darauf, Teil dieser spannenden Entwicklung zu sein und freuen uns darauf, gemeinsam eine nachhaltige, innovative und vernetzte Zukunft im Bauwesen zu gestalten.

Attendorn, Juli 2024
Ihr Viega Team



ÄNDERUNGSÜBERSICHT

In dieser überarbeiteten Ausgabe wurden neben den üblichen Aktualisierungen aufgrund gesetzlicher und normativer Änderungen weitere Anpassungen vorgenommen. Die wesentlichen davon sind nachfolgend aufgeführt.

Digitale Services

- Planerische Grundlagen aktualisiert
- „Das digitale Gebäudemodell“: Entwurfsplanung der Viega World durch Bedarfsmodelle ersetzt

Trinkwasserinstallation

- Anpassungen an die aktualisierte Trinkwasserverordnung (24. Juni 2023)
- Überarbeitung des Kapitels „Systeme zur Trinkwassererwärmung“: Ergänzungen zu zentralen und dezentralen Trinkwassererwärmungsanlagen sowie energetischen und hygienischen Betrachtungen für die Warmwasserbereitung
- Neues Unterkapitel „Gesetze“ im Kapitel „Energie und Wärmebedarf“ zum Gebäudeenergiegesetz (GEG) und dem Gesetz zur Aufteilung der Kohlendioxidkosten (CO2KostAufG)

Entwässerungstechnik

- Kapitel „Gesetzliche und normative Grundlagen“
 - Unterkapitel „Regelwerke“: Aktualisierung „DIN EN 1253 Abläufe für Gebäude“
- Kapitel „Anforderungen an Abläufe“
 - Neues Unterkapitel „Brandschutz“
 - Normative Anpassungen im Kapitel „Abdichtung“
- Aktualisierung des Kapitels „Belastbarkeit von Rosten“, u.a. Anpassung Tabelle „Belastungsklassen nach DIN EN 1253“

Flächentemperierung

- Kapitel „Gesetzliche und normative Grundlagen“: Anpassungen an die aktualisierte Fassung des Gebäudeenergiegesetzes (01.01.2024)

Industrietechnik

- Normen aktualisiert
- QR-Code zu Formular Werkstoffbeständigkeit
- Kapitel Dichtelemente:
 - Max. Betriebstemperaturänderung EPDM angepasst
 - Berücksichtigung von thermischer Alterung bei Dichtelementen hinzugefügt
- Kapitel Löschwasser:
 - Tabelle „Geforderte Mindestdurchflussmengen und Drücke nach der Feuerlösch-Schlauchanschlusseinrichtung“ hinzugefügt
 - Die Tabelle „Zulässige Rohrwerkstoffe für Feuerlöschanlagen nach DIN 14462“ aktualisiert



- Kapitel Druckluft:
 - Aktive Luft in Prozessluft geändert
 - Energieluft in Steuerluft geändert
 - Blasluft hinzugefügt
 - Brandschutz für Kompressoren angepasst
- LABS-Konformität:
 - Aktualisierung Tabelle „LABS-freie Easytop-Absperrventile und -Kugelhähne“

Hausanschluss- und Versorgungssysteme

- Überarbeitung des Kapitels „Hausanschlusseinrichtungen innerhalb von Gebäuden“ (in der Vorversion noch „Hausanschlussräume“)

Nachhaltigkeit

- Überarbeitung des Kapitels „Umwelt-Produktdeklaration (EPD)“:
 - Ergänzung von Produktsortimenten mit vorliegenden EPDs
 - Produktkategorieregeln (PCRs)
 - Ergänzungen zu den Ansätzen Cradle-to-Gate, Cradle-to-Gate with Options, Cradle-to-Grave und Cradle-to-Cradle bei bilanzierten Lebenszyklus-Phasen

DIGITALE SERVICES

INHALT

| | |
|---|----|
| Einleitung | 9 |
| Gesetzliche und normative Grundlagen | 11 |
| Planerische Grundlagen | 14 |
| BIM | 17 |
| Integrale Planung BIM | 18 |
| Das digitale Gebäudemodell | 20 |
| Viega Building Intelligence – Your BIM Solutions | 23 |
| Software und Tools | 23 |
| Viega Planungssoftware | 23 |
| Konfiguratoren | 23 |
| Seminare und Webinare | 24 |
| Integrierte Planungshinweise | 24 |
| Produktdaten | 25 |
| Weiterführende Informationen | 27 |

EINLEITUNG

Die digitale Transformation stellt eine Veränderung in allen Lebens- und Arbeitsbereichen dar und bestimmt die Entwicklung von Produktinnovationen und die Bauwerksplanung. Speziell bei den Hilfsmitteln der Bauwerksplanung wurden in den letzten Jahrzehnten verschiedene Evolutionsstufen durchlaufen. Angefangen beim Zeichnungspapier mit Tuschestift, gefolgt von CAD und jetzt BIM.

Ein enormes Spannungsfeld, das eine neue Herangehensweise an die technische Gebäudeplanung erfordert. Um beispielsweise die Herausforderungen der Trinkwasser-Installation, wie Fremderwärmung von Kaltwasser, Stagnation durch unzureichende Nutzung, Abgleich komplexer Zirkulationssysteme oder auch den geforderten Betriebsdatennachweis zu erfüllen, sind ganzheitliche neue Ansätze notwendig. BIM als neuzeitliche Arbeitsmethode für Planungs-, Bau- und Betriebsprozesse bietet hierzu die Möglichkeiten.

Aber was konkret ist BIM eigentlich?

BIM (Building Information Modelling) ermöglicht als digitale Arbeitsmethode, die gesamten Bauwerksinformationen aller Planungsbeteiligter an einem Bauvorhaben miteinander zu vernetzen. Dies geschieht in erster Linie am digitalen Modell und über den gesamten Gebäudelebenszyklus.

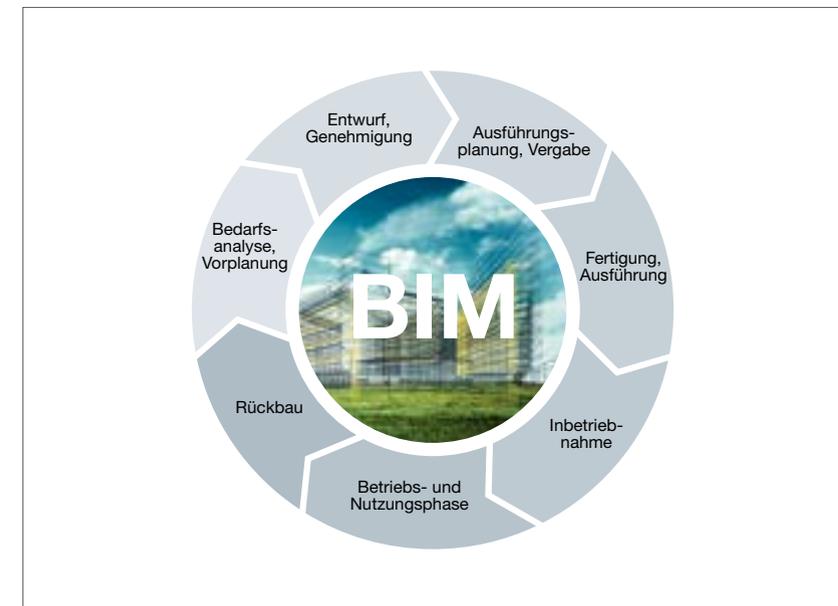


Abb. 1: BIM-Leistungsphasen

Diese Vernetzung funktioniert durch strukturierte Vorgehensweisen, die, vereinfacht ausgedrückt, auf drei Säulen beruhen.

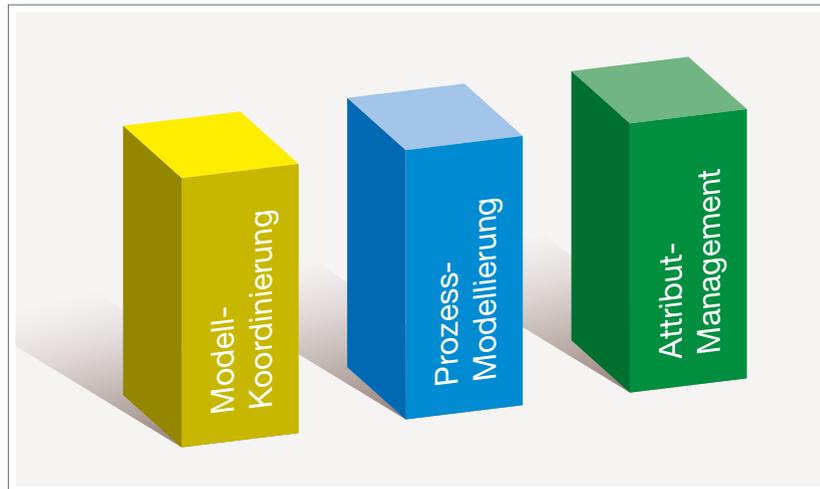


Abb. 2: Drei Säulen bei der Vernetzung von Bauwerksinformationen

Die erste Säule beschreibt die Modell-Koordinierung zwischen den klassischen Baudisziplinen Architektur, Tragwerk und TGA, die zweite Säule beschreibt die Prozess-Modellierung zur Herstellung der geforderten Planung im digitalen Modell, und die dritte Säule beschreibt das Attribut-Management zur weiteren Datenübergabe in die einzelnen Leistungsphasen im Gebäudelebenszyklus. Hierzu sind granulare und vernetzte Produktdaten notwendig, die abhängig von den gewählten Planungstools sind. Der Produktdatenaustausch in der Technischen Gebäudeausrüstung erfolgt mit den Datensätzen der Richtlinienreihe der VDI 3805 oder mit den nativen Autodesk Revit Familien oder Templates.

Viega Building Intelligence unterstützt hier umfangreich mit Serviceleistungen, die orientiert am Gebäudelebenszyklus jede einzelne Leistungsphase abdecken. Die dazu flankierenden normativen und planerischen Grundlagen sind in den nachfolgenden Kapiteln aufgeführt und mit den eigenen Erfahrungen aus dem Neubau der Viega World verknüpft.

GESETZLICHE UND NORMATIVE GRUNDLAGEN

Die Bundesregierung Deutschland hat von 2015 bis 2020 in Zusammenarbeit mit dem BMDV^[1] und dem BMUB^[2] mit dem Stufenplan Digitales Planen und Bauen (Einführung moderner, IT-gestützter Prozesse und Technologien bei Planung, Bau und Betrieb von Bauwerken) BIM bei Infrastrukturbauprojekten eingeführt. Das Dokument samt Erläuterungen kann über den QR-Code runtergeladen werden. Weitere Leitfäden, Stufenpläne und Maßnahmen stehen auf der Plattform des Bundes: BIM Deutschland, Zentrum für die Digitalisierung des Bauwesens.

Diese Plattform, gemeinsam betrieben vom BMDV und vom BMWBSB^[3] stellt als zentrale öffentliche Anlaufstelle Informations-, Beratungs- und Vernetzungsangebote zur Verfügung.

Um die öffentlichen Vorhaben, Angebote und Maßnahmen geregelt umzusetzen, werden die auf internationaler Normungsebene ISO und auf europäischer Normungsebene CEN BIM-Normen erarbeiteten Normen beim DIN für Deutschland gespiegelt. Federführend ist der DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau) mit dem Fachbereich BIM (NA 005-13 FBR BIM - Building Information Modeling).

Der für die TGA enorm wichtige Produktdatenaustausch, wird national mit der VDI-Richtlinienreihe VDI 3805 und international bzw. auf europäischer Normungsebene beim DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumlufttechnik sowie deren Sicherheit (NHRS) im Gremium NA 041-01-71 GA Gemeinschaftsarbeitsausschuss NHRS/NABau: Produktdaten für Anlagenmodelle der TGA (SpA ISO/TC 59/SC 13/WG 11) mit der Normenreihe EN ISO 16757 (Datenstrukturen für elektronische Produktkataloge der Technischen Gebäudeausrüstung) geregelt.

Um das nationale Ziel, die über die EN ISO 16757 standardisierten Anforderungen an die Fachmodelle der Technischen Gebäudeausrüstung aus Sicht der beteiligten Verbände aufzuzeigen sowie deren Verwendung in OPEN BIM-Modelle zu unterstützen wurde das Positionspapier „Elektronischer Produktdatenaustausch in der technischen Gebäudeausrüstung (TGA) und deren Einbettung in Building Information Modeling (BIM)“, Stand Oktober 2020 erarbeitet:

buildingsmart.de/sites/default/files/aktuelles/2020-10-30%20BIM-Positionspapier%20TGA%2014%20Verb%C3%A4nde.pdf

[1] Bundesministerium für Digitales und Verkehr

[2] Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

[3] Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen



Alle weiteren zur ganzheitlichen Abdeckung notwendigen Rahmenbedingungen und zur Sicherstellung des nationalen Standpunkts im Kontext internationaler BIM-Normungsaktivitäten werden im VDI-Fachbereich Bautechnik in der VDI-Richtlinienreihe VDI 2552 (Building Information Modeling) ausgearbeitet.

Gemeinsames Ziel ist, die geregelte ganzheitliche normative Abdeckung aller Phasen im Gebäudelebenszyklus bei gleichzeitiger Erarbeitung eines über alle Normungsebenen widerspruchsfreien Regelwerks.

| ISO | CEN | DIN | VDI |
|--|---|--|--|
| International Organization for Standardization | Comité Européen de Normalisation | Deutsches Institut für Normung | Verein Deutscher Ingenieure |
| ISO/TC 59/SC 13 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modeling (BIM) | CEN/TC 442 Building Information Modeling (BIM) | NA 005-13 FBR BIM – Building Information Modeling | VDI 2552 Building Information Modeling (BIM) |
| ISO/TC 59/SC 13/TF 1 Terminology | CEN/TC 442/WG 1 Terminology | NA 005-13-01 AA Strategie, Infrastruktur (SpA zu CEN/TC 442, CEN/TC 442/WG 1, CEN/TC 442/WG 5, CEN/TC 442/WG 6, CEN/TC 442/WG 7, ISO/TC 59/SC 13, ISO/TC 59/SC 13/TF 1, ISO/TC 59/SC 13/TF 2) | VDI 2552 Blatt 1 BIM – Grundlagen |
| ISO/TC 59/SC 13/TF 2 Business Planning and Strategy | CEN/TC 442/WG 2 Exchange Information | NA 005-13-02 AA Datenaustausch (SpA zu CEN/TC 442/WG 2, ISO/TC 59/SC 13/WG 6, ISO/TC 59/SC 13/JWG 12, ISO/TC 59/SC 13/JWG 14) | VDI 2552 Blatt 2 BIM – Begriffe |
| ISO/TC 59/SC 13/WG 6 Framework for object-oriented information exchange | CEN/TC 442/WG 3 Information Delivery Specification | NA 005-13-03 AA Informationsmanagement mit BIM (SpA zu CEN/TC 442/WG 3, ISO/TC 59/SC 13/JWG 13) | VDI 2552 Blatt 3 BIM – Modellbasierte Mengenermittlung zur Kostenplanung, Terminplanung, Vergabe und Abrechnung |
| ISO/TC 59/SC 13/WG 8 Building information models - Information delivery manual | CEN/TC 442/WG 4 Support Dictionaries | NA 005-13-04 AA Datenstrukturen für BIM-Kataloge (SpA zu CEN/TC 442/WG 4, ISO/TC 59/SC 13/JWG 6) | VDI 2552 Blatt 4 BIM – Anforderungen an den Datenaustausch |
| ISO/TC 59/SC 13/WG 11 Product data for building services systems model | CEN/TC 442/WG 5 Chairperson's Advisory Group | NA 005-13-05 AA Fachkompetenz (SpA zu CEN/TC 442/WG 8) | VDI 2552 Blatt 5 BIM – Datenmanagement |
| ISO/TC 59/SC 13/JWG 12 Joint ISO/TC 59/SC 13 - ISO/TC 184/SC 4 WG: Development of building data related standards | CEN/TC 442/WG 6 Infrastructure | NA 041-01-71 GA Gemeinschaftsarbeitenausschuss NHRB/NABau: Produktdaten für Anlagenmodelle der TGA (SpA ISO/TC 59/SC 13/JWG 11) | VDI 2552 Blatt 6 BIM – Betrieb |
| ISO/TC 59/SC 13/JWG 13 Implementation of collaborative working over the asset lifecycle | CEN/TC 442/WG 7 Horizontal role | | VDI 2552 Blatt 7 BIM – Prozesse |
| ISO/TC 59/SC 13/JWG 14 Joint ISO/TC 59/SC 13 - ISO/TC 211 WG: GIS-BIM interoperability | CEN/TC 442/WG 8 Competence | | VDI/BS-MT 2552 Reihe Blatt 8 BIM – Qualifikationen |
| | CEN/TC 442/WG 10 Strategy and planning | | VDI 2552 Blatt 9 BIM – Klassifikationssysteme |
| | | | VDI 2552 Blatt 10 BIM – Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA) und BIM-Ablwicklungspläne (BAP) |
| | | | VDI/BS 2552 Reihe Blatt 11 BIM – Informationsaustauschanforderungen |
| | | | VDI 3805 Produktdatenaustausch in der Technischen Gebäudeausrüstung Blatt 1 bis 100 (TGA-Komponenten) |

Informieren Sie sich zusätzlich auf den Internetseiten der Normungsorganisationen:
www.iso.org
www.cencenelec.eu
www.din.de
www.vdi.de

Abb. 3: BIM-Gremien bei ISO, CEN, DIN und VDI (Stand: 11/2021)

Wo steht Deutschland im internationalen Vergleich?

Deutschland hat seinen anfänglichen Rückstand in der Erarbeitung normativer Grundlagen aufgeholt und gehört neben USA, Australien, Großbritannien, Singapur, Dänemark, Finnland, Norwegen und Schweden jetzt mit zu den Ländern, die BIM-Technologien und -Methoden mit öffentlichen Normen und Anforderungen koordinieren und für Bauvorhaben durch die Entwicklung gemeinsamer Organisationen und Plattformen einsetzen.

BIM ist somit nicht nur eine pragmatische Praxis im Bauwesen, sondern eine auf Normen basierte zukunftsfähige kooperative Arbeitsmethode, die in der Planungsphase angekommen ist.

chland.
el/down-

PLANERISCHE GRUNDLAGEN

Innovative und digitale Planungsmethoden, Smart Building und Smart Home umfassen sowohl unser Privatleben als auch die Wirtschafts- und Arbeitswelt. Es reicht schon lange nicht mehr aus, einzelne Prozesse oder Komponenten der Bauwerksplanung isoliert voneinander zu betrachten. Dynamisch werden digitale Technologien weiterentwickelt, die Markt- und Arbeitsprozesse und Planungen einfacher, schneller und effizienter machen. Auf der einen Seite ermöglicht die intelligente Vernetzung und Interaktion von Baugewerken neue Optimierungsmöglichkeiten in der Wertschöpfung neuer Geschäftsmodelle und bestehender Geschäftsprozesse. Auf der anderen Seite bilden sich in der digitalen Transformation neue Möglichkeiten im Mehrwertservice rund um den Produktlebenszyklus. Gerade wenn es bei der Planung um komplexe Gebäude geht, ist die digitale Vernetzung der Grundstein für eine erfolgreiche Kommunikation im Gebäudelebenszyklus. Das enorme Potenzial der digitalen Ausrichtung und Weiterentwicklung von ganzheitlichen Technologien hat Viega früh erkannt und beim Neubau des interaktiven Weiterbildungszentrums „Viega World“ eine zentrale Bedeutung gewidmet. Die integral mit der Planungsmethodik Building Information Modeling (BIM) realisierte „Viega World“ gilt als Leuchtturmprojekt für die Zukunft des Bauens.



Abb. 4: Viega World

Viega World – Zukunftsprojekt im digitalen Bauwesen

Die Viega World ist ein Neubau eines interaktiven Schulungszentrums in Attendorn-Ennest. Das Gebäude erstreckt sich auf einer Brutto-Geschossfläche von 12200 m² und wurde von der Deutschen Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (DGNB) mit der höchsten Bewertungsstufe „Platin“ ausgezeichnet. Mit 89,1% ist der Erfüllungsgrad nach DGNB-Kriterien so hoch wie bei keinem anderem Bildungsgebäude zuvor.

Die Viega World, als interaktives Schulungszentrum, ist somit ein europaweites Referenzprojekt für die Zukunft des Bauens, das konsequent integral mit der Arbeitsmethodik BIM realisiert wurde.

Die energetischen Anforderungen an die Viega World waren anspruchsvoll: die Forderung nach Versorgungssicherheit, die schwankende Auslastung der Bildungseinrichtung und, gerade unter dem Aspekt der Übertragbarkeit auf andere Neubauten, die Frage der Wirtschaftlichkeit.

Gelöst wurden diese Anforderungen durch:

- eine zeitgemäß gedämmte Gebäudehülle (KfW-Effizienzhaus 55)
- eine 2700 m² große Photovoltaik-Anlage mit einer jährlichen Leistung von bis zu 210000 kWh
- eine Wärmepumpe mit 700 KW Wärme- und 575 KW Kälteleistung sowie eine Wärmepumpe zur Trinkwasser-Warmwassererzeugung (32,5 KW) mit Abwärmenutzung aus der benachbarten Produktionshalle

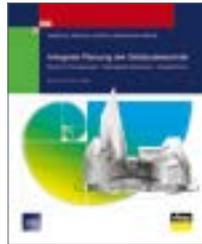
Durch diese Maßnahmen ist die Viega World ein nachhaltiges Gebäude, das mehr Energie produziert, als für den Betrieb tatsächlich benötigt wird.



Abb. 5: Bedarfsmodelle der Viega World (von Nutzungsprozessen und funktionalen Einheiten zum architektonischen Entwurf)

Über diesen Entwicklungspfad und die damit verbundenen Erkenntnisgewinne im Bereich digitaler Methoden, Effizienzsteigerungen und Wertschöpfungspotenzialen, hat Viega drei chronologisch aufeinander aufbauende VDI-Fachbücher veröffentlicht.

1 VDI-Fachbuch „Integrale Planung der Gebäude- technik“



Die theoretischen Grundlagen zur methodischen Herangehensweise bei Bauprojekten werden im VDI-Fachbuch (Integrale Planung der Gebäudetechnik) thematisiert. Im Fokus steht die ganzheitliche Betrachtung des integralen Planungsprozesses. Anhand von praxisorientierten Anwendungen aus den drei TGA-Disziplinen, Erhalt der Trinkwassergüte, vorbeugender Brandschutz und Energieeffizienz, werden Lösungen aufgezeigt, wie schon in der frühen Phase der Projektkonzeption, Zielkonflikte verschiedener Gewerke vermindert oder gänzlich vermieden werden können. Denn gerade in fortgeschrittenen Planungsphasen sind Änderungen nur noch mit erheblichen Aufwand und Zeitverzug zu realisieren.

Integrale Planung der Gebäudetechnik

Vorwort: Prof. Dr.-Ing. U. Franzke

Erhalt der Trinkwassergüte – Vorbeugender Brandschutz – Energieeffizienz
Heidemann, Kistemann, Stolbrink, Kasperkowiak, Heikrodt
Springer Vieweg © Springer Berlin Heidelberg 2014

1 VDI-Fachbuch „Gebäude. Technik. Digital.“



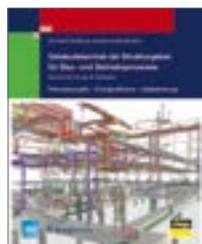
Als Fortführung der integralen Planung erfolgt die Übertragung der analogen Grundlagen in die digitale Welt. Im VDI-Fachbuch (Gebäude. Technik. Digital.), wird BIM als neuzeitliche digitale und kooperative Arbeitsmethode mit seinen umfassenden Leistungspaketen und Potenzialen vorgestellt. Es beschreibt den Status Quo dieser Methode und ordnet BIM in den Kontext Recht, Trinkwasser, Energiekonzepte und Brandschutz ein. Novum ist das Zusammenführen und die Vernetzung aller Gebäudeinformationen in einem zentralen Datenmodell. Dieses Datenmodell wird sowohl in der Planungsphase, während des Bauprozesses als auch in der Betriebsphase von unterschiedlichen Fachdisziplinen genutzt, da es durch die vereinfachte und transparente Koordination enorme Flexibilität und Effizienz bietet.

Gebäude. Technik. Digital. Building Information Modeling

Vorwort: Prof. Dr.-Ing. M. König

BIM – Recht – Trinkwasser – Energiekonzepte – Brandschutz
van Treeck, Elixmann, Rudat, Hiller, Herkel, Berger
Springer Vieweg © Springer Berlin Heidelberg 2016

1 VDI-Fachbuch „Gebäudetechnik als Strukturgeber für Bau- und Be- triebsprozesse“



Das dritte Fachbuch (Gebäudetechnik als Strukturgeber für Bau- und Betriebsprozesse) beschreibt die Verbindung der integralen und digitalen Grundlagen mit der neuen Planungsmethode BIM an dem Bauvorhaben Viega World. Die zuvor in der Theorie definierten und beschriebenen Themenfelder werden miteinander verknüpft und in der Praxis angewendet. Abgerundet wird das Fachbuch mit den aktuellsten wissenschaftlichen und technischen Erkenntnissen aus den Bereichen Trinkwassergüte, Energieeffizienz und Digitalisierung (Stichwort: IoT) und zeigt Lösungen auf, wie Energieeinsparung trotz steigenden Komfortansprüchen bei der Auslegung von Trinkwasser-Rohrnetzen möglich ist.

Gebäudetechnik als Strukturgeber für Bau- und Betriebsprozesse

Vorwort: Prof. Dr.-Ing. M. Fishedick

Trinkwassergüte – Energieeffizienz – Digitalisierung
van Treeck, Kistemann, Schauer, Herkel, Elixmann
Springer Vieweg © Springer-Verlag GmbH Deutschland 2019

BIM

„Building Information Modeling bezeichnet eine kooperative Arbeitsmethodik, mit der auf der Grundlage digitaler Modelle eines Bauwerks die für seinen Lebenszyklus relevanten Informationen und Daten konsistent erfasst, verwaltet und in einer transparenten Kommunikation zwischen den Beteiligten ausgetauscht oder für die weitere Bearbeitung übergeben werden.“^[1]

BIM ist somit keine Softwarelösung, keine Datenbank und auch kein einzelnes Dateiformat.

BIM ist die kooperative Arbeitsmethode, die sich verschiedener Softwarelösungen bedient, die Planungs- und Bauwerksinformationen in einer Datenbank verwaltet und mittels Dateiformaten über Schnittstellen austauscht und dies über alle Planungs-, Bau- und Betriebsprozesse.

Voraussetzung für eine erfolgreiche Bauplanung nach BIM und der damit verbundenen im Zeit- und Kostenrahmen bleibenden Bauausführung sind klar definierte Prozessschritte.

Die wesentlichen Kernanforderungen und BIM-spezifischen Vorgaben der einzelnen Prozessschritte können aus dem Referenzprozess des Stufenplans Digitales Planen und Bauen entnommen werden. Ebenso bietet die Norm DIN EN ISO 19650^[2] die notwendigen Rahmenbedingungen für die zentrale Koordination und das Datenmanagement in der Umsetzung.

BIM ist eine methodische Vorgehensweise

[1] Definition nach Stufenplan Digitales Planen und Bauen moderner, IT-gestützter Prozesse und Technologien bei Planung, Bau und Betrieb von Bauwerken (Stand Dezember 2015)

[2] DIN EN ISO 19650: Organisation und Digitalisierung von Informationen zu Bauwerken und Ingenieurleistungen, einschließlich Bauwerksinformationsmodellierung (BIM) - Informationsmanagement mit BIM



Abb. 6: BIM-Referenzprozess (Quelle: Stufenplan Digitales Planen und Bauen)

Integrale Planung BIM

Die Herangehensweise und die Umsetzung der Arbeitsmethode BIM sind in der Praxis sehr unterschiedlich. Essenziell ist aber das Zusammenarbeiten aller Fachdisziplinen am Bauvorhaben.

Jedes Bauvorhaben startet mit der Klärung der Zielsetzung und der Erfassung der AIA. Hier werden konkrete Leistungsziele mit dem Bauherrn (Auftraggeber) festgelegt, um die gesamte digitale Dokumentation, entlang des Gebäudelebenszyklus, zu gewährleisten. Neben allen honorarrelevanten Informationen wird definiert, welche Daten wann vom Auftraggeber benötigt werden. Auf Grundlage der AIA wird der BAP erstellt. Der BAP beschreibt die Prozesse, Rollen und Schnittstellen zur Herstellung der geforderten Leistung.

AIA
Auftraggeber-
Informationsanfor-
derungen

BAP
BIM-Abwicklungs-
plan

Vereinbarungen zu BIM-Leistungen in AIA und BAP (beispielhaft):

- BIM-Anwendungsfälle
- Bereitgestellte digitale Grundlagen
- Digitale Liefergegenstände
- Organisation und Rollen
- Strategie und Zusammenarbeit
- Lieferzeitpunkte
- Qualitätssicherung
- Modellstruktur und Modellinhalte
- Technologien

In der anschließenden Projektorganisation erfolgt die Definition und Verteilung der Aufgaben, Rollen und Verantwortlichkeiten mit der Einordnung in die beispielsweise nach der HOAI definierten Leistungsphasen. In der frühen Phase der Grundlagenermittlung ermittelt und dokumentiert das für den BIM-Prozess zusammengestellte Planungsteam alle Lasten und Pflichten für das Bauvorhaben.

BIM erfordert dabei keine neuen gesetzlichen Grundlagen oder Vertragstypen. Spezielle vertragliche Regelungen über gesonderte BIM-Leistungen können in den BIM-BVB für das Bauvorhaben zusammengefasst werden. Diese Vertragsbedingungen werden als Anlage zu allen Projektverträgen zur verbindlichen Arbeitsgrundlage für alle Beteiligten.

BIM-BVB
Besondere Ver-
tragsbedingungen
BIM

BIM-BVB-Inhalte (beispielhaft):

- Grundlagen der Projektabwicklung
- Leistungsumfang
- Zurverfügungstellung von Daten
- BIM-Abwicklungsplan BAP
- BIM-Koordination
- Gemeinsame Datenumgebung
- Haftung
- Behinderung
- Haftpflichtversicherung
- Urheberrechte
- Datensicherheit/Vertraulichkeit/Datenschutz

Das digitale Gebäudemodell

Die AIA sind definiert, der BAP erstellt und auch die BIM-BVB sind unter den Projektbeteiligten geklärt. Die daraus resultierende Planung erfolgt in einer schrittweisen Modellierung des digitalen Gebäudemodells. Der erste Schritt ist die detaillierte Bedarfsermittlung und die Festlegung der Nutzungsprozesse. Der zweite Schritt ist die Übertragung der festgelegten Bedarfe in die Architektur des Gebäudes und deren Strukturierung in Raumtypen und Festlegung der Schnittstellen. Dies sind im Einzelnen Nutz- und Nebenflächen, Trassen, Schächte, Versorgungsbereiche, Technikzentralen, Brandabschnitte. Der dritte Schritt ist die Segmentierung des Gebäudes in Typen mit Wiederholungsfaktoren und Vorfertigungsmöglichkeiten.

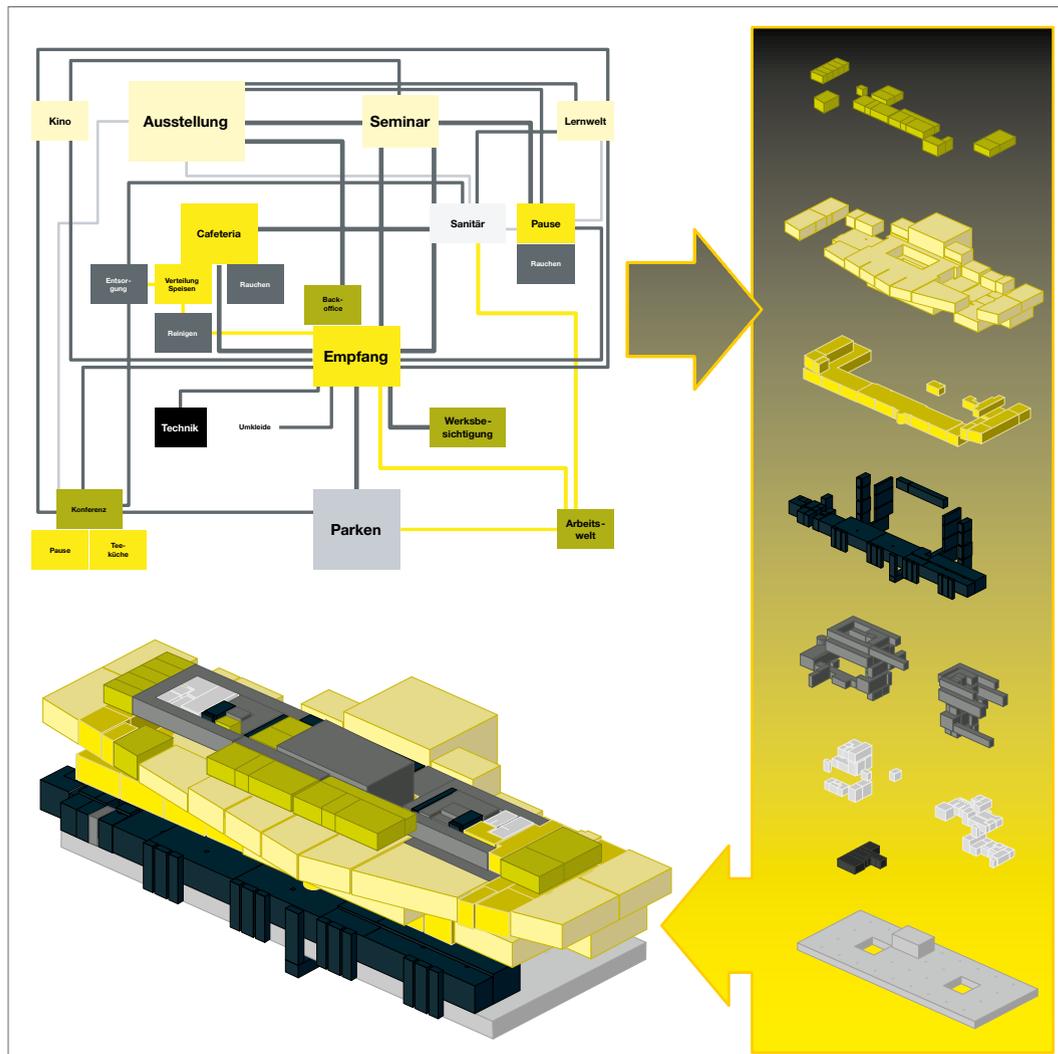


Abb. 7: Bedarfsmodele der Viega World (von Nutzungsprozessen und funktionalen Einheiten zum architektonischen Entwurf)

Das digitale Gebäudemodell wird kontinuierlich von allen Projektbeteiligten über den gesamten Planungsprozess mit Informationen angereichert, so dass der Reifegrad der Planung stetig zunimmt. Welche Inhalte und Qualitäten (Ausarbeitungs- und Fertigstellungsgrade) dabei zu welchem Planungszeitpunkt und für welches Gewerk eingefordert bzw. implementiert werden, wird über das LoGiCaL-Schema und die Modellentwicklungsmatrix definiert.

LoGiCaL-Modell
Einteilungen zur Bestimmungen der Kategorien für benötigte Modellinhalte LoG und LoI und erforderliche Modellqualitäten LoC und LoL

G = Geometry
Geometrie

I = Information Content
Informationsgehalt

C = Coordination Degree
Kordinierungsgrad

L = Logistic
Logistik

Abb. 8: LoGiCaL-Schema nach Prof. Dr.-Ing. habil. Christoph van Treeck



Es empfiehlt sich, die Leistungsphasen der HOAI in Korrelation zu den Kostengruppen der DIN 276 (Kosten im Bauwesen) zu setzen.

Wer muss was in welcher Qualität wann liefern?

| Modellentwicklungsmatrix | Vorplanung (LPh 2 HOAI) | | | | Entwurfsplanung (LPh 3 HOAI) | | | |
|---|-------------------------|---|---|---|------------------------------|---|---|---|
| | G | I | C | L | G | I | C | L |
| Kostengruppen nach DIN 276 | | | | | | | | |
| 400 Bauwerk - Technische Anlagen | | | | | | | | |
| 410 Abwasser-, Wasser-, Gasanlagen | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| 420 Wärmeversorgungsanlagen | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| 430 Lufttechnische Anlagen | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| 434 Kälteanlagen | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| 440 Starkstromanlagen | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 |

Abb. 9: Beispiel Modellentwicklungsmatrix nach Prof. Dr.-Ing. habil. Christoph van Treeck

Durch den BAP ist im Vorfeld definiert, welcher LoIN (Fertigstellungsgrad, auch als LoD bezeichnet) nach LoGICaL-Modell durch den Fachplaner bereit-zustellen ist. Neben der Beschreibung der Modellinhalte LoI und LoG erfolgt zusätzlich die Beschreibung der Modellqualität LoC und LoL. Die Geometrien und Attribute der Modellinhalte unterteilen sich dabei in die Stufe 1 (grob) bis Stufe 5 (detailliert), während sich der LoC in die Stufe 1 (nicht abge-stimmt) bis Stufe 5 (gewerkeübergreifend abgestimmt) und der LoL in die Stufe 1 (keine Verknüpfung) bis Stufe 5 (Just-in-Time-Lieferung) unterteilen.

Die Viega Produktdaten sind hierzu granular und vernetzt aufbereitet, entsprechen den verschiedenen Fertigstellungsgraden und können direkt von der Planung in die weiteren Leistungsphasen im Gebäudelebenszyklus übertragen werden.

Für weiterführende Informationen siehe „Produktdaten“ auf Seite 27.



Viega Building Intelligence – Your BIM Solutions

Der Wandel vom analogen zum digitalen Bauen mit BIM bietet große Potenziale und erfordert innovative Lösungen. Um die Herausforderungen des Transformationsprozesses vom traditionellen zum digitalen Bauen zu meistern, bietet Viega ein umfangreiches Serviceangebot an – Viega Building Intelligence.

Viega Building Intelligence“ ist ein individueller Leitfaden für die Einführung von BIM und geht weit über typische BIM-Seminare und Schulungen hinaus. Denn zunächst nimmt das „Viega Building Intelligence“-Kompetenzteam den Stand der Prozessabläufe im jeweiligen Planungsbüro oder Installations-unternehmen auf. Dabei werden die Mitarbeitenden auf ihrem individuellen Wissensstand abgeholt. Dann führen die BIM-Spezialisten sie bedarfsge-recht entlang der vier Säulen „Consulting“, „Training“, „Management“ und „Systems“ praxisgerecht an die Arbeitsmethodik BIM heran. Durch dieses individuell abgestimmte Coaching sind die Voraussetzungen geschaffen, an Projekten teilzunehmen, die BIM-Leistungen in den Ausschreibungen for-dern. Aus dem ursprünglich rein strategischen Thema BIM wird ein operati-ves Projekt zur Anwendung von BIM.

Für weitere Informationen siehe viega.de/viega-building-intelligence



Software und Tools

Viega Planungssoftware

Für die digitale Umsetzung von TGA-Planungsaufgaben, ob konventionell oder nach der Planungsmethode BIM, stellt Viega die Planungssoftware Viptool und LINEAR Solutions - Viega Edition zur Verfügung. Die einzelnen Programme und Programmteile sind zielgruppenspezifisch zugeschnitten und für Bauvorhaben jeglicher Größenordnung nutzbar. Die Planungssoft-ware umfasst die Bereiche Rohrleitungs-, Vorwand-, Spül- und Entwässe-rungstechnik und ist auf dem Stand aktueller Normen, Richtlinien sowie auf Basis anerkannter Regeln der Technik entwickelt.

Für weiterführende Informationen siehe „Software und Tools“ auf Seite 1046.

Konfiguratoren

Viega unterstützt mit der Viega Planungssoftware bei der Planung gebäu-detechnischer Anlagen jeder Größenordnung. Für die einfache und schnelle Auslegung einzelner Produktkomponenten mit Materialermittlung bietet Viega spezifische, auf die Planungsaufgabe konzipierte, Konfiguratoren an. Die Konfiguratoren stehen auf der Viega Website zur Verfügung.

Für weitere Informationen siehe „Konfiguratoren“ auf Seite 1050.

Seminare und Webinare

Viega vermittelt in Seminaren und Webinaren Fachwissen zu Themen, wie beispielsweise der Integrale Planung mit BIM oder dem anwendungsbezogenen Umgang mit fachspezifischer Software.

Die BIM-Seminare geben je nach Kenntnisstand einen grundlegenden oder detaillierten Überblick über die Planungsmethodik. Um BIM Projekte sicher steuern zu können, werden fundierte Kenntnisse zum digitalen Bauprozess vermittelt und anhand praxisnaher Übungen und Beispielprozessen verdeutlicht.

Für weitere Informationen siehe:

„Seminare & Webinare“ auf viega.de/seminare



Integrierte Planungshinweise

In den nachfolgenden Kapiteln der weiteren Anwendungsbereiche finden Sie Hinweise zu der Planungssoftware Viptool und zu Konfiguratoren:

- **Trinkwasser-Installation:**
 - „Systemauslegung Zirkulationssystem“ auf Seite 116
 - „Bemessung und Auslegung der Trinkwasserinstallation“ auf Seite 132
 - „Trinkwassererwärmung und -auslegung“ auf Seite 165
- **Entwässerungstechnik:** „Planerische Grundlagen Entwässerungstechnik“ auf Seite 374
- **Heizungs-Installation:**
 - „Rohrnetzdimensionierung“ auf Seite 401
 - „Hydraulische Schaltungen“ auf Seite 406
 - „Auswahl von Umwälzpumpe und Regelungsart“ auf Seite 415
- **Flächentemperierung:** „Planungsgrundlagen“ ab Seite 468 und „Montageplanung“ auf Seite 495.
- **Gas-Installation:** „Planerische Grundlagen“ auf Seite 594

Produktdaten

Über die Planungsphasen hinweg wächst der Reifegrad eines digitalen Gebäudemodells und somit auch die projektbezogene Tiefe von Produktdaten (siehe „Das digitale Gebäudemodell“ ab Seite 22). Auf der Ebene der Produktdaten hat Viega entsprechende geometrische Produkttiefen definiert sowie Produktinformationen und stellt diese für die einzelnen Leistungsphasen im Gebäudelebenszyklus (Planung, Ausführung, Betrieb und Rückbau) zur Verfügung. Diese geprüften und ebenso standardisiert geregelten Produktdaten werden von Viega zum Download bereitgestellt.

VDI 3805

Mit Datensätzen der VDI 3805-Richtlinienreihe wird der Produktdatenaustausch für Komponenten und Anlagen der gesamten TGA-Installation im digitalen Planungsprozess standardisiert geregelt. Hersteller und Branchenverbände haben bereits im Januar 2018 in einem gemeinsamen erarbeiteten Positionspapier auf diesen einheitlichen notwendigen Produktdatenstandard speziell für den Produktdatenaustausch in der Technischen Gebäudeausrüstung hingewiesen.

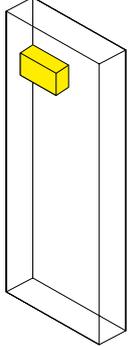
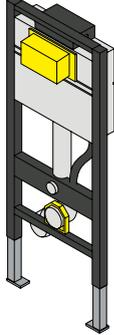
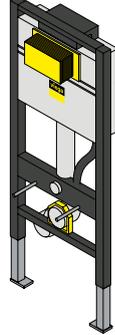
Diese Standardisierung ermöglicht herstellerübergreifend den Datenaustausch zwischen unterschiedlichen Softwareprogrammen.

Autodesk Revit

Autodesk Revit ist ein eigenständiges Softwareprogramm und maßgeschneidert für den BIM-Planungsprozess. Es besteht aus Revit Structure (Tragwerksplanung), Revit Architecture (Gebäudeplanung) und Revit MEP (Gebäudetechnik) und managt gewerkeübergreifend ein gesamtes Bauvorhaben mit allen Fachdisziplinen. Der Name Revit leitet sich aus den Wörtern (Revise Instantly) ab, das den Grundgedanken des BIM beschreibt, indem Auswirkungen von Änderungen in einem Einzel-/Fachmodell auf das Gesamtmodell übertragen und sofort sichtbar gemacht werden.



Viega bietet für die Planung Revit Familien in verschiedenen LOD-Detailstufen an:

| LOD 200 | LOD 400 | LOD 500 |
|---|---|--|
|  |  |  |
| grob | mittel | fein |

Tab. 1: Darstellung einer Revit Familie in den Detaillierungsstufen grob, mittel und fein



Für weiterführende Informationen siehe „Produktdaten“ auf Seite 1057.



WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

Teil 2 – Produkte

■ „Digitale Services“ auf Seite 1046

Viega Website

Viega Building Intelligence – Your BIM Solutions
viega.de/viega-building-intelligence



Viega Kompetenzseite „Digitales Bauen“
viega.de/digitalesbauen



Viega Planungssoftware
viega.de/viptool



Viega BIM-Daten
viega.de/BIM



Viega Seminare & Webinare
viega.de/seminare



Weitere Weblinks

BIM Deutschland - die zentrale Anlaufstelle rund um das Thema BIM
bimdeutschland.de

1



International Organization for Standardization (ISO)
iso.org



European Committee for Standardization (CEN)
standards.cen.eu



Deutsches Institut für Normung e. V. (DIN)
din.de



Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI)
vdi.de



Positionspapier „Elektronischer Produktdatenaustausch in der technischen Gebäudeausrüstung (TGA) und deren Einbettung in Building Information Modeling (BIM)
buildingsmart.de/sites/default/files/aktuelles/2020-10-30%20BIM-Positionspapier%20TGA%2014%20Verb%C3%A4nde.pdf



TRINKWASSERINSTALLATION

INHALT

| | |
|---|------------|
| Einleitung _____ | 35 |
| Gesetzliche und normative Grundlagen _____ | 38 |
| Gesetzliche Grundlagen _____ | 38 |
| Bedeutung von Normen _____ | 44 |
| Untersuchungsparameter in der Trinkwasserinstallation _____ | 47 |
| Mikrobiologische Parameter _____ | 47 |
| Chemische Parameter _____ | 56 |
| Probenahme _____ | 58 |
| Risikoabschätzung und Water Safety Plan _____ | 64 |
| Wirkkreis der Trinkwassergüte _____ | 70 |
| Temperatur _____ | 72 |
| Wasseraustausch _____ | 74 |
| Durchströmung _____ | 74 |
| Nährstoffe _____ | 75 |
| Klimaschutzziele und Energieeffizienz in der Trinkwasserinstallation _____ | 76 |
| Planerische Grundlagen _____ | 79 |
| Auswahl des Installationssystems _____ | 79 |
| Auswahl der Werkstoffe _____ | 80 |
| Feuerverzinkte Eisenwerkstoffe _____ | 83 |
| Kombination verschiedener Werkstoffe _____ | 84 |
| Trinkwasserbehandlung und -aufbereitung _____ | 86 |
| Trinkwasserenthärtung _____ | 86 |
| Korrosionsschutz _____ | 89 |
| Kontinuierliche Trinkwasserdesinfektion _____ | 91 |
| Erdverlegte Leitungen _____ | 97 |
| Dehnungsausgleicher und Kompensatoren _____ | 99 |
| Dehnungsausgleicher _____ | 101 |
| Rohrleitungsführung nach der Hausanschlussleitung | 103 |

| | |
|---|------------|
| Verteilungskonzepte für Trinkwasser kalt | 106 |
| Verteilungskonzepte für Trinkwasser warm | 110 |
| Systemauslegung Zirkulationssystem | 116 |
| Zirkulation für Trinkwasser warm | 117 |
| Zirkulation für Trinkwasser kalt | 124 |
| Zirkulationsregulierventile im Zirkulationssystem | 130 |
| Bemessung und Auslegung der Trinkwasserinstallation | 132 |
| Komponenten von AquaVip Solutions | 138 |
| Systemkomponenten | 140 |
| Controller und Zubehör | 140 |
| Komponenten mit Spül- und Überwachungsfunktion | 142 |
| AquaVip-Zirkulationsregulierventil elektronisch | 144 |
| Komponenten der Trinkwassererwärmung und Trinkwasserkühlung | 145 |
| Sensoren | 147 |
| Beispiele für den Aufbau einer Trinkwasserinstallation mit AquaVip Solutions | 149 |
| Energie und Wärmebedarf | 152 |
| Erläuterung des Begriffs Energie | 155 |
| Energiebedarf in Deutschland | 156 |
| Energieflussbild in Deutschland | 157 |
| Energie nach Sektoren | 157 |
| Endenergie für Raumtemperatur und Trinkwarmwasser | 157 |
| Anteil erneuerbarer Energie an der Primärenergie | 158 |
| Gesetze | 158 |
| Das GEG und die Auswirkung auf die Trinkwassererwärmung | 158 |
| Gesetz zur Aufteilung der Kohlendioxidkosten (CO ₂ KostAufG) und Auswirkung auf die Trinkwassererwärmung | 163 |
| Einsatz von Wärmepumpen | 164 |
| Trinkwassererwärmung und -auslegung | 165 |
| Normative Grundlagen | 165 |
| DIN 1988-300 | 165 |
| DIN EN 12831-3 | 167 |
| DIN 4708 | 169 |
| VDI 2072 | 170 |
| DVGW W 553 | 171 |
| DVGW W 551 | 172 |

| | |
|---|------------|
| Systeme zur Trinkwassererwärmung | 174 |
| Zentrale Trinkwassererwärmungsanlagen | 174 |
| Dezentrale Trinkwassererwärmungsanlagen | 178 |
| Marktsicht und objektive technische Betrachtung | 180 |
| Energetische Betrachtung | 182 |
| Hygienische Betrachtung | 191 |
| Investitions- und Installationsaufwände | 195 |
| Betrieb und Betriebskosten | 197 |
| Energiebereitstellung | 202 |
| Gebäudetypen und bevorzugte Trinkwassererwärmung | 206 |
| Wärmeversorgung von morgen und Wandel der Versorgungsstruktur – verbrauchsgesteuerte Erzeugung vs. erzeugungsgesteuerter Verbrauch | 208 |
| Auslegung der Warmwasserbereitung | 210 |
| Gebäudekategorie | 211 |
| Gleichzeitigkeit | 211 |
| Bedarf an Trinkwasser warm ermitteln | 214 |
| DIN 4708-2 | 215 |
| DIN EN 12831-3 | 221 |
| DIN 1988-300 | 223 |
| Durchfluss-Trinkwassererwärmer (DTE) auswählen | 227 |
| Temperaturabsenkung betrachten | 234 |
| Betrachtung Volumenstrom DTE | 234 |
| Betrachtung Rohrnetzauslegung generell | 235 |
| Überprüfung abgesenkter Betrieb | 238 |
| Größe des Energiespeichers und Leistung | 241 |
| Wärmeerzeuger Trinkwasser festlegen | 241 |
| Tagesbedarf an Trinkwasser warm (PWH) | 242 |
| Tageslastgang für Trinkwasser warm (PWH) | 247 |
| Sonstige benötigte Informationen für die Auslegung | 248 |
| Auslegung mittels Software | 251 |
| Verrohrung und Bauteile heizungsseitig auslegen | 251 |
| Zirkulationssystem definieren | 254 |
| Zirkulationssysteme und Schichtung im Pufferspeicher | 254 |
| Auslegung der Zirkulation für Trinkwasser warm im Normalbetrieb 60/55 °C | 255 |
| Druckverluste in DTE und UFC für die Zirkulation ermitteln | 255 |
| Auswirkung einer Temperaturabsenkung auf Volumenstrom und Förderhöhe | 258 |
| Ergänzende Hinweise zum Schutz der Installation | 259 |

| | |
|---|------------|
| Ultrafiltration | 260 |
| Membranprozess und -trennstufen | 261 |
| Membrankonstruktion für UFC-Module | 262 |
| Einbauorte für Ultrafiltrations-Module in | |
| Trinkwasserinstallationen | 264 |
| Potenzielle Gefährdungen durch Modulgrößen | 264 |
| Anwendung von UF-Membrananlagen | 265 |
| Betrieb von AquaVip Solutions mit UFC | 266 |
| Auslegung | 267 |
| Dokumentation von UFC-Betriebszuständen | 269 |
| Modellprojekte und praktische Anwendung | 269 |
| Zusammenfassung | 270 |
| Bau, Betrieb und Instandhaltung | 271 |
| Lagerung und Montage | 271 |
| Dichtheitsprüfung trocken | 272 |
| Inbetriebnahme | 274 |
| Allgemeine Informationen | 274 |
| Planungsunterlagen | 274 |
| Inbetriebnahmedokumente | 281 |
| Herstellerunterlagen | 281 |
| Betriebsbuch | 282 |
| Bestimmungsgemäßer Betrieb | 282 |
| Instandhaltung | 286 |
| Festlegung der Probenahmestellen | 287 |
| Weiterführende Informationen | 294 |

EINLEITUNG

Wasser ist eine Lebensgrundlage. Bäche, Flüsse, Seen sowie Meere gelten als Lebensraum für eine Vielzahl an Pflanzen und Tieren und sind wichtige Bestandteile unseres Naturhaushalts. Das Grundwasser liefert uns Trinkwasser und Lebensraum zugleich. Sauberes Trinkwasser gehört zu den Grundbedürfnissen des Menschen und wir nutzen es für unsere Ernährung, die tägliche Hygiene und für unsere Freizeitaktivitäten. Die Trinkwasser-Qualität und deren Überwachung wird in Deutschland in der Trinkwasserverordnung (TrinkwV)^[1] geregelt. Hiernach darf der Genuss oder Gebrauch von Trinkwasser die menschliche Gesundheit nicht durch Krankheitserreger oder chemische Stoffe gefährden. Die in Trinkwasserinstallationen auftretenden Gefährdungen reichen von ungeeigneten Materialien und Werkstoffen bis hin zu hoher Stagnationsdauer und nachteiligen Temperaturbereichen, die zu einer mikrobiellen Verkeimung führen können. Aufgrund des steigenden Komfortgedankens im Warmwasserbereich und durch Energieeinsparungen können vor allem Legionellen in Trinkwasserinstallationen in Gebäuden zu erheblichen Problemen führen.

Im Rahmen der Capnetz-Studie im Jahr 2008 ermittelten die Wissenschaftler für Deutschland jährlich 15000 bis 30000 Krankheitsfälle durch Legionellen. Die Mortalität lag schätzungsweise bei 1500 bis 2000.^[2] Welchen Anteil daran verkeimte Trinkwasserinstallationen als Infektionsort haben, ist allerdings nicht mit letzter Sicherheit zu ermitteln. In einer ersten Statusanalyse 2015, die der Arbeitskreis Trinkwasseranalytik der Bundesvereinigung der Firmen im Gas- und Wasserfach e. V. (figawa) in Auftrag gab, wurden über eine Million Datensätze von Probenahmen aller Gebäudetypen, bereitgestellt von fünf deutschen Trinkwasserkontrolldienstleistern, vom Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit (IHPH) der Universität Bonn ausgewertet. Die Untersuchung ergab, dass im Betrachtungszeitraum von 2012 bis 2015 etwa jedes dritte Gebäude mindestens einmal einen positiven Legionellenbefund aufwies. In rund jedem sechsten Gebäude wurde eine Überschreitung des technischen Maßnahmenwerts festgestellt.^[3] Eine erneute Statusanalyse auf Grundlage einer besseren Datenqualität, die das IHPH 2018 präsentierte, ergab ein ähnliches Bild. Neben dem Trinkwasser warm stellt aber auch das Trinkwasser kalt einen Risikofaktor dar, weil immer öfter der kritische Wert von 20 °C überschritten wird. Die Auswertungen von 30000 Wasserproben deutscher Gesundheitsbehörden, entnommen von 2003 bis 2009 in 4400 öffentlichen Gebäuden, ergaben beispielsweise: In rund 13 % der Proben wurde der technische Maßnahmenwert für Legionellen von 100 Kolonie bildenden Einheiten (KbE) pro 100 Milliliter (ml) überschritten.

[1] Trinkwasserverordnung (TrinkwV), 24.06.2023.

[2] Robert Koch-Institut, „Legionellose RKI-Ratgeber für Ärzte“.

[3] S. Völker, S. Luther, T. Kistemann, Bundesweite Statusanalyse. Vorkommen von Legionellen in Trinkwasser-Installationen, IKZ Fachplaner 10/2015, S. 14-19.

Vornehmlich war zwar Trinkwasser warm betroffen. Doch auch 5 % der Proben Trinkwasser kalt zeigten Überschreitungen des technischen Maßnahmenwerts.^[1]

Moderne Bautechniken, hohe Dämmstandards, vermeidbare Fremderwärmung der Kaltwasserleitung in Gebäuden, aber auch der Klimawandel gehören zu den Einflussgrößen einer immer mehr ernstzunehmenden Temperaturerhöhung im Trinkwasser kalt. In den letzten Jahren wurde häufig darauf hingewiesen, dass eine Untersuchung der Trinkwasserinstallation auf Legionellen auch eine Temperaturmessung von Trinkwasser kalt an den Entnahmestellen einschließen sollte. Sie kann ebenfalls Hinweise auf eine Kontamination der Trinkwasserinstallation mit Legionellen geben.^[2] Mittlerweile ist der verbindliche Hinweis auf die Untersuchung von Trinkwasser kalt auch seit der am 18. Dezember 2018 neu veröffentlichten Empfehlung des Umweltbundesamts (UBA) zur systemischen Untersuchung von Trinkwasserinstallationen auf Legionellen enthalten.^[3]

Der daraus entstehende Handlungsbedarf ist jetzt auch in der Europäischen Trinkwasser-Richtlinie (Drinking Water Directive, DWD) abgebildet. Vor diesem Hintergrund wird angesichts der Komplexität der Thematik zur weitergehenden Qualitätssicherung der Trinkwasser-Hygiene vor allem in öffentlichen Gebäuden die Aufstellung eines Hygieneplans, eines sogenannten Water-Safety-Plans (WSP), zumindest empfohlen.^{[4][5]} Ein einheitliches und systematisches, prozessorientiertes Risikomanagement ermöglicht es dem Betreiber, Risiken, die in den Prozessen der Trinkwasserinstallation auftreten können, zu minimieren und eine sichere Trinkwasserversorgung in Gebäuden zu gewährleisten.

In den Gebäuden der Zukunft werden gleichzeitig die Themen Energieeffizienz und Nachhaltigkeit immer wichtiger und bekommen mit dem europäischen Green Deal eine ganz neue Dimension. In Deutschland entfallen auf den Gebäudebereich etwa 35 % des Endenergieverbrauchs und etwa 30 % der CO₂-Emissionen. Dieser Energieverbrauch

[1] Erkenntnisse aus dem BMBF-Verbundprojekt „Biofilme in der Trinkwasser-Installation“, Teilprojekt 1 (Leiter: Prof. Dr. Thomas Kistemann): Entwicklung und Evaluierung eines rationalen räumlich-zeitlichen Probenahme-Regimes zur effizienten und verlässlichen Erfassung, Beobachtung und Interpretation mikrobieller Kontaminationen in Trinkwasser-Installationen Version 2.1, Projektdauer: 01.10.2006 – 30.04.2010, Koordination: Prof. Dr. Hans-Curt Flemming.

[2] DVGW-Information Wasser Nr. 90, Informationen und Erläuterungen zu Anforderungen des DVGW-Arbeitsblattes W 551, DVGW, Bonn, 03/2017.

[3] Empfehlung des Umweltbundesamtes (UBA), Systemische Untersuchungen von Trinkwasser-Installationen auf Legionellen nach Trinkwasserverordnung – Probenahme, Untersuchungsgang und Angabe des Ergebnisses, 18. Dezember 2018.

[4] T. Kistemann, Erhalt der Trinkwassergüte in Trinkwasser-Installationen, In: Integrale Planung der Gebäudetechnik, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014, S. 101-150.

[5] Umweltbundesamt, Das Water Safety Plan (WSP)-Konzept für Gebäude, Oktober 2020.

ist aktuell für ca. 115 Mio. t CO₂-Ausstoß pro Jahr verantwortlich. Diese Emissionen müssten um mehr als 40 % reduziert werden, um die Klimaschutzziele bis 2030 zu erreichen und die Abhängigkeit von Energieimporten deutlich zu reduzieren. Die Dekarbonisierung des Gebäude- und Bausektors ist somit von entscheidender Bedeutung. Der Energieverbrauch bezieht sich auf Raumwärme, Warmwasser, Beleuchtung und Klimakälte, wobei Raumwärme den größten Anteil hat und Warmwasser bei Wohngebäuden bei ca. 23 % und bei Nichtwohngebäuden bei ca. 12 % liegt.^[1] Klassischerweise lag das Thema Energieeffizienz bisher im Bereich der Heizungs-Installationen und völlig unberührt vom Thema Trinkwasser-Hygiene. Ein wichtiger Schritt, um die Zielsetzungen zu erreichen, ist die Energiewende im Gebäudesektor bzw. Wärmewende 2030 durch mehr Energieeffizienz, objektnahe erneuerbare Wärme und klimaneutrale Wärmenetze. Dabei geht es nicht allein um die Wärmedämmung von Gebäuden und moderne Heiztechnik, sondern auch um den Energieverbrauch für die Bereitstellung von Trinkwarmwasser. Doch speziell in Objektbauten stellen dabei die hohen Systemtemperaturen im Zirkulationssystem des Trinkwassers warm eine beträchtliche Hürde dar: Die für den Legionellenschutz erforderlichen 60 °C am Austritt der Trinkwassererwärmungsanlage passen nicht zu den deutlich niedrigeren Vorlauftemperaturen, bei denen Wärmepumpen effizient arbeiten. Sie erreichen also keine ausreichend hohe Jahresarbeitszahl (JAZ), beispielsweise gemäß den Förderbedingungen des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA). Abgesenkte Systemtemperaturen mit Hilfe von neuen innovativen Technologien hingegen würden Wärmepumpen auf breiter Front zu mehr Wirtschaftlichkeit verhelfen und die Marktdurchdringung regenerativer Wärmeerzeuger vorantreiben. Dieses Konzept unter Erhaltung der Trinkwassergüte stellt einen entscheidenden Beitrag für die Zukunft zum Erreichen der Klimaziele und der Wärmewende dar.

[1] Deutsche-Energie-Agentur (dena, 2021), dena-Gebäudereport 2021 – Fokusthemen zum Klimaschutz im Gebäudebereich.

GESETZLICHE UND NORMATIVE GRUNDLAGEN

2

Gesetzliche Grundlagen

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat als Ziel die Verwirklichung des bestmöglichen Gesundheitsniveaus bei allen Menschen. Ihre Hauptaufgabe ist die Bekämpfung der Erkrankungen und die Förderung der allgemeinen Gesundheit aller Menschen weltweit. Sie weist mittlerweile auf große Fortschritte hin: ca. 90 % der Menschheit haben Zugang zu sauberem Trinkwasser, Ende 1990 waren es nur 76 %^[1]. Trotz dieser immensen Fortschritte fehlt es immer noch vielen Menschen an der Versorgung mit sauberem Trinkwasser. Vor allem in einigen ländlichen Gebieten ist die Situation nach wie vor schlecht, obwohl es ein international anerkanntes Recht des Einzelnen auf Zugang zu sauberem Trinkwasser gibt. Ein dauerhafter Zugang zu sauberem Trinkwasser ist ein Menschenrecht. Aus diesem Grund hat die WHO Richtlinien erlassen,^[2] die der Durchsetzung des Rechts auf sauberes Trinkwassers Vorschub leisten sollen. In der aktuell vierten Auflage werden Angaben zu chemischen und mikrobiologischen Stoffen gemacht, die im Idealfall Einzug in die jeweilige nationale Rechtsprechung halten.

Mit der im Dezember 2020 veröffentlichten und am 12. Januar 2021 in Kraft getretenen Neufassung der europäischen Trinkwasserrichtlinie^[3] werden die geltenden Qualitätsstandards für Wasser aktualisiert, die vor mehr als 20 Jahren festgelegt wurden. Nicht zuletzt aufgrund geänderter Vorgaben durch die 4. Auflage der WHO Richtlinie für Trinkwasserqualität^[4] hat ein risikobasierter Ansatz bei der Überwachung der Trinkwasserinstallationen Einzug gehalten. Dieser Ansatz soll auf lange Sicht die Überwachungskosten senken und gleichzeitig eine äußerst hohe Trinkwasser-Qualität garantieren, da nun von einer Endproduktkontrolle zu einem prozessbasierten Ansatz gewechselt wird. Das Risikomanagement wird folglich zum zentralen Steuerelement aller Prozesse in der gesamten Versorgungskette von der „Quelle bis zum Wasserhahn“ („Source-to-Tap“-Ansatz). So haben aktuell nach der neuen Trinkwasserverordnung die Wasserversorger für die Einführung eines Risikomanagements zu sorgen. Die Risikobewertung der potenziellen Risiken wie Legionellen und Blei von Trinkwasserinstallationen wird empfohlen, wobei ein Schwerpunkt auf prioritäre und öffentliche Gebäude gelegt werden soll. Eine maßgebliche Anpassung der Richtlinie ist auch die strengere Überwachung zum Schutz der Trinkwasserres-

[1] <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

[2] World Health Organization (WHO), Guidelines for Drinking-water Quality, 4th Ed., Genf, 2017.

[3] Richtlinie (EU) 2020/2184 des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 16. Dezember 2020 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch

[4] World Health Organization (WHO), Guidelines for Drinking-water Quality, 4th Ed., Genf, 2017.

ourcen. Neue Stoffe sollen in einer sogenannten Beobachtungsliste Eingang finden, und rund 35 weitere Stoffe sind im Untersuchungsumfang festgelegt. Neben Mikroplastik werden auch Arzneimittel oder andere hormonell wirkende Stoffe mit aufgenommen. Die Beobachtungsliste soll dazu genutzt werden, etwaige Risiken für das Trinkwasser frühzeitig zu erkennen und die Qualität durch Anpassungen in der Aufbereitung aufrecht zu erhalten.

Erstmals werden europäische einheitliche Anforderungen an Materialien im Kontakt mit Trinkwasser gestellt. Für die einheitliche Umsetzung werden die spezifischen Mindesthygieneanforderungen für Materialien durch Durchführungsrechtsakte geregelt. Letztlich werden innerhalb der letzten 3 Jahre und aktuell Stoffe oder Materialien sowie Test- und Auswahlfahrer für Ausgangsstoffe und -verbindungen in einer „europäischen Positivliste“ aufgenommen. Ferner werden die Bewertungsgrundlagen für Materialien in Kontakt mit Trinkwasser vom UBA auf europäische Ebene verlagert. Zukünftig betreut diese die ECHA. Die Übergangsregelungen werden derzeit überarbeitet.

Darüber hinaus werden mit der vorgeschlagenen überarbeiteten Richtlinie neue Verpflichtungen zur Verbesserung des Zugangs zu Trinkwasser eingeführt. Die Mitgliedstaaten werden außerdem sicherstellen müssen, dass die Verbraucher sich über die Eigenschaften ihres Trinkwassers sowie der verwendeten Aufbereitungsverfahren informieren können.

Europa wird nicht in einem Schritt harmonisiert, das zeigt z. B. die aktuelle DIN EN 806-2. Wie alle Teile dieser Normenreihe soll sie im Ergebnis die länderspezifischen Planungsregeln für Trinkwasserinstallationen harmonisieren. Zu unterschiedlich sind aber die über Jahrzehnte gewachsenen Kulturen und Regeln, welche die jeweilige Baupraxis, aber auch die unterschiedlichen Ansprüche an die Sanitärtechnik widerspiegeln. Somit bedurfte es bisher der Ergänzungsnormen der DIN 1988-Reihe, um unsere nationalen Anforderungen auch zukünftig berücksichtigt zu wissen.

Trinkwasser ist lebensnotwendig, und der Genuss von Leitungswasser zur Deckung des täglichen Flüssigkeitsbedarfs ist uneingeschränkt zu empfehlen. Mit der Trinkwasserverordnung aus dem Jahr 2018 setzte der Verordnungsgeber die Vorgaben der bis dato geltenden europäischen Trinkwasserrichtlinie (98/83/EG)^[1] und die aktualisierten Anhänge in nationales Recht um. Damit hat die Trinkwasser-Hygiene mittlerweile einen immer höheren Stellenwert eingenommen. Die Trinkwasserverordnung ist also eine Regelung, die im Grundsatz europaweit gültig ist, da sie sich an den Vorgaben der EU und WHO orientiert. Teilweise enthält sie aber strengere Vorgaben als das europäische Recht. Diese sind notwendig und zulässig, um national bewährte und für den Gesundheitsschutz der Bevölkerung wichtige Regelungen zu treffen. Mittlerweile hat der Bundesrat am 20. Juni 2023 einer neuen Trinkwasserverordnung zugestimmt, die am 24. Juni 2023 in Kraft getreten ist.^[2]

[1] Richtlinie des Rates 98/83/EG vom 3. November 1998 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch

[2] Trinkwasserverordnung (TrinkwV), 24.06.2023.

2

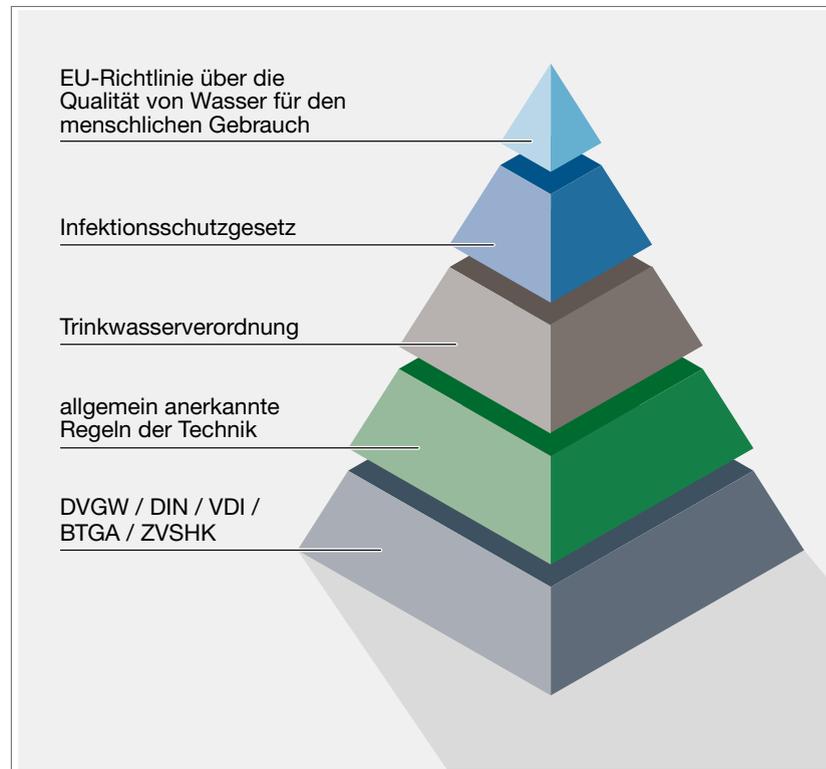


Abb. 1: Hierarchischer Aufbau der gesetzlichen Grundlagen einer Trinkwasserinstallation

Die Trinkwasserverordnung hat den Zweck, die menschliche Gesundheit vor nachteiligen Einflüssen zu schützen, die sich aus einer möglichen Verunreinigung des Wassers ergeben können. Die Trinkwasser-Qualität wird in Hinblick auf die menschliche Gesundheit in § 37 unter Abschnitt 1 des Infektionsschutzgesetzes definiert:

„Wasser für den menschlichen Gebrauch muss so beschaffen sein, dass durch seinen Genuss oder Gebrauch eine Schädigung der menschlichen Gesundheit, insbesondere durch Krankheitserreger, nicht zu besorgen ist.“^[1]

Aus diesem genannten Grund dürfen Krankheitserreger nach § 6 Trinkwasserverordnung nicht in Konzentrationen enthalten sein, die eine Schädigung der menschlichen Gesundheit besorgen lassen. Das gleiche Prinzip trifft auch auf die chemischen Stoffe zu. Die Rahmenbedingungen sind in § 5 Trinkwasserverordnung beschrieben:

„... wenn 1. bei der Trinkwassergewinnung, der Trinkwasseraufbereitung und der Trinkwasserverteilung mindestens die allgemein anerkannten Regeln der Technik eingehalten werden und 2. das Trinkwasser den Anforderungen der §§ 6 bis 9 entspricht.“^[2]

[1] Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz – IfSG), 12/2022.

[2] Trinkwasserverordnung (TrinkwV), 24.06.2023.

Aber nicht nur die Trinkwasserverordnung trifft eine Aussage zum Gesundheitsschutz in Trinkwasserinstallationen, denn auch in den Musterbauordnungen der Bundesländer ist in § 3, Abs. 1 unter den Allgemeinen Anforderungen festgehalten:

„Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und in Stand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden.“^[1]

Grundsätzlich stellt sich bei der Trinkwasserverordnung die Frage, mit welcher Ermächtigung diese Regelungen getroffen wurden, die in der Praxis dazu führen, dass Gesundheitsämter Duschverbote für große Hotels verhängen oder Krankenhäuser zu einer Sanierung auffordern dürfen.

Die Grundlage hierfür bildet das „Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen“, kurz Infektionsschutzgesetz (IfSG)^[2]. Das Infektionsschutzgesetz erfüllt mit seinen Bestimmungen den Zweck, übertragbare Krankheiten beim Menschen vorzubeugen, Infektionen frühzeitig zu erkennen und ihre Weiterverbreitung zu verhindern. Es bezieht sich dabei ganz generell auf alle übertragbaren Krankheiten, interessant für den Bereich Trinkwasser-Hygiene sind aber die Paragraphen §§ 4, 7, 37 und 40.

§ 7 legt fest, dass Legionellen in den Bereich der meldepflichtigen Erreger fallen, was für sich genommen zunächst nicht gravierend ist, aber es macht unmissverständlich klar, dass der Gesetzgeber in Legionellen einen nicht zu vernachlässigenden Krankheitserreger sieht, von dem ein hohes gesundheitliches Risiko ausgeht. Immerhin stehen die Legionellen in einer Reihe mit den Lepra- und Ebola-Erregern.

In den §§ 4 und 40 werden die Aufgaben des Robert Koch-Instituts und des Umweltbundesamts beschrieben, die mit ihren Empfehlungen, Merkblättern und Ratgebern ihre gesetzlich vorgegebene Funktion des Infektionsschutzes durch wasserassoziierte Krankheiten erfüllen. Hierbei muss immer beachtet werden, dass die Vorgaben und Empfehlungen des Robert Koch-Instituts und des Umweltbundesamts DIN-Normen, VDI-Richtlinien oder ähnlichen technischen Empfehlungen übergeordnet sind, da sie sich auf wissenschaftliche Erkenntnisse stützen.

[1] H. Jäde, J. Hornfeck, Musterbauordnung - MBO 2012, C.H. Beck, München, 2. Auflage 2013.

[2] Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz – IfSG), 12/2022.



Ein weiterer bedeutender Paragraph im Infektionsschutzgesetz ist § 37, denn er bildet die Basis für die aktuell gültige Trinkwasserverordnung. Hier wird klar gefordert, dass Trinkwasser keine mittelbare oder unmittelbare Gefahr darstellen darf.

Wenn bei einer Routineuntersuchung das Erreichen des technischen Maßnahmenwerts für Legionellen festgestellt wird, dann muss das Gesundheitsamt Maßnahmen zum Schutz der Benutzer treffen, die vom Besitzer der Anlage umgesetzt werden müssen. Vielfach ist im Bauwesen von Bestandschutz die Rede, aber gerade in einem so sensiblen Bereich wie dem Infektionsschutz muss der Bestandschutz hinter dem Schutz der Benutzer zurückstehen. Die Begründung hierfür findet sich im Grundgesetz. Im Bereich des Bestandschutzes ist es Artikel 14, der das Eigentum einer jeden Person schützt. Der Infektionsschutz findet seine Entsprechung in Artikel 2 des Grundgesetzes und steht somit über dem Schutz des Eigentums. Aus diesem Grund bilden die Trinkwasser-Hygiene und die sich damit verbindenden Forderungen eine Sonderposition im Bauwesen und negieren jede Form des Bestandschutzes.

Die von der Trinkwasserverordnung aufgestellten hygienischen Anforderungen an die Reinheit von Trinkwasser gelten dabei nicht nur für die Betreiber oder Einrichtungen, die Trinkwasser für die Allgemeinheit bereitstellen, sondern für alle Beteiligten an einer Wasserversorgungsanlage, vom Wasserversorgungsunternehmen über die Haustechniker, die Planer und die ausführenden Installationsunternehmen bis hin zum Betreiber und Benutzer einer Trinkwasserinstallation.

Hygiene

Hygiene ist die Gesamtheit aller Bestrebungen und Maßnahmen zur Verhütung von mittelbaren oder unmittelbaren gesundheitlichen Beeinträchtigungen beim einzelnen Nutzer. Ziel ist es, die einwandfreie Trinkwasserbeschaffenheit in der Trinkwasserinstallation zu bewahren. Die möglichen Beeinträchtigungen können nicht nur durch mikrobiologische, chemische und/oder physikalisch-chemische Veränderungen des Trinkwassers in Trinkwasserinstallationen verursacht werden, sondern auch nachträglich durch Veränderungen der Betriebsbedingungen entstehen.^[1] Für die einwandfreie Trinkwasser-Qualität bis zur Übergabestelle an der Hausanschlussleitung ist zu Beginn das regionale Wasserversorgungsunternehmen verantwortlich – innerhalb der Trinkwasserinstallation der Betreiber. Er muss sicherstellen, dass gemäß AVBWasserV regelmäßig Trinkwasser entnommen wird. Dafür, dass diese regelmäßig entnommene Wassermenge ausreicht, um einen vollständigen Wasseraustausch in der Installation zu gewährleisten, muss der Fachplaner und/oder der Installateur die nötigen Voraussetzungen schaffen. Sie sorgen mit dem Einsatz zertifizierter Bauteile und Systeme für bedarfsgerecht bemessene Rohrnennweiten und eine hygienebewusste Rohrleitungsführung – auch für Entnahmestellen, an denen Nutzungsunterbrechungen zu erwarten sind (z. B. Gartenventile).

[1] VDI 6023 Blatt 1, Hygiene in Trinkwasser-Installationen – Anforderungen an Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung, Beuth, Berlin, 09/2023.

Verantwortlich für die Einhaltung der Qualitätsanforderungen des Trinkwassers in Haus-Installationen ist der jeweilige Eigentümer und Betreiber. Er muss für eine einwandfreie Trinkwasserqualität sorgen.^{[1],[2]} Dabei spielt vor allem der hygienisch sichere Betrieb der Trinkwasserinstallation eine entscheidende Rolle. Um dieses Ziel überhaupt zu erreichen, wird dem Betreiber empfohlen, sich mindestens an den allgemein anerkannten Regeln der Technik (a. a. R. d. T.) zu orientieren (siehe Tab. 1). Seit Mai 2012 gilt maßgeblich die europäische Normenreihe der DIN EN 806-1 bis 5 mit den nationalen Ergänzungsnormen der DIN 1988, die aber derzeit noch überarbeitet werden.

a. a. R. d. T.

| Europäische Grundsatznormen | Nationale Ergänzungen | Zusätzliche Richtlinien und Regeln |
|--|--|---|
| DIN EN 1717 „Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen ...“ | DIN 1988-100 „Schutz des Trinkwassers, Erhaltung der Trinkwasserqualität“ | UBA-Empfehlungen BTGA-Regeln DVGW-Arbeitsblätter VDI-Richtlinien |
| EN 806 Teil 1 „Allgemeines“ | – | |
| EN 806 Teil 2 „Planung“ | DIN 1988-200 „Installation Typ A, Planung, Bauteile, Apparate, Werkstoffe“ | |
| EN 806 Teil 3 „Berechnung der Rohrdurchmesser“ | DIN 1988-300 „Ermittlung der Rohrdurchmesser“ | |
| EN 806 Teil 4 „Installation“ | – | |
| EN 806 Teil 5 „Betrieb und Wartung“ | – | |
| | DIN 1988-500 „Druckerhöhungsanlagen mit drehzahlgeregelten Pumpen“ | |
| | DIN 1988-600 „Trinkwasser-Installation in Verbindung mit Feuerlöscher- und Brandschutzanlagen“ | |

Tab. 1: Normen und Regelwerke

[1] Trinkwasserverordnung (TrinkwV), 24. Juni 2023.

[2] Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Wasser (AVB-WasserV), 11. Dezember 2014.

Bedeutung von Normen

Häufig wird der Begriff der allgemein anerkannten Regeln der Technik im Bereich der Trinkwasserinstallation mit den Inhalten von DIN-Normen, VDI-Richtlinien und DVGW-Arbeitsblättern gleichgesetzt.

Bei DIN-Normen, VDI-Richtlinien und DVGW-Arbeitsblättern handelt es sich jedoch lediglich um privatrechtliche Empfehlungen, deren Inhalt die allgemein anerkannten Regeln der Technik wiedergeben kann, dies jedoch nicht muss.

Das Kriterium der allgemeinen Anerkennung einer Regel der Technik als „allgemein anerkannte Regel der Technik“ erfolgt nicht durch Verbände oder Experten, sondern vielmehr durch die Mehrheit der Praktiker vor Ort. Die allgemein anerkannten Regeln der Technik sind diejenigen Prinzipien und Lösungen, die in der Praxis erprobt und bewährt sind und sich bei der Mehrheit der Praktiker durchgesetzt haben.

Die Trinkwasser-Hygiene umfasst im Feld der Praktiker jedoch nicht nur Installateure, Ingenieure und Anlagenbetreiber, sondern insbesondere auch Mitarbeiter von wissenschaftlichen Einrichtungen und Laboren, sowie Mediziner.

Eine allgemein anerkannte Regel der Technik muss zudem aktuell sein und darf nicht durch aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse und die Baupraxis widerlegbar sein, d. h. die Technik hat sich weiterentwickelt, eine Richtlinie oder Norm aber nicht. Kurzum bedeutet dies, dass die technischen Festlegungen, die zur Erreichung des unter § 37 des Infektionsschutzgesetzes definierten Schutzziels geeignet und bewährt sind, die allgemein anerkannten Regeln der Technik darstellen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Begriff der allgemein anerkannten Regeln der Technik nicht gesetzlich definiert ist, aber mit folgenden Punkten zusammengefasst werden kann:

- Regeln, die nach herrschender Auffassung der beteiligten Verkehrskreise (Fachleute, Anwender, Verbraucher und öffentliche Hand) zur Erreichung des gesetzlich vorgesehenen Ziels geeignet sind,
- Regeln, die im Rahmen dieser gesetzlichen Zielvorgaben als Teil der Verhältnismäßigkeitserwägung wirtschaftliche Gesichtspunkte berücksichtigen und
- Regeln, die sich in der Praxis allgemein bewährt haben oder deren Bewährung nach herrschender Auffassung in überschaubarer Zeit bevorsteht.

Die Trinkwasserverordnung fordert jedoch unter den §§ 5 und 13 nur „mindestens“ die Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik^[1], was bedeutet, dass jederzeit ein höherwertigeres Schutzniveau angewendet werden darf. Hier stehen der Stand der Technik und der Stand von Wissenschaft und Technik zur Verfügung, die jeweils andere Bedingungen an die verwendete Technik stellen.^[2]

Im Unterschied zu den allgemein anerkannten Regeln der Technik müssen die Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen nach dem „Stand der Technik“ sich noch nicht allgemein bewährt haben; allerdings sollen zur Bestimmung des Stands der Technik vergleichbare Techniken herangezogen werden, die auf Betriebsebene erfolgreich erprobt worden sind. Der Stand der Technik erfüllt demnach nicht die Mehrheitsmeinung der Praktiker, die diese Technik anwenden, sondern richtet sich danach, was technisch geeignet, notwendig oder angemessen ist, um die mögliche Gefahr abzuwenden. Der Stand der Technik beschreibt also das technisch und wirtschaftlich Realisierbare, und die allgemein anerkannten Regeln der Technik beschreiben das Bewährte und Konventionelle.^[3]

Die strengsten Anforderungen an Produkte und Anlagen werden mit der Formulierung „Stand von Wissenschaft und Technik“ umschrieben. Dieser Begriff bezeichnet „den Entwicklungsstand fortschrittlichster Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen, die nach Auffassung führender Fachleute aus Wissenschaft und Technik auf der Grundlage neuester wissenschaftlich vertretbarer Erkenntnisse im Hinblick auf das gesetzlich vorgegebene Ziel für erforderlich gehalten werden und die Erreichung dieses Ziels als gesichert erscheinen lassen.“

Wirtschaftliche Gesichtspunkte dürfen dabei im Bereich der Gefahrenabwehr, etwa im Rahmen einer Verhältnismäßigkeitsprüfung, keine Rolle spielen.

Auf den „Stand von Wissenschaft und Technik“ wird in Fällen mit sehr hohem Gefährdungspotential wie beispielsweise im Infektionsschutz verwiesen, damit die rechtlichen Anforderungen mit den neuesten naturwissenschaftlichen und technischen Entwicklungen Schritt halten. Was rechtlich erlaubt beziehungsweise geboten ist, soll nicht nur vom technischen Fortschritt, sondern auch und gerade vom wissenschaftlichen Erkenntnisfortschritt abhängen. Maßgebend ist somit, was aktuell im naturwissenschaftlichen und technischen Fortschritt zum Zeitpunkt der zu treffenden Entscheidung als geeignet, notwendig, angemessen oder vermeidbar angesehen wird.

[1] Trinkwasserverordnung (TrinkwV), 24. Juni 2023.

[2] J. Falke, D. Susnjar, Rechtliche Würdigung der Empfehlungen und Leitlinien des Umweltbundesamtes am Beispiel der „Leitlinie zur hygienischen Beurteilung von Epoxidharzbeschichtungen im Kontakt mit Trinkwasser, Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Forschungsbericht 363 01 103, UBA-FB 000987, UBA 2007.

[3] hwk-muenchen.de/artikel/normen-und-technische-regeln-74,0,128.html

Stand der Technik

Stand von Wissenschaft und Technik

Aus diesen Definitionen ergibt sich eine Dreiwertigkeit der unterschiedlichen Schutzniveaus hinsichtlich der Qualität des angewendeten technischen Verfahrens und Wissens:

- Stufe 1 und höchste Stufe ist der Stand der Wissenschaft und Technik
- Stufe 2 ist der Stand der Technik
- Stufe 3 sind die allgemein anerkannten Regeln der Technik.

Auf die Trinkwasserinstallation übertragen ergibt sich für die unterschiedlichen Wissensstände folgendes Sicherheitsniveau:

- Stufe 1 ergibt das höchste bzw. machbare Sicherheitsniveau
- Stufe 2 ergibt das mittlere bzw. erforderliche Sicherheitsniveau
- Stufe 3 ergibt das Mindest- bzw. notwendige Sicherheitsniveau.^[1]

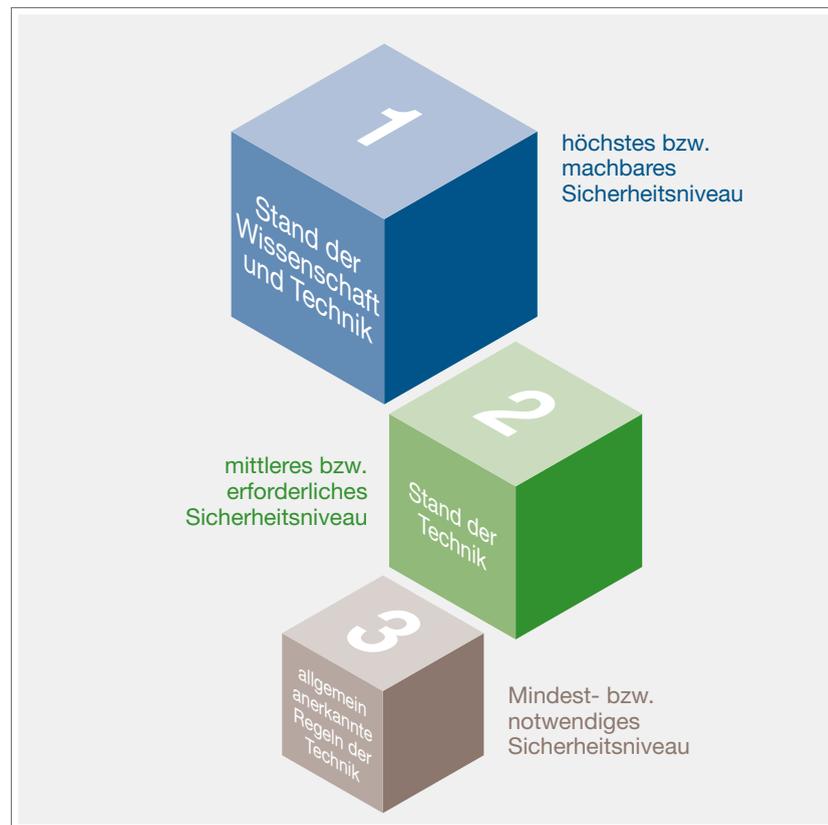


Abb. 2: Darstellung der Schutzniveaus

DIN-Normen, VDI-Richtlinien und DVGW-Arbeitsblätter bleiben privatrechtliche Festlegungen mit Empfehlungscharakter und bleiben in Fragen des Gesundheitsschutzes in ihrer Konsistenz weit hinter den einschlägigen Richtlinien, Empfehlungen, Merkblättern und sonstigen Informationen von Robert Koch-Institut und Umweltbundesamt zurück. Dies liegt an der Art

[1] hwk-muenchen.de/artikel/normen-und-technische-regeln-74,0,128.html

ihrer Entstehung, während beispielsweise die Normen und VDI-Richtlinien, DIN oder BTGA in einem ausgewogenen paritätisch besetzten Gremium im Konsensverfahren erstellt werden, arbeiten die Experten und Fachleute des Robert Koch-Instituts und des Umweltbundesamts auf Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse. Außerdem ist das Interesse bei den Regelwerken von beispielsweise VDI, DIN und BTGA ein anderes – man möchte die wissenschaftlichen Erkenntnisse und die sich damit ergebenden Parameter im Sinne des Gesundheitsschutzes in praxistaugliche Regelwerke umsetzen. Auch spielt bei den verschiedenen Gremien das persönliche Interesse der jeweiligen Beteiligten eine wichtige Rolle, denn das Ergebnis der Ausarbeitungen soll im Idealfall für alle Seiten anwendbare Handlungsempfehlungen darstellen. Dies führt zwangsläufig dazu, dass die Inhalte der technischen Regelwerke meist schon kurze Zeit nach ihrer Entstehung als allgemein anerkannte Regeln der Technik von der Fachwelt akzeptiert werden. Das Robert Koch-Institut und das Umweltbundesamt haben sich zum Ziel gesetzt, mit ihren Informationen und Empfehlungen den Stand von Wissenschaft und Technik an die Fachwelt weiterzugeben, damit dieser schnellstmöglich Einzug in die Praxis hält.^[1]

Untersuchungsparameter in der Trinkwasserinstallation

Mikrobiologische Parameter

Auf die von einer Kontamination einer Trinkwasserinstallation ausgehenden Gefahren reagierte der Verordnungsgeber im Zuge der Novellierungen der Trinkwasserverordnung mit der Festlegung verschiedener Grenzwerte für mikrobiologische Parameter (siehe Tab. 3 auf Seite 50) sowie eines technischen Maßnahmenwerts für Legionellen (siehe Tab. 2 auf Seite 48). Dieser technische Maßnahmenwert liegt bei 100 „koloniebildenden Einheiten“ in 100 ml Wasser (100 KBE/100 ml).^[2] Das UBA hat mit der neuen TrinkwV eine neue Empfehlung zur systemischen Untersuchung auf Legionellen herausgegeben. Nach der neuen Empfehlung darf ein Labor einen Ansatz nur dann als gültig deklarieren, wenn mindestens drei Legionellen-Kolonien identifiziert wurden. Zukünftig werden also nur Ergebnisse ab 300 KBE/100 ml gewertet. Bei dem Technischen Maßnahmenwert handelt es sich um einen empirisch abgeleiteten Wert, der bei Beachtung der allgemein anerkannten Regeln der Technik und der erforderlichen Sorgfalt durch den Betreiber einer Trinkwasserinstallation nicht erreicht oder überschritten wird.^[3] Nach einer Empfeh-

[1] J. Falke, D. Susnjär, Rechtliche Würdigung der Empfehlungen und Leitlinien des Umweltbundesamtes am Beispiel der „Leitlinie zur hygienischen Beurteilung von Epoxidharzbeschichtungen im Kontakt mit Trinkwasser, Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Forschungsbericht 363 01 103, UBA-FB 000987, UBA 2007.

[2] Trinkwasserverordnung (TrinkwV), 24. Juni 2023.

[3] Empfehlung des Umweltbundesamtes (UBA), Systemische Untersuchungen von Trinkwasserinstallationen auf Legionellen nach Trinkwasserverordnung - Probenahme, Untersuchungsgang und Angabe des Ergebnisses, 9. Dezember 2022.

lung des Umweltbundesamts von 2005 gilt für Krankenhäuser sowie andere medizinische und Pflegeeinrichtungen hinsichtlich der Legionellenkontamination für Hochrisikobereiche ein Zielwert von 0 KBE/100 ml. Der Gefahrenwert wird bei ≥ 1 KBE/100 ml festgelegt.^[1]

Bei Erreichen des technischen Maßnahmenwerts liegen vermeidbare Umstände vor, die eine Besorgnis der Gesundheitsgefährdung oder gar eine Gesundheitsgefährdung erwarten lassen. Ermittelt wird der technische Maßnahmenwert anhand einer labortechnischen Untersuchung von entnommenen Wasserproben.

| Mikrobiologische Parameter | Technischer Maßnahmenwert |
|----------------------------|---------------------------|
| Legionellen | 100 KBE/100 ml |

Tab. 2: Technischer Maßnahmenwert für Legionellen^[2]

Der Verordnungsgeber hat sich bei der Festlegung des Begriffs der Besorgnis der Gesundheitsgefährdung einer Hilfsgröße bedient, die als technischer Maßnahmenwert bezeichnet wird. Der technische Maßnahmenwert ist unter Anlage 3 Teil II der Trinkwasserverordnung mit 100 KBE/100 ml (Legionella spec./Trinkwasser) festgelegt. Die Anlage 3 Teil II der Trinkwasserverordnung führt die Bezeichnung „Spezieller Indikatorparameter für Anlagen der Trinkwasserinstallation“. Entsprechend der Trinkwasserverordnung stellen Legionellen im Allgemeinen also nur einen Indikatorparameter für die Nichterfüllung technischer Belange dar, die zur Erreichung des unter § 37 des Infektionsschutzgesetzes genannten Schutzziels notwendig sind.

Insbesondere fordert die Trinkwasserverordnung unter § 5 Abs. 1 und § 13 Abs. 1 mindestens die Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik bei der Wasseraufbereitung und Wasserverteilung. Wenn also die allgemein anerkannten Regeln der Technik bei Planung, Bau und Betrieb von Gebäudewasserversorgungsanlagen (Trinkwasserinstallation) eingehalten werden, dann ist zu erwarten, dass auch die Grenzwerte und Anforderungen an Parameter der Trinkwasserverordnung eingehalten werden, die sich innerhalb der Trinkwasserinstallation nachteilig verändern können.^[1]

Trotz der durch den Gesetzgeber getroffenen Vorkehrungen wird immer wieder der technische Maßnahmenwert Legionella spec. der Trinkwasserverordnung bei Routineuntersuchungen nach §§ 31 und 42 erreicht oder Menschen erkranken aufgrund der Verwendung von Trinkwasser aus Trinkwasserinstallationen.

[1] Empfehlung des Umweltbundesamtes (UBA), Periodische Untersuchung auf Legionellen in zentralen Erwärmanlagen der Hausinstallation nach § 3 Nr.2 Buchstabe c TrinkwV 2001, aus denen Wasser für die Öffentlichkeit bereitgestellt wird, Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 7 (2006), S. 697-700.

[2] Trinkwasserverordnung (TrinkwV), 24. Juni 2023.

Die in der Trinkwasserverordnung verwendete Hilfsgröße „Legionellen“ ist als Krankheitserreger unter § 7 des Infektionsschutzgesetzes namentlich aufgeführt. Daraus leitet sich ab, dass es sich bei Legionellen nicht nur um eine technische Hilfsgröße, sondern auch um einen Krankheitserreger handelt. Zwischen der technischen Hilfsgröße und dem Krankheitserreger besteht also ein Zirkelbezug. Wenn technische Unzulänglichkeiten vorliegen, dann muss ein Auftreten von Krankheitserregern befürchtet werden.

Wenn Krankheitserreger festgestellt werden, dann muss von einer technischen Unzulänglichkeit ausgegangen werden.

Betrachtet man Legionellen in ihrer Funktion als technische Hilfsgröße, dann müssen entsprechend den Handlungspflichten nach § 51 TrinkwV technische Maßnahmen zum Schutz der Benutzer der Trinkwasserinstallation und zur Wiederherstellung der technisch vermeidbaren Unzulänglichkeiten durch den Betreiber ergriffen werden.

Betrachtet man Legionellen aber in ihrer Funktion als Krankheitserreger nach § 7 des Infektionsschutzgesetzes, die durch Wasser übertragen werden können, dann sollte entsprechend § 1 Abs. 2 Infektionsschutzgesetz der Stand der medizinischen und epidemiologischen Wissenschaft und Technik zum Schutz der Benutzer der Trinkwasserinstallation angewendet werden.^[1] Da der Stand der medizinischen und epidemiologischen Wissenschaft und Technik jedoch nicht dem überwiegenden Teil der Anwender bekannt sein muss, hat sich der Verordnungsgeber bei dem sehr häufigen Auftreten von Legionellen im Trinkwasser für das in der Praxis anerkannte, jedoch geringere Schutzniveau der allgemein anerkannten Regeln der Technik im § 51 der Trinkwasserverordnung entschieden.^[2]

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass ein Nachweis von Legionellen technische Maßnahmen notwendig macht, um die Trinkwasserinstallation wieder instand zu setzen, um mindestens die allgemein anerkannten Regeln der Technik einzuhalten.

Die Anzeigepflicht bei Überschreitungen des technischen Maßnahmenwerts für Legionellen befindet sich in § 53 der TrinkwV. Die Vorgehensweise ist an die bestehende Meldepflicht des Infektionsschutzgesetzes angelehnt. Demgemäß sind Labore verpflichtet, das Erreichen und Überschreiten des technischen Maßnahmenwerts für Legionellen direkt an das Gesundheitsamt zu melden, in dessen Zuständigkeitsbereich die Wasserversorgungsanlage liegt. Erregerhinweise im Trinkwasser mussten noch vor 2018 nicht die Labore, sondern der Betreiber dem Gesundheitsamt melden. Mit der damaligen Novellierung wurde dies schon geändert. Damit bei einem Legionellenbefund unverzüglich Gegenmaßnahmen ergriffen werden, zeigen die Untersuchungsstellen bedenkliche Legionellenkonzentrationen im Trinkwasser direkt

[1] Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz – IfSG), 07/2000.

[2] Trinkwasserverordnung (TrinkwV), 24. Juni 2023.



dem zuständigen Gesundheitsamt an. So soll ausgeschlossen werden, dass Verbraucher Gesundheitsrisiken ausgesetzt bleiben, wenn ein Betreiber seiner Anzeigepflicht nicht nachkommt.^[2]

Neben den Legionellen, die im Hinblick auf eventuell notwendige technische Maßnahmen untersucht werden, sieht die Trinkwasserverordnung in den Anlagen 1 und 3 weitere mikrobiologische Parameter vor. Hierbei handelt es sich um Mikroorganismen, die einen Rückschluss auf die Qualität des verteilten Trinkwassers erlauben.

| Mikrobiologische Parameter | Grenzwert |
|---------------------------------|----------------------------|
| Koloniezahl bei 22 °C und 36 °C | ohne abnormale Veränderung |
| Enterokokken | 0/100 ml |
| Escherichia coli | 0/100 ml |
| Coliforme Bakterien | 0/100 ml |

Tab. 3: Grenzwerte für mikrobiologische Parameter

Für *Pseudomonas aeruginosa* legt die Trinkwasserverordnung keinen Grenzwert fest. Dennoch muss dieser Parameter insbesondere in Gebäuden mit erhöhten hygienischen Anforderungen beachtet werden. So darf dieser beispielsweise in Gebäuden mit medizinischen Einrichtungen in 100 ml nicht nachweisbar sein.^[1]

Wissenschaftliche Erkenntnisse zeigen die Möglichkeit, dass in Stresssituationen (z. B. Einsatz einer Anlagendesinfektion, Thermische Behandlung, etc.) Bakterien den Prozess im sogenannten VBNC-Zustand (viable but not culturable; lebend, aber kulturell nicht anzüchtbar) überleben.^{[2],[3]} Dies gilt auch für fakultative Krankheitserreger wie Pseudomonaden und Legionellen. Dadurch kann die Beurteilung der Effektivität von Maßnahmen erschwert werden. Nach Wiederherstellung für sie günstiger Umweltbedingungen können die Bakterien wieder in den vermehrungsfähigen Zustand übergehen und zu erneuten Kontaminationen im System führen. Eine nachhaltige Sanierung zielt immer darauf ab, die Lebensbedingungen für Mikroorganismen (Temperaturbereich, Nährstoffe, Aufenthaltszeiten) im System der Trinkwasserinstallation möglichst ungünstig zu halten. Dies ist der Fall, wenn die Trinkwasserinstallation nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik geplant, gebaut und betrieben wird.^[4]

[1] Empfehlung des Umweltbundesamts (UBA), Empfehlung zu erforderlichen Untersuchungen auf *Pseudomonas aeruginosa*, zur Risikoeinschätzung und zu Maßnahmen beim Nachweis im Trinkwasser, 13. Juni 2017.

[2] Erkenntnisse aus dem BMBF-Verbundprojekt „Biofilm in der Trinkwasser-Installation“ Version 2.0, 2010, IWW, Prof. Dr. Hans-Curt Flemming.

[3] Erkenntnisse aus dem BMBF-Verbundprojekt „Biofilm-Management“ Version 1.1, 2014, IWW, Prof. Dr. Hans-Curt Flemming.

[4] DVGW-Arbeitsblatt W 551-2, Hygienisch-mikrobielle Auffälligkeiten in Trinkwasser-Installationen, Methodik und Maßnahmen zu deren Behebung, DVGW, Bonn, 08/2022.

Im Folgenden werden die wichtigsten mikrobiologischen Parameter kurz erläutert.

Koloniezahl bei 22 °C

Der Parameter Koloniezahl bei 22 °C ist kein direkter Nachweis von Krankheitserregern und gibt Informationen über den Zustand der Trinkwasserinstallation. Ein plötzlicher Anstieg kann ein Hinweis auf eine Kontamination mit Mikroorganismen sein. Erhöhte Koloniezahlen können auf Trinkwasser-Verunreinigungen nach einer Aufbereitung und/oder im Verteilungssystem bis zur Trinkwasserinstallation hinweisen:

- mangelhafte Wirksamkeit von Aufbereitung/Desinfektion
- zeit- und materialabhängige Einflüsse der Trinkwasserinstallation
- Havarien/Rohrbrüche
- Biofilmbildung
- Stagnation des Trinkwassers im Verteilungssystem

Auch Eingriffe in die Trinkwasserinstallation bei Neubau oder Umbau können zu erhöhten Keimzahlen führen.^{[1],[2]}

Koloniezahl bei 36 °C

Neben der Zustandsinformation und dem Hinweis auf eine Kontamination kann bei erhöhten Koloniezahlen bei 36 °C in der Trinkwasserinstallation das Vorkommen potenziell pathogener Mikroorganismen (z. B. Pseudomonaden, Legionellen) nicht mehr ausgeschlossen werden.^[2] Da bei dieser Untersuchungsmethode die Bebrütungstemperatur der Mikroorganismen nahe dem Wert der menschlichen Körpertemperatur liegt, wird dieser Wert als Indikator für das Vorhandensein von humanpathogenen Keimen genommen. Anders als beim Wert 22 °C, denn hier wird lediglich allgemein der Gehalt von Wassermikroorganismen bestimmt.

Legionellen

Die WHO hat festgestellt, dass in der Europäischen Union unter allen Krankheitserregern, die durch das Wasser übertragen werden können, von Legionella die stärkste Gesundheitsbelastung ausgeht. Sie werden hauptsächlich über Warmwassersysteme durch Inhalation übertragen, z. B. beim Duschen. Folglich stehen sie eindeutig mit Trinkwasserinstallationen im Zusammenhang. Da eine einseitige Verpflichtung, alle privaten und öffentlichen Örtlichkeiten auf diesen Krankheitserreger hin zu überwachen, zu unverhältnismäßig hohen Kosten führen würde, ist in Zukunft eine Risikoabschätzung von Trinkwasserinstallationen besser geeignet, um diesem Problem zu begegnen.^[3]

[1] DVGW-Arbeitsblatt W 551-2, Hygienisch-mikrobielle Auffälligkeiten in Trinkwasser-Installationen, Methodik und Maßnahmen zu deren Behebung, DVGW, Bonn, 08/2022.

[2] Leitlinien zum Vollzug der §§ 9 und 10 der Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001), Bundesministerium für Gesundheit und Umweltbundesamt, 13. Februar 2013.

[3] Richtlinie (EU) 2020/2184 des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 16. Dezember 2020 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch

Legionellen sind im Wasser lebende, stäbchenförmige Bakterien und zählen zu den Auslösern von umweltbedingten Infektionen bei Menschen. Es sind mehr als 51 Arten und 73 Serogruppen bekannt. Die für die Erkrankungen des Menschen bedeutsamste Art ist *Legionella pneumophila*.^[1] Ihr bevorzugter Lebensraum ist das erwärmte, stagnierende Wasser, z. B. in Leitungen und Speichern. Unter diesen Bedingungen können sie sich auf ein unzulässiges Maß (Überschreitung des technischen Maßnahmenwerts) vermehren. Eine nennenswerte Vermehrung von Legionellen tritt üblicherweise nur bei Wassertemperaturen zwischen 20 °C und 55 °C auf. Deshalb werden im Regelfall nur Warmwasserproben auf Legionellen hin untersucht. Im Kaltwasser wird bei Temperaturen von > 25 °C und einer entsprechenden Veranlassung eine Legionellenuntersuchung in Betracht gezogen.^{[2][3]} Das Trinkwasser kalt darf eine Temperatur von 25 °C in der gesamten Trinkwasserinstallation bis zur Entnahmestelle nicht überschreiten und sollte immer so kalt wie möglich sein.^[4] Legionellen können zwar auch in kaltem Wasser vorkommen, sich bei Temperaturen unter 20 °C aber nicht nennenswert vermehren.^{[5][6]} Auch in der Praxis hat sich schon gezeigt, dass bei Trinkwassertemperaturen unter 20 °C nur sehr selten Legionellen nachgewiesen werden.^[7] Legionellen kommen meist mit dem ankommenden Stadtwasser in die Trinkwasserinstallation eines Gebäudes, jedoch in sehr niedrigen Konzentrationen. Bei den im ankommenden Stadtwasser üblichen Temperaturen (5–10 °C) ist die Wahrscheinlichkeit, eine nennenswerte Anzahl an Kolonien bildenden Einheiten zu finden, sehr gering. Dies könnte sich zukünftig allerdings ändern, denn wie bereits das Forschungsprojekt „Energieeffizienz und Hygiene in der Trinkwasser-Installation“ festgestellt hat, steigen die Hausanschlusstemperaturen und liegen den Forschern zufolge bereits bei durchschnittlich 14,2 °C.^[8] Ein wesentlicher Grund dafür ist tatsächlich der Klimawandel mit verschiedenen Auswirkungen auf die Temperaturen des Rohwassers: Zum einen steigt durch die höheren Lufttemperaturen die Rohwassertemperatur in Seen und Talsperren. Als Konsequenz nimmt die Durchmischung des warmen Oberflächenwassers mit dem kälteren Tiefenwasser ab. Lange Trockenperioden mit sinkenden Wasser-

[1] C. Lück, Legionellen-Infektionen: Häufigkeit, mikrobiologische Diagnostik, Überwachung und Prävention, Krankenhaushygiene up2date, 2010, 5(4), S. 265-275.

[2] Empfehlung des Umweltbundesamtes (UBA), Systemische Untersuchungen von Trinkwasser-Installationen auf Legionellen nach Trinkwasserverordnung – Probenahme, Untersuchungsgang und Angabe des Ergebnisses, 18. Dezember 2018.

[3] DVGW-Information WASSER Nr. 90, Informationen und Erläuterungen zu Anforderungen des DVGW-Arbeitsblattes W 551, DVGW, Bonn, 03/2017.

[4] VDI 6023 Blatt 1, Hygiene in Trinkwasser-Installationen – Anforderungen an Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung, Beuth, Berlin, 09/2023

[5] Robert Koch-Institut, „Legionellose RKI-Ratgeber für Ärzte“.

[6] M. Exner, Hygiene in Trinkwasser-Installationen - Erfahrungen aus Deutschland - Legionellen - Fachgespräch, 2009.

[7] DVGW-Information Wasser Nr. 74, Hinweise zur Durchführung von Probenahmen aus der Trinkwasser-Installation für die Untersuchung auf Legionellen, DVGW, Bonn, 01/2012.

[8] K. Rühling, C. Schreiber, C. Luck, G. Schaule, A. Kallert, EnEff: Wärme-Verbundvorhaben, Energieeffizienz und Hygiene in der Trinkwasser-Installation, Schlussbericht, 2018.

ständen führen zum anderen zu höheren Temperaturen in der Tiefe. Außerdem kann unter ungünstigen Bedingungen eine Gefährdung der Trinkwasserhygiene im Verteilungsnetz und in Hochbehältern nicht ausgeschlossen werden. Steigende Bodentemperaturen erwärmen das Wasser in den Verteilungen der Versorger zusätzlich.^[1] Ein Forschungsprojekt wies in den Sommermonaten sogar Wassertemperaturen > 25 °C im Wasserrohrnetz der Versorger nach.^[2] Legionellen stellen ein gesundheitliches Risiko dar. Durch Inhalation erregertätiger Aerosole, aber auch durch Aspiration (Eindringen von erregertätigem Trinkwasser in die Luftröhre oder Lunge) kann eine Übertragung auf den Menschen erfolgen. Zu unterscheiden ist dabei eine schwere, atypische Lungenentzündung mit oft tödlichem Ausgang sowie ein nicht der Behandlung bedürftiger, grippeähnlicher Verlauf, das Pontiac-Fieber. Kennzeichnend für die Lungenentzündung ist die hohe Sterblichkeit der Patienten, die bei einer Legionellen-Infektion bei etwa 10–15 % liegt und klinisch kaum von anderen Formen der Lungenentzündung zu unterscheiden ist. Aus diesem Grund wird Legionellen im Trinkwasserbereich eine hohe Bedeutung beigemessen.^[3]

Die häufigsten Infektionsquellen für solche Erkrankungen stellen Trinkwasserinstallationen, Whirlpools und Rückkühlwerke dar. Der Zusammenhang zwischen der Kontamination von Trinkwasserinstallationen mit Legionellen und einem Infektionsrisiko für deren Benutzer ist dabei schon länger belegt.^[4] Die Meldeinzidenz lag 2019 bei 1,9 Erkrankungen pro 100.000 Einwohner. Da nicht alle Pneumonien auf eine Legionellen-Infektion getestet werden, ist von einer deutlichen Untererfassung auszugehen. Aus Studieninformationen wird die tatsächliche Inzidenz nicht-Krankenhaus-assoziiertes Fälle von Legionärskrankheit auf etwa 18 bis 36 Erkrankungen pro 100.000 Einwohner geschätzt.^{[5],[6]} Zusätzlich erkrankt die 10- bis 100-fache Anzahl von Personen am Pontiac-Fieber. Das Maximum der Erkrankungen findet sich dabei in den Sommer- und Herbstmonaten. Allgemein höhere Wassertemperaturen, die das Wachstum der Legionellen begünstigen, sowie feuchtwarmes Wetter werden als Ursache dafür angesehen.^[7]

[1] energie | wasser-praxis 3/2010, Klimawandel und Wasserversorgung, S. 22.

[2] E. Osmancevic, M. Engelfried, R. Friedmann, Erhöhte Temperaturen in Trinkwasser-Versorgungssystemen, Energie Wasser Praxis, 09/2018, S. 58–63.

[3] WHO, Legionellosis, Fact Sheet N° 285 (2012), who.int/mediacentre/factsheets/fs285/en/print.html.

[4] B. Schaefer, B. Brodhun, N. Wischniewski, I. Chorus: Legionellen im Trinkwasserbereich. Ergebnisse eines Fachgesprächs zur Prävention trinkwasserbedingter Legionellosen, Bundesgesundheitsblatt 54, (2011), S. 671–679.

[5] RKI (Robert Koch-Institut): Ratgeber Legionellose, Epidemiologisches Bulletin 36 (2019), S. 377–386.

[6] European Center for Disease Prevention and Control (ECDC), Legionnaires' disease, annual epidemiological report for 2017, ecdc.europa.eu/sites/portal/files/documents/AER_for_2017-Legionnaires-disease_0.pdf

[7] B. Brodhun, U. Buchholz: Epidemiologisches Bundesgesundheitsblatt 54 (2011), S. 680–687.

Pseudomonas aeruginosa

Bei deutlicher Vermehrung gibt der Nachweis von *Pseudomonas aeruginosa* u. a. Hinweise auf dessen Eintrag, Vermehrungsmöglichkeiten und mögliche Stagnationsprobleme in der Trinkwasserinstallation, die bei Nichtbeachten der a. a. R. d. T. auftreten können. Das Bakterium kommt in der Regel nur in kaltem Wasser vor und gilt als sehr guter Biofilmbildner. Aufgrund seiner geringen Nährstoffansprüche, seines breiten Spektrums der Vermehrungstemperatur (in der Regel von 4–45 °C) und seiner Fähigkeit zur Biofilmbildung ist er in der Lage, über das Wasser andere Bereiche, z. B. in medizinischen Einrichtungen, zu kontaminieren. *Pseudomonas aeruginosa* bleibt aber in seinem Lebensraum Wasser auch unter dem Konkurrenzdruck der natürlich im Wasser vorkommenden Bakterien (autochthone Bakterien) über einen langen Zeitraum vermehrungsfähig und nachweisbar. Bei gleichzeitiger Anwesenheit von autochthonen Bakterien wird die Ansiedlung von *P. aeruginosa* auf Oberflächen fast völlig verhindert. In neuverlegten Rohrleitungen kann das Bakterium nach externer Kontamination nachgewiesen werden. Es zeichnet sich durch äußerst geringe Nährstoffansprüche und Vermehrungsfähigkeit schon bei Temperaturen unterhalb von 15 °C aus. Es kann prinzipiell alle Wässer besiedeln, einschließlich Trinkwasser kalt und warm. *Pseudomonas aeruginosa* gelangt entweder über die Hausanschlussleitung in die Trinkwasserinstallation oder wird bei Arbeiten an der Installation bzw. bei der Neuinstallation durch kontaminierte Bauteile oder Werkzeuge und Arbeitsmaterial eingebracht. Totleitungen und Stagnationen in der Haus-Installation fördern die Vermehrung. Betroffen sind insbesondere Kaltwasserleitungssysteme inklusive deren Entnahmestellen. Bei einer orientierenden Untersuchung reicht es deshalb aus, sie im Stadtwassereingang und an einigen Kaltwasserzapfstellen zu untersuchen. Eine Kontamination mit Pseudomonaden stellt in Kaltwassernetzen die problematischste Verkeimungsart dar und ist auch ein Indikator-Parameter für den Gesamtzustand der Trinkwasserinstallation. Eintrag und Besiedlung können in sehr seltenen Fällen auch retrograd (= rückläufig, entgegengesetzt der Fließrichtung), z. B. über den Strahlregler einer Entnahmestelle, erfolgen. Hintergrund ist, dass Siphons fast immer mit *P. aeruginosa* kontaminiert sind. Von hier aus kann dieses Bakterium über z. B. Aerosole, Putzlappen und kontaminierte Hände sowohl an den Strahlregler als auch auf umliegende Bereiche des Waschbeckens gelangen. Bei systemischem Nachweis von *Pseudomonas aeruginosa* im Trinkwasser sollte eine Risikoabschätzung folgen, die insbesondere klärt, inwieweit risikomindernde Maßnahmen notwendig sind.

Pseudomonas aeruginosa kann u. a. Ohrentzündungen hervorrufen und hat eine hohe Bedeutung als Erreger nosokomialer Infektionen im Krankenhaus.^{[1][2][3]}

[1] Empfehlung des Umweltbundesamtes (UBA), Empfehlung zu erforderlichen Untersuchungen auf *Pseudomonas aeruginosa*, zur Risikoeinschätzung und zu Maßnahmen beim Nachweis im Trinkwasser, 13. Juni 2017.

[2] Leitlinien zum Vollzug der §§ 9 und 10 der Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001), Bundesministerium für Gesundheit und Umweltbundesamt, 13. Februar 2013.

[3] DGKH, Gesundheitliche Bedeutung, Prävention und Kontrolle Wasser-assoziiertes *Pseudomonas aeruginosa*-Infektionen, Hyg Med 41 - Suppl.2 (2016).

Escherichia coli oder Enterokokken

E. coli oder Enterokokken können eine Trinkwasserinstallation zwar kontaminieren, sich aber dort im Gegensatz zu Legionellen oder *Pseudomonas aeruginosa* nicht weiter vermehren. Der Nachweis von *E. coli* oder Enterokokken ist ein eindeutiger Hinweis auf fäkale Einträge.

Wenn Enterokokken nachgewiesen werden, muss immer mit dem Vorkommen anderer fäkal ausgeschiedener Erreger gerechnet werden. Ihr alleiniger Nachweis ist aufgrund Ihrer hohen Persistenz als Indiz für eine länger zurückliegende Kontamination zu werten. Wenn *E. coli* allein oder zusammen mit Enterokokken nachgewiesen werden, ist eher von einer frischen Verunreinigung auszugehen. Eine Kontamination von Trinkwasserinstallationen mit *E. coli* oder Enterokokken erfolgt entweder durch Einspeisung kontaminierten Wassers der öffentlichen/zentralen Trinkwasserversorgung (z. B. schadhafte Versorgungsleitungen, Hochwasserschäden) über die Hausanschlussleitung oder über eine nach Trinkwasserverordnung unzulässige unmittelbare Verbindung der Trinkwasserinstallation mit Nicht-Trinkwasseranlagen, z. B. bei Löschwasser, Betriebswasser, Dachablaufwasser. Eine weitere Möglichkeit der Kontamination mit *E. coli* oder Enterokokken besteht durch unsauberes Arbeiten (Umbau, Instandsetzung) an der Trinkwasserinstallation.^[1]

Coliforme Bakterien

Coliforme Bakterien umfassen verschiedene Arten von Umwelt- und Fäkalbakterien. Im Gegensatz zu *E. coli* und Enterokokken hat ihr Vorkommen im Trinkwasser nicht zwangsläufig eine fäkale Ursache, sondern kann auch durch unspezifische Kontaminationen des Trinkwassers (z. B. Schmutzeinträge) verursacht sein. Das Vorkommen niedriger Konzentrationen bedeutet nicht zwingend einen Eintrag von außen, da es z. B. bei plötzlicher Erhöhung der Fließgeschwindigkeit oder bei Umkehr der Fließrichtung des Trinkwassers zu einer Mobilisierung coliformer Bakterien aus vorhandenen Ablagerungen oder aus Biofilmen kommen kann. Eine Vermehrung von coliformen Bakterien im Rohrleitungssystem ist zu erwarten, wenn ungeeignete Leitungsmaterialien eingesetzt werden, die Nährstoffe ins Wasser abgeben, wenn die Wassertemperatur über 20 °C beträgt und/oder wenn anaerobe Bedingungen herrschen.

Viele coliforme Bakterien zählen zu den fakultativen Krankheitserregern, die insbesondere für immungeschwächte Patienten in medizinischen Einrichtungen Bedeutung haben können. Bei bestimmten Grunderkrankungen können Infektionen mit coliformen Keimen (z. B. *Enterobacter* und Klebsiellen) zu ernststen Komplikationen führen.^[1]

[1] Leitlinien zum Vollzug der §§ 9 und 10 der Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001), Bundesministerium für Gesundheit und Umweltbundesamt, 13. Februar 2013.

Chemische Parameter

Chemische Stoffe dürfen nicht in Konzentrationen enthalten sein, die eine Schädigung der menschlichen Gesundheit verursachen lassen (§ 7 Abs. 1 Trinkwasserverordnung), und ihre Konzentrationen sollen im Sinne des Minimierungsgebots so niedrig gehalten werden, wie dies nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik mit vertretbarem Aufwand möglich ist (§ 7 Abs. 4 Trinkwasserverordnung).^[1]

Unter den chemischen Anforderungen sind für die Trinkwasserinstallation diejenigen von besonderem Interesse, deren Konzentration im Verteilungsnetz einschließlich der Trinkwasserinstallation ansteigen kann (TrinkwV Anlage 2 Teil II). Bei einigen der insgesamt zwölf Parameter steht die Konzentration in direktem Zusammenhang mit Materialien, die in Trinkwasserinstallationen (Rohrleitungen, Apparate, Armaturen, Lötmitel, Dichtungen) verbaut bzw. verwendet werden oder wurden.

In der folgenden Tabelle sind die relevanten Parameter mit den zugehörigen Grenzwerten dargestellt.

| Chemische Parameter | Grenzwert [mg/l] |
|---------------------|------------------|
| Blei | 0,01 |
| Cadmium | 0,003 |
| Antimon | 0,005 |
| Kupfer | 2,0 |
| Nickel | 0,02 |
| Arsen | 0,01 |
| Mangan | 0,05 |

Tab. 4: Grenzwerte für ausgewählte chemische Parameter nach Trinkwasserverordnung (vgl. Anlage 2, Teil II Trinkwasserverordnung)^[2]

Die Konzentrationen der Metalle Blei, Kupfer und Nickel in Trinkwasserproben von der Entnahmestelle („Zapfhahn“) des Verbrauchers werden im Wesentlichen von folgenden Einflussfaktoren bestimmt:

- in der Trinkwasserinstallation verbaute Materialien
- Betriebsbedingungen (Fließzeiten und Stagnationsdauer, Anwenderverhalten, Schutzschichtbildung)
- Alter und Komplexität (Fließwege) der Trinkwasserinstallation
- chemische Beschaffenheit des Trinkwassers
- Wassertemperatur

[1] Trinkwasserverordnung (TrinkwV), 24. Juni 2023.

[2] Trinkwasserverordnung (TrinkwV), 24. Juni 2023.

Nachfolgend werden die wichtigsten chemischen Parameter kurz erläutert.

Kupfer

Kupfer im Trinkwasser stammt zum größten Teil aus Kupferrohren. Die chemische Beschaffenheit des Wassers bestimmt, wie viel Kupfer aus dem Leitungsmaterial herausgelöst wird. Somit ist der Einsatz von Kupferrohren auf bestimmte Trinkwässer beschränkt. Bei bestimmten, meist harten, sauren Trinkwässern mit einem hohen Gehalt an natürlichen organischen Verbindungen lässt sich mitunter eine verstärkte Kupferlöslichkeit beobachten, die in Verbindung mit längerer Stagnation zu bedenklichen Kupferkonzentrationen von > 2 mg/l im Trinkwasser führen kann.

Eine erhöhte Kupferlöslichkeit ist bei neuen Trinkwasserinstallationen aus Kupfer aufgrund der noch nicht ausgebildeten Oxidschicht zu beobachten. Sie kann ab Inbetriebnahme je nach Wasserbeschaffenheit einige Wochen bis Monate anhalten. Dauerhafte Grenzüberschreitungen sind für Neugeborene und Säuglinge bereits gesundheitsschädlich und können bei Erwachsenen zu Magen-/Darmbeschwerden führen.

Nickel

Überschreitungen des Parameterwerts für Nickel sind vor allem dort zu erwarten, wo vernickelte Bauteile verwendet werden oder verchromte Endarmaturen vorhanden sind, in denen ein Teil der wasserberührten Flächen Nickelschichten aufweist, die nicht durch die Chromschicht abgedeckt werden. Die sich einstellenden Konzentrationen sind für normal empfindliche Personen jeden Alters gesundheitlich unbedenklich. Personen, die gegen die allergene Wirkung von Nickel vorsensibilisiert sind, das ist etwa ein Sechstel der Bevölkerung, reagieren jedoch möglicherweise empfindlicher.^[1]

Blei

Blei ist ein Nerven- und Blutgift, das sich im Körper anreichern und besonders die kindliche Entwicklung des Nervensystems beeinträchtigen kann. Deshalb sind schwangere Frauen, Ungeborene, Säuglinge und Kleinkinder besonders gefährdet und müssen vor der Aufnahme von Blei geschützt werden. Auch andere Installationswerkstoffe, zum Beispiel verzinkter Stahl oder Kupferlegierungen, können Blei ins Trinkwasser abgeben. Das Umweltbundesamt führt in einer Empfehlung diejenigen trinkwasserhygienisch geeigneten Werkstoffe auf, für die nachgewiesen wurde, dass sie nicht zu einer Überschreitung des neuen Blei-Grenzwerts führen. Seit Dezember 2013 gilt in Deutschland für Blei im Trinkwasser ein Grenzwert von max. 0,010 mg/l. Ab dem 12. Januar 2028 gilt nach der neuen TrinkwV [2] der Grenzwert von 0,005 mg/l. Dieser Wert kann von Trinkwasser, das durch Bleirohre fließt, in der Regel nicht eingehalten werden. Auch kleinere Teilabschnitte aus Bleileitungen können in Kombination mit anderen metallenen Werkstoffen zu hohen Bleigehalten im Wasser führen. Deshalb muss beim Austausch von Bleileitungen darauf geachtet werden, sie schnellstmöglich und vollständig auszutauschen. Aber auch Absperrventile und Wohnungswasserzähler aus

[1] K. Höll, Wasser, Walter de Gruyter Berlin 2002.

Kupferlegierungen können leicht zu erhöhten Konzentrationen an Blei führen. Die Zinkschicht feuerverzinkter Stahlrohre ist herstellungsbedingt mit Blei verunreinigt. Dadurch kann es zur Trinkwasser-Verunreinigung mit Blei kommen, auch wenn die Trinkwasserinstallation selbst keine Bleirohre enthält.^[1]

Die Austauschpflicht für Bleirohre ist in § 17 der TrinkwV verankert. Fachhandwerker und Wasserversorgungsunternehmen sind nun verpflichtet, identifizierte Blei-Installationen an das Gesundheitsamt zu melden. Die Blei-Installation muss bis zum 12.01.2026 ausgetauscht oder stillgelegt werden. Nur bei nachgewiesenem Auftragsstau beim Fachhandwerker darf diese Frist verlängert werden.^[2]

Eisen (Allgemeiner Indikatorparameter Anlage 3 Teil I)

Aus älteren Leitungen mit verzinktem Stahl kann nach längerer Stillstandszeit „braunes“ rosthaltiges Wasser austreten. So gefärbtes Wasser ist wegen Trübung und hohen Eisengehalts zwar nicht von einer Qualität, wie die Trinkwasserverordnung sie fordert; eine akute Gesundheitsgefährdung geht von ihm jedoch nicht aus. Diese technische Auffälligkeit kann aber zeitnah aus hygienischer Sicht ein Problem darstellen und Indikator für eine mögliche mikrobielle Kontamination sein.^[3]

Probenahme

Trinkwasserinstallationen werden nach geltendem Recht den Gebäudewasserversorgungsanlagen zugeordnet (vgl. Trinkwasserverordnung). Für sie besteht eine gesetzlich festgeschriebene Überwachungsmöglichkeit bzw. je nach Nutzungsart auch eine Überwachungspflicht für die Gesundheitsämter. Die gesetzliche Grundlage der Überwachungstätigkeit der Gesundheitsämter ist die Trinkwasserverordnung, die wiederum auf dem Infektionsschutzgesetz basiert. Diese gesetzlichen Vorgaben werden durch Durchführungserlasse der einzelnen Bundesländer präzisiert, wobei unterschiedliche Ausführungsbestimmungen je nach Bundesland oder auch regionalem Gesundheitsamt bestehen können. Im Zweifelsfall empfiehlt Viega eine Abstimmung vor Ort. Damit die Gesundheitsämter ihren Aufgaben nachkommen können, müssen sie Kenntnis von der Planung und Inbetriebnahme einer Trinkwasserinstallation bekommen. Deswegen ist es erforderlich, dass die Gesundheitsämter die Planungsunterlagen für öffentliche Gebäude zu einem möglichst frühen Zeitpunkt vorgelegt bekommen. Auch bei der Planung anderer, nicht öffentlicher Gebäude ist ein solches Vorgehen sinnvoll.

[1] K. Höll, Wasser, Walter de Gruyter Berlin 2002.

[2] Trinkwasserverordnung (TrinkwV), 24. Juni 2023.

[3] K. Höll, Wasser, Walter de Gruyter Berlin 2002.

Die Probenahme in der Trinkwasserinstallation muss juristisch einwandfrei sein. Die Untersuchungspflicht auf Legionellen besteht nach § 31 Abs. 1 Trinkwasserverordnung für Betreiber von Trinkwasserinstallationen, wenn

- aus der Wasserversorgungsanlage Trinkwasser im Rahmen einer gewerblichen oder öffentlichen Tätigkeit abgegeben wird,
- sich in der Wasserversorgungsanlage eine Großanlage zur Trinkwassererwärmung befindet und
- die Wasserversorgungsanlage Duschen oder andere Einrichtungen enthält, in denen es zu einer Vernebelung des Trinkwassers kommt.
- die Wasserversorgungsanlage sich nicht in einem Ein- oder Zweifamilienhaus befindet.^[1]

Großanlagen sind alle Anlagen mit

- Speicher-Trinkwassererwärmer oder zentralem Durchfluss-Trinkwassererwärmer jeweils mit einem Inhalt > 400 l und/oder
- einem Inhalt > 3 l in mindestens einer Rohrleitung zwischen Austritt aus dem Trinkwassererwärmer und Entnahmestelle; nicht berücksichtigt wird der Inhalt einer Zirkulationsleitung.

Kleinanlagen hingegen sind alle Anlagen mit Speicher-Trinkwassererwärmern oder zentralen Durchfluss-Trinkwassererwärmern in

- Ein- und Zweifamilienhäusern – unabhängig vom Inhalt des Trinkwassererwärmers und dem Inhalt der nachgeschalteten Rohrleitung,
- Anlagen mit Trinkwassererwärmern mit einem Inhalt ≤ 400 l und einem Inhalt ≤ 3 l in jeder Rohrleitung zwischen Austritt aus dem Trinkwassererwärmer und Entnahmestelle. Dabei wird die eventuelle Zirkulationsleitung nicht berücksichtigt.^{[2][3]}

Öffentliche Tätigkeit

Damit ist die Trinkwasserbereitstellung für einen unbestimmten, wechselnden und nicht durch persönliche Beziehungen verbundenen Personenkreis gemeint. Beispiele sind Krankenhäuser, Seniorenheime, Schulen, Kindertagesstätten, Gemeinschaftsunterkünfte Vorsorge- und Rehabilitationseinrichtungen und Sporthallen.^{[1][4]}

[1] Trinkwasserverordnung (TrinkwV), 24. Juni 2023.

[2] Trinkwasserverordnung (TrinkwV), 24. Juni 2023.

[3] DVGW-Arbeitsblatt W 551, Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen - Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums - Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen, Beuth, Berlin, 04/2004.

[4] BTGA, Praxisleitfaden - Gefährdungsanalyse in Trinkwasser-Installationen, Juni 2019.

Gewerbliche Tätigkeit

Hierbei handelt es sich um die unmittelbare oder mittelbare, zielgerichtete Trinkwasserbereitstellung im Rahmen einer Vermietung oder einer sonstigen selbstständigen, regelmäßigen und in Gewinnerzielungsabsicht ausgeübten Tätigkeit.^{[1][3]} Auf viele Trinkwasserinstallationen treffen beide Kriterien zu. Ausschlaggebend ist dann das „weitergehende“ Kriterium der öffentlichen Tätigkeit. Beispiele: Krankenhäuser, Seniorenheime und Pflegeeinrichtungen in privater Trägerschaft mit Gewinnerzielungsabsicht; Hotels; Gaststätten; kommerzielle Sporthallen, Sportanlagen von Sportvereinen (z. B. Tennisclubanlagen, Golfanlagen). Diese Trinkwasserinstallationen müssen dann nach den Bestimmungen von § 28 Trinkwasserverordnung durch das Gesundheitsamt geprüft werden und können in das stichprobenartige Überwachungsprogramm nach § 31 Abs. 7 Trinkwasserverordnung einbezogen werden.

Für Trinkwasserinstallationen im gewerblichen Bereich, die ohne Gewinnerzielungsabsicht und damit nicht im Rahmen einer gewerblichen Tätigkeit im Sinne der Trinkwasserverordnung betrieben werden, besteht keine Beprobungspflicht nach Trinkwasserverordnung. Dennoch ist eine regelmäßige Beprobung des Trinkwassers sinnvoll. Zu beachten sind auch Beprobungspflichten aus anderen Rechtsbereichen, etwa aus § 4 Arbeitsschutzgesetz für Arbeitgeber oder § 618 BGB, beispielsweise für Vermieter. Über die Pflichten der Trinkwasserverordnung hinaus, trifft einen Betreiber im Hinblick auf eine Trinkwasserinstallation auch immer die Verkehrssicherungspflicht.^[3] Im Übrigen gilt die Verkehrssicherungspflicht nicht nur aufgrund der vertraglichen Beziehung zwischen Vermietern und Mietern. Auch Dritte sind über die allgemeine Deliktshaftung (§ 823 Abs. 1 BGB) in den Schutzbereich einbezogen. Auch ihre Verletzung kann damit zur Haftung des Inhabers einer Trinkwasserinstallation führen.

Insofern genügt es nicht, wenn der Betreiber einer Trinkwasserinstallation periodische Untersuchungen nach § 31 Abs. 2 Trinkwasserverordnung durchführt. Vielmehr muss der Betreiber seiner Verkehrssicherungspflicht genügen, um Benutzer seiner Trinkwasserinstallation vor etwaigen Gefahren aus dem Betrieb zu schützen. Für die Betreiber ist somit ebenfalls die regelmäßige Wartung und Inspektion der Trinkwasserinstallation von besonderer Bedeutung.^[1]

Bei einer neu in Betrieb genommenen Trinkwasserinstallation muss die erste Untersuchung innerhalb von drei bis zwölf Monaten nach der Inbetriebnahme durchgeführt werden.^[2]

Trinkwasserinstallationen müssen mindestens alle drei Jahre untersucht werden, sofern das Wasser im Rahmen einer gewerblichen, nicht aber öffentlichen Tätigkeit abgegeben wird. Öffentliche Trinkwasserinstallationen müssen mindestens einmal jährlich untersucht werden, sofern nicht das Gesund-

[1] BTGA, Praxisleitfaden - Gefährdungsanalyse in Trinkwasser-Installationen, Juni 2019.

[2] Trinkwasserverordnung (TrinkwV), 24. Juni 2023.

heitsamt ein längeres Untersuchungsintervall festlegt. Ein längeres Untersuchungsintervall kann das Gesundheitsamt nach § 31 Abs. 3 dann festlegen, wenn bei den jährlichen Untersuchungen in drei aufeinanderfolgenden Jahren keine Beanstandungen festgestellt worden sind, die Trinkwasserinstallation und ihr Betrieb nicht verändert worden sind und diese nachweislich den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen. Nicht möglich ist dies für Trinkwasserinstallationen in Einrichtungen, in denen sich Personen mit höherem Infektionsrisiko mit *Legionella pneumophila* befinden, z. B. Krankenhäuser oder Pflegeeinrichtungen.

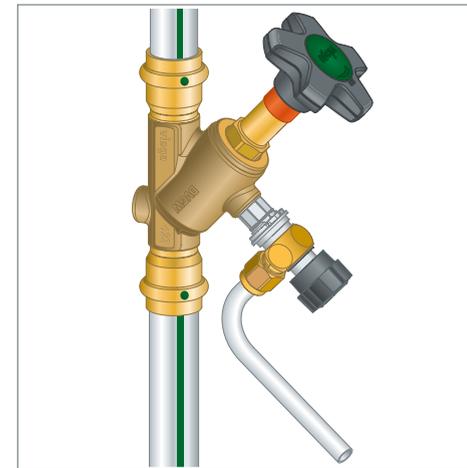


Abb. 3: Easytop-Probenahmeventil

Damit der Probenehmer die Trinkwasserprobe ordnungsgemäß entnehmen kann, muss der Betreiber sicherstellen, dass geeignete Probenahmestellen nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik in der Trinkwasserinstallation vorhanden sind. Die Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik bei der Probenahme zur Untersuchung der mikrobiologischen Trinkwasser-Qualität in der Trinkwasserinstallation wird nach § 42 Abs. 2 vermutet, wenn die Probe nach der DIN EN ISO 19458, Tabelle 1, Zweck b genommen wird.^[1]

Bei besonderen Anlässen (z. B. in Hochrisikobereichen oder bei Erkrankungsfällen) oder zur Ursachenfindung kann eine zusätzliche Untersuchung nach DIN EN ISO 19458 Zweck c durchgeführt werden. Nach DIN 35860 müssen abflammbare Probenahmestellen bevorzugt werden.^[2] Bei der Trinkwasser-Untersuchung auf Legionellen ist auch klargestellt, wer eine Beprobung durchführen darf. Im § 39 Abs. 1 und 3 der Trinkwasserverordnung heißt es dazu, dass der Betreiber einer Trinkwasserinstallation damit nur eine zugelassene Untersuchungsstelle beauftragen darf. Dabei muss der „Unter-

Zugelassene Untersuchungsstelle

[1] DIN EN ISO 19458, Wasserbeschaffenheit – Probenahme für mikrobiologische Untersuchungen, Beuth, Berlin, 12/2006.

[2] DIN 35860, Probenahmearmaturen in der Trinkwasserinstallation - Anforderungen und Prüfungen, Beuth, Berlin, 11/2020.

suchungsauftrag sich auch auf die jeweils dazugehörige Probenahme erstrecken“. Geeignete Labore werden durch die Deutsche Akkreditierungsstelle akkreditiert und von den zuständigen Landesbehörden auf Landeslisten aufgeführt. Eine Zusammenstellung aller Länderlisten wird durch das Bayerische Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit im Internet zur Verfügung gestellt.

Der Internet-Link zu dieser Zusammenstellung lautet:

lgl.bayern.de/downloads/zqm/doc/internetzugang_untersuchungsstellen.pdf
(Stand: April 2021).

Die Trinkwasserverordnung stellt klar, dass der Auftrag zur Untersuchung und Probenahme einer Trinkwasserinstallation nur vom Betreiber ausgehen darf. Die rechtssichere Praxis muss demnach sein, dass ein akkreditiertes Labor mit der Untersuchung beauftragt wird. Daraufhin entsendet das Labor einen zertifizierten Probenehmer.

Untersuchungen auf chemische Parameter in öffentlichen Gebäuden sind vorgeschrieben, jedoch auch in allen anderen Gebäuden empfehlenswert. Eine gesetzliche Grundlage für chemische Parameter ergibt sich aus § 42 Abs. 3 Trinkwasserverordnung und wird gebäudespezifisch mit dem Gesundheitsamt abgestimmt.

Bei der Probenahme zur Kontrolle der chemischen Parameter muss die Empfehlung des Umweltbundesamts „Beurteilung der Trinkwasserqualität hinsichtlich der Parameter Blei, Kupfer und Nickel“ von Dezember 2018 beachtet werden.^[1]

Für Untersuchungen zur Erfüllung der Berichtspflichten nach § 42 Abs. 3 Trinkwasserverordnung kann die Probenahme als Zufallsstichprobe (Z-Probe) oder alternativ als gestaffelte Stagnationsbeprobung erfolgen. Für die Feststellung einer Grenzwertüberschreitung an einer einzelnen Entnahmestelle in einer Trinkwasserinstallation muss eine gestaffelte Stagnationsbeprobung durchgeführt werden.



Z-Probe

[1] Empfehlung des Umweltbundesamts (UBA), Beurteilung der Trinkwasserqualität hinsichtlich der Parameter Blei, Kupfer und Nickel, 18. Dezember 2018.

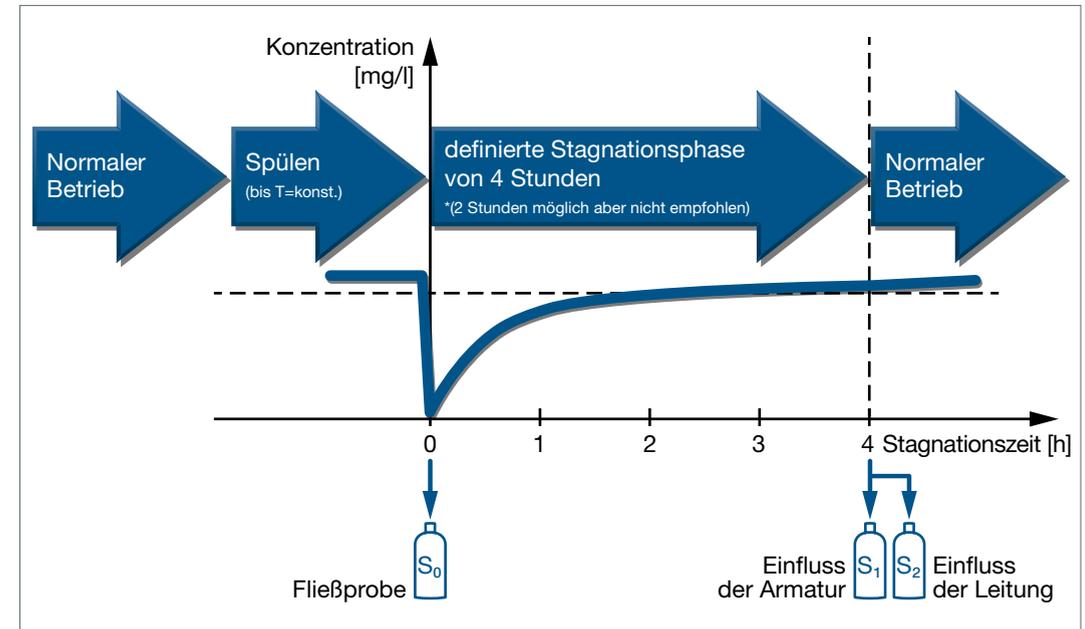


Abb. 4: Gestaffeltes Probenahmeverfahren des Umweltbundesamts^[1]

Das Verfahren der gestaffelten Stagnationsprobe ist aufwendig, aber erlaubt trotz der Stagnationsproblematik die Gewinnung aussagekräftiger, reproduzierbarer Messwerte und gewährleistet die Forderung der Trinkwasserverordnung. Die vorgegebene Stagnationsdauer liegt bei 4 Stunden und kann auf 2 Stunden verkürzt werden. Eine Änderung der Stagnationsdauer muss das Labor bei der Auswertung beachten. Die Probenahme für chemische Untersuchungen erfolgt nach DIN EN ISO 5667-5 durch eine entsprechend zugelassene Untersuchungsstelle/Labor.^[1]

[1] BTGA, Praxisleitfaden - Gefährdungsanalyse in Trinkwasser-Installationen, Juni 2019.

Risikoabschätzung und Water Safety Plan

Wird im Rahmen von Trinkwasser-Untersuchungen bekannt, dass in einer Trinkwasserinstallation der technische Maßnahmenwert an Legionellen erreicht oder überschritten wird, ist der Betreiber der Trinkwasserinstallation nach § 51 Abs. 1 der TrinkwV verpflichtet:

- dies dem Gesundheitsamt anzuzeigen
- Untersuchungen zur Klärung der Ursache durchzuführen
- eine schriftliche Risikoabschätzung unter Beachtung der Empfehlung des Umweltbundesamtes zur Durchführung einer Gefährdungsanalyse (2012) zu erstellen und
- die Maßnahmen durchzuführen, die nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik zum Schutz der Gesundheit der Verbraucher erforderlich sind.

Diese Maßnahmen müssen unter anderem Untersuchungen beinhalten, die u. a. dazu dienen, die Ursachen für die Überschreitung des technischen Maßnahmewerts herauszufinden. Hierbei ist eine Ortsbesichtigung unabdingbar und auch die Überprüfung auf die Einhaltung mindestens der allgemein anerkannten Regeln der Technik ist indiziert, da Legionellen nach Trinkwasserverordnung ein Indikator für technische Unzulänglichkeiten innerhalb der Trinkwasserinstallation darstellen. Unter § 51 Abs. 2 ist zudem die Erstellung einer Risikoabschätzung gefordert, die dem Betreiber der Installation helfen soll, die planerischen, bau- oder betriebstechnischen Mängel an der Installation zu identifizieren und hierfür eine Abhilfe zu schaffen, die dann auch mindestens wieder den allgemein anerkannten Regeln der Technik genügt. Dabei muss allerdings nach UBA-Empfehlung unterschieden werden zwischen einer Gefährdungsanalyse (Risikoabschätzung) und einem Sanierungskonzept.^[1] Im Allgemeinen schließt sich an die Gefährdungsanalyse nach UBA-Empfehlung die Erstellung eines Sanierungskonzepts an, bei dem schlussendlich die Maßnahmen erarbeitet werden, die notwendig sind, um nicht nur die Gesundheitsgefährdung durch die Legionellen zu minimieren, sondern auch, die notwendig sind um den Betreiberpflichten zu genügen.

Eine Risikoabschätzung hat also demnach die Aufgabe, dem Betreiber in verständlichen Worten wiederzugeben, welche technischen Unzulänglichkeiten in der Trinkwasserinstallation dazu geführt haben, dass sich Legionellen im gesundheitlich besorgniserregenden Maße vermehren konnten. Das Sanierungskonzept ist somit klar abgegrenzt, da es nicht nur einen anderen Teil der Trinkwasserverordnung umzusetzen hilft, sondern auch, weil manche Maßnahmen gleich mehrere identifizierte Gefährdungen beseitigen können.

Bei der Durchführung von Risikoabschätzungen kann der Betreiber der Installation selbst die Risikoabschätzung erstellen oder diese erstellen lassen. Es empfiehlt sich an dieser Stelle allerdings, die Durchführung einer Risikoabschätzung entsprechend geeigneten Fachkräften bzw. Sachverständigen

[1] Empfehlung des Umweltbundesamtes (UBA), Empfehlungen für die Durchführung einer Gefährdungsanalyse gemäß Trinkwasserverordnung, 14. Dezember 2012.

zu überlassen. Nach der Empfehlung des Umweltbundesamts zur Durchführung einer Gefährdungsanalyse kommen hierzu z. B. Mitarbeiter aus folgenden Unternehmen in Betracht:^[1]

- in erster Linie gemäß DIN EN ISO 17020 akkreditierten technischen Inspektionsstellen für Trinkwasser-Hygiene
- Planungs- und Ingenieurbüros
- Handwerksbetriebe des Installationshandwerks (Vertragsinstallationsunternehmen nach AVBWasserV)

Unabhängig von der Wahl der sachkundigen Person obliegt die Verantwortung für die Auswahl und damit einhergehend die mögliche Qualität der Gefährdungsanalyse dem Betreiber einer Wasserversorgungsanlage. Von einer ausreichenden Qualifikation des Sachverständigen kann dann ausgegangen werden, wenn die betreffende Person mindestens ein einschlägiges Studium oder eine entsprechende Berufsausbildung nachweisen kann. Darüber hinaus gibt es von privaten Organisationen entsprechende Weiterbildungsangebote, die allenfalls als Zusatzausbildung zu sehen sind, aber nicht die einschlägige Berufsausbildung ersetzen können.

Da eine Gefährdungsanalyse auch immer dazu dienen soll, mögliche Mängel der Trinkwasserinstallation aufzudecken, muss die beauftragte Person unbefangen sein. Dies kann immer dann vermutet werden, wenn die Person nicht mit Planung, Bau und Betrieb der Installation beauftragt war und im Interesse des Auftraggebers auch nicht mit einer dieser Aufgaben betraut wird.

Der Betreiber teilt dem Gesundheitsamt unverzüglich die von ihm ergriffenen Maßnahmen mit. Alle Maßnahmen müssen dokumentiert werden. Auf der Grundlage der Risikoabschätzung muss der Betreiber Maßnahmen zur Sanierung der Trinkwasserinstallation einleiten. Dabei müssen sowohl technische Aspekte der Trinkwasserinstallation als auch gesundheitliche Aspekte der Benutzer sowie mögliche Übertragungswege berücksichtigt werden.

Nach § 51 Abs. 2 sind in Risikoabschätzungen Gefährdungen der menschlichen Gesundheit sowie Ergebnisse und Situationen, die zu deren Auftreten führen können, systematisch zu ermitteln und zu bewerten. Die Risikoabschätzung muss daneben mindestens Folgendes enthalten:^[2]

- Die Beschreibung der Wasserversorgungsanlage,
- Beobachtungen bei der Ortsbesichtigung,
- festgestellte Abweichungen von den allgemein anerkannten Regeln der Technik,
- sonstige Erkenntnisse über die Wasserqualität sowie über die Wasserversorgungsanlage und deren Nutzung sowie
- die Ergebnisse von Untersuchungen auf den Parameter Legionella spec. einschließlich der Angabe der Probenahmestellen in der Trinkwasserinstallation und der Angabe von Datum und Uhrzeit der Probenahmen.

[1] Trinkwasserverordnung (TrinkwV), 24. Juni 2023.

[2] Trinkwasserverordnung (TrinkwV), 24. Juni 2023.



Diese Begriffsbestimmung der Gefährdungsanalyse (ab jetzt: Risikoabschätzung) lehnt sich an die Definition der Leitlinie der Weltgesundheitsorganisation (WHO) zur Trinkwasser-Qualität an. Denn wie die Praxis zeigt, ist eine klar strukturierte Vorgehensweise erforderlich, damit Maßnahmen zur Abwehr von Gesundheitsgefahren kein Aktionismus, sondern tatsächlich wirksam sind.

Mit Herausgabe der VDI/BTGA/ZVSHK 6023 Blatt 2 wurde erstmals die Unterscheidung bei Gefährdungsanalysen eingeführt, dass diese ereignis- oder systemorientiert sein können.

Eine ereignisorientierte Gefährdungsanalyse wird bei Überschreitung des technischen Maßnahmenwerts für Legionellen (*Legionella spec.*) für die gesamte Trinkwasserinstallation (PWC, PWH, PWH-C, ggf. PWC-C) durchgeführt. Diese erfolgt auf Grundlage einer Ortsbesichtigung, die eine Überprüfung der Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik beinhaltet. Ebenfalls ist die Durchführung einer ereignisorientierten Gefährdungsanalyse im Anschluss an die gemäß Trinkwasserverordnung vorgeschriebene Ursachenermittlung im Falle einer Nicht-Einhaltung der chemischen und mikrobiologischen Anforderungen (§§ 6, 7 und 9 Trinkwasserverordnung) sowie bei Erkrankungen und der Überschreitung der Indikator-Parameter nach § 8 Trinkwasserverordnung notwendig.

Darüber hinaus kann aber auch ohne bereits bekannte Überschreitungen von Grenzwerten und/oder dem technischen Maßnahmenwert eine Risikoabschätzung ein probates Mittel zur Aufdeckung von möglichen Mängeln innerhalb der Trinkwasserinstallation sein. Der Betreiber erhält somit eine umfassende Übersicht über den planerischen, bautechnischen, betriebstechnischen und hygienischen Zustand seiner Trinkwasserinstallation.

Eine regelmäßige Validierung dieser Analyse sollte vorgenommen werden. In Krankenhäusern oder sonstigen medizinischen Einrichtungen kann diese beispielsweise im Rahmen einer jährlichen Hygienekommissionssitzung (unter Beteiligung der technischen Abteilung) erfolgen und stellt somit einen wertvollen Teil des Trinkwasser-Hygieneplans dar. Bei allen anderen Gebäudetypen sollte die Validierung im Rahmen der vereinbarten Instandhaltungszyklen erfolgen.

Im Rahmen des risikobasierten Ansatzes bei der Überwachung der Trinkwasserinstallationen in öffentlichen Gebäuden (WHO, europäische Trinkwasserrichtlinie) wird hierbei zwischen einer systemorientierten und einer ereignisorientierten Risikoabschätzung unterschieden. Die systemorientierte Risikobewertung lehnt sich an den sogenannten Water-Safety-Plan (WSP) an, bei dem die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadensereignisses durch den Mangel ein maßgebender Faktor ist. Bei der ereignisorientierten Risikoabschätzung kann das Risiko nicht über die Eintrittswahrscheinlichkeit ermittelt werden. Hier spielt vielmehr das Gefahrenpotenzial des Mangels auf die menschliche Gesundheit eine wesentliche Rolle.^[1]

[1] BTGA, Praxisleitfaden - Gefährdungsanalyse in Trinkwasser-Installationen, Juni 2019.

Neu thematisiert wird dies in Abschnitt 7 der neuen TrinkwV unter der Überschrift „Risikobasierter Ansatz, § 34 Pflicht zum Risikomanagement für Wasserversorgungsanlagen.“ In Absatz 1 heißt es: „Die Betreiber... haben die Wasserversorgungsanlage zur Sicherstellung von Anforderungen an die Beschaffenheit des Trinkwassers einem kontinuierlichen Risikomanagement ... zu unterziehen.“, also für zentrale oder dezentrale Wasserversorgungsanlagen auch einen risikobasierten Bewertungsansatz mit entsprechender Umsetzungsplanung zu entwickeln. Im Ergebnis bedeutet dies, dass die Wasserversorger einen bisher als Water-Safety-Plan (WSP) eingeführten Prozess aufsetzen sollten - während die Betreiber von Trinkwasserinstallationen nur die Empfehlung erhalten - der die für den Erhalt der Trinkwassergüte maßgeblichen Faktoren und Abläufe innerhalb einer Trinkwasserinstallation zunächst identifiziert, im Sinne der Predictive Maintenance beherrscht, prozesssicher dokumentiert und - ganz entscheidend - kontinuierlich fortschreibt und weiterentwickelt. Eine praxisgerechte Hilfestellung dafür bietet unter anderem das Handbuch „Das Water-Safety-Plan (WSP)-Konzept für Gebäude“ des UBA^[1] und die europäische Technische Regel CEN/TR 17801:2022 „Guidelines for water safety plan concept in buildings“.

Gestützt wird dies unter anderem durch die neue europäische Trinkwasserrichtlinie sowie geänderte Vorgaben aus der 4. Auflage der WHO-Richtlinie für Trinkwasserqualität als internationalem Referenzwerk, über die ein risikobasierter Ansatz bei der Überwachung der Trinkwasserinstallationen zur „allgemein anerkannten Regel der Technik“ wird. Dieser Ansatz soll auf lange Sicht die Überwachungskosten senken und gleichzeitig eine äußerst hohe Trinkwasser-Qualität garantieren.

Innerhalb des deutschen und europäischen Regelwerks wird der ganzheitliche Ansatz des Water Safety Plans (WSP) seit 2013 durch die DIN EN 15975-2 „Sicherheit der Trinkwasserversorgung – Leitlinien für das Risiko- und Krisenmanagement – Teil 2: Risikomanagement“ gestützt. Dieses Vorgehen ist schon aus dem Lebensmittelbereich als HACCP-Konzept (hazard analysis and critical control points; Gefahrenanalyse und kritische Kontrollpunkte) bekannt.

[1] Umweltbundesamt, Das Water Safety Plan (WSP)-Konzept für Gebäude, Oktober 2020.



Abb. 5: Risikobeherrschung nach dem Water Safety Plan (WSP)

Der Hintergrund: Bei allen Trinkwasserinstallationen bestehen Risiken, die angemessen beherrscht werden müssen. Das zur Sicherstellung einer angemessenen Risikobeherrschung angewendete Verfahren wird als Risikomanagement bezeichnet. Ein einheitliches und systematisches, prozessorientiertes Risikomanagement ermöglicht es dem Betreiber, Risiken, die in den Prozessen der Trinkwasserinstallation auftreten können, zu minimieren. Die konsequente Umsetzung des WSP schützt die menschliche Gesundheit vor wasserbürtigen Gefährdungen durch eine, für die jeweilige Trinkwasserinstallation individuelle, Analyse und die Umsetzung von daraus hergeleiteten Maßnahmen zur Risikobeherrschung. Der Gebäude-WSP verbessert die Trinkwasserinstallation und deren Betrieb dabei auf verschiedenen Ebenen:^[1]

- Stärkung der Organisationssicherheit der Betreiber von TRWI,
- Erhöhung der Kenntnis über die TRWI bei allen Beteiligten,
- Förderung von Kenntnis und Umsetzung der technischen Regeln,
- Identifizierung von Verbesserungsbedarf,
- Fokussierung auf die Schwachstellen der TRWI,
- Dokumentation und Erhalt von nicht dokumentiertem, vor allem internem Wissen, und
- Schaffung von fundierten Entscheidungsgrundlagen für Investitionen.^[2]

[1] Umweltbundesamt, Das Water Safety Plan (WSP)-Konzept für Gebäude, Oktober 2020.

[2] Umweltbundesamt, Das Water Safety Plan (WSP)-Konzept für Gebäude, Oktober 2020.

Das WSP-Konzept mit Risikoabschätzung & systematischer Prozessbeherrschung als operationales Konzept des Qualitätsmanagements umfasst acht Umsetzungsschritte:^[1]

1. Einberufung eines Teams zur umfassenden Risikobewertung,
2. Beschreibung des Versorgungssystems,
3. Systembewertung durch eine Risikoabschätzung,
4. Maßnahmen zur Risikobeherrschung,
5. Betriebliche Überwachung (Beobachtungen, Kontrollen oder Messungen von Parametern),
6. Verifizierung (Einhaltung der Grenzwerte und der Anforderungen der TrinkwV),
7. Dokumentation der Ergebnisse der einzelnen Arbeitsschritte & zugrundeliegender Erwägungen, und
8. geplante und periodische Revision (ein WSP ist niemals „fertig“).

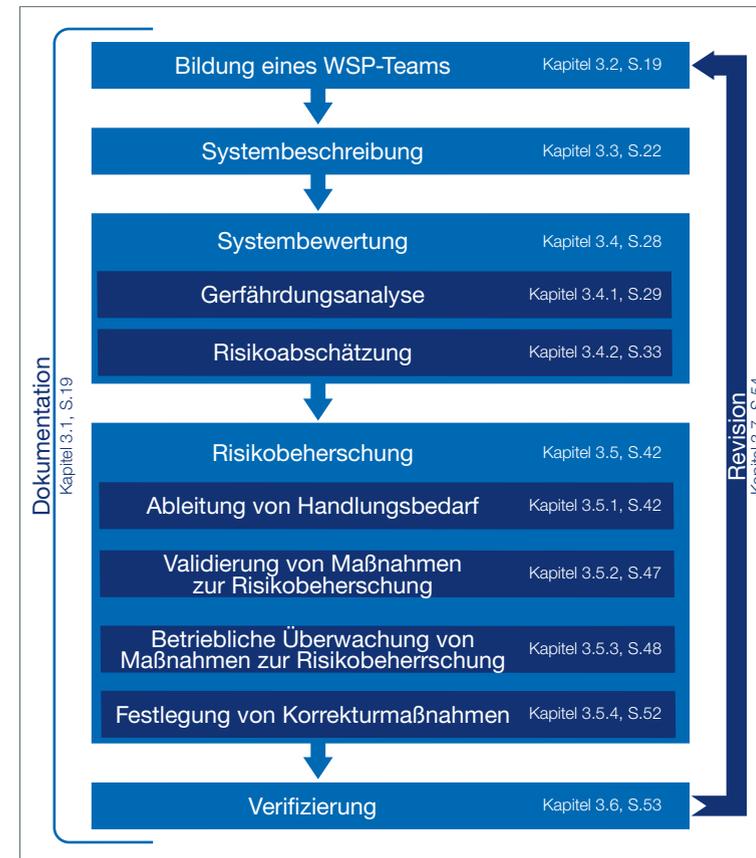


Abb. 6: Water Safety Plan – Konzept für Gebäude^[2]

[1] T. Kistemann, Gebäudetechnik für Trinkwasser, Fachgerecht planen – Rechtssicher ausschreiben – Nachhaltig sanieren; Springer Vieweg VDI, 2012, S. 55-60.

[2] Umweltbundesamt, Das Water Safety Plan (WSP)-Konzept für Gebäude, Oktober 2020.

Das Team, das an der Aufstellung und Umsetzung eines WSPs zu beteiligen ist, sollten vor diesem Hintergrund interdisziplinär aufgestellt sein. Entsprechend gehören dazu folgende Personen:

- Gebäudeverantwortlicher,
- Haustechniker,
- Hygieneberater mit beruflichem Hintergrund (zumindest temporär bei hygienesensiblen Objekten).

Bei der Bestandsaufnahme der Trinkwasserinstallationen beachtet bzw. bewertet dieses Team unter anderem

- problematische verbaute Werkstoffe (wie z. B. Blei),
- Auffälligkeiten wie Färbung oder Geruch des Trinkwassers,
- die Risiken durch mögliche Nutzungsunterbrechungen (z. B. durch nur saisonale Nutzung),
- Risiken in der Temperaturhaltung (z. B. aufgrund externer Wärmeeinträge im Sommer oder interner Lasten, wie durch eine Heizzentrale) von kaltgehenden Trinkwasserinstallationen, sowie
- den allgemeinen Betriebszustand der Installationskomponenten; beispielsweise auch angeschlossener Apparate im Hinblick auf Rückdrücken und Rücksaugen wassergefährdender Stoffe.

Daraus wird eine Bewertung der Risiken abgeleitet und ein Plan zur Beherrschung dieser Risiken entwickelt. Diese können baulich-technischer, betrieblicher oder auch nutzungsspezifischer Art sein. Soweit erforderlich, werden die Maßnahmen im nächsten Schritt priorisiert und gegebenenfalls in einen Investitionsplan überführt. Die Überprüfung des Erfolgs umgesetzter Maßnahmen geschieht über eine typische Endpunktkontrolle, wie eine hygienisch-mikrobiologische Trinkwasser-Untersuchung.^[1]

Wirkkreis der Trinkwassergüte

Die gesamte Trinkwasser-Hygiene baut nach derzeitigem Kenntnisstand auf vier Grundprinzipien auf:

- Einhaltung der Temperaturgrenzen im Trinkwasser kalt und Trinkwasser warm
- regelmäßiger Wasseraustausch an jeder Entnahmestelle der Trinkwasserinstallation, unter Beachtung der vom Planer der Installation bei Planung zu Grunde gelegten Betriebsbedingungen (Entnahmemengen, Volumenströme und Gleichzeitigkeiten) im Raumbuch
- schlanke Rohrdimensionierung mit turbulenter Durchströmung
- Limitierung der Nährstoffe für Mikroorganismen vor allem durch geeignete Werkstoffe und Materialien.

[1] T. Kistemann, Gebäudetechnik für Trinkwasser, Fachgerecht planen – Rechtssicherausschreiben – Nachhaltig sanieren; Springer Vieweg VDI, 2012, S. 55-60.

Der gesamte Bereich Werkstoffe und Materialien wird über die Bewertungsgrundlagen des Umweltbundesamts gesetzlich über § 15 der Trinkwasserverordnung geregelt. Folgerichtig darf nach § 16 der Trinkwasserverordnung davon ausgegangen werden, dass die Anforderungen auch des Umweltbundesamts an die verwendeten Materialien erfüllt sind, wenn dies von einem für den Trinkwasserbereich akkreditierten Zertifizierer entsprechend bestätigt wurde. Planer, Installateur und Betreiber müssen sich dann nur noch darüber Gedanken machen, wie die Temperaturgrenzen und ein regelmäßiger, ausreichender Wasseraustausch im System sichergestellt werden. Durchströmung, Temperatur, Wasseraustausch und Nährstoffangebot sind wesentliche, und dabei stets zusammenwirkende Einflussgrößen auf die Trinkwasserökologie und damit die hygienisch-mikrobiologische Trinkwasser-Qualität. Der Wirkkreis der Trinkwassergüte fasst diese vier Stellgrößen visuell zusammen (Abb. 7). Im Sinne eines trinkwasserökologischen Verständnisses wirken mindestens diese Faktoren im Ökosystem Trinkwasserinstallation zusammen und beeinflussen gemeinsam die hygienische Stabilität und somit die Trinkwassergüte des Systems. Die Wirkungen können gleichgerichtet und gegenläufig sein.^[1]



Abb. 7: Wirkkreis der Trinkwassergüte

[1] T. Kistemann, K. Bausch, Prozessziel Trinkwassergüte. In: C. van Treeck, T. Kistemann, C. Schauer, S. Herkel, R. Elixmann (Hrsg.): Gebäudetechnik als Strukturgeber für Bau- und Betriebsprozesse, Springer Verlag Berlin, S. 167-275, 2018.

Temperatur

Temperatur ist aus trinkwasserhygienischer Sicht eine besonders kritische Größe. Es gilt, den für zahlreiche pathogene Mikroorganismen besonders günstigen Temperaturbereich von 25–55 °C zu vermeiden, um nicht deren Vermehrung zu begünstigen. Das Trinkwasser kalt darf eine Temperatur von 25 °C (empfohlen 20 °C) in der gesamten Trinkwasserinstallation bis zur Entnahmestelle nicht überschreiten und sollte immer so kalt wie möglich sein.^[1] Legionellen können zwar auch in kaltem Wasser vorkommen, sich bei Temperaturen unter 20 °C aber nicht nennenswert vermehren.^[2] Auch in der Praxis hat sich gezeigt, dass bei Trinkwasser-Temperaturen unter 20 °C nur sehr selten Legionellen nachgewiesen werden.^[3]

Unterhalb dieser Temperatur geht man davon aus, dass bei normalem Wasseraustausch kein kritisches Wachstum von Mikroorganismen stattfindet. Für die Fremderwärmung des Trinkwassers kalt und ein damit verbundenes erhöhtes Gefährdungspotenzial spielen die Parameter Hauseingangstemperatur, Umgebungstemperatur, Dämmung und die Rohrleitungsführung auf dem gesamten Fließweg der Trinkwasserinstallation eine entscheidende Rolle. Zirkulationssysteme für Trinkwasser warm müssen so betrieben werden, dass in allen Teilstrecken mindestens Temperaturen von 55 °C eingehalten werden. Die Austrittstemperatur am Trinkwassererwärmer muss dafür mindestens 60 °C betragen.^{[1],[4],[5],[6],[7]}

[1] VDI 6023 Blatt 1, Hygiene in Trinkwasser-Installationen – Anforderungen an Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung, Beuth, Berlin, 09/2023

[2] Robert Koch-Institut, RKI-Ratgeber für Ärzte, Legionellose, 2013.

[3] DVGW-Information Wasser Nr. 74, Hinweise zur Durchführung von Probenahmen aus der Trinkwasser-Installation für die Untersuchung auf Legionellen, DVGW, Bonn, 01/2012.

[4] K. Rühling, C. Schreiber, C. Lück, G. Schaule, A. Kallert, EnEff: Wärme-Verbundvorhaben, Energieeffizienz und Hygiene in der Trinkwasser-Installation, Schlussbericht, 2018.

[5] Robert Koch-Institut, Richtlinie für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention, Elsevier Urban & Fischer, München 2004.

[6] Erkenntnisse aus dem BMBF-Verbundprojekt „Biofilme in der Trinkwasser-Installation“, Teilprojekt 1 (Leiter: Prof. Dr. Thomas Kistemann): Entwicklung und Evaluierung eines rationalen räumlich-zeitlichen Probenahme-Regimes zur effizienten und verlässlichen Erfassung, Beobachtung und Interpretation mikrobieller Kontaminationen in Trinkwasserinstallationen Version 2.1, Projektdauer: 01.10.2006 – 30.04.2010, Koordination: Prof. Dr. Hans-Curt Flemming.

[7] DVGW-Arbeitsblatt W 551, Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Planung, Einrichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen, DVGW, Bonn, 4/2004

Weiterhin muss ein hydraulischer Abgleich der Stränge nach DIN 1988-300 sichergestellt werden.^[1]

In einer nach den a. a. R. d. T. gebauten und betriebenen Trinkwasserinstallation sollte nach dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik die Trinkwasser-Temperatur warm im gesamten zirkulierenden System über 55 °C liegen, um das Risiko der Legionellenkontamination deutlich zu reduzieren. Dies wird unter anderem auch vom DVGW Arbeitsblatt W 551 so beschrieben und die weitergehende Anforderung gestellt, dass die Austrittstemperatur aus dem Trinkwassererwärmer maximal um 5 K zur Wiedereintrittstemperatur abfallen darf. Damit die thermischen Bedingungen wie von den a. a. R. d. T. gefordert an jeder Stelle der Warmwasser-Installation eingehalten werden können, ist ein hydraulischer Abgleich der Zirkulationsstränge unabdingbar.^[2] Die Volumina der endständigen Bereiche zeigen sich dabei als ein untergeordneter Faktor bei der Besiedlung mit Legionellen.^[3]

Um eine Temperaturabsenkung im Trinkwasser warm dennoch erreichen zu können und gleichzeitig hygienisch unbedenkliches Trinkwasser zu gewährleisten, müssen technische Maßnahmen ergriffen werden, um gerade in diesem kritischen Bereich < 55 °C die Vermehrung von Legionellen und die damit verbundene Überschreitung des technischen Maßnahmenwerts von 100 KBE/100 ml zu verhindern (siehe Nährstoffe).

Eine Abweichung von den Vorgaben des DVGW-Arbeitsblatts W 551 ist nur dann zulässig, wenn die hygienische Gleichwertigkeit der Maßnahmen durch mikrobiologische Untersuchungen nachgewiesen wird und damit vor allem das Ziel der W 551, die massenhafte Vermehrung von Legionellen vermieden wird. Forschungsprojekte, die mit dem Ziel durchgeführt werden, durch neue technische Ansätze eine hygienisch sichere Temperaturabsenkung im Warmwassersystem zu ermöglichen, befinden sich noch bis 30.06.2023 in Bearbeitung und werden aktuell in Pilotprojekten erfolgsversprechend umgesetzt.^[4]

Bisher zeigen diese Modellprojekte, dass eine Temperaturabsenkung auf mindestens 45 °C unter der Wirkung der Ultrafiltration im Bypass der Zirkulation keinen negativen Einfluss auf die hygienische Stabilität des zentralen Systems hat.

[1] DIN 1988-300, Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 300: Ermittlung der Rohrdurchmesser, Beuth, Berlin, 05/2012.

[2] DVGW-Arbeitsblatt W 551, Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Planung, Einrichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen, DVGW, Bonn, 4/2004

[3] K. Rühling, C. Schreiber, C. Lück, G. Schaule, A. Kallert, EnEff: Wärme-Verbundvorhaben, Energieeffizienz und Hygiene in der Trinkwasser-Installation, Schlussbericht, 2018.

[4] Mitteilung des Umweltbundesamtes (UBA), Kollisionsregel Trinkwasserverordnung und Gebäudeenergiegesetz - Mindesttemperatur von erwärmtem Trinkwasser aus Großanlagen zur Trinkwassererwärmung, 11. Dezember 2020.

Dies bedeutet, dass mit der AquaVip Solutions (AVS)-Technologie mit UFC zukünftig eine funktionstaugliche Technologie zur Verfügung stehen könnte, welche zur Auflösung des Zielkonflikts zwischen Energieeinsparung und Trinkwasser-Hygiene effektiv beitragen kann. Auf diese Weise kann der Einsatz regenerativer Wärmeerzeuger, beispielsweise Wärmepumpen, nachhaltig unterstützt werden.

Wasseraustausch

Nach VDI 6023 Blatt 1 müssen Trinkwasserinstallationen so geplant werden, dass ein Wasseraustausch über alle Entnahmestellen mindestens alle drei Tage sichergestellt ist. Dies bezieht sich auf den vollständigen Wasseraustausch in allen Teilstrecken und im Trinkwassererwärmer. Der Wasseraustausch ist definiert als vollständiger Wechsel des in dem jeweiligen Leitungsabschnitt enthaltenen Wasservolumens durch Entnahme oder Ablaufen lassen. Die Planung muss nach DIN 1988-200 auch unter Berücksichtigung von möglicher Wasser- und Energieeinsparung so erfolgen, dass bei bestimmungsgemäßem Betrieb ein für die Hygiene ausreichender Wasseraustausch stattfindet.^[1]

Die zu erwartenden Gleichzeitigkeiten der Trinkwasserentnahme werden von den Angaben des Raumbuchs (von der Art der Nutzung) bestimmt. Überdimensionierungen müssen sowohl bei Trinkwasserleitungen als auch bei Trinkwasserspeichern und Apparaten vermieden werden. Nicht durchströmte Leitungen und Apparate, in denen sich stagnierendes Wasser befindet, sind generell nicht zulässig. Aus diesem Grund muss die Rohrleitungsführung und Anordnung der Entnahmestellen so geplant werden, dass ein höchstmöglicher Wasseraustausch erreicht wird.^{[1][2]} Dabei sollte die Planung auch mithilfe der bauteilspezifischen Zeta-Werte (Widerstandsbeiwerte) erfolgen, um die kleinstmöglichen Rohrquerschnitte und Anlagenvolumina zu erhalten.

Durchströmung

Rohrleitungen als „Verpackung“ für Trinkwasser nehmen prinzipiell Einfluss auf die Wasserhydraulik im gesamten System – ein wesentlicher Aspekt für den Erhalt der Trinkwasser-Hygiene. Die Wahl und Dimensionierung des Rohrleitungssystems hat direkten Einfluss auf den Wasseraustausch und die Durchströmung. Denn wenn Verbinder und Armaturen eines Rohrleitungssystems nur geringe Druckverluste haben, können Nennweite und damit das Rohrleitungsvolumen optimiert werden. Das begünstigt den regelmäßigen Wasseraustausch bei bestimmungsgemäßem Betrieb und erhöht die Durchströmungsgeschwindigkeit.

Eine weitere aus trinkwasserhygienischer Sicht wichtige Größe ist die Dynamik der Wasserbewegung in der Trinkwasserinstallation, die durch Wasser-

[1] DIN 1988-200, Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 200: Installation Typ A (geschlossenes System) – Planung, Bauteile, Apparate, Werkstoffe, Beuth, Berlin, 05/2012.

[2] VDI 6023 Blatt 1, Hygiene in Trinkwasser-Installationen – Anforderungen an Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung, Beuth, Berlin, 09/2023

austausch und Durchströmung (= Strömungsgeschwindigkeit) definiert ist. Auch unter wenig günstigen ökologischen Bedingungen hinsichtlich Temperatur und Nährstoffangebot kann sich ein langsames mikrobielles Wachstum zeigen, wenn genügend Zeit zur Verfügung steht – das heißt wenn die Wasserbewegung gering ist und/oder das Wasser in der Rohrleitung stagniert. Gerade in überdimensionierten Leitungen besteht das Risiko, dass nur ein laminarer Strom im Zentrum des Rohrs strömt – und damit an den Rohrwandungen der geforderte Wasseraustausch nicht gewährleistet werden kann.

Bei ausreichender Durchströmung und damit vorhandenen Scherkräften bildet sich ein relativ stabiler Biofilm, während Stagnation eine lose Ansammlung an Bakterien erzeugt.^[1] Um zu vermeiden, dass diese sich ablösen und den Benutzer gefährden, ist es neben der regelmäßigen Nutzung der Entnahmestellen ebenso wichtig, die Rohrleitungen angepasst an den tatsächlichen Bedarf zu dimensionieren. Die Dimensionierung der Trinkwasserinstallation bei der Planung soll nach Möglichkeit auch aktuelle Erfahrungen aus vergleichbaren Objekten berücksichtigen. Die Rohrdurchmesser müssen nach DIN 1988-300 berechnet werden. Ziel ist es, mit den kleinstmöglichen Rohrdurchmessern unter Berücksichtigung des Spitzenvolumenstroms zu planen.^[2]

Nährstoffe

Bakterien sind für Wachstum und Vermehrung auf Nährstoffe angewiesen. Die gesundheitlich relevanten C-heterotrophen Bakterien benötigen organische Kohlenstoffverbindungen als Energie und Kohlenstoffquelle (DOC = Dissolved Organic Carbon – löslicher organischer Kohlenstoff). Bakterien in Biofilmen von Trinkwasserinstallationen und in der aquatischen Phase des Trinkwassers können Nährstoffe sowohl aus Installationswerkstoffen, dem eingespeisten Trinkwasser sowie die Orthophosphate einer Korrosionsschutzdosierung verwenden.

[1] L. Hall-Stoodley, J.W. Costerton, P. Stoodley: Bacterial Biofilms: From the natural environment to infectious diseases, Nature Reviews Microbiology, Vol. 2, 2004, S. 95-108.

[2] DIN 1988-300, Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 300: Ermittlung der Rohrdurchmesser, Beuth, Berlin, 05/2012.

Klimaschutzziele und Energieeffizienz in der Trinkwasserinstallation

Im August 2007 wurde vom Bundeskabinett ein integriertes Energie- und Klimaprogramm beschlossen, um die Treibhausgasemissionen in Deutschland bezogen auf das Basisjahr 1990 bis zum Jahr 2020 um 40 %, bis 2030 um 55 %, bis 2040 um 70 % und bis 2050 um 80 bis 95 % zu senken. Die im damaligen Klimaschutzgesetz beschlossenen Ziele wurden aber im April des Jahres 2021 für verfassungswidrig erklärt, weil die Lasten zur CO₂-Minderung in unverhältnismäßig hohem Maß auf künftige Generationen verschoben würden. Das Klimaschutzgesetz wurde daraufhin überarbeitet und sieht nun eine Klimaneutralität bis zum Jahr 2045 vor, somit liegt das Ziel der Klimaneutralität fünf Jahre früher als das der europäischen Union. Nach den Daten des Umweltbundesamts konnte Deutschland seine Klimaschutzziele für das Jahr 2020 zwar erreichen, aber der gesunkene Energiebedarf in Folge des Konjunkturerinbruchs hatte hierbei einen maßgeblichen Einfluss. Ohne den pandemiebedingten Einbruch hätte Deutschland aller Wahrscheinlichkeit nach seine Klimaziele verfehlt.

Nur wenn die Wärmewende 2030 gelingt, besteht noch eine Chance für das Erreichen der Klimaschutzziele 2045.

Ein wichtiger Schritt, um die Zielsetzungen zu erreichen, ist die Energiewende im Gebäudesektor bzw. Wärmewende 2030 durch mehr Energieeffizienz, objektnahe erneuerbare Wärme und klimaneutrale Wärmenetze, denn auch im Pandemiejahr 2020 war der Gebäudebereich der einzige, der seine Klimaschutzziele verfehlt hat. Dabei geht es eben nicht allein um die Wärmedämmung von Gebäuden und moderne Heizungstechnik, sondern auch um den Energieverbrauch für die Bereitstellung von Warmwasser. In unsanierten Altbauten, die den größten Anteil der Gebäude in Deutschland ausmachen, befindet sich die Technik zur Warmwasserbereitung oft in schlechtem Zustand. Leitungen und Speicher, die nicht oder unzureichend gedämmt sind oder veraltete Wärmeerzeuger verursachen zusätzlich auch häufig durch zu hohe Temperaturen zwischen 60–70 °C und nicht hydraulisch abgeglichen Systeme in Bestandsgebäuden viel zu hohe Energieverbräuche.

Aus der ständigen Verbesserung von Gebäudeenergiestandards resultiert ein sinkender Heizenergiebedarf und die zunehmende Relevanz der Trinkwassererwärmung am Endenergiebedarf. In gut gedämmten Wohngebäuden macht der Energiebedarf für die Warmwasserbereitung mittlerweile oft schon weit mehr als 30 % des Gesamtenergiebedarfs aus^[1]. Es stehen vielfältige regenerative Technologien zur Wärmeproduktion zur Verfügung: passive und aktive Solarsysteme, Wärmepumpen zur Gewinnung von Wärme aus der Umgebungsluft oder der oberflächennahen Erdwärme und aus geothermischer Energie.

Gerade bei der Wahl des Wärmeerzeugers für die Warmwasserbereitstellung

[1] Energieagentur NRW

ist es wichtig, das tatsächliche Einsparpotential zu bestimmen. Hierzu sollte der Energieeinsatz des Warmwasserbereitungssystems bei unterschiedlichen Betrieben unter Einbeziehung des Warmwasserverbrauchs und über die gesamte Energiewandlungskette „von der Primärenergiequelle bis zum Wasserhahn“ bilanziert werden, um die Höhe der Energieeinsparung berechnen und die Wirksamkeit beurteilen zu können.

Zum Erreichen der Klimaschutzziele im Gebäudesektor ist eine Beschleunigung der Energie- und Wärmewende mit dem Ziel der Dekarbonisierung unter Einhaltung des noch verfügbaren Emissionsbudgets (1,5–2-Grad-Ziel) zwingend erforderlich, um hohe Folgekosten für die Volkswirtschaft abzuwenden. Das aktuell verabschiedete Gebäudeenergiegesetz (GEG) regelt, dass von 2024 an möglichst jede neu eingebaute Heizung zu mindestens 65 % mit Erneuerbaren Energien betrieben wird – beispielsweise in Form von Wärmepumpen – und ist zusammen mit dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) als „Schwestergesetz“ für die Einführung ab 2024 vorgesehen. Das hat zur Folge, dass mehr als 70 % der Heizungen in Bestandsanlagen der Wohnungswirtschaft, die mit fossilen Energieträgern betrieben werden, dem Druck der Transformation ausgesetzt sind (BDEW – Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Deutschland - Stand 12/2022).

Von den 2048 TWh Endenergieverbrauch in Deutschland im Jahr 2021 entfallen 56 % auf den Wärmemarkt (1.349 TWh). Mehr als 50 % davon sind für Raumwärme (47 %) und Warmwasser (10 %) notwendig (AG Energiebilanzen Anwendungsbilanzen zur Energiebilanz Deutschland - 12/2022). Die angestrebte Reduktion des Energieeinsatzes für Heizwärme führt zu höheren Aufwendungen für die Bereitstellung von Trinkwarmwasser. Je nach Gebäude und Nutzung macht dieser Anteil fast 40 % des Nutzenergiebedarfs eines Neubaus.^[1] Entsprechend hoch ist das systemspezifische energetische Einsparpotenzial bei der Trinkwarmwasserbereitung. Dieses kann nur durch eine Verringerung der Warmwassertemperatur erschlossen werden, da der Wasserverbrauch als solcher durch die Nutzer vorgegeben ist und nur bedingt beeinflusst werden kann.

Um eine Temperaturabsenkung im Trinkwasser warm erreichen zu können und dennoch hygienisch unbedenkliches Trinkwasser zu gewährleisten, müssen technische Maßnahmen ergriffen werden, um gerade in diesem kritischen Bereich < 55 °C die massenhafte Vermehrung von Legionellen zu vermeiden (Ziel des DVGW-Arbeitsblatts W 551). Im Forschungsverbundprojekt „Energieeffizienz und Hygiene in der Trinkwasserinstallation“ wurden von April 2014 bis Oktober 2017 die Möglichkeiten zur Temperaturreduktion in zirkulierenden Trinkwarmwassernetzen untersucht. Aus Sicht der Hygieneinstitute ist das festgeschriebene Temperaturniveau von > 55 °C für Steigleitungen (DVGW-Arbeitsblatt W 551) aus hygienischen Gründen weiterhin notwendig, eine Temperaturreduktion in Trinkwarmwassernetzen sei zumin-

[1] Vollmer, R., et al. (2021) LowEx-Bestand Analyse –Bericht zu AP 3.1: LowEx-Bestand Referenzgebäude: Geometrie, Bauphysik, Last-Zeitserien und Sanierungsszenarien



dest ohne den Einsatz alternativer Verfahren zur Reduzierung der hygienischen Risiken nicht zu verantworten. Alternative Techniken können beispielsweise Ultrafiltrations-Technologien sein, die dem Trinkwasser die Bakterien entziehen. Das Umweltbundesamt folgt in der Frage energieeffiziente und hygienische Warmwasserbereitung den allgemein anerkannten Regeln der Technik und hält eine Warmwasser-Temperatur von 60 – 55 °C für Großanlagen für notwendig. Energie-Einsparpotenziale werden in der Minimierung der Energieverluste durch angemessene Auslegung und Wärmedämmung der Systeme nach GEG (siehe „Verteilungskonzepte für Trinkwasser warm“ auf Seite 110) gesehen. Für alternative technische Verfahren fordert das UBA und das DVGW-Arbeitsblatt W 551 den wissenschaftlichen Nachweis der hygienischen Unbedenklichkeit vom Hersteller. Technologien, die zu einer Einsparung von Energie führen können, müssen sich auf jeden Fall einer kritischen Prüfung durch Experten stellen, damit die gewünschte Energieeinsparung durch Reduzierung der Warmwasser-Temperatur nicht auf Kosten eines erhöhten Risikos für Legionellen-Infektionen über warmes Trinkwasser geht.

Die Rahmenbedingungen für den Einsatz einer definierten Ultrafiltrations-Technologie werden aus diesem Grund aktuell noch im Forschungsprojekt ULTRA-F (11/2018-06/2024) und in den daran angeschlossenen assoziierten Pilotprojekten von Viega überprüft und letztendlich festgelegt.^{[1][2]}

[1] EnOB: ULTRA-F - Ultrafiltration als Element der Energieeffizienz in der Trinkwasserhygiene, BMWK (FKZ 03ET1617A), Verbundprojekt.
 [2] Assoziierte Pilotprojekte im Rahmen von ULTRA-F mit Herstellerrichtlinie und wissenschaftlicher Begleitung, Viega GmbH.

PLANERISCHE GRUNDLAGEN

Auswahl des Installationssystems

Nach der Verordnung über allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Wasser (AVBWasserV) dürfen in einer Trinkwasserinstallation nur Bauteile und Komponenten verwendet werden, die entsprechend den anerkannten Regeln der Technik beschaffen sind. Das Zeichen einer nach DIN EN ISO 17065 akkreditierten Prüfstelle lässt vermuten, dass diese Voraussetzung erfüllt ist (§ 16 Trinkwasserverordnung). Darüber hinaus schreibt die Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Wasser verbindlich vor, dass Arbeiten an einer Trinkwasserinstallation nur durch ein bei einem Wasserversorgungsunternehmen eingetragenes Vertragsinstallationsunternehmen oder dem Wasserversorgungsunternehmen selbst vorgenommen werden dürfen.

War das Weich- und Hartlöten von 1970 bis 2000 das dominierende Verfahren, so hat sich inzwischen die Pressverbindungstechnik als marktführende Verbindungstechnik durchgesetzt. Durch die kalte und sekundenschnelle Verarbeitung wurden damit die bis dahin verbreitete Verarbeitungstechnik für Kupferrohre abgelöst und neue Märkte auch für Edelstahl und Kunststoffrohre eröffnet. Je nach Rohrwerkstoff und Herstellersystem wird dabei zwischen radialer, axialer und raxialer Pressverbindungstechnik unterschieden.

| Auslegungsvorlauftemperatur | Zeit mit | Maximale Temperatur | Zeit mit | Temperatur für Fehlfunktion | Zeit mit Fehlfunktion | Typischer Einsatzbereich |
|-----------------------------|----------------|---------------------|------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| T _D | T _D | T _{max} | T _{max} | T _{mal} | T _{mal} | |
| °C | Jahre | °C | Jahre | °C | h | |
| 70 | 49 | 80 | 1 | 95 | 100 | Warmwasser-Versorgung 70 °C |

Tab. 5: Mindestanforderungen für Betriebstemperaturen für Trinkwasser warm (70 °C)

Für den Fachplaner besteht eine Vielzahl von Kriterien, nach denen er ein Rohrleitungssystem mit dazugehöriger Verbindungsart auszuwählen hat. Der erste Anhaltspunkt für die Auswahl eines qualitativ hochwertigen Produkts stellt ein Prüfzeichen einer akkreditierten Prüfstelle dar. Zudem müssen Rohrverbindungen in Trinkwasserinstallationen nach DIN 1988-200 den zu erwartenden Betriebsbelastungen gemäß Tab. 5 mindestens standhalten und Korrosionsschutzmaßnahmen sollen nach DIN EN 806-2 nicht notwendig sein. Auch sind für die Systemwahl häufig die vorhandenen Lager- und Werkzeugausstattungen der ausführenden Betriebe und deren Einkaufskonditionen ausschlaggebend.



Monteure bevorzugen Systeme, mit denen sie bereits gute Erfahrungen auf der Baustelle gemacht haben. So kann eine leichtere Handhabung ausschlaggebend sein, wenn z. B. bei einem Fabrikat das Mehrschichtverbundrohr vor dem Einstecken in den Verbinder nicht kalibriert werden muss. Für den Fachplaner kann das durchaus ein wichtiges Argument für sein Beratungsgespräch mit dem Bauherrn sein. Denn letztlich ist eine betriebssichere Anlage das erste Planungsziel, aber auch bei der Montage ergeben sich finanzielle Vorteile, denn eine schnelle Verarbeitung spart Zeit und Personalkosten und damit reduzieren sich die Investitionskosten. Die im Handel verfügbaren Rohrleitungssysteme sind immer herstellerspezifisch und weichen deshalb werkstoff- und konstruktionsbedingt voneinander ab. Dies gilt auch für die teils signifikanten Unterschiede bei den Form- und Verbindungsteilen hinsichtlich ihrer Widerstandsbeiwerte. Diese Abweichungen sind bei den Systemen für Edelstahl- und Kupferrohre eher gering, bei denen mit Mehrschichtverbundrohren jedoch erheblich. Dort variieren die dimensionsabhängigen Werte stark, was im Wesentlichen von der Bauart des Stützkörpers und der Konstruktion abhängt. Beeinflussende Faktoren sind vor allem: Die Rohrinne Durchmesser, die Ausführung der Verbinder mit oder ohne Dichtelement und das Design der Strömungsumlenkungen, wobei sich winklige ungünstig und „weiche“ Radien günstig auf die Widerstandsbeiwerte der Bauteile auswirken. So ergeben sich Abweichungen von bis zu Faktor 10 und mehr, was vielfältige Auswirkungen auf die Nennweitenbestimmung, das Anlagenvolumen, den Wasseraustausch und somit auf die systemische Trinkwassergüte hat.

Formstücke für Schweiß- und Klebesysteme mit Rohren aus Polypropylen oder PVC-C benötigen zwar keine Stützkörper und bieten damit die Vorteile eines vollen Strömungsquerschnitts, weisen allerdings fertigungsbedingt häufig winklige Umlenkungen auf, mit entsprechend ungünstigen, höheren Widerstandsbeiwerten. Gleiches gilt auch für Steckverbinder aus Kunststoff, die zwischen außenabdichtend für Kunststoffrohre (PE-X, PB etc.) und innenabdichtend (PE-X/Al/PE-X etc.) unterschieden werden. Für letztere sind Stützkörper mit mindestens einem Dichtelement notwendig, was wiederum zu vergleichsweise kleinen Strömungsquerschnitten im Stützkörper und damit zu höheren Widerstandsbeiwerten führt. Nach DIN 1988-300 müssen die produktspezifischen Widerstandsbeiwerte der Formstücke für die Systemauslegung berücksichtigt werden. Dafür können diese messtechnisch nach DVGW W 575 (P) erfasst und dem Fachplaner oder Installateur vom Hersteller zur Verfügung gestellt werden.

Auswahl der Werkstoffe

Nach a. a. R. d. T. muss bereits in der Planungsphase unter anderem die Trinkwasser-Qualität berücksichtigt werden.

Jeder Rohrwerkstoff hat Einsatzgrenzen, die zwar in aller Regel nicht im bestimmungsgemäßen Betrieb, aber durchaus bei besonderen Maßnahmen erreicht werden können. Daher ist es ratsam, sich in Zweifelsfällen an die Komponentenhersteller zu wenden.



Die physikalischen Eigenschaften metallener Rohrleitungen unterscheiden sich grundlegend von denen aus Kunststoff. Zu den wichtigsten Auswahlkriterien bei der Systemwahl zählen:

- niedrige pH-Werte,
- sehr hohe Chlorkonzentrationen – z. B. bei Stoßdesinfektionen,
- hohe Temperaturen – bei thermischer Desinfektion,
- Längenausgleichskoeffizienten.

Wenn zertifizierte Rohrleitungssysteme unter Berücksichtigung der werkstoffspezifischen Einsatzgrenzen bestimmungsgemäß betrieben werden, dann müssen vom Fachplaner keine weiteren Maßnahmen für einen sicheren Anlagenbetrieb getroffen werden. Aufgrund dessen sind am Markt vielfältige Systeme mit unterschiedlichen Rohrwerkstoffen und Konstruktionen für die Verbindungstechnik verfügbar. Rohre aus Kupfer, Edelstahl (1.4401, 1.4521 etc.), PE-X und Verbundwerkstoffen, kombiniert mit mechanisch dichtenden Verbindern aus Kupfer, Edelstahl, Rotguss, Siliziumbronze, Messing oder Kunststoffspritzguss wie PPSU, zählen in Deutschland zu den Marktführern.

Folgende Pressverbindersysteme sind für die Erstellung von Trinkwasserinstallationen nach DIN 1988-200 und EN 806-2 unter Beachtung der Werkstoffauswahl nach DIN EN 12502-1 und DIN 50930-6 geeignet. Bei einem Einsatz für andere Einsatzbereiche und bei Zweifel über die richtige Werkstoffauswahl wenden Sie sich bitte an Viega:

- Sanpress/Sanpress Inox
- Raxinox
- Raxofix
- Profipress
- Sanfix Fosta

Kupferrohre und -pressverbinder können für Trinkwasserinstallationen eingesetzt werden,

- wenn der pH-Wert $\geq 7,4$ ist oder
- wenn der pH-Wert zwischen 7,0 und 7,4 liegt und der TOC-Wert 1,5 mg/l nicht überschreitet.

Bei einem pH-Wert $< 7,0$ dürfen Kupferrohre nicht eingesetzt werden.

Altanlagen, die noch mit Bleirohren betrieben werden, müssen schnellstmöglich saniert werden.

i

Um aufwendige Einzelprüfungen an Produkten zu reduzieren, wird dem Umweltbundesamt die Aufgabe übertragen, die hygienischen Anforderungen an Materialien und Werkstoffe zu konkretisieren und Bewertungsgrundlagen festzulegen. Die Bewertungsgrundlagen können Prüfvorschriften oder Positivlisten für Ausgangsstoffe bzw. Werkstoffe und Materialien enthalten.

Positivlisten definieren abschließend die verwendbaren Ausgangsstoffe bzw. Werkstoffe und Materialien. Beim Einsatz metallener Werkstoffe aus der Positivliste entfällt die bauteilbezogene Überprüfung der Metallabgabe in das Trinkwasser. Die Produkte gelten als trinkwasserhygienisch geeignet. Der alleinige Werkstoff Blei für Trinkwasser-Installationen findet sich nicht mehr in den Bewertungsgrundlagen für metallene Werkstoffe und ist daher für den Einbau in Trinkwasser-Installationen nicht mehr zugelassen. Auch bereits bestehende Installationen aus Blei müssen ausgetauscht werden, da das Wasser beim Hindurchfließen so viel Blei aufnimmt, dass die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung in aller Regel nicht eingehalten werden können.

Auch Silber, das vielfach aufgrund seiner desinfizierenden Wirkung verwendet wird, findet sich nicht auf den Bewertungsgrundlagen des Umweltbundesamts, weswegen sein Einsatz als Metall im Kontakt mit Trinkwasser (bspw. als Stützfäden, Innenbeschichtung etc.) nicht zulässig ist. Die Verwendung innerhalb des Trinkwassers als desinfizierende Substanz unterliegt dabei allerdings den Bestimmungen des § 11 der Trinkwasserverordnung und seine Anwendung ist nur erlaubt, wenn das Verfahren auf der § 11-Liste des Umweltbundesamts geführt wird.

Feuerverzinkte Eisenwerkstoffe

Feuerverzinkter Stahl ist nicht bei allen Trinkwässern einsetzbar, denn er ist anfällig für Korrosion (Rost) und aufgrund der hohen Rohrrauigkeit anfällig für mineralische Ablagerungen wie Kalk. Feuerverzinkte Eisenwerkstoffe dürfen deswegen nach UBA-Bewertungsgrundlage und DIN EN 12 502 für Trinkwasser kalt eingesetzt werden, wenn

- die Basenkapazität K_B 8,2–0,2 mol/m³ und gleichzeitig
- der Neutralsalzquotient $s_1 < 1$ ist.

Die Verwendung von feuerverzinkten Rohrleitungen für Trinkwasser warm ist nicht zulässig. Die Auswirkungen von Temperatur und Temperaturschwankungen auf gleichmäßige Flächenkorrosion sind komplex, weil sich die Zusammensetzung der Korrosionsprodukte in der Deckschicht mit der Temperatur ändert. Bis zu Temperaturen um 35 °C nimmt die Geschwindigkeit der gleichmäßigen Flächenkorrosion mit zunehmender Temperatur zu. Die Rohrverbindungen erfolgen bei verzinkten Stahlrohren mit Gewinden, bei denen oft Hanf als Abdichtungsmaterial verwendet wird. Die Gewindeverbindungen bilden in der Trinkwasserinstallation eine besondere Schwachstelle. Wird bei der Montage das Gewinderohr in der benötigten Länge mit Säge oder anderem geeignetem Schneidwerkzeug von der handelsüblichen Stangenware abgetrennt und ein Gewinde aufgeschnitten, so fehlt an diesen Stellen die Verzinkung, was zu Krustationsbildung und Korrosion führen kann.



Abb. 8: Verzinktes Stahlrohr mit deutlich sichtbarer Korrosion



Grundsätzlich ist die Erstellung einer Trinkwasserinstallation aus feuerverzinkten Stahlrohren mit Gewindeverbindern wesentlich zeitaufwendiger als eine vergleichbare Trinkwasserinstallation aus Kupfer-, Edelstahl-, Kunststoff- oder Kunststoffverbundrohren mit Pressverbindern.

Die Zinkbeschichtung der feuerverzinkten Stahlrohre kann zudem herstellungsbedingt mit Blei verunreinigt sein. Dadurch kann es zur Überschreitung des Blei-Grenzwerts im Trinkwasser kommen.

Kombination verschiedener Werkstoffe

Die Verwendung verschiedener Werkstoffe in der Trinkwasserinstallation entspricht den a. a. R. d. T. (DIN 1988-200). So können beispielsweise Rohre aus Kupfer, innenverzinnem Kupfer, Edelstahl und PE-X miteinander kombiniert werden. Bei Kombinationen von Rohren aus verzinkten Eisenwerkstoffen mit anderen Rohrwerkstoffen muss DIN EN 806-4 beachtet werden.

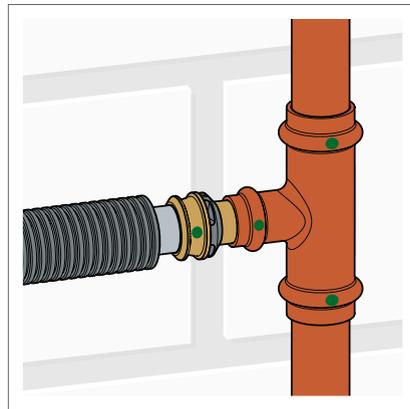


Abb. 9: Übergang Profipress–Raxofix

Wenn Anlagen teilsaniert oder repariert werden, dann muss in Verbindung mit metallenen Werkstoffen die sogenannte „Fließregel“ beachtet werden. Von der Fließregel spricht man, wenn in einer zusammenhängenden Trinkwasserinstallation unterschiedliche metallene Materialien verwendet werden. Das betrifft Rohre, Armaturen und Behälter. Diese Misch-Installation ist laut DIN 1988 nicht prinzipiell vermeidbar und entspricht noch immer den a. a. R. d. T..

Eine Misch-Installation unterschiedlicher metallener Werkstoffe birgt jedoch generell die Gefahr der Ausbildung von Lokalelementen in sich. Lokalelemente sind die Ausgangspunkte für Metallkorrosion, die sich darin auswirkt, dass sich jeweils das unedlere von zwei Metallen bis zur völligen Zerstörung auflöst. Unedlere Metalle in einer Trinkwasserinstallation sind z. B. Rohre und Pressverbinder aus verzinktem Stahl, edlere Metalle in einer Trinkwasserinstallation sind z. B. Rohre und Pressverbinder aus Kupfer.

Wenn das Trinkwasser von der Hausanschlussleitung zur Entnahmestelle zuerst Bauteile aus unedleren Materialien durchströmt und danach Kontakt mit den edleren Materialien hat, wird diese Korrosionsgefahr deutlich verringert. Im umgekehrten Fall lagern sich z. B. Kupfer-Ionen auf Eisen- oder Zinkoberflächen ab, wobei das unedlere Zink oder Eisen in Lösung geht. Die Folge davon ist der so genannte „Lochfraß“. Daher dürfen Bauteile und Geräte aus Kupfer, Kupferlegierungen, verzinnem Kupfer und Kupferloten in Fließrichtung nicht vor solchen aus verzinkten Eisenwerkstoffen angeordnet werden.

| Pressverbinder (oder Armatur) | Rohr | | |
|-------------------------------|----------------------|------------------------------------|---------------|
| | Nichtrostender Stahl | Schmelztauchverzinkter Stahl | Kupfer |
| Nichtrostender Stahl | möglich | Siehe Empfehlungen des Herstellers | möglich |
| Schmelztauchverzinkter Stahl | nicht möglich | möglich | nicht möglich |
| Kupfer | möglich | Siehe Empfehlungen des Herstellers | möglich |
| Kupferlegierungen | möglich | möglich | möglich |

Tab. 6: Kombination von Rohren und Pressverbindern^[1]

Wenn Verbindungen zwischen Rohrleitungen aus nichtrostendem Stahl und verzinktem Stahl hergestellt werden müssen, dann müssen Bauteile aus Kupferlegierungen (z. B. Rotguss) eingesetzt werden, um eine Kontaktkorrosion in Abhängigkeit von der Wasserqualität zu reduzieren oder auszuschließen. Dies kann z. B. durch Einbau eines Absperrventils geschehen. Die Länge dieses Bauteils muss mindestens dem Rohrdurchmesser entsprechen.

[1] gemäß Tabelle 5 aus EN 806-4

Trinkwasserbehandlung und -aufbereitung

Für das vom Wasserversorger gelieferte Trinkwasser haben sich in den vergangenen Jahren viele verschiedene Techniken etabliert, um das Wasser nach der Hausanschlussleitung aufzubereiten. Einige Techniken behandeln hierbei lediglich Symptome, die durch Verstöße gegen die a. a. R. d. T. auftreten und lösen das eigentliche Problem nicht. Im Folgenden sollen einige dieser Techniken vorgestellt werden.

Trinkwasserenthärtung

In manchen Regionen Deutschlands ist das Trinkwasser aufgrund seiner Herkunft bzw. seiner Gewinnung mit hohen Konzentrationen an Calcium- und Magnesium versehen. Diese Erdalkalimetalle stellen einen natürlichen Teil der Trinkwasserzusammensetzung dar und können einmal vom Körper aufgenommen positive Effekte bewirken. Für die Technik in der Trinkwasserinstallation können sich solche Konzentrationen an Calcium- und Magnesiumionen auch nachteilig auswirken. Generell wird das Wasser in Deutschland in die Bereiche hart, mittel und weich gegliedert. Hierbei ist besonders der Wert der Karbonathärte entscheidend, denn er bestimmt, wie viele gelöste Calcium- und Magnesiumionen (in Form von Calcium- oder Magnesiumhydrogencarbonat) als Härtebildner im Wasser sind, die bei der anschließenden Erwärmung als Kalk ausfallen können. Hydrogencarbonate entstehen durch Lösen von Calciumcarbonat (CaCO_3 , Kalk) durch Reaktion mit kohlenstoffdioxidhaltigem Wasser:



Das heißt, der Kalk (CaCO_3) steht in Wechselwirkung mit der im Trinkwasser gelösten Kohlensäure und geht bei Vorliegen des sogenannten Kalk-Kohlensäuregleichgewichts in Lösung.

Ein bisher übliches Verfahren zur Trinkwasserenthärtung nutzt eine Harzoberfläche, auf der Natriumionen haften. Fließt nun mit Magnesium und Calcium angereichertes Wasser an diesen Harzpartikeln vorbei, werden diese Erdalkalitionen durch Natriumionen ersetzt. Das Magnesium und Calcium wird anschließend bei der Regeneration des Harzbetts über das Abwasser entsorgt. Genannt wird dieses Verfahren auch Ionenaustauschverfahren, da Magnesium- und Calciumionen gegen Natriumionen im Trinkwasser getauscht werden.

Ein weiteres Verfahren ist das der Härtestabilisierung. Hierbei wird dem Trinkwasser bei manchen Anwendungen Phosphat zudosiert, das die Magnesium- und Calciumionen in eine lösliche Komplexverbindung überführt, die sich anschließend nicht mehr so leicht auf Oberflächen ablagern kann. Die Magnesium- und Calciumionen werden demzufolge nicht aus dem Trinkwasser entfernt.

Alternativ haben sich mittlerweile auch Stabilisierungstechniken etabliert, die mit Katalysatoren kleine Kalkkristalle im Trinkwasser erzeugt, die dann als Andockstellen für weitere Calcium- und Magnesiumionen dienen. Bei diesem System wird die Zusammensetzung des Trinkwassers nicht verändert. Bei der Trinkwasserenthärtung werden die korrosionschemischen Eigenschaften des Wassers grundlegend geändert, denn bei Wasser, das als Trinkwasser verteilt wird, handelt es sich um sogenanntes Gleichgewichtswasser, das weder kalkabscheidende noch aggressive Eigenschaften aufweist. Bei enthärteten Wässern ist dies in der Regel nicht der Fall:

Im Trinkwasser befindet sich freie Kohlensäure, die die Aufgabe erfüllt, den Ausfall von Calciumcarbonat zu verhindern, man spricht auch vom Kalk-Kohlensäuregleichgewicht. Wird nun beim Ionenaustauschverfahren das Calcium aus dem Trinkwasser entfernt, bleibt die im Trinkwasser gelöste Kohlensäure zurück und wirkt nun kalk- und metallaggressiv, da der vorherige Reaktionspartner aus dem Trinkwasser entfernt wurde. Dies muss besonders bei eingebauten Kupfer- und Kupferlegierungsbauteilen beachtet werden, da der abgesenkte pH-Wert zu Korrosionen an den Bauteilen führen kann. Beim Einsatz einer Enthärtung muss grundsätzlich auch die DIN EN 12502 berücksichtigt werden.

Hinzu kommt, dass in Deutschland die Wässer mit hohen Härtegraden meistens hohe Sulfatanteile besitzen und somit korrosionsfördernd wirken. Wenn zusätzlich noch mit einer Enthärtung gearbeitet wird, wird dieser Effekt noch verstärkt. Eine Gegenmaßnahme für diese korrosiven Eigenschaften stellt das Verschneiden des Weichwassers mit unbehandeltem Wasser dar, auch wenn es den korrosiven Effekt nicht immer gänzlich verhindern kann, reduziert es diesen. Als letzten Schritt muss das verschnittene Wasser noch mit einer Phosphatdosierung oder einer pH-Wert-Anhebung behandelt werden, um eine Korrosion der Rohrleitungen sicher auszuschließen.

Neben den korrosionschemischen Eigenschaften des Trinkwassers müssen zudem noch die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung beachtet werden. In Anlage 3 der Trinkwasserverordnung ist Natrium als Indikator aufgeführt und der Grenzwert ist auf 200 mg/l festgesetzt. In manchen Regionen Deutschlands enthalten die Trinkwässer grundsätzlich höhere Mengen an Natrium. Wenn diese auch enthärtet werden, erhöht sich dieser Wert noch weiter und kann den von der Trinkwasserverordnung vorgegebenen Wert überschreiten. Während der Planungen sollte also ein Blick in die Wasseranalyse des Wasserversorgers geworfen werden, um zu überprüfen, ob eine Enthärtung bedenkenlos durchgeführt werden kann. Dies verdient besondere Aufmerksamkeit, denn das enthärtete Wasser könnte beispielsweise zur Zubereitung von Säuglingsnahrung verwendet werden und da Kleinkinder empfindlich auf hohe Natriumkonzentrationen reagieren, sollte diese Technik so sparsam wie möglich eingesetzt werden.

Auch rechtlich ist dieses Thema in letzter Zeit wieder aufgekommen, da sich Hauseigentümer gegen den Einbau einer Enthärtungsanlage gewehrt hatten. Eines der angeführten Argumente gegen den Einbau einer Enthärtungsanlage war, dass es dem Benutzer der Trinkwasserinstallation nun nicht mehr freigestellt sei, calcium- und magnesiumreicheres sowie natriumarmes Was-

ser zu sich zu nehmen. Ein weiteres Argument war, dass durch den Einbau einer Enthärtungsanlage eine Gefährdung der menschlichen Gesundheit nicht sicher ausgeschlossen werden könne. Das Argument der möglichen Gesundheitsgefährdung wurde vom BayOLG München als Grund aufgeführt, dass eine Enthärtung an der in diesem Fall vorliegenden Anlage nicht durchzuführen sei.

Neben den gerichtlichen Entscheidungen, die bei der Planung einer Wasserenthärtungsanlage große Sorgfalt erfordern, rückt auch ein Merkblatt des bayrischen Landesamts für Umwelt wieder vermehrt in den Fokus der Fachwelt. Im Kapitel 3.2 des Merkblatts wird besonders der Warmwasserbereich einer genauen Betrachtung unterzogen, denn hier treten häufig Verkalkungen und Korrosionen auf, die durch die Störung des Kalk-Kohlensäuregleichgewichts im Zuge der Trinkwassererwärmung hervorgerufen werden. Bei Erwärmung verschiebt sich die Wechselwirkung der o. g. chemischen Reaktion im Kalk-Kohlensäuregleichgewicht, die chemische Reaktion läuft zum Teil in die entgegengesetzte Richtung ab:



Ein Teil des in Lösung gegangenen Hydrogencarbonats zerfällt in kohlenstoffdioxidhaltiges Wasser und in Kalk (CaCO_3), der als Verkrustung in der Trinkwasserinstallation ausfällt. Wird die Warmwasser-Temperatur allerdings auf $60\text{ }^\circ\text{C}$ begrenzt, so die Experten des Landesamts für Umwelt, treten oben genannte Erscheinungen erfahrungsgemäß nicht auf. Diese Einschätzung wurde vom Normenausschuss Wasserwesen, der im Jahr 2012 die DIN 1988-200 in ihrer aktuell gültigen Form verabschiedet hat, nur bedingt geteilt. In Abschnitt 12.1 Allgemeines heißt es dort: „Die beschriebenen Behandlungsmaßnahmen für die Dosierung von Polyphosphaten, die Enthärtung durch Ionenaustausch und die Stabilisierung durch Kalkschutzgeräte haben im Kaltwasserzulauf zum Trinkwassererwärmer zu erfolgen.“ Hier wurde eine Enthärtung zwar nicht generell ausgeschlossen, aber deren Einsatz auf den Warmwasserbereich beschränkt. Vielfach wurden in der Vergangenheit Wasserenthärtungsanlagen hinter dem Wasserfilter eingebaut und somit auch das Kaltwasser enthärtet. Begründet wurde diese Abweichung von Abschnitt 12.1 mit der Tatsache, dass auch im Kaltwasser eingebaute Geräte, wie Waschmaschine und Geschirrspülmaschine, einen Kalkschutz benötigen. Dies ist in der Praxis nicht erforderlich, da beispielsweise Geschirrspülmaschinen eine integrierte Enthärtungsanlage besitzen und bei Waschmaschinen mittlerweile die Waschmittel selbst eine härtestabilisierende Wirkung besitzen. Allenfalls eine Kaffeemaschine oder ein Wasserkocher wären nicht geschützt. Hier sollte aber das Minimierungsgebot aus § 7 Abs. 4 Trinkwasserverordnung beachtet werden, denn das Ziel sollte es sein, möglichst wenige Veränderungen am gelieferten Trinkwasser vorzunehmen. Zumal sich dem Anwender die Frage nach der Wirtschaftlichkeit stellen sollte, denn ob eine größer dimensionierte Enthärtungsanlage lediglich zum Schutz einer Kaffeemaschine oder eines Wasserkochers den womöglich gesparten Entkalkungsaufwand rechtfertigt, sollte im Einzelfall geprüft werden.

Ein weiteres Beispiel, das in der Vergangenheit zu Diskussionen geführt hat, ist der Einsatz von dezentralen Trinkwassererwärmern. Vielfach werden diese Systeme im Wohnungsbau eingesetzt, da sie dem Vermieter vermeintlich eine Befreiung von der regelmäßigen Probennahmepflicht ermöglichen. Der Normenausschuss Wasserwesen hat in seiner Stellungnahme zum Einsatz und zur Positionierung von Enthärtungsanlagen beschrieben, dass der Einbau einer zentralen Enthärtungsanlage hinter dem mechanischen Wasserfilter gerechtfertigt sei, wenn eine dezentrale Trinkwassererwärmung eingebaut ist. Dies widerspricht aber den Grundsätzen der DIN 1988-200, denn dort heißt es, dass eine Enthärtung, wenn überhaupt, nur im Zulauf zum Warmwasserbereiter zu erfolgen hat. Somit kommt für die Enthärtung nur eine wohnungsweise Enthärtung infrage, die ausschließlich im Zulauf zum dezentralen Trinkwassererwärmer verbaut ist. In der Praxis ist dies fast nicht realisierbar, aber das Minimierungsgebot der Trinkwasserverordnung will genau das erreichen: Es soll so wenig wie möglich an der Trinkwasserzusammensetzung in Haus-Installationen geändert werden, folglich sollen auch Wasserbehandlungen so gering wie technisch unbedingt notwendig gehalten werden.

Zusätzlich wird in § 11 Abs. 1 Satz 3 von den Betreibern öffentlicher Einrichtungen gefordert, dass Enthärtungsanlagen dem Gesundheitsamt gemeldet werden. Die installierten Anlagen stellen potenziell eine Gefahr für Benutzer der Trinkwasserinstallation dar und sollen mit der Maßnahme aus § 11 Abs. 1 Satz 3 in das routinemäßige Kontrollsystem eingebunden werden, um auch kleinste verfahrenstechnische oder mikrobiologische Abweichungen frühzeitig zu erkennen und rechtzeitig Schutzmaßnahmen zu ergreifen. Gerade im öffentlichen Bereich besteht eine gewisse Gefährdung, die trinkwasserassoziiert ist, da es sich in den Gebäuden um einen wechselnden Personenkreis handelt. Bestätigt wird diese Annahme auch durch aktuelle Forschungsergebnisse, denn das Forschungsverbundvorhaben „EnEff: Wärme – Verbundvorhaben Energieeffizienz und Hygiene in der Trinkwasser-Installation“ konnte einen Zusammenhang zwischen positiven Legionellenbefunden und dem Einsatz von Enthärtungsanlagen finden. Die Forscher fanden heraus, dass das Risiko eines positiven Legionellenbefunds in der zentralen Warmwasserverteilung mit dem Einbau einer Enthärtungsanlage signifikant steigt. Demnach ist allein aus gesundheitlichen Gründen der Einbau einer Enthärtungsanlage mit großer Sorgfalt verbunden und sollte nach Abwägung aller Gegebenheiten nur in Ausnahmefällen oder bei vorgeschriebenen Wasserqualitäten für spezielle Anwendungen erfolgen.

Korrosionsschutz

In vielen Trinkwasserinstallationen spielt bereits bei der Materialauswahl der Korrosionsschutz eine wichtige Rolle, aber auch in Bestandsgebäuden, lässt die zunehmende Alterung mancher Anlagen den Betreiber über Korrosionsschutz nachdenken.

Die gängigsten Verfahren im Bereich des Korrosionsschutzes ist die Dosierung von Polyphosphat, Orthophosphat und Silikat, die eine Schutzschicht auf den Rohrwandungen bilden sollen, damit die Korrosion der Rohrleitungen, bzw. der Form- und Verbindungsstücke nicht weiter zunimmt.

Hierbei werden aber vielfach die allgemein anerkannten Regeln der Technik vernachlässigt, die einen Einsatz von Korrosionsschutzmitteln nur in sehr engen Grenzen zulassen, wenn er überhaupt zugelassen ist. Grund hierfür ist § 7 der Trinkwasserverordnung, dessen Abs. 4 auch als Minimierungsgebot bekannt ist. Der Gesetzgeber erachtet das Zudosieren von Stoffen in das Trinkwasser als nicht notwendig, wenn die allgemein anerkannten Regeln der Technik eingehalten werden. In vielen Fällen lässt sich der Einsatz einer Korrosionsschutzanlage auch vermeiden, wenn der Rohrwerkstoff richtig ausgewählt wurde und der Betrieb der Trinkwasserinstallation ordnungsgemäß ist (vgl. „Auswahl der Werkstoffe“ auf Seite 80).

Die DIN 1988-200 führt in Abschnitt 3.4.1 Allgemeines hierzu aus: „Werkstoffe für Trinkwasserinstallationen müssen so geplant und ausgewählt werden, dass der Einsatz von Anlagen zur Behandlung von Trinkwasser nicht erforderlich ist.“ Kommt es also während des Betriebs zu einer Korrosion innerhalb des Rohrleitungssystems, ist der Wunsch des Betreibers nach einer kostengünstigeren Korrosionsschutzanlage verständlich, aber nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik ist ein Austausch des Rohrleitungssystems und damit verbunden die Anpassung des Rohrmaterials an die betriebstechnischen Gegebenheiten notwendig oder aber auch die Anpassung des Betriebs der Trinkwasserinstallation (z. B.: Entfernen einer Enthärtungsanlage). Die EN 806 Teil 2 führt in Abschnitt 12.2.10 zum Thema der Wasserbehandlung aus: „Der Einbau einer Wasserbehandlungsanlage innerhalb von Gebäuden hat den Zweck, Korrosion und Steinbildung zu verhindern, sie sollte nicht dazu dienen, falsche Planung und ungeeignete Werkstoffwahl auszugleichen. Dem Austausch und/oder der Verbesserung der Planung ist der Vorzug zu geben, wo immer dies möglich ist.“ Auch auf europäischer Ebene wird die Meinung vertreten, dass es sich bei Korrosion um eine durch Werkstoffaustausch vermeidbare Beeinträchtigung der Trinkwasser-Qualität handelt. Bei diesen Sätzen unberücksichtigt bleibt die Betriebsweise einer Trinkwasserinstallation, denn durch den Einsatz einer Enthärtungsanlage kann sich die Zusammensetzung des Trinkwassers ändern und das Wasser korrosiv auf das verwendete Rohrmaterial wirken. Ein weiteres Problem für die Integrität des Rohrleitungssystems stellt eine kontinuierliche Zudosierung von Chlordioxid oder ähnlichen desinfizierend wirkenden Substanzen dar, wenn diese nicht vorher vom Hersteller freigegeben wurden. Selbst unter Verwendung von Edelstahl kann es bei dieser Betriebsweise in einer Trinkwasserinstallation zu Korrosion kommen, die eigentlich vermeidbar gewesen wäre. Auch in diesem Fall ist eine Bekämpfung der Korrosion durch die Dosierung von Phosphaten keine Lösung, da das eigentliche Problem der Trinkwasserinstallation nicht behoben wird.

Bisher unberücksichtigt bleibt die hygienische Komponente der Phosphatdosierung. Wie bereits wissenschaftlich erforscht wurde, stellen Phosphate nicht nur beim Menschen einen essentiellen Baustein des Zellmetabolismus dar, sondern auch bei Bakterien. Gerade in Trinkwasserinstallationen bietet die Phosphatdosierung eine gute Nährstoffquelle für Bakterien und beachtet man noch die übliche Stagnationsdauer innerhalb einer Trinkwasserinstallation, wird die Nährstoffmigration in den Biofilm noch begünstigt. Bei der Phosphatdosierung stellt sich also die Frage, ob diese überhaupt im Einklang mit der Trinkwasserverordnung steht, da sie mittelbar das Risiko einer Infektion mit pathogenen Krankheitserregern erhöht. Wird demnach eine Phosphatdosierung eingesetzt um die Korrosion zu bekämpfen, kann es sich bei dieser Maßnahme allenfalls um eine kurzzeitige Maßnahme handeln, da mit steigender Dauer das Risiko einer mikrobiellen Belastung steigt. Auch für Vermieter kann die aufgeschobene Sanierung Folgen haben, nicht nur, dass er nach § 618 BGB generell verpflichtet ist, hygienisch unbedenkliches Wasser zu liefern, er kann die Kosten für das Dosiermittel auch nicht von den Mietern als umlagefähige Betriebskosten wieder einfordern. In einem gerichtlichen Streitfall wurde festgestellt, dass die Phosphatdosierung lediglich der Korrosionsvermeidung diene und keine kalkstabilisierende Wirkung hatte. Dies führte letzten Endes dazu, dass die Kosten für den Betrieb der Dosieranlage nicht als umlagefähige Kosten umgelegt werden konnten und in diesem Fall vom Vermieter im Rahmen der Instandhaltungskosten selbst getragen werden mussten. Natürlich ist dies ein Einzelfall und nicht höchstrichterlich entschieden, aber auch hier zeigt sich, dass das Dosieren von Chemikalien ins Trinkwasser ein rechtlich diffiziler Bereich ist.

Kontinuierliche Trinkwasserdesinfektion

Die kontinuierliche Desinfektion durch Zudosieren von Chemikalien ist kein nachhaltiger Lösungsweg gegen Mikroorganismen im Trinkwasser. Auch die „Energiespar-Idee“, bei kontinuierlicher Trinkwasserdesinfektion die Warmwasser-Temperatur im System absenken zu können, ist weder effektiv noch gemäß § 18 der Trinkwasserverordnung erlaubt. Desinfektionsmaßnahmen sind nach § 18 Abs. 4 nur in Sonderfällen und auf Anordnung des Gesundheitsamtes erlaubt und damit an zahlreiche Bedingungen geknüpft. Im speziellen Fall einer zeitlich begrenzten Zugabe von chemischen Desinfektionsmitteln muss diese im Einklang mit der Trinkwasserverordnung und mit Genehmigung des Gesundheitsamtes erfolgen. Nach derzeitigem Kenntnisstand werden Legionellen aber dadurch nicht ausreichend beseitigt. Eine permanente Desinfektion mit Chemikalien ist demnach nicht zweckmäßig. Außerdem erhöhen alle nach § 20 der Trinkwasserverordnung gelisteten und zugelassenen chemischen Desinfektionsmittel aufgrund ihrer stark oxidierenden Eigenschaften die Korrosionswahrscheinlichkeit.

Der durch den Desinfektionsstress bei vielen Bakterien erzeugte VBNC-Zustand (viable but not culturable; lebend, aber nicht kultivierbar) kann zu einer Unterschätzung der Anwesenheit von hygiene relevanten Mikroorganismen und zu einer Überschätzung der Effektivität von Desinfektionsmaßnahmen führen. Durch den Eintritt in den VBNC-Zustand lassen sich hygiene relevante Mikroorganismen nicht mehr mit den dafür standardisierten Kulturmethoden

nachweisen. Da VBNC-Zellen dadurch gekennzeichnet sind, dass sie immer noch Anzeichen von Vitalität zeigen, sind sie nicht als irreversibel inaktiviert anzusehen. Eine Rückkehr in den kultivierbaren und auch infektiösen Zustand kann somit nicht ausgeschlossen werden, obwohl sie in der Trinkwasserprobe nicht festgestellt wurden.^[1]

Die prophylaktische chemische oder thermische Desinfektion ist nach § 18 Abs. 4 der TrinkwV grundsätzlich nicht erlaubt. Der dauerhafte Einsatz von chemischen/elektrochemischen Desinfektionsmitteln in der Trinkwasserinstallation ohne Beseitigung der eigentlichen Ursache für das Vorhandensein der Mikroorganismen, also der in der Regel einhergehenden technischen und betrieblichen Mängel, widerspricht prinzipiell dem Minimierungsgebot nach § 7 Abs. 4 Trinkwasserverordnung und verstößt gegen § 13 Abs. 1 Trinkwasserverordnung. Vielmehr ist der Betreiber einer Gebäudewasserversorgungsanlage zur Beachtung mindestens der allgemein anerkannten Regeln der Technik verpflichtet. Denn ist eine Trinkwasserinstallation nach den a. a. R. d. T. errichtet worden und wird sie betrieben, wie zwischen Planer und Betreiber festgelegt, und im Raumbuch dokumentiert, so ist das Vorhandensein von Mikroorganismen in unzulässigen Konzentrationen ausgeschlossen. Eine kontinuierliche Desinfektion ohne zielführende Ertüchtigung der Trinkwasserinstallation steht somit im Widerspruch zur Trinkwasserverordnung. Beschreibungen für chemische Desinfektionen wie „spezielles Sanierungsverfahren“, „zerstörungsfreie Installations-Instandsetzung“, „chemische Sanierung“ oder „mikrobiologische Sanierung“ sind der Situation nicht angemessen und machen in der Wortbedeutung wie auch fachlich keinen Sinn. Es kann nur „technisch“ nachhaltig saniert werden.

Bei einer periodischen, temporären Temperaturerhöhung im Warmwasserspeicher inklusive Zirkulationssystem (zum Beispiel eine „Legionellenschaltung“ oder „Legionellenschleuse“) handelt es sich gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 551 und W 551-3 um keine thermische Desinfektion (siehe dazu auch Tabelle 8, DVGW-Arbeitsblatt W 551-2). Auch hier können Mikroorganismen vorübergehend in den VBNC-Zustand übergehen, daher ist eine solche Maßnahme nicht zielführend. Weiterhin kann sie bei dauerhafter Anwendung zu einer Schädigung der eingebauten Produkte und Werkstoffe führen.

Legionellenschaltung oder thermische Desinfektion kann gesundheitsgefährdende Konzentrationen von Legionellen im Trinkwasser nicht zuverlässig verhindern. Das belegen entsprechende wissenschaftliche Untersuchungen. Schlimmstenfalls ist sogar das Gegenteil der Fall: Wird Trinkwasser warm (PWH) regelmäßig über 60 °C erhitzt, wie bei der Legionellenschaltung, können sich hitzeresistente Bakterien entwickeln. Das gilt insbesondere für die für Menschen gefährlichste Legionelle, die Unterart *Legionella pneumophila*. Diese ist weltweit für über 90 Prozent aller durch Legionellen verursachten Erkrankungen verantwortlich.

[1] Biofilm-Management, Hans-Curt Flemming, 2014

In Trinkwasserinstallationen ist ihr bevorzugtes Biotop der an den Innenwänden des gesamten Rohrleitungssystems haftende Biofilm. In diesen Biofilmen leben sie mit einer Dichte von bis zu 100.000 KBE/cm² gemeinsam mit anderen Mikroben. Legionellen nutzen dabei vorwiegend Amöben (in und außerhalb von Biofilmen) als Wirtstiere. In deren Innerem ernähren und vermehren sie sich recht komfortabel. Oftmals existieren in einer Amöbe mehrere hundert Legionellen gleichzeitig. Sowohl Biofilm als auch Amöbe dienen den Mikroben zudem als Schutz vor gefährlichen äußeren Einflüssen chemischer, biologischer und – für diese Betrachtung wichtig – thermischer Art. Ein Laborversuch macht das deutlich: Die Anzahl von frei im Wasser lebenden Legionellen wurde bei einer Temperatur von 50 °C in 45 Minuten drastisch reduziert. Hingegen brauchte die gleiche Reduzierung in gleich warmem Wasser bei in Amöben „versteckten“ Legionellen zwischen 10 und 13 Stunden! Ähnliches ist für die Konzentration von Legionellen im „Schutzraum“ Biofilm anzunehmen.

Werden Legionellen öfter hohen Temperaturen ausgesetzt, passen sie sich auch den veränderten Umweltbedingungen an und entwickeln eine immer größere Widerstandsfähigkeit. Das macht sowohl die Legionellenschaltung (> 60 °C) als auch die thermische Desinfektion (> 70 °C) auf Dauer wirkungslos. Zudem werden die überlebenden und weiter wachsenden Stämme robuster gegen thermische „Attacken“. Die beschriebenen Befunde werden durch unterschiedlichste Studien bestätigt. Sie lassen den einen Schluss zu: Zwar haben thermische Desinfektionen einen gewissen (kurzfristigen) Effekt auf die Legionellenkonzentration in Trinkwasserinstallationen. Das hängt jedoch von zahlreichen Unwägbarkeiten und Variablen ab. Ob damit Legionellen in Trinkwasserinstallationen dauerhaft und verlässlich unschädlich gemacht werden können, ist bis zum heutigen Stand äußerst fraglich.

Wird bei einer Trinkwasser-Probenahme nach DIN EN ISO 19458 Zweck b eine mikrobielle Belastung festgestellt, die dem technischen Maßnahmenwert für Legionellen entspricht oder darüber liegt, dann muss grundsätzlich von einem technischen Mangel ausgegangen werden. Mängel aus hygienischer Sicht liegen insbesondere dann vor, wenn gesetzliche Vorgaben, allgemein anerkannte Regeln der Technik mit hygienischer Relevanz, Empfehlungen des Umweltbundesamts oder Empfehlungen des Robert Koch-Instituts für medizinische Einrichtungen nicht eingehalten oder nicht ausreichend beachtet werden.

Nicht jede technische Auffälligkeit bedeutet einen Mangel, der eine Sanierung erforderlich macht. Allerdings muss jede Auffälligkeit bewertet werden, selbst wenn keine mikrobielle Belastung vorliegt. Eine umgehende Störungsbeseitigung technischer Mängel ist erforderlich, denn es gilt, eine schwierig zu beseitigende Verkeimung als Folge des Mangels zu vermeiden (Vorsorgeprinzip). Um unmittelbare Gesundheitsgefährdungen durch Mikroorganismen zu vermeiden, kann als Sofortmaßnahme der Einsatz endständiger bakteriendichter Filter an ausgewählten Entnahmestellen übergangsweise den Weiterbetrieb der Trinkwasserinstallation während des Sanierungszeitraums ermöglichen. Die Standzeiten und Einsatzgrenzen der jeweiligen Produkte müssen zwingend eingehalten werden. Ebenfalls muss beachtet werden, ob die Werkstoffe im Filter, die im Kontakt mit Trinkwasser stehen, den aktuellen Vorgaben



des Umweltbundesamts entsprechen. Aktuell muss noch die Zulässigkeit der verwendeten Membranen nach der neuen TrinkwV geklärt werden, hier gibt es zum jetzigen Zeitpunkt noch keine definitive Festlegung vom Regelssetzer. Zum Beispiel weisen silberbeschichtete Modelle höhere Standzeiten und damit Kostenvorteile auf, dürfen aber nach § 13 Abs. 3 der Trinkwasserverordnung nicht im Kontakt mit Trinkwasser eingesetzt werden, da Silber nicht auf der Positivliste des Umweltbundesamts für den Einsatz metallener Werkstoffe im Kontakt mit Trinkwasser geführt wird. Mit Ausnahme von Hochrisikobereichen in Krankenhäusern sollten endständige Filter nur vorübergehend bis zur Wiederherstellung mikrobiell einwandfreier Verhältnisse installiert und eingesetzt werden.

Ein dauerhafter Sanierungserfolg ist in der Regel nur in Kombination von bautechnischen mit verfahrenstechnischen Maßnahmen zu erwarten. Ist während der technischen Sanierung eine gesundheitsgefährdende mikrobielle Kontamination vorhanden, kann der Einsatz einer Trinkwasserdesinfektion bis zur vollständigen Sanierung der Trinkwasserinstallation zielführend sein. Jedoch muss immer geprüft werden, ob nicht andere Maßnahmen, wie z. B. endständige Filter, besser geeignet sind.

Wenn eine Trinkwasserdesinfektion unvermeidbar ist, dann setzen Verordnungen und Regelwerke dieser verfahrenstechnischen Maßnahme enge Grenzen: Vor Anwendung einer Desinfektion muss sichergestellt sein, dass alle Teile des Systems in puncto thermischer bzw. chemischer Beständigkeit für die Durchführung der Maßnahme geeignet sind. Das Desinfektionsverfahren muss auf die in der Trinkwasserinstallation vorhandenen Werkstoffe abgestimmt werden. Die hierzu notwendigen Nachweise müssen mit dem Hersteller der Bauteile, Apparate und Rohrleitungen der Trinkwasserinstallation abgestimmt werden. Die Desinfektion muss mit allen relevanten Begleitumständen vollständig dokumentiert werden. In keinem Fall ersetzt eine Desinfektion die Sanierung einer Trinkwasserinstallation.^[1]

Eine technische Sanierung muss möglichst schnell erfolgen und darf nicht durch eine Trinkwasserdesinfektion hinausgezögert werden. Ziel der Zugabe eines Desinfektionsmittels ist nur die Minimierung der Vermehrung von Mikroorganismen (insbesondere von Krankheitserregern). Bei einem Ausfall, einer Störung oder einer Unterbrechung der Desinfektionsmitteldosierung vor Beendigung der kompletten Sanierung muss deswegen mit einem Anstieg der mikrobiellen Belastung gerechnet werden.

Eine wesentliche Voraussetzung für die Wirkung des Desinfektionsmittels ist, dass dieses in ausreichender Konzentration in alle kontaminierten Bereiche der Trinkwasserinstallation gelangt. Vor Beginn der Desinfektion muss deshalb anhand des Bestandsplans geprüft werden, ob und durch welche Maßnahmen dies gesichert werden kann.

[1] DVGW Arbeitsblatt W 551-2, Hygienisch-mikrobielle Auffälligkeiten in Trinkwasser-Installationen, Methodik und Maßnahmen zu deren Behebung, DVGW, Bonn, 08/2022.

Wichtige Maßnahmen sind zum Beispiel:

- Die Sicherstellung der Zirkulation durch einen hydraulischen Abgleich des Zirkulationssystems (siehe DIN 1988-300).
- Die regelmäßige Wasserentnahme an allen Entnahmestellen (bestimmungsgemäßer Betrieb); ist diese nicht gegeben, muss eine regelmäßige Wasserentnahme simuliert werden, beispielsweise durch Umsetzung eines Spülplans.
- Die Abtrennung und der Rückbau nicht ausreichend genutzter Leitungen.
- Die Reinigung der Trinkwasserinstallation (siehe DVGW-Arbeitsblatt W 551-3).
- Die korrekte Absicherung von Nichttrinkwassersystemen, anschlussnah (EN 1717).

Neben den relevanten mikrobiologischen Parametern sind bei einer Desinfektion auch die in der § 20-Liste des Umweltbundesamts genannten Desinfektionsnebenprodukte zu bestimmen. Im Fall der Dosierung von Chlor oder Hypochloritverbindungen sind dies die Konzentrationen von Trihalogenmethan (THM) sowie Bromat (nur bei Hypochloritverbindungen). Bei der Verwendung von Chlordioxid müssen Chlorit und Chlorat erfasst werden.

Die zugesetzte Menge des Desinfektionsmittels muss, unabhängig von einer aus der Pumpenlaufzeit errechneten Dosiermenge, wöchentlich erfasst und dokumentiert werden. Die Konzentration des Desinfektionsmittels im Trinkwasser muss täglich an der Dosierstelle nächstgelegenen Entnahmestelle im Kaltwasser und gegebenenfalls an mehreren hydraulisch ungünstig gelegenen Entnahmestellen (im Warmwasser) bestimmt und dokumentiert werden. Die dazu erforderlichen Proben müssen nach der Dosierstelle und repräsentativ in der Gebäudeperipherie entnommen werden. Sowohl die wöchentliche Erfassung als auch die tägliche Messung an der Dosierstelle können bei kontinuierlicher Messung und Datenspeicherung entfallen. Dabei muss das Desinfektionsmittel in den Leitungen durch den bestimmungsgemäßen Betrieb regelmäßig erneuert werden. Schon eine teilweise Nichtbenutzung der Trinkwasserinstallation macht jede Desinfektion unwirksam. Der Betreiber muss den betroffenen Verbrauchern immer zu Beginn der Zugabe eines Desinfektionsmittels die Art des Desinfektionsmittels und dessen Konzentration im Trinkwasser unmittelbar schriftlich mitteilen (vgl. § 26 Abs. 1 Trinkwasserverordnung). Es bleibt festzuhalten, dass eine Trinkwasserdesinfektion höchstens bis zum Abschluss der Maßnahmen einer Gesamtsanierung im Sinne der Trinkwasserverordnung erlaubt sein kann.

Liegt eine mikrobielle Kontamination in einer Trinkwasserinstallation oder in Teilbereichen vor, muss sie zum Gesundheitsschutz umgehend beseitigt werden. Eine Dekontamination erfolgt in der Regel zunächst durch Reinigung (Spülung). Nur wenn die Spülung oder andere Reinigungsmaßnahmen nicht erfolgreich sind, darf eine chemische Desinfektion der Anlage (Anlagendesinfektion) in Betracht gezogen werden. Angaben zu möglichen Verfahrensweisen und Vorgaben (Konzentration, Werkstoffverträglichkeit) für die Reinigung und Desinfektion finden sich beispielsweise im DVGW-Arbeitsblatt W 551-3.

Das Ziel ist, die in Biofilmen vorhandenen unerwünschten Mikroorganismen abzutöten bzw. zu inaktivieren. In jedem Fall ist aber der erste Schritt die Reinigung. Denn in Partikeln oder Korrosionsprodukten eingebettete Bakterien lassen sich mit Hilfe von Desinfektionsmitteln so gut wie nicht abtöten, da diese die Mikroorganismen nicht erreichen. Daher müssen die Partikel oder Korrosionsprodukte durch Spülen oder andere Reinigungsmaßnahmen entfernt werden. Selbst wenn nach der Reinigung die Desinfektion der Anlage als zusätzliche Sicherheitsmaßnahme erforderlich ist, kann sie aber nur dann nachhaltig wirken, wenn die Ursachen für die Verunreinigungen, insbesondere die einer mikrobiellen Kontamination, beseitigt worden sind.

Wenn eine Anlagendesinfektion unumgänglich ist, verlangt der Prozess größte Sorgfalt. Zum Reinigen mit chemischen Zusätzen sind Vorrichtungen zum Einschleusen und zur Entsorgung der Spülwässer erforderlich. Deshalb dürfen diese Arbeiten nur Fachbetriebe durchführen. Die Werkstoffverträglichkeit muss überprüft und von dem ausführenden Fachbetrieb oder den Herstellern der Installationskomponenten bestätigt und protokolliert werden (Nachweis).

Des Weiteren muss die Anlagendesinfektion anhand des vorliegenden Strangschemas der Installation geplant und ausreichend dokumentiert werden. Um durch den Einsatz von Reinigungsmitteln die beabsichtigte Wirkung zu erreichen, ist es notwendig, die Art der Ablagerungen oder Verunreinigungen zu ermitteln. Nur so ist sichergestellt, dass diese auch durch die Reinigungsmittel entfernt werden können.

Reinigungsmittel können, sofern sie organische Komponenten enthalten, sogar zu einer Vermehrung von Mikroorganismen im Trinkwasser führen. Daher sollten nur nach dem DVGW-Arbeitsblatt W 319 geprüfte Reinigungsmittel verwendet und deren Einsatz auf das unbedingt notwendige Maß beschränkt werden. Organische Säuren, wie beispielsweise Zitronensäure oder Essigsäure, dürfen für die Reinigung grundsätzlich nicht eingesetzt werden, da in der Trinkwasserinstallation verbleibende Reste zu einer Aufkeimung führen können.

Für die Durchführung von Sanierungen empfiehlt Viega die DVGW-Arbeitsblätter W 551-2 und W 551-3, die eine Anleitung für die mögliche Vorgehensweise im Falle einer Kontamination bieten. Auch hier muss beachtet werden, dass für diese Arbeitsblätter ebenfalls die Vermutungswirkung gilt und diese deswegen nicht per se als allgemein anerkannte Regel der Technik für die Sanierung von Trinkwasserinstallationen zu sehen sind.

Das Gesundheitsamt kann darüber hinaus weitere Festlegungen treffen (siehe § 61 Trinkwasserverordnung).

Desinfektionen in Trinkwasserinstallationen sind keine Allzweckwaffe, sondern sind nur in Sonderfällen und engen Grenzen erlaubt:

- Permanente Trinkwasserdesinfektionen stehen grundsätzlich im Widerspruch zum Minimierungsgebot der Trinkwasserverordnung.
- Die chemische Desinfektion ist nach § 18 Abs. 4 nur noch im Rahmen einer geplanten Sanierung zeitlich begrenzt erlaubt.
- Legionellschaltungen sind nicht mit einer thermischen Desinfektion gleichzusetzen und wie diese selbst nach TrinkwV nicht mehr erlaubt.
- Eine hygienische Trinkwasserinstallation muss gemäß der Trinkwasserverordnung auf der Einhaltung mindestens der allgemein anerkannten Regeln der Technik für die Planung, die Installation und den bestimmungsgemäßen Betrieb basieren.
- Mikrobielle Kontaminationen haben immer technische Mängel als Ursache und müssen demnach baulich beseitigt werden.

Erdverlegte Leitungen

Für erdverlegte Hausanschluss- und Grundstücksleitungen müssen die Anforderungen der DIN EN 805^[1] und der DVGW-Arbeitsblätter W 400-1^[2] und W 404^[3] berücksichtigt werden. In der Regel werden solche Leistungen nicht durch den Installateur, sondern von Wasserversorgungsunternehmen bereitgestellt und sollten daher im Einzelfall mit dem Wasserversorgungsunternehmen besprochen werden.

Mit der DIN 1988-300^[4] wird für die Auslegung der Wassertemperatur in den erdverlegten Leitungen eine Temperatur von 10 °C angenommen. Mit Beendigung des Forschungsprojekts „Energieeffizienz und Hygiene“ konnte diese Annahme für die Hauseintrittstemperatur allerdings nicht bestätigt werden. Die Forscher fanden heraus, dass die Hauseingangstemperatur durchschnittlich bei rund 14,2 °C und damit 4,2 Grad über dem bei der Berechnung angenommenen Wert liegt.^[5] Erschwerend kommt hinzu, dass auch die Wasserversorger zunehmende Temperaturüberschreitungen innerhalb ihrer Rohrleitungsnetze feststellen. Teilweise übersteigen die Temperaturen in Deutschland bereits die vom DVGW-Arbeitsblatt W 400 vorgeschrie-

[1] DIN EN 805 Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden

[2] W 400-1 Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (TRWW); Teil 1: Planung

[3] W 404 Wasseranschlussleitungen; Planung und Errichtung

[4] DIN 1988-300 Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 300: Ermittlung der Rohrdurchmesser; Technische Regel des DVGW

[5] K. Rühling, C. Schreiber, C. Lück, G. Schaule, A. Kallert, EnEff: Wärme-Verbundvorhaben, Energieeffizienz und Hygiene in der Trinkwasser-Installation, Schlussbericht, 2018.

benen Temperaturgrenzwerte von 20 °C bei Weitem.^[1] Steigende Bodentemperaturen erwärmen das Wasser in den Verteilungen der Versorgungsunternehmen zusätzlich.^[2] Durch diese Überschreitung kann es nicht nur zu einem bakteriellen Wachstum innerhalb der Gebäudewasserversorgungsanlage kommen, sondern auch der Betreiber einer Trinkwasserinstallation kann nicht mehr seiner gesetzlichen Pflicht nachkommen, eine den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechende Installation zu betreiben. Denn eine gelieferte Temperatur von 25 °C liegt mit 15 Grad deutlich über dem angenommenen Wert und lässt dem Betreiber keine Möglichkeiten mehr, die betriebsbedingten Temperaturerhöhungen in einem hygieneunkritischen Maß zu halten.



Abb. 10: Durch Umwelteinflüsse, wie gestiegene Oberflächentemperaturen, wird das Trinkwasser mittlerweile schon auf dem Weg zum Hausanschluss deutlich stärker erwärmt, als dies noch vor einigen Jahren der Fall war. Ein beträchtliches Risiko für den Erhalt der Trinkwassergüte! (Foto: Martin)

In Berlin wurden z. B. Tiefenmessungen vorgenommen, um das differierende

[1] E. Osmancevic, M. Engelfried, R. Friedmann, Erhöhte Temperaturen in Trinkwasser-Versorgungssystemen, Energie Wasser Praxis, 09/2018, S. 58–63.

[2] energie | wasser-praxis 3/2010, Klimawandel und Wasserversorgung, S. 22.

Temperaturniveau des zur Trinkwassergewinnung gesammelten Rohwassers aufgrund von Umwelteinflüssen zu dokumentieren. In etwa 1 Meter Tiefe wurden dabei im September mehr als 20 °C gemessen, ab 3 Meter immer noch 18,8 °C – typisch für verdichtete Großstädte. Im Zentrum fällt die Grundwassertemperatur nicht mehr unter 14 °C, obwohl es aufgrund der Jahres-Durchschnittstemperatur an der Oberfläche etwa 10 °C sein müssten. Ursache sind die dichte Bebauung, Wärmequellen wie Tiefgaragen, U-Bahnen, Parkgaragen, Kanäle etc. sowie die allgemein gestiegenen Temperaturen.^[1]

Da die Temperaturüberschreitungen mit dem sich verstärkenden Klimawandel eher zu- als abnehmen, sollte vor Beginn der Planungen beim Wasserversorger eine schriftliche Auskunft über die Temperatur des gelieferten Wassers angefordert werden. Somit kann man zumindest frühzeitig in der Planungsphase auf mögliche Temperaturüberschreitungen reagieren und deren Einfluss reduzieren oder durch alternative Verlegekonzepte und Verfahren (z. B. Zirkulation mit Kühlung für PWC) deren Auswirkungen ausgleichen. Außerdem erleichtert es dem Planer im Falle von Kontaminationen in Folge des zu warmen Trinkwassers kalt, seine Planungsgrundlage besser darlegen zu können.

Dehnungsausgleicher und Kompensatoren

Das Maß der zu erwartenden werkstoffspezifischen thermischen Längenausdehnung von Rohrleitungen für Trinkwasser warm oder für das Zirkulationssystem verhält sich proportional zur Differenz zwischen der Einbautemperatur und der maximalen Betriebstemperatur, die z. B. bei thermischen Desinfektionen 70–85 °C beträgt. Die zu erwartenden Längenänderungen müssen konstruktiv durch den Einsatz von Biegeschenkeln, U-Bögen oder Kompensatoren ausgeglichen werden. Die thermische Längenausdehnung metallener Rohrleitungen ist geringer als die von Kunststoff- und Metallverbundrohrsystemen. So werden Kellerverteil- und Steigleitungen wegen des geringeren Aufwands für den Längenausgleich meist in Kupfer oder Edelstahl ausgeführt. In Vorwand-Installationen oder im Bodenaufbau sind die Leitungen meist kurz mit vielen Richtungsänderungen verlegt, sodass bei Verwendung von Kunststoff- und Mehrschichtverbundrohren keine besonderen Maßnahmen notwendig sind.

[1] CCI, Ausgabe 14/2018)

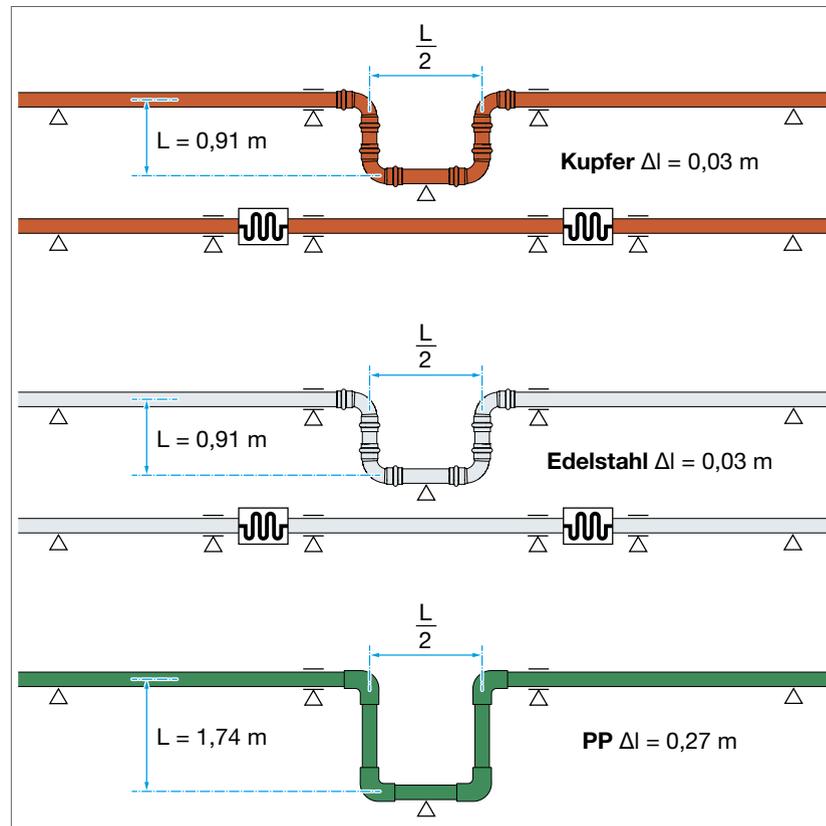


Abb. 11: Längenausdehnung bei Rohrleitungen

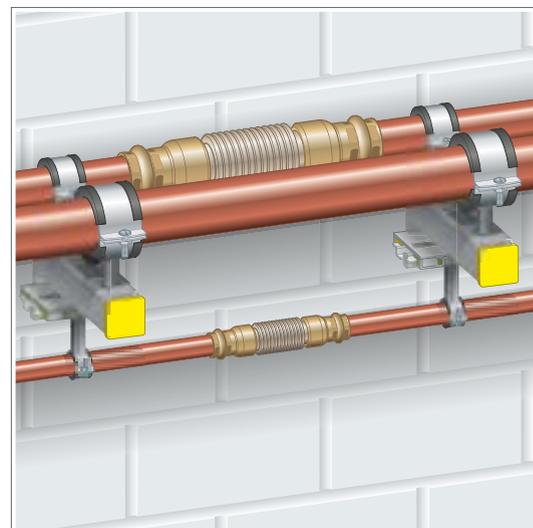


Abb. 12: Installation mit Axial-Kompensatoren

Die thermische Längenausdehnung von Kupfer und Edelstahl ist nahezu identisch und relativ gering (Abb. 11). Die großen Längenänderungen von Polypropylen-Rohren müssen mit erheblichem Platzbedarf von Dehnungsausgleichern aufgefangen werden.

Dehnungsausgleicher

Wenn die Einbausituationen U- oder Z-Dehnungsausgleicher gestatten, dann können deren Biegeschenkelängen wie folgt berechnet werden:

- Feststellen des größtmöglichen Temperaturunterschieds $\Delta\theta$.
- Bestimmung der Rohrlänge l_0 .
- Mit diesen Werten wird die Länge berechnet, um die sich der Rohrleitungsabschnitt insgesamt verlängert.
- Aus den Diagrammen der folgenden Seiten lässt sich dann die notwendige Rohrschenkelänge L_{Bz} bzw. L_{Bu} für die jeweiligen Rohrgrößen ablesen.

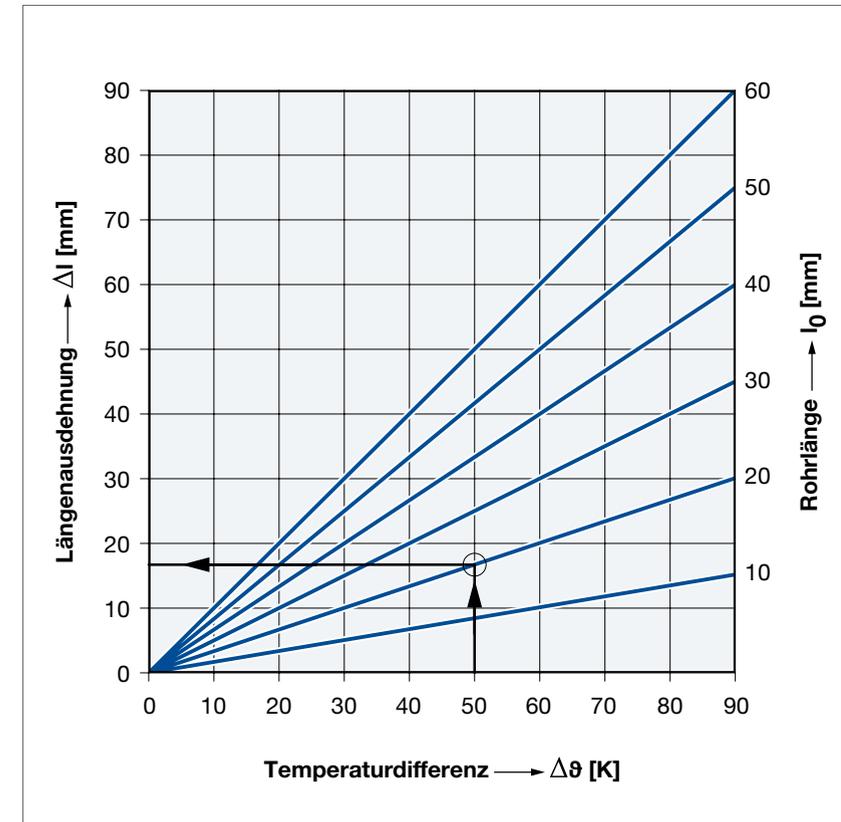


Abb. 13: Längenausdehnung metallener Rohrleitungen

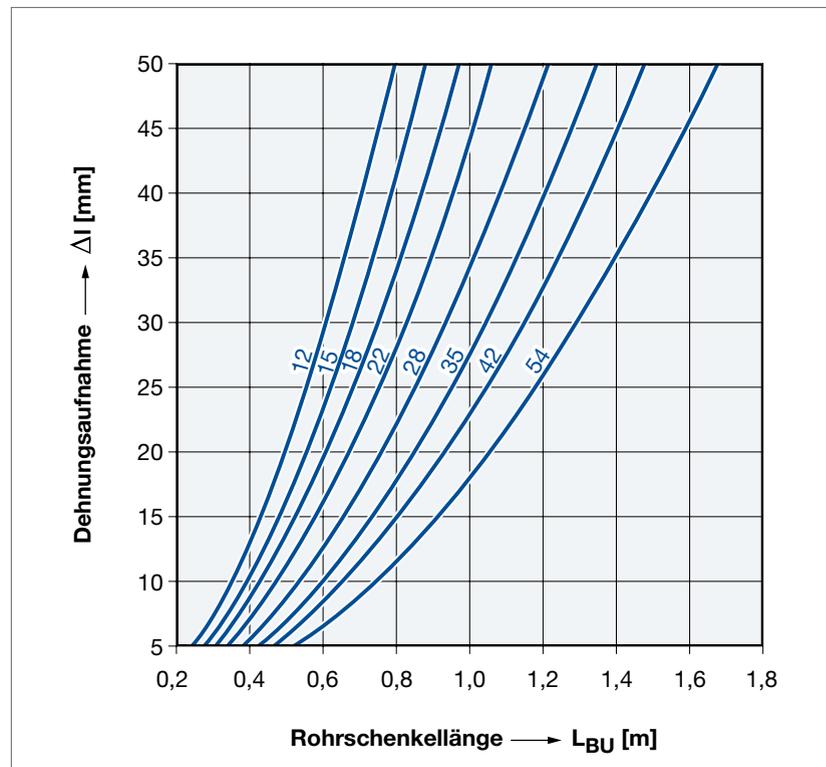


Abb. 14: Biegeschenkel in Z- oder T-Form

Beispiel

Gegebene Betriebsbedingungen:

- Die Betriebstemperatur liegt zwischen 10 und 60 °C. Damit ist $\Delta\theta = 50$ K
- Der Rohrleitungsabschnitt hat eine Länge von $l_0 = 20$ m
- Der Längenausdehnungs-Koeffizient für Edelstahl- und Kupferrohre ist $\alpha = 0,0165$ mm/m·K
- Werte in die Formel einsetzen $\Delta l = \alpha$ [mm/m·K] · L [m] · $\Delta\theta$ [K]
Daraus folgt: $\Delta l = 0,0165$ [mm/m·K] · 20 [m] · 50 [K] = $16,5$ mm
- Auswahl der U- oder Z-Form, je nach Platzverhältnissen.
- Ablesen der notwendigen Biegeschenkel-Länge L_{BZ} aus dem U- oder Z-Diagramm.

In diesem Beispiel für Z-Biegeschenkel: Auf der senkrechten Achse bei 16,5 mm waagrecht zur Linie der verwendeten Rohrgröße fahren und unten auf der waagerechten Achse die notwendige Biegeschenkel-Länge ablesen. Bei ausgewählter Rohrnennweite $\varnothing 28$ mm beträgt die Biegeschenkel-Länge $L_{BZ} = 1,3$ m. Bei metallenen Rohrleitungen können alternativ zu Biegeschenkeln platzsparende Kompensatoren eingesetzt werden. Dabei darf der laut Herstellerinformation maximal mögliche Dehnungsausgleicher nicht überschritten werden; ggf. muss die berechnete Längenausdehnung auf mehrere Kompensatoren aufgeteilt werden.

Rohrleitungen mit Kompensatoren müssen geradlinig verlegt werden, damit Längenausdehnungen axial aufgenommen werden können; Torsions- oder Scherkräfte müssen vermieden werden. Bei der Montage der Rohrleitungen müssen die Herstellerinformationen für die Anordnung von Fixpunkten und gleitenden Rohrführungen beachtet werden. Durch die Anordnung der nicht gleitenden Rohrleitung für Trinkwasser kalt wird das Befestigungssystem (SI-KLA) gegen seitliche Verschiebung stabilisiert, sodass hier auf eine zusätzliche Schrägabstützung verzichtet werden kann.

Rohrleitungsführung nach der Hausanschlussleitung

Grundsätzlich ist für die Ausführung von Hausanschlussleitungen ein Verlagsinstallationsunternehmen zuständig.

In diesem Kapitel soll allerdings ein besonderes Augenmerk auf die Temperatur im Hausanschlussraum gelegt werden. Die DIN 18012 in ihrer Neufassung vom April 2018 macht hier eine eindeutige Aussage, denn dort heißt es im Abschnitt 5.4.3, dass Temperaturen im Hausanschlussraum, die die Grenze von 25 °C ständig übersteigen, nicht zu tolerieren sind und deswegen Gegenmaßnahmen ergriffen werden müssen. Auch der Begriff ständig wurde hier nochmals explizit definiert und unter ständig wird eine Überschreitung der Temperatur von mehr als einer Stunde verstanden. Diese Temperatur ist insofern wichtig, als dass eine Temperatur über 25 °C in Stagnationszeiten auch eine Temperaturerhöhung im Trinkwasser kalt nach sich zieht und das Wachstum von pathogenen Mikroorganismen begünstigen kann. Sind dann noch Bauteile wie Trinkwasserfilter, Enthärtungsanlagen oder Aufbereitungsanlagen von Prozesswassern in dem Raum untergebracht, bietet sich für Bakterien eine immens große Oberfläche, bei der ein Bakterienwachstum stattfinden kann.

Selbst nach der VDI 6023 Blatt 1 wie auch der neuen Fassung und der VDI 2050 Blatt 2 darf sich die Trinkwasser-Temperatur in Hausanschlussräumen nicht über 25 °C erwärmen. Entsprechende Wärmequellen müssen vermieden werden. Nach dem Wasserzähler entscheiden meist die ersten Meter über den hygienischen Betrieb einer Trinkwasserinstallation. Hier können nicht gewartete Filter oder Enthärtungsanlagen als Brutstätte für pathogene Mikroorganismen zentral ganze Trinkwasserinstallationen kontaminieren und müssen daher in die routinemäßige Wartung mit einbezogen werden. Hier können sich auch installationstechnisch Möglichkeiten ergeben, nicht nur hygienische Risiken gering zu halten, sondern auch wirtschaftliche Investitionen einzusparen: Wird der Abgang zum Warmwasserbereiter bereits frühzeitig von der Kaltwasserleitung abgezweigt, kann nach dem Abzweig die Dimension der Kaltwasserleitung unter Umständen bereits verringert werden und das hygienische Risiko in Folge einer Stagnation kann deutlich reduziert werden. Gleiches gilt analog auch für den Abgang von Prozesswässern oder Feuerlöschleitungen, die frühzeitig abgezweigt bei einer Gefährdungsbeurteilung ein deutlich geringeres Risiko einer Kontamination aufzeigen. Häufig

wird diese Verlegungsart auch in der Praxis schon beobachtet, meist aber nicht bis zum Ende konsequent ausgeführt. Nicht nur die frühzeitige Abzweigung reduziert nach dem Hausanschluss das hygienische Risiko für die gesamte Installation, sondern auch das Setzen der Sicherungseinrichtung direkt hinter dem Abzweig von der Kaltwasserleitung. Durch die anschlussnahe Trennung von Trinkwasser kalt und Trinkwasser warm, Prozesswässern oder Feuerlöschleitungen ergeben sich für das Trinkwasser kalt geringere hygienische Risiken, da nahezu kein stagnationsgefährdetes Wasser in nicht abgesicherten Zuleitungen steht.

Für die Verteiler-Installation sollte der Strang mit der größten Dimension als letztes platziert und mittels Bogen der Übergang geschaffen werden (Abb. 15). Durch diesen Aufbau wird der gesamte Verteiler ideal durchströmt, da im letzten Strang die größte Abnahme erfolgt.

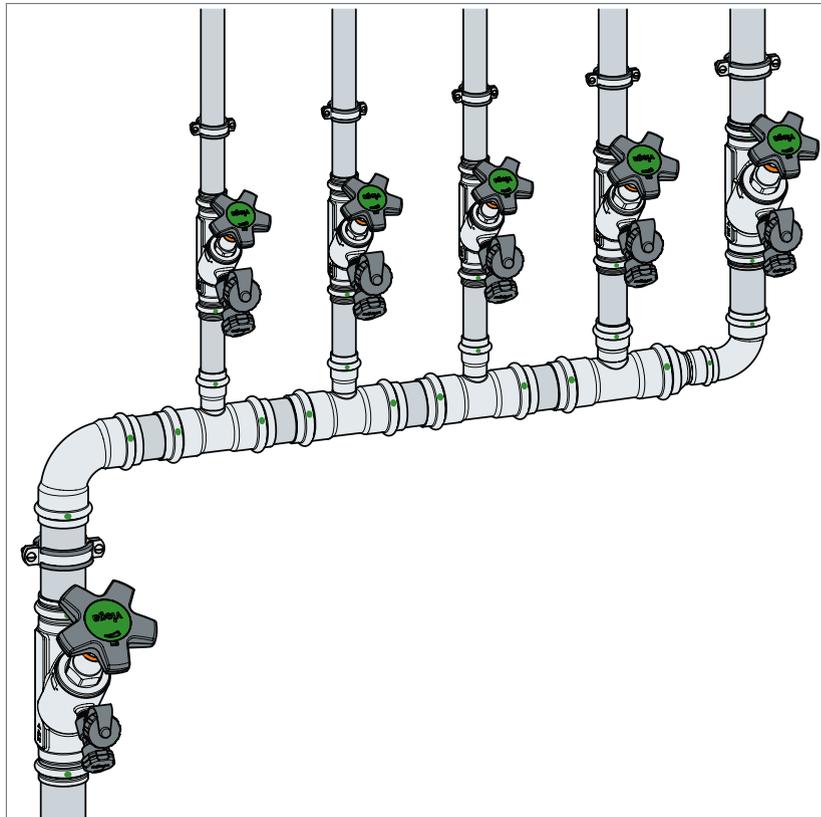


Abb. 15: Hygienisch optimierte Verteilerinstallation

Besonders im Bestand lassen sich aber noch hygienisch kritische Installationen finden, die nach damaligem Stand der allgemein anerkannten Regeln der Technik installiert wurden. Bei unten gezeigten Installationen lässt sich eindeutig erkennen, warum der Gesetzgeber die Formulierung der allgemein anerkannten Regeln der Technik gewählt hat, denn immer dann, wenn neue Erkenntnisse den Verdacht erhärten lassen, dass es zu hygienischen Problemen innerhalb der Installation kommt, muss der Betreiber einer Trinkwasserinstallation unverzüglich Verbesserungs- und Instandsetzungsarbeiten veranlassen.



Abb. 16: Filteranlage (redundante Ausführung)

- R 2 ½ Bypass für Filter
- Sichtkontrolle des Filters nicht möglich
- Filtereinsätze fehlen



Abb. 17: Filter am Hauseingang ohne Wartung und Inspektion

- Unzureichend gewarteter Filter
- Große Oberfläche ermöglichte Bakterienwachstum
- Zentrale Kontamination einer Trinkwasserinstallation

Verteilungskonzepte für Trinkwasser kalt

Bereits bei der Planung einer Trinkwasserinstallation muss berücksichtigt werden, dass eine Trinkwasser-Temperatur von 25 °C (empfohlen 20 °C) im Trinkwasser kalt nicht überschritten wird.^[1] Legionellen können zwar auch in kaltem Wasser vorkommen, sich bei Temperaturen unter 20 °C aber nicht nennenswert vermehren.^[2] Gebäude verfügen meistens über zusätzliche Wärmelasten, die im ungünstigen Fall das Trinkwasser kalt erwärmen können. Grundsätzlich erfolgt der physikalische Wärmeübergang immer von der warmen Seite in den kühleren Bereich. Dies betrifft insbesondere Installationen in Installationsschächten, Vorsatzschalen, abgehängten Decken und auch die Verlegung direkt unter Fußbodenheizungen (siehe auch DIN CEN/TR 16355). Trinkwasserinstallationen müssen daher thermisch getrennt, bzw. separat von Wärmequellen oder warmgehenden Leitungen verlegt werden. Bei der Planung und der Montage muss grundsätzlich die Verlegeregeln „Trinkwasser kalt unterhalb von Trinkwasser warm“ eingehalten werden (Wärmeströmung). Eine Rohrdämmung verzögert zwar zeitlich den Wärmeübergang, kann aber das Trinkwasser kalt nicht vollständig vor Wärmelasten aus der unmittelbaren Umgebung schützen (Fremderwärmung). Aus Sicht der Trinkwasser-Hygiene müssen daher auch Trinkwasserinstallationen (kalt) in Räumen mit hoher Umgebungstemperatur, z. B. Zentralen, als besonders kritisch eingestuft werden. Überschreitet deren Raumtemperatur 25 °C, sollte dort auf eine Planung und Verlegung von Leitungen für Trinkwasser kalt verzichtet werden. Dafür sind kühlere Nebenräume besser geeignet.

Der Schutz des Trinkwassers kalt vor Wärmelasten sollte bereits in der Anlagenplanung als passive Sicherheitsmaßnahmen berücksichtigt werden und zählt u. a. zu den Qualitätsmerkmalen einer Entwurfsplanung. Mängel einer unvorteilhaften Planung oder Ausführung lassen sich im Nachgang meistens nicht oder nur mit einem erheblichen Mehraufwand kompensieren.^[3]

Nach dem Hausanschluss kann die Rohrleitungsführung für Trinkwasser kalt im Gebäude nach zwei Verlegeprinzipien erfolgen: als vertikale oder als horizontale Verteilung. Kurz zusammengefasst, beziehen sich die Bezeichnung vertikal und horizontal auf die Lage der Etagenanschlussleitungen. Ein Beispiel für eine horizontale Verteilung ist beispielsweise ein Krankenhaus, bei dem die Zuleitungen für Trinkwasser kalt und Trinkwasser warm für die einzelnen Nutzungseinheiten in der abgehängten Decke verlaufen (nicht zu empfehlen, s. o.) und von einem gemeinsamen Schacht ausgehen.

[1] VDI 6023

[2] RKI-Ratgeber Legionellose

[3] https://www.amev-online.de/AMEVInhalt/Planen/Maschinenbau-und-Versorgungstechnik/Sanitaeranlagen_2021/Sanitaeranlagen_2021.pdf

Vertikale Verteilungskonzepte für Trinkwasser kalt finden sich vor allem in Bestandsgebäuden, da besonders hier aufgrund von Platzmangel alle Rohrleitungen in einem gemeinsamen Schacht geplant wurden (nicht zu empfehlen, s. o.). Hier verlaufen Heizungsleitungen mit Warmwasser- und Zirkulationsleitungen parallel zu Kaltwasserleitungen. Dies führt nicht selten zu Schachttemperaturen von über 25 °C und mehr und bedingt in Stagnationszeiten einen Anstieg der Kaltwassertemperaturen auf mehr als 20 °C. Diesen Effekt über eine, von der Warmwasserleitung adaptierte, 100 % Dämmung zu kompensieren, ist nicht zielführend, da in einer gedämmten Leitung die Wärmeaufnahme nur verzögert und einer Fremderwärmung nicht nachhaltig entgegengewirkt wird.

Wenn auf eine reine vertikale Verteilung nicht verzichtet werden kann, gibt es grundsätzlich die Möglichkeit, die Verteilung von warmgehenden und kaltgehenden Leitungen in zwei verschiedenen Schächten zu erwägen. Dabei müsste geprüft werden, ob sich in dem Gebäude Schächte für beispielsweise Abwasserleitungen und andere kaltgehende Leitungen befinden. Hier könnte die Kaltwasserleitung platziert werden, um Wärmequellen in einen räumlichen Abstand zur Kaltwasserleitung zu bringen.

Die horizontale Verteilung war lange Zeit für die Verteilung von Trinkwasser kalt als Standard etabliert, ist aber aufgrund der Fremderwärmung des Trinkwassers kalt nicht mehr zu empfehlen. Die bisherigen Standardverfahren (100 % Dämmung, thermisch trennende Bauteile an Entnahmemarmaturen) haben in der Praxis gezeigt, dass sie nicht ausreichend sind, um die hygienisch kritischen Temperaturen, die bei dieser Verlegungsart auftreten können, zu vermeiden. Besonders der lange parallel geführte Leitungsverlauf von warm- und kaltgehenden Leitungen in abgehängten Decken stellt die Hauptursache für die Fremderwärmung von Trinkwasser kalt dar.

Da diese Varianten nicht in allen Gebäuden umsetzbar sind, wird in einigen Fällen eine Kaltwasserzirkulation mit Kühlung notwendig sein. Hierbei wird analog der Warmwasserzirkulation eine Kaltwasserzirkulationsleitung zu einer zentralen Kühleinheit geleitet, wo das zirkulierende Wasser gekühlt wird. Da dies besonders in Stagnationszeiten von Interesse ist, reicht es aus, die Kühleinheit im Zirkulationslauf des Trinkwassers kalt zu platzieren und anders als bei der Bereitung von Trinkwasser warm temperatur- und zeitabhängig zu nutzen. Der Zirkulationskreis für Trinkwasser kalt wird geschlossen, indem das gekühlte Wasser an einer geeigneten Stelle wieder in die Leitung für Trinkwasser kalt zurückgeführt wird. In der Regel ist dies in der Nähe des Hausanschlusses, aus energetischer Sicht idealerweise an einer Stelle, an der das Trinkwasser kalt für die Bereitung von Trinkwasser warm bereits entnommen worden ist. Hierbei muss allerdings beachtet werden, dass eine Kaltwasserzirkulation mit Kühlung lediglich eine Kompensationsmaßnahme für ein Nichtbeachten der allgemein anerkannten Regeln der Technik ist. Wird die Vorgabe der thermischen Trennung von kaltgehenden Leitungen zu warmen Objekten nicht ordnungsgemäß ausgeführt, besteht bei Temperaturen größer 20 °C das Risiko des Wachstums von Legionellen und damit einer vermeidbaren Gesundheitsgefahr.

Die Planung solcher Zirkulationssysteme sollte digital mit Viptool Engineering erfolgen. Eine Kaltwasserzirkulation bietet nicht nur den Vorteil hygienisch einwandfreier Temperaturen im Kaltwasserleitungssystem, sondern auch den Vorteil, Komfortzeiten im Kaltwasser besser einzuhalten, denn nicht selten lassen sich in Geschosswohnbauten die geforderten Ausstoßzeiten für Trinkwasser kalt nicht einhalten. Bei der Umsetzung in Sanierungsobjekten bietet sich der Einsatz der Smartloop-Inlinertechnik (DVGW-Zertifizierung für Trinkwasser kalt und warm) an. Dadurch kann auf die zusätzliche Rohrleitung im Schacht verzichtet werden und der Inliner wird einfach nachträglich in das Rohr der Kaltwasserleitung geschoben. Bei einer anschließenden Verteilung des Trinkwassers kalt bis auf das Stockwerk und einer Stockwerkszirkulation ist diese Technik nicht mehr einsatzfähig, kann sich aber in Wohnbauten als kostengünstige Lösung erweisen. Hier sollte dann wie bei der Warmwasserleitung auch auf eine zusätzliche Rohrleitung gesetzt werden. Aber auch im Warmwasser bietet sich der Einsatz der Inlinertechnik an, da hier die wärmeabgebende Fläche deutlich reduziert wird und somit die Schachttemperatur u. U. gesenkt werden kann. Hierdurch verringert sich vor allem die Fremderwärmung des Trinkwassers kalt während Stagnationszeiten.

Eine planerische Lösung zum Schutz des Trinkwassers kalt vor Fremderwärmung – ohne den Einbau einer Kaltwasserzirkulation – ist eine vertikale Verlegung der Leitungen von Trinkwasser kalt, z. B. parallel zu den Abwasserfallsträngen und eine horizontale Verlegung aller warmgehenden Leitungen, z. B. in einer abgehängenen Decke. Hier ergibt sich der Vorteil, dass keine technischen Maßnahmen zur Temperaturhaltung notwendig sind und ressourcenschonend der Energie- und Wartungsaufwand für eine Kühleinheit entfällt.

Ein weiteres Optimierungspotenzial ergibt sich im Bereich der Vorwand-Installation. Einer Fremderwärmung für Trinkwasser kalt kann abgeholfen werden, indem die Leitungen für Trinkwasser kalt möglichst unten in der Vorwand, die Leitungen für Trinkwasser warm möglichst weit oben platziert werden. Beide Leitungen sollten als Reihenleitungen ausgebildet werden; so ist ein Wärmeeintrag in die Leitung für Trinkwasser kalt auf ein Minimum beschränkt.

Wird die Leitung für Trinkwasser kalt in einer Nutzungseinheit als Ringleitung ausgeführt, und die Leitung für Trinkwasser warm mit Zirkulationsleitung für Trinkwasser warm bis an die letzte Entnahmestelle herangeführt, auch mit einer thermischen Entkopplung, dann findet ein dauerhafter Wärmeeintrag in das Trinkwasser kalt statt und es kann zu einer Kontamination mit Legionellen kommen. Wenn diese Ringleitung auch durch eine auf Venturi-Prinzip basierte Durchströmung von Trinkwasser kalt durchflossen wird, kann aus einer lokalen Kontamination schnell eine systemische Kontamination werden.

Wenn die Zirkulation für Trinkwasser warm außerhalb der Nutzungseinheit verbleibt, z. B. im Flurbereich, dann kann das Trinkwasser kalt in der Nutzungseinheit maximal die Raumtemperatur annehmen, die mit wenigen Ausnahmen in der Regel unter 25 °C liegt. Auch die Anbindung der Rohrleitungen selbst spielt für die Trinkwasser-Temperatur kalt eine Rolle, denn wenn Trinkwasser warm und Trinkwasser kalt nebeneinander von oben oder unten an die Entnahmemarmatur geführt werden, ergibt sich zwangsläufig eine Erwärmung des Trinkwassers kalt, wann immer Trinkwasser warm an dieser Entnahmestelle gezapft wurde. Wird allerdings Trinkwasser warm von oben an die Entnahmestelle herangeführt und Trinkwasser kalt von unten, ergibt sich eine thermische Trennung zwischen den einzelnen Rohrleitungen.

Die unten stehende Abbildung verdeutlicht, wie eine solche Nutzungseinheit aussehen kann:

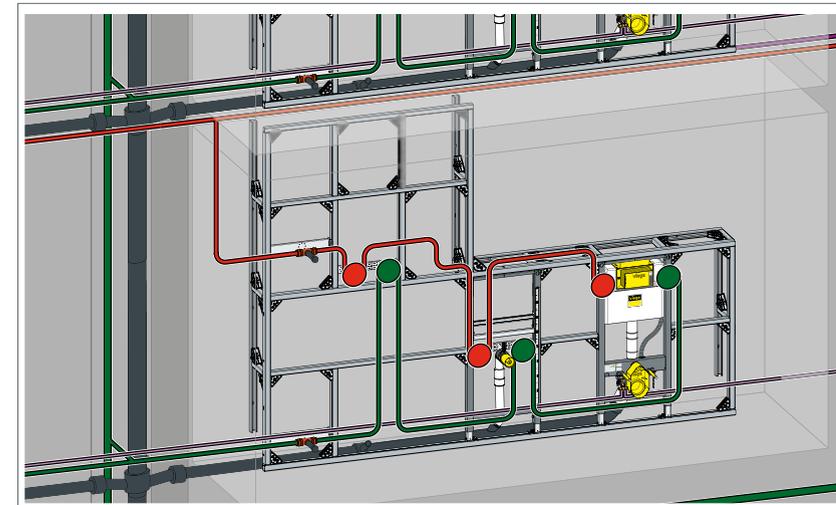


Abb. 18: Anbindung einer Nutzungseinheit an die Verteilung Trinkwasser kalt, Trinkwasser warm, Anbindung der Zirkulation außerhalb der Nutzungseinheit.

Unabhängig von der Rohrleitungsführung gilt für die Trinkwasserinstallation die Verpflichtung, einen vollständigen Wasseraustausch über alle Entnahmestellen durchzuführen.

Verteilungskonzepte für Trinkwasser warm

Gebäude und die technische Gebäudeausrüstung müssen ressourcenschonend, wirtschaftlich und nachhaltig geplant, gebaut und betrieben werden. Das trifft insbesondere auch auf die Trinkwasserinstallation, die Trinkwassererwärmung und die Verlegekonzepte der Leitungen für Trinkwasser warm zu.

Leitungen für Trinkwasser warm geben beispielsweise – auch wenn diese gut isoliert sind – zwischen 7 und 11 W/m an die Umgebung an Energie ab.^[1] Daher muss schon bei der Planung beachtet werden, dass eine konsequente Reduktion des Rohrleitungsinhalts im Rohrleitungssystem für Trinkwasser warm die Folge sein sollten. Erreicht werden kann dies zum einen durch eine schlanke Rohrleitungsführung durch Berechnung des Rohrleitungssystems mit den tatsächlichen Zeta-Werten, zum anderen sollte kritisch geprüft werden, welche Rohrleitungsabschnitte tatsächlich in eine Zirkulation mit eingebunden werden sollten. Ein Einbinden jeder Nutzungseinheit mit einem Wasserinhalt $< 3 \text{ l}$ in die Zirkulation ist hier nicht zielführend. Neben einem damit verbundenem, unerwünschten Eintrag von Wärmeenergie in die Vorwand – was zur Erwärmung des Trinkwassers kalt führt (siehe auch „Verteilungskonzepte für Trinkwasser kalt“ auf Seite 106) – ergeben sich bei einer Reihen-Installation weniger Rohrmeter, weniger Wasserinhalt im System, weniger Dämmmaterialbedarf und weniger Wärmeverluste. Eine solche Installation ist daher ressourcen- und energieschonend. Die Zirkulation ist also nur in zentralen Bereichen (im Strang bei vertikaler Verteilung oder auf dem Flur bei horizontaler Verteilung) auszubilden. Durch die vorgenannte Verlegungsart ist auch eine Probenahme nach „Schema F“ wie im DVGW-Arbeitsblatt W551 beschrieben, wieder möglich, da Fließwege des Trinkwassers warm eindeutig nachvollzogen werden können.

Zirkulierende Etagenanschlussleitungen sind in Installationen mit zentraler Trinkwassererwärmung realisierbar, wo für das jeweilige Stockwerk keine dezentrale Verbrauchserfassung vorgesehen ist. Zu den klassischen Anwendungen zählen Verteilungs- und Zirkulationsleitungen in abgehängten Decken im Flurbereich eines Krankenhauses. Stockwerks- und Einzelanschlussleitungen in Nutzungseinheiten mit einem Inhalt $< 3 \text{ l}$ dürfen nicht mit in die Zirkulation eingebunden werden. Zwar hat sich hier lange Zeit die Überzeugung gehalten, dass zum Erhalt der hygienischen Bedingungen in der Warmwasser-Installation eine Zirkulation bis an die Wandscheibe herangeführt werden musste. Grund hierfür war ein Missverständnis der RKI-Richtlinie für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention, denn dort heißt es: „Für die Installation von Systemen sind Zirkulationsleitungen mit möglichst kurzen Verbindungen zur Entnahmestelle anzustreben.“ Bei der Anwendung der RKI-Richtlinie gibt es allerdings einen zweiten Punkt, der hätte Beachtung finden müssen. Neben der Bezeichnung „möglichst kurz“, die in Verbindung mit den allgemein anerkannten Regeln der Technik eben nicht die Zirkulation über die Wandscheibe fordert und zum anderen der Unterpunkt, dass kaltes Wasser vor Erwärmung zu schützen ist. Die allgemein an-

[1] DVGW-Arbeitsblatt W 551

erkannten Regeln der Technik erlauben einen Wasserinhalt im Warmwasser von bis zu 3 Litern^[1], der bei der Auslegung der Trinkwasserinstallation unter Beachtung der RKI-Richtlinie Verwendung finden darf. Auch das Komfortargument kann keine Begründung für den Einsatz einer Warmwasserzirkulation bis direkt an die Entnahmestelle sein, denn bei Anwendung der Komfortstufe 3 der VDI 6003 ergibt sich eine maximale Ausstoßzeit für Warmwasser an der Duscharmatur von 7 Sekunden. Diese Ausstoßzeit lässt sich mit einer Standardbrause auch mit einer Einzelanschlussleitung von bis zu 10 Metern in 16-mm-Mehrschichtverbundrohr realisieren. Diese Länge macht zudem deutlich, dass eine Zirkulation für Warmwasser nicht in die Nutzungseinheit geführt werden muss, da auch ohne eine Zirkulation bis in die Nutzungseinheit die Komfort- und Hygienekriterien erfüllt werden können. Ein weiterer Punkt, der bei der Anwendung der RKI-Richtlinie wenig Beachtung gefunden hat, ist der Schutz des Trinkwassers kalt vor Erwärmung. Das Führen der Warmwasserzirkulation bis in die Nutzungseinheit erzeugt hohe Wärmelasten in der Vorwand-Installation, die dann nicht nur punktuell an den Entnahmearmaturen, sondern auch in den Zuleitungen zu einer Temperaturüberschreitung des Kaltwassers führen. Hier wird auch deutlich, dass sich eine durchgeschleifte Warmwasserzirkulation nicht zum Erhalt der Hygiene eignet, weil der Betreiber unabhängig von der Rohrleitungsführung zum regelmäßigen Wasseraustausch verpflichtet ist.

Steigleitungen und Stränge horizontaler Verteilung mit einem Rohrleitungsinhalt $> 3 \text{ l}$ müssen gemäß DIN 1988-200, Punkt 9.1 in einen Zirkulationskreis einbezogen oder mit Temperaturhalteband ausgestattet werden. Dabei bezieht sich dieses Maximalvolumen nicht auf die Summe aller Teilstrecken einer Stockwerksverteilung, sondern nur auf den jeweils betrachteten Fließweg. Dies steht im Regelfall auch im richtigen Verhältnis zu der maximal zulässigen Ausstoßzeit von 30 Sekunden, was einer durchschnittlichen Entnahmemenge von ca. 0,1 l/s entspricht. Dies führt zum Beispiel im Wohnungsbau bei einer anzustrebenden Ausstoßzeit für Trinkwasser warm von maximal ca. 10 Sekunden zu einer „1 Liter-Regel“. Größere Ausstoßzeiten bedürfen damit praktisch einer besonderen Vereinbarung. Letztlich sollte jede Grundlagenermittlung diesen Aspekt berücksichtigen. In der VDI 6003 sind diese Ausstoßzeiten in sogenannten Komfortstufen aufgelistet worden und bieten bei der Planung einer Trinkwasserinstallation einen Rahmen, der mit dem Bauherrn bzw. dem späteren Benutzer im Vorfeld vereinbart werden kann.

Auch bei der Trinkwassererwärmung sollte schon bei der Planung kritisch geprüft werden, wie diese umgesetzt wird. Es hält sich nach wie vor die Ansicht, eine dezentrale Trinkwassererwärmung per Elektro-Durchlauferhitzer beuge Legionellen vor, da kein Wasser gespeichert werde. Diese Annahme hat das Umweltbundesamt (UBA) bereits 2018 in einer Mitteilung richtiggestellt. Darin heißt es auszugsweise: „Bislang werden dezentrale Trinkwassererwärmer als sicher im Hinblick auf eine Legionellenkontamination angesehen. Neuere Erkenntnisse zeigen jedoch, dass es auch in dezentralen

[1] DIN 1988-200

Trinkwassererwärmern und in den dahinterliegenden Leitungen zu einer Legionellenvermehrung kommen kann. Bei der Abklärung von Legionelleninfektionen sind auch dezentrale Trinkwassererwärmer in die Ursachensuche einzubeziehen.^[1] Zunehmende Bedeutung für die energetische Bewertung eines Gebäudes hat zweifellos die Nutzung regenerativer Energieträger. Wird beispielsweise der Energiebedarf für Raumtemperatur und Warmwasser zu mehr als 55 % über erneuerbare Energien gedeckt, sind deutlich höhere Förderungen möglich. So sieht es die neue Bundesförderung für effiziente Gebäude für Wohngebäude und Nichtwohngebäude vor (BEG WG und BEG NWG). Gerade Umweltwärme lässt sich für die zentrale Trinkwassererwärmung recht einfach nutzen. Beispielsweise indem eine Wärmepumpe und/oder eine Solarthermieanlage die erneuerbare Energie in einem Multifunktionspeicher puffert, der dann über entsprechende Wärmetauscher zur Trinkwassererwärmung und für Raumtemperatur dient. Damit wird im Übrigen Strom für die Trinkwassererwärmung am effektivsten genutzt. Denn bei einem Coefficient of Performance (COP) von 3,5 – einer typischen Leistungszahl für eine Luft/Wasser-Wärmepumpe – erzeugt die elektrische Antriebsenergie der Wärmepumpe das 3,5-fache an Wärmeenergie. Elektro-Durchlauferhitzer hingegen wandeln Strom 1:1 in Wärme um. Aus hygienischer, ressourcenschonender und wirtschaftlicher Sicht ist daher eine zentrale Trinkwassererwärmung einer dezentralen Trinkwassererwärmung vorzuziehen.

Die Austrittstemperatur eines Trinkwassererwärmers (Speicher oder zentraler Durchfluss-Trinkwassererwärmer), der in einen Zirkulationskreis einbezogen ist, muss mindestens 60 °C betragen, wobei die Temperaturdifferenz zur Zirkulation, bezogen auf den Eintritt Trinkwassererwärmer, 5 K nicht überschreiten darf.^[2] Die Betriebstemperatur in Warmwassersystemen von ≥ 55 °C gilt generell für Trinkwasser warm als anerkannter Sicherheitsbereich zur Vermeidung von kritischer Legionellenvermehrung. Dabei wird generell ein bestimmungsgemäßer Betrieb mit einem vollständigen Wasseraustausch im Gesamtsystem (Teilstrecken- und Speichervolumen) nach spätestens 3 Tagen vorausgesetzt.

Die Absenkung auf Betriebstemperaturen ≥ 50 °C für Trinkwassererwärmer mit hohem Wasseraustausch ist dort möglich, wo ein Wasseraustausch im Gesamtsystem im Regelfall innerhalb von 3 Tagen sichergestellt bzw. zu erwarten ist.^[3] Diese Regelung ermöglicht insbesondere einen wirtschaftlichen Anlagenbetrieb von Trinkwassererwärmern in Einfamilienhäusern, die mit regenerativen Energien beheizt werden. Mit Ausnahme einzelner Zeiträume ohne reguläre Nutzung (z. B. Urlaubszeit) können hier dauerhaft gute hygienische Verhältnisse erwartet werden. Allerdings wird daran die Verpflichtung für den Installateur geknüpft, dass er den Bauherrn bei Übergabe über ein eventuell erhöhtes Risiko für eine kritische Vermehrung

[1] Mitteilung des Umweltbundesamtes (UBA), Vorkommen von Legionellen in dezentralen Trinkwassererwärmern, 12/2018

[2] DVGW-Arbeitsblatt W 551

[3] DIN 1988-200

von Legionellen informiert, denn trotz der erwarteten häufigen Nutzung ist der Parameter Temperatur in einem Bereich, der das Wachstum von Legionellen begünstigt.^{[1],[2]} Durch die vergleichsweise kurzen Fließwege ergeben sich in solchen Installationen hohe verfügbare Druckgefälle für die Rohrreibung, was zu minimalen Rohrweiten und guter Durchströmung führt. Solche Betriebsbedingungen sollten möglichst das Planungsziel für jede Installation sein, unabhängig von ihrer Größe. Dafür ist eine bedarfsgerechte Planung ausschlaggebend, was insbesondere auch für die Auslegung des Trinkwassererwärmers gilt.

In gut gedämmten Neubauten auf dem Energiestandard „KfW Effizienzhaus 40“ und besser macht der Aufwand für die Bereitung von Trinkwasser warm mittlerweile einen übermäßig hohen Anteil am Gesamtenergiebedarf aus. Je nach Dämmstandard liegt er teilweise schon bei 40 % des Primärenergiebedarfs. Die Bevorratung von Trinkwasser warm auf dem normativ geforderten Temperaturniveau von 60/55 °C blockiert die Nutzung regenerativer Wärmesysteme. Energieeffiziente Wärmepumpen haben beispielsweise ihren optimalen Betriebspunkt bei etwa 45 °C. Solche Temperaturen sind perfekt für die Wärmezeugung mit Wärmeverteilung über eine Flächenheizung, aber nicht für die Bereitung von Trinkwasser warm auf hohem Temperaturniveau. Um die geforderten 60/55 °C zu erreichen, wird der Warmwasserspeicher oft kostenintensiv nachgeheizt, oft mit Strom aus fossilen Energien über eine elektrische Heizpatrone. Das ist ökologisch und ökonomisch wenig sinnvoll.

Mit herkömmlicher Herangehensweise ist der Zielkonflikt zwischen einer Verbesserung der Energieeffizienz und gleichzeitiger Einhaltung des Schutzziels „Erhalt der Trinkwassergüte“ nicht zu lösen. Nach DIN 1988-200 Abschnitt 9.1 besteht die Möglichkeit, auch mit anderen technischen Maßnahmen und Verfahren die Trinkwasser-Hygiene sicherzustellen.

Auf der Grundlage aktueller Forschungsergebnisse und Pilotstudien (Stand von Wissenschaft und Technik) ist eine schrittweise Absenkung der Vorlauftemperaturen von Trinkwasser warm auf beispielsweise 48/45 °C realisierbar, wenn die entsprechenden Rahmenbedingungen hierfür eingehalten werden. Voraussetzungen hierfür sind

- eine hygienebewusste Planung der Trinkwasserinstallation mit sicherem hydraulischem Abgleich,
- ein sichergestellter bestimmungsgemäßer Betrieb und
- zusätzlich eine Reduktion der Gesamtzellzahl gemäß Wirkkreis der Trinkwassergüte durch Ultrafiltration im Zirkulations-Bypass.

So kann über die Temperaturgrenzwerte hinaus das mögliche Wachstumspotenzial für Legionellen und andere Krankheitserreger nachhaltig minimiert werden. Nicht die Betriebstemperaturen oder die Energieeffizienz selbst, sondern der Erhalt der Trinkwassergüte ist das Ziel.

[1] DIN 1988-200

[2] UBA-Mitteilung 2019



Eine energieeffiziente Optimierung der Betriebstemperaturen in Warmwasser ohne Beeinträchtigung der Trinkwasser-Hygiene hat das Umweltbundesamt (UBA) bereits beschrieben. Eine zentrale Rolle kann dabei die Ultrafiltrations-Technologie (UFC) in Kombination mit der im Bedarfsfall zonierte Trinkwassererwärmung einnehmen.

Ausführlich behandelt wird diese Thematik im Abschnitt „Trinkwassererwärmung und -auslegung“ auf Seite 165.

Leitungen für Trinkwasser warm und Zirkulation müssen nach dem Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz – GEG) gedämmt werden. Das GEG hat das Energieeinsparungsgesetz (EnEG), die Energieeinsparverordnung (EnEV) und das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) abgelöst. Das GEG begrenzt den Wärmeverlust durch warme Rohrleitungen und Armaturen in Gebäuden. In § 69 ist die Dämmung beim erstmaligen Einbau und bei der Ersetzung von Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie von Armaturen in Gebäuden geregelt, § 69 regelt die Zuständigkeit für die Nachrüstung im Bestand^[1]:

- § 69 Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen
(1) Werden Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen erstmalig in ein Gebäude eingebaut oder werden sie ersetzt, hat der Bauherr oder der Eigentümer dafür Sorge zu tragen, dass die Wärmeabgabe der Rohrleitungen und Armaturen nach Anlage 8 begrenzt wird.^[2]
- § 69 Dämmung von Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen
(2) Der Eigentümer eines Gebäudes hat dafür Sorge zu tragen, dass bei heizungstechnischen Anlagen bisher ungedämmte, zugängliche Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen, die sich nicht in beheizten Räumen befinden, die Wärmeabgabe der Rohrleitungen nach Anlage 8 begrenzt wird.^[3]

Die Mindestdicke der Dämmschicht ist in beiden Fällen gleich und wird im GEG in der Anlage 8 „Anforderungen an die Wärmedämmung von Rohrleitungen und Armaturen“, Abs. 1, Buchstabe a geregelt. Die dort unter den Buchstaben aa bis hh aufgeführten Anforderungen sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst:

[1] Gebäudeenergiegesetz - GEG
[2] Gebäudeenergiegesetz - GEG
[3] Gebäudeenergiegesetz - GEG



| Zeile | Art der Leitungen/Armaturen | Mindestdicke der Dämmschicht, bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(m·K) |
|-------|--|---|
| 1 | Innendurchmesser bis 22 mm | 20 mm |
| 2 | Innendurchmesser über 22 mm bis 35 mm | 30 mm |
| 3 | Innendurchmesser über 35 mm bis 100 mm | gleich Innendurchmesser |
| 4 | Innendurchmesser über 100 mm | 100 mm |
| 5 | Leitungen und Armaturen nach den Zeilen 1–4 in Wand- und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Leitungen, an Leitungsverbindungsstellen, bei zentralen Leitungsnetzteilern | ½ der Anforderungen der Zeilen 1–4 |
| 6 | Wärmeverteilungsleitungen nach den Zeilen 1–4, die nach dem 31. Januar 2002 in Bauteilen zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer verlegt werden | ½ der Anforderungen der Zeilen 1–4 |
| 7 | Leitungen nach Zeile 6 im Fußbodenaufbau | 6 mm |
| 8 | Leitungen, die an Außenluft grenzen | Zweifache der Anforderungen der Zeilen 1–4 |

Tab. 7: Wärmedämmung von Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen^[1]

Ausnahmen zu dieser Tabelle regeln die Anlage 8 Abs. 1, Buchstaben b und c: b: „In Fällen des § 69 Absatz 1 ist Buchstabe a nicht anzuwenden, soweit sich Wärmeverteilungsleitungen nach Buchstabe a Doppelbuchstabe aa bis dd in beheizten Räumen oder in Bauteilen zwischen beheizten Räumen eines Nutzers befinden und ihre Wärmeabgabe durch frei liegende Absperrrichtungen beeinflusst werden kann.“

c: „In Fällen des § 69 ist Buchstabe a nicht anzuwenden auf Warmwasserleitungen bis zu einem Wasserinhalt von 3 Litern, die weder in den Zirkulationskreislauf einbezogen noch mit elektrischer Begleitheizung ausgestattet sind (Stichleitungen) und sich in beheizten Räumen befinden.“

Warmwasserleitungen in Vorwand-Installationen, die – wie oben beschrieben – nicht in die Zirkulation eingebunden sind, benötigen daher nach GEG keine Isolierung. Dies ist aus hygienischer Sicht soweit von Vorteil, da sich diese Leitungen nach Nutzung möglichst schnell abkühlen und der Umgebungstemperatur von in der Regel 20 °C anpassen können und damit möglichst schnell den kritischen Bereich zwischen 20 °C und 55 °C durchlaufen, in denen sich die Legionellen vermehren. Des Weiteren wird dadurch, dass in diesem Fall nur ein temporärer Wärmeeintrag in die Vorwand bei Nutzung stattfindet, die ebenfalls in der Vorwand liegende Leitung für Trinkwasser kalt vor unzulässiger Fremderwärmung geschützt.

[1] Gebäudeenergiegesetz - GEG

Systemauslegung Zirkulationssystem

Zirkulationssysteme für Trinkwasser warm und Trinkwasser kalt werden grundsätzlich nach ähnlichem Verfahren ausgelegt. Im Zirkulationssystem für Trinkwasser warm wird der während der Zirkulation der Trinkwasserleitungen warm und der Zirkulationsleitungen an die Umgebung abgegebene Wärmeverlust als Grundlage genommen; im Zirkulationssystem für Trinkwasser kalt wird der während der Zirkulation von der Umgebung zugeführte Wärmeeintrag als Grundlage für die Zirkulation angenommen. Warmwasserzirkulation und Kaltwasserzirkulation unterscheiden sich also vornehmlich im Vorzeichen der Energiedifferenz während der Zirkulation im Zirkulationssystem.



Abb. 19: Inliner-Zirkulationssystem in Edelstahlrohr

Zirkulationssysteme im Trinkwasser warm und Trinkwasser kalt können als Zirkulation horizontal im Schacht ausgeführt werden. Hierbei kann die Zirkulationsleitung als Standardzirkulation mit separater Zirkulationsrohrleitung ausgebildet werden. Eine Besonderheit unter den marktüblichen Zirkulationssystemen ist das sogenannte „Inliner-System“ (Abb. 19). Bei der Installation wird dafür zunächst ein flexibles Kunststoffrohr von oben in die offene Steigleitung eingeführt, bis es am unteren Ende austritt. In das obere Ende der Steigleitung wird ein spezielles Anschlusssetz eingesetzt als definierter Eintritt für die Zirkulation. Am unteren Strangende wird ein Anschluss-Adapter als Zirkulationsaustritt montiert. Von hier aus erfolgt die Installation der Zirkulation in konventioneller Weise. Inliner-Systeme sparen in erster Linie Platz im Installationsschacht und werden deshalb gern auch in Sanierungsprojekten eingesetzt. Dazu sind Einsparungen von Wärmeverlusten von 20–30 % sowie ca. 20 % geringere Installationskosten (Kernbohrung, Dämmung, Brandschutz, Befestigung) für einen separaten Zirkulationsrücklauf zu erwarten. Damit wird auch in besonderer Weise die Forderung der DIN EN 806-5 Punkt 3.2.2 wie auch DIN 1988-200 hinsichtlich Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit erfüllt.

Eine weitere Möglichkeit, z. B. in Krankenhäusern oder Gebäuden mit langen Flurbereichen und abgehängten Decken, ist es, die Leitungen für Trinkwasser warm bzw. Trinkwasser kalt vertikal an der einen Seite des Flurs in die Etage zu führen, von dort mit nichtzirkulierenden Leitungen die Nutzungseinheit zu versorgen und die Leitung am Ende des Flurs als Zirkulationsleitung zurückzuführen.

Grundsätzlich sollten zirkulierende kalt- und warmgehende Leitungen nicht gemeinsam in einem Schacht, oder nebeneinander in einer abgehängten Decke verlegt werden. Empfehlenswert sind getrennte Schächte oder kaltgehende zirkulierende Leitungen vertikal und warmgehende zirkulierende Leitungen horizontal zu verlegen, um einen Energieübergang von den warmgehenden zirkulierenden Leitungen auf die kaltgehenden zirkulierenden Leitungen zu vermeiden.

Zirkulation für Trinkwasser warm

Grundlagen und Berechnungsbeispiele für die Auslegung von Zirkulationssystemen für Trinkwasser warm sind ausführlich im Fachbuch „Gebäudetechnik für Trinkwasser“, Buchkapitel 3, Abschnitt 2 „Zirkulationssysteme“ enthalten.^[1]

Bei modernen Trinkwasserinstallationen kann grundsätzlich eine hohe Komplexität der Anlagentechnik festgestellt werden. Beleuchtet man die Hintergründe dieser Komplexität der Anlagen, so lässt sich feststellen, dass beim Betreiber der Trinkwasserinstallation nicht vorrangig der Wunsch nach einem perfekten, schönen und kostspieligen System im Vordergrund steht, sondern der Wunsch nach einem System, das den an Trinkwasser gestellten gesetzlichen Vorgaben entspricht. Die Auslegung von Systemen für die Zirkulation von Trinkwasser warm nach dem Beimischverfahren wurde 2011 entwickelt und ein Jahr später in Form eines Beimischfaktors in die Technischen Regeln für Trinkwasser-Installationen DIN 1988-300 aufgenommen. Bei einem Beimischfaktor von 0 % folgt die Auslegung dem schon zuvor gültigen Verfahren nach dem DVGW-Arbeitsblatt W 553. Bei einem Beimischfaktor von 100 % folgt sie dem Beimischverfahren. Vor der Auslegung nach dem DVGW-Arbeitsblatt W 553 wurden Systeme für die Zirkulation von Trinkwasser warm nach der alten DIN 1988-3 ausgelegt. Dabei ging es lediglich um die Einhaltung der Komfortbedingungen an den Entnahmestellen. Das System für die Zirkulation von Trinkwasser warm musste so bemessen werden, dass stündlich das dreifache Anlagenvolumen der Leitungen für Trinkwasser warm umgewälzt wurde. Strangleitungen waren maximal mit DN 12 dimensioniert und die Zirkulationspumpen hatten noch kleine Leistungen.^{[2],[3]}

[1] Kistemann, Schulte, Rudau, Hentschel, Häußermann, Gebäudetechnik für Trinkwasser

[2] Fraaß, Zirkulationsauslegung nach dem Beimischverfahren

[3] Fraaß, Energetische Optimierung von Zirkulationsnetzen durch Ausschöpfung des Beimischpotentials



Mit der Veröffentlichung des DVGW-Arbeitsblatts W 551 gilt die Regel, dass die Temperaturen des Trinkwassers warm im Zirkulationssystem für Trinkwasser warm an keiner Stelle 55 °C dauerhaft unterschreiten dürfen. In der DIN 1988-200 wird dieser Sachverhalt ins Positive gewendet und dahingehend konkretisiert, dass eine Temperatur des Trinkwassers warm von mindestens 55 °C an jeder Entnahmestelle binnen 30 Sekunden zustande kommen muss. Wird an Warmwasserarmaturen eine Mindestmenge von 6 l/min gezapft, entspricht das der 3-Liter-Regel. Im bis heute gültigen Verfahren aus dem DVGW-Arbeitsblatt W 553 wurden, vornehmlich aus Gründen einer gerechten Warmwasserabrechnung, überall gleiche Strangkopftemperaturen angestrebt. Die Einhaltung dieser Forderung führt dazu, dass an den Stromvereinigungspunkten die Temperaturen aus dem Strangrücklauf und aus der Zirkulations-Sammelleitung für Trinkwasser warm gleich sind. Eine Folge daraus sind Temperaturen in den Vereinigungspunkten, die höher sind als sie sein müssen. Die 55 °C als minimal zulässige Temperatur im Zirkulationskreis für Trinkwasser warm liegen bei dieser Auslegung nur am Speicherwiedereintritt an, im restlichen Zirkulationssystem für Trinkwasser warm liegt die Temperatur in der Regel über 55 °C.

Die Spreizung zwischen Trinkwasser warm und Zirkulation für Trinkwasser warm beträgt am Warmwasserspeicher 5 K und wird zu den letzten Strängen hin immer kleiner. Um den Wärmeverlust zu ermitteln, muss zunächst der U-Wert des gedämmten Rohrs berechnet werden:^[1]

$$U_R = \frac{\pi}{2 \cdot \lambda_D \cdot \ln \frac{D}{d_a} \cdot \frac{1}{\alpha_a \cdot D}}$$

mit:

U_R in W/(m·K), Wärmedurchgangskoeffizient für das gedämmte Rohr

$\lambda_D = 0,035$ W/(m·K), Wärmeleitfähigkeit der Dämmung nach DIN 1988-300

D Außendurchmesser einer gedämmten Warmwasser- oder Zirkulationsleitung

d_a Außendurchmesser einer Warmwasser- oder Zirkulationsleitung

$\alpha_a = 10$ W/(m²·K), äußerer Wärmeübergangskoeffizient nach DIN 1988-300

Anschließend kann die spezifische Wärmeabgabe der Trinkwasserleitung warm ermittelt werden:

$$\dot{q}_w = U_{R,w} \cdot (\vartheta_w - \vartheta_L)$$

mit:

\dot{q}_w in W/m

ϑ_w Temperatur des Trinkwassers warm

ϑ_L Temperatur der Umgebungsluft

[1] Kistemann, Schulte, Rudau, Hentschel, Häußermann, Gebäudetechnik für Trinkwasser



Praxisnah und damit konstant (obwohl die Temperatur im Trinkwasser warm im Umlauf absinkt) kann die Temperatur am Ausgang des Trinkwassererwärmers angenommen werden. Nimmt man für die Umgebungstemperatur

- 25 °C im Schacht, in der Vorwand, in abgehängten Decken und
- 10 °C in unbeheizten Kellerräumen an,

so kann vereinfacht mit einer spezifischen Wärmeabgabe von 10–11 W/m in unbeheizten Kellerräumen und 6–7 W/m in den Strängen bei 100 % Dämmung der Leitungen nach GEG angenommen werden.^[1]

Haben die Leitung für Trinkwasser warm und die Zirkulation für Trinkwasser warm in einem Strang z. B. zusammen eine Länge von 20 m, ist der Wärmeverlust des Strangs rund 130 W. Ist die Spreizung zwischen Vorlauf des Trinkwassers warm und der Zirkulation des Trinkwassers warm an einem der ersten Stränge z. B. 4 K, müssen dort 28 l/h fließen.

$$\dot{Q} = \dot{V} \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta\vartheta \rightarrow \dot{V} = \frac{\dot{Q}}{\rho \cdot c \cdot \Delta\vartheta}$$

mit:

$\Delta\vartheta$ = Temperaturspreizung

$c = 1,162 \frac{\text{Wh}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ und

$\rho = 0,983 \frac{\text{kg}}{\text{l}}$ für Wasser bei 60 °C.

Ist sie dagegen an einer der letzten Stränge bis auf 1 K zusammengeschnitten, sind es dort 111 l/h. Dazwischen steigen die Strangvolumenströme exponentiell an. Damit kehren sich in den Leitungen für Zirkulation von Trinkwasser warm die Verhältnisse gegenüber den Leitungen für Trinkwasser warm um. Die Leitungen für Trinkwasser warm werden zu den letzten Strängen hin immer kleiner, weil die Spitzenvolumenströme immer geringer werden. Die Leitungen für die Zirkulation von Trinkwasser warm werden dagegen nach hinten hin, von der Pumpe weg, immer größer. In der Auslegung nach dem DVGW-Arbeitsblatt W 553 kann das dazu führen, dass ein Küchenstrang, für den die Warmwasserauslegung eine Nennweite DN 12 ergeben hat, auf DN 15 aufgeweitet werden muss, damit die Leitung für Trinkwasser warm nicht kleiner als die Zirkulationsleitung für Trinkwasser warm ist.

An diesem Punkt setzt das Beimischverfahren an. Die Spreizungen an den Strängen werden erhöht, indem der hydraulisch jeweils ungünstigere Strang bis zum nächsten Stromvereinigungspunkt im zugeordneten Abschnitt der Zirkulations-Sammelleitung für Trinkwasser warm auf 55 °C auskühlen kann. Dort mischt der hydraulisch günstigere Strang höhergrädiges Wasser bei. Dadurch wachsen die Strangvolumenströme nach hinten hin weniger an.

[1] DVGW Arbeitsblatt W 553 Bemessung von Zirkulationssystemen in zentralen Trinkwassererwärmungsanlagen



Die Leitungen können in kleineren Nennweiten ausgeführt werden. Trotzdem sinken die Druckverluste und der erforderliche Pumpendruck. Die Wärmeverluste werden dagegen nur geringfügig geringer.^[1]

Das Beimischverfahren spart also nicht Endenergie, sondern Hilfsenergie ein. Wenn sich das Beimischverfahren stärker durchsetzt, dürfte es möglich sein, den Beimischfaktor auch in die Rechenregeln zum Energieausweis DIN V 4701-10 bzw. DIN V 18599 einzuführen, um daraus einen unterschiedlichen Hilfsenergieaufwand abzuleiten.^[2]

Bei der Auslegung der Zirkulationsleitung muss berücksichtigt werden, dass sich der Wärmeverlust im gesamten Zirkulationsumlauf in den Wärmeverlust in der Trinkwasserleitung warm und in einen Wärmeverlust für die Zirkulationsleitung aufteilt. Nach DVGW-Arbeitsblatt W 553 muss die Temperaturdifferenz bei einer gesamten Spreizung von 5 K allein vom Austritt aus dem Trinkwassererwärmer bis zum Übergang der Warmwasserleitung in die Zirkulationsleitung mit^[3]

$$\Delta\vartheta_w = 2 \text{ K}$$

angenommen werden. Bei Zirkulationssystemen, in denen die Leitungslänge der Warmwasserleitung wesentlich länger ist als die Leitungslänge der Zirkulationsleitung, wie z. B. einer oberen Verteilung, darf mit einer größeren Abkühlung als 2 K für $\Delta\vartheta_w$ für die Warmwasserleitung angenommen werden.^{[4],[5]}

$$\Delta\vartheta_w = 2 \cdot \frac{l_w}{l_z} \text{ in K}$$

mit:

l_w Länge der entferntesten Warmwasserleitung

l_z Länge der entferntesten Zirkulationsleitung.

[1] Kistemann, Schulte, Rudau, Hentschel, Häußermann, Gebäudetechnik für Trinkwasser

[2] Kistemann, Schulte, Rudau, Hentschel, Häußermann, Gebäudetechnik für Trinkwasser

[3] DVGW Arbeitsblatt W 553 Bemessung von Zirkulationssystemen in zentralen Trinkwassererwärmungsanlagen

[4] Kistemann, Schulte, Rudau, Hentschel, Häußermann, Gebäudetechnik für Trinkwasser

[5] DVGW Arbeitsblatt W 553 Bemessung von Zirkulationssystemen in zentralen Trinkwassererwärmungsanlagen



Damit lässt sich für den Förderstrom der Zirkulationspumpe mit nachfolgender Formel berechnen:^{[1],[2]}

$$\dot{V}_P = \frac{\sum l_w \cdot \dot{q}_w}{\rho \cdot c \cdot \Delta\vartheta_w}$$

Der Förderdruck der Pumpe wird als Summe aus Druckverlust durch Rohrreibung und Einzelwiderstände für den ungünstigsten Zirkulationsweg, Druckverlust im Rückflussverhinderer, Druckverlust eines Zirkulationsregulierventils und ggf. Druckverlust eines Apparats, wie z. B. Wärmeübertrager zum Ausgleich der Zirkulationsverluste berechnet.^{[3],[4]}

$$\Delta p_P = \sum (l \cdot R + Z)_{w,z} + \Delta p_{RV} + \Delta p_{ZV} + \Delta p_{Ap}$$

mit:

l Länge einer Teilstrecke

R Druckgefälle für die Rohrreibung

Z Druckverlust durch Einzelwiderstände

Δp_{RV} Druckverlust im Rückflussverhinderer

Δp_{ZV} Druckverlust im Zirkulationsregulierventil

Δp_{Ap} Druckverlust in Apparaten, z. B. im Wärmeübertrager zum Ausgleich der Zirkulationsverluste.

Die Geschwindigkeiten in Zirkulationsleitungen sollten nach DVGW-Arbeitsblatt W 553 zwischen 0,2 und 0,5 m/s liegen; in der Praxis ist der untere Wert im Zirkulationssystem nicht immer zu erreichen, sodass dieser unterschritten wird. Da aber nicht die Fließgeschwindigkeiten primär die Hygiene im Zirkulationssystem sicherstellen, sondern die Temperaturen, ist eine Unterschreitung der erlaubten Fließgeschwindigkeiten aus hygienischen Gründen unkritisch.

[1] Kistemann, Schulte, Rudau, Hentschel, Häußermann, Gebäudetechnik für Trinkwasser

[2] DVGW Arbeitsblatt W 553 Bemessung von Zirkulationssystemen in zentralen Trinkwassererwärmungsanlagen

[3] Kistemann, Schulte, Rudau, Hentschel, Häußermann, Gebäudetechnik für Trinkwasser

[4] DVGW Arbeitsblatt W 553 Bemessung von Zirkulationssystemen in zentralen Trinkwassererwärmungsanlagen

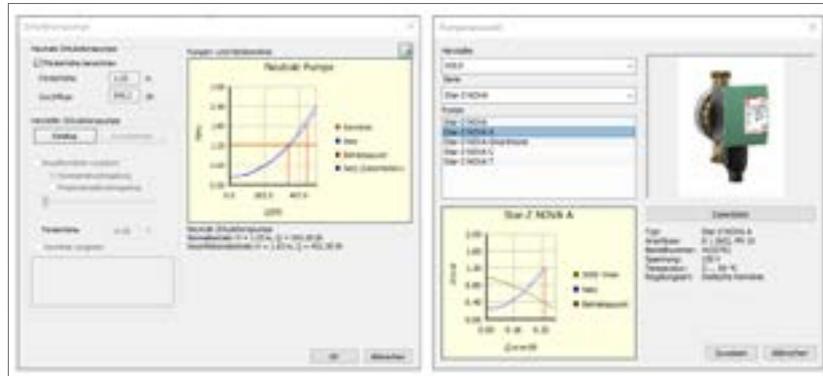


Abb. 20: Pumpenauslegung mit Viptool: Links werden die Daten einer herstellerneutralen Zirkulationspumpe angezeigt, rechts die Daten nach Auswahl aus hinterlegtem Pumpenkatalog.

Ein Zirkulationssystem für Trinkwasser warm muss grundsätzlich mit Systemtemperatur 60 °C/55 °C ausgelegt werden, unabhängig davon, ob im Nachgang eine Temperaturabsenkung bei Einbau eines Ultrafiltrationsmoduls im Zirkulations-Bypass vorgesehen wird. Wird das Temperaturniveau gemäß „UFC-Herstellerrichtlinie für Pilotprojekte mit Einsatz der UFC-Technologie zur Absenkung der PWH-Temperatur in der Trinkwasserinstallation als Bestandteil des Trinkwasser-Management-Systems AquaVip Solutions“ herabgesetzt, so sind die Volumenströme gegenüber der Systemtemperatur 60 °C/55 °C konstant zu halten.

Betrachtet man nun die bereits oben beschriebene Formel

$$\dot{V}_P = \frac{\sum l_w \cdot \dot{q}_w}{\rho \cdot c \cdot \Delta\vartheta_w}$$

so ändert sich hierbei – aufgrund des anderen Temperaturniveaus zur Umgebung – der Wert für \dot{q}_w . Die Längen l_w ändern sich nicht, die Werte für ρ und c sind nahezu konstant. Um dennoch – bei gleichem Volumenstrom – die Gleichung zu erfüllen, muss sich $\Delta\vartheta_w$ ändern. \dot{q}_w wird bei geringerem Temperaturunterschied zwischen Medium und Umgebung geringer, daher muss auch $\Delta\vartheta_w$ geringer werden und damit die Temperaturspreizung zwischen Austritt des Trinkwassers warm aus dem Trinkwassererwärmer und Wiedereintritt der Zirkulation in den Trinkwassererwärmer.

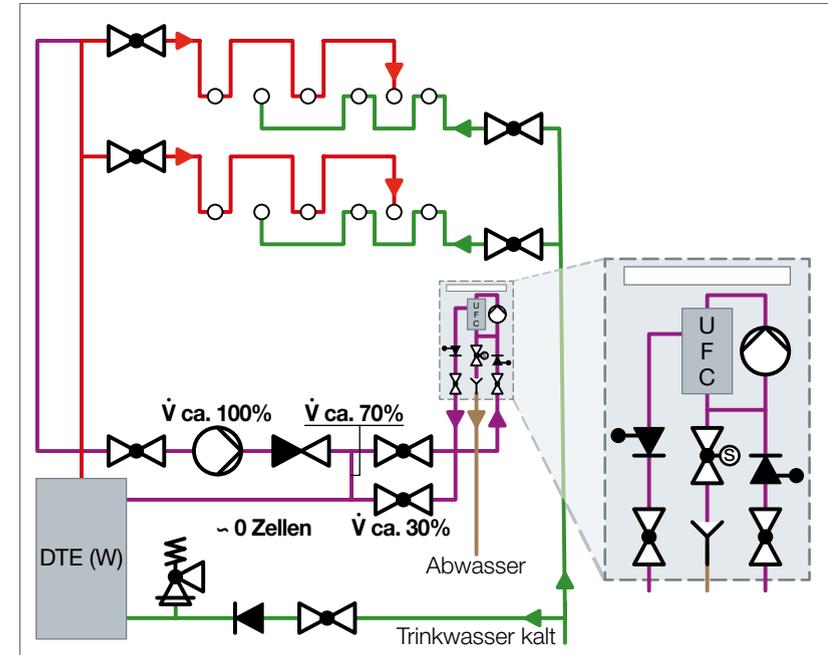


Abb. 21: Funktionsprinzip des UFC-Moduls im Bypass des Zirkulationsrücklaufs (vereinfachte Darstellung) mit Durchfluss-Trinkwassererwärmer

Zirkulationssysteme für Trinkwasser warm werden in der Praxis oft als weit verzweigtes Rohrleitungssystem mit einer großen Anzahl an Zirkulationskreisen vorgefunden. Bei genauerer Betrachtung stellt man allerdings fest, dass ein weit verzweigtes Zirkulationssystem mit vielen Zirkulationsregulierventilen sich kaum einstellen und damit hygienisch einwandfrei betreiben lässt.^[1]

Einige verfügbare Hygienekonzepte versprechen dem Betreiber der Trinkwasserinstallation ein umfassendes System, das alle normativen Anforderungen selbsttätig erfüllt. Dies kann zu sehr komplexen, mit technischen Hilfsmitteln und in der Praxis nur schwer beherrschbaren Systemen führen, die bereits bei geringen Abweichungen von den Planungsvorgaben nur noch sehr schwer hygienisch sicher betrieben werden können. Die Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik bei Planung, Bau und Betrieb von Trinkwasserinstallation, die zur Erfüllung der gesetzlichen Vorgaben notwendig sind, erfordern kein hoch komplexes Trinkwassersystem. Je geringer die Komplexität der Trinkwasserinstallation ist, desto geringer ist auch der Aufwand zum Erreichen des Schutzziels der Trinkwasserverordnung für den Planer, Installateur und Betreiber der Trinkwasserinstallation.

[1] Fraaß, Grunduntersuchung zum automatisierten Beimischverfahren

Hydraulisch einfache Systeme stellen somit auch beherrschbarere Systeme dar. Komplizierte und vermaschte Netze stellen bei Planung, Bau und Betrieb nicht nur ein erhöhtes hygienisches Risiko dar. Indem diese Netze mehr Trinkwasser warm und damit im Wasser gebundene Energie zirkulieren lassen, steigen auch die im gesamten Leitungsnetz vorhandenen Energieverluste aufgrund der wesentlich höheren Leitungslängen. Diese Systeme sind weder ressourcenschonend und energieeffizient, aber hygienisch bedenklich, da Fließwege des zirkulierenden Trinkwassers nicht einwandfrei bestimmt werden können. Auch im Hinblick auf die zu nehmenden Proben im späteren Betrieb ergeben sich Probleme, denn mit zunehmender Anzahl an Verzweigungen erhöht sich auch die Anzahl an zu nehmenden Proben.

Zirkulation für Trinkwasser kalt

Besonders in großen Liegenschaften zeigt sich zunehmend das Problem, dass kaltes Trinkwasser auf dem Weg vom Hausanschluss zur Entnahmestelle nicht immer auf dem von der VDI 6023 Blatt 1 geforderten Temperaturniveau gehalten werden kann. Besonders in Risikobereichen, bei denen Menschen mit geschwächtem Immunsystem besonders anfällig gegen aus dem Wasser übertragene Krankheitserreger reagieren, ist vom Robert Koch-Institut die 20 °C als hygienisch notwendige Maximaltemperatur festgelegt worden, die sich auch in der Praxis bewährt hat. Abhängig von der vom Wasserversorgungsunternehmen gelieferten Wassertemperatur ist diese geforderte Temperatur in einigen Gebäuden nur mit größten Anstrengungen erreichbar. Mit der zusätzlichen Empfehlung der VDI 6023 Blatt 1 „nicht über 20 °C“ wird die unter Trinkwasser-Hygienikern vorherrschende Auffassung deutlich, dass die sonst im Regelwerk verankerten 25 °C als Maximaltemperatur für Trinkwasser kalt bereits als Zugeständnis an die Gebäudetechnik zu verstehen sind. Vor diesem Hintergrund sollte jede hygienebewusste Planung nach Möglichkeit alle bauphysikalischen Einflüsse meiden, die als Risiken für den Erhalt der Trinkwassergüte einzustufen sind.

Wie neuste Forschungsergebnisse belegen, hat auch der Klimawandel bereits maßgeblichen Einfluss auf die Wassertemperatur, die durch den Hauswasseranschluss ins Gebäude gelangt. Im Median lagen hierbei die Hauseingangstemperaturen bei 14,2 °C und damit 4,2 °C über der bei der Planung angenommenen Grenze von 10 °C. Dies hat natürlich einen Einfluss auf den Betrieb des Gebäudes, denn der Temperaturanstieg innerhalb der Trinkwasserinstallation muss nun geringer gehalten werden als ursprünglich, was unter Umständen zu betrieblichem Mehraufwand führt. Die in Folge des Klimawandels erhöhten Außentemperaturen erhöhen nicht nur wie oben beschrieben die Temperaturen des Wassers in der Versorgungsleitung, sondern können auch maßgeblichen Einfluss auf die Temperaturen innerhalb des Gebäudes haben. Durch erhöhte Sonneneinstrahlung und hohe Außentemperaturen sind Raumtemperaturen von > 25 °C keine Seltenheit mehr und können je nach Installationstechnik zu einer unzulässigen Erwärmung des Trinkwassers kalt in hygienisch kritische Temperaturbereiche führen.

Wie oben bereits beschrieben, sind in verschiedenen Regelwerken unterschiedliche Soll-Temperaturen für Trinkwasser kalt angegeben:

- VDI 6023 Blatt 1
„Installationsschächte für Trinkwasserleitungen, kalt, müssen so geplant und gebaut werden, dass eine Trinkwassertemperatur von 25 °C (Empfehlung: nicht über 20 °C) nicht überschritten wird.“
- DIN 1988-200
„Bei bestimmungsgemäßem Betrieb darf maximal 30 s nach dem vollen Öffnen einer Entnahmestelle die Temperatur des Trinkwassers kalt 25 °C nicht übersteigen“
„Für die Einhaltung der Hygiene in Trinkwasser-Installationen siehe VDI 6023 Blatt 1.“
- RKI-Ratgeber Legionellose
„Legionellen können auch in kaltem Wasser vorkommen, sich bei Temperaturen unter 20 °C aber nicht nennenswert vermehren.“
- DVGW-Arbeitsblatt 400-1
„Bei Trinkwasser, das nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik geschützt, gewonnen, aufbereitet, gespeichert und verteilt wird, haben bei stabilen Betriebsbedingungen die Fließgeschwindigkeit (ggf. auch mit Fließrichtungswechsel), Aufenthaltszeit und Temperatur (bis 20 °C) für die Koloniezahlerhöhung im Netz nur eine untergeordnete Bedeutung (stabiler Biofilm).“
- DVGW-Information Wasser Nr. 74
„Auch Trinkwasser-Installationen des kalten Trinkwassers müssen so betrieben werden, dass unter Beachtung von Stagnationszeiten Wassertemperaturen von 25 °C nicht überschritten werden. In der Praxis hat sich gezeigt, dass bei Trinkwassertemperaturen von unter 20 °C selten Legionellen nachgewiesen werden.“
- Stellungnahme des UBA Energiesparen 09/2011
„Im öffentlichen Leitungsnetz der Wasserversorgungsunternehmen (WVU) liegt die Wassertemperatur deutlich unter 20 °C, was das Bakterienwachstum wirksam verhindert...Im Trinkwasser-Temperaturbereich von 20–55 °C können Legionellen sich auf gesundheitlich bedenkliche Konzentrationen vermehren ...“
- Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL Bayern)
„Bis zu Temperaturen von etwa 20 °C vermehren sich Legionellen nur sehr langsam, so dass in diesem Bereich schon wegen der zu erwarteten geringen Konzentration das Erkrankungsrisiko als gering einzuschätzen ist.“

Schon hier stellt sich die Frage, welche Temperatur für den Planer maßgeblich ist, wonach die Trinkwasserinstallation auszulegen ist und ob die Leitungen für Trinkwasser kalt, wenn diese mit bautechnischen Maßnahmen nicht durch Fremderwärmung geschützt werden können, mit einer Zirkulation und Kühlung für Trinkwasser kalt auf entsprechendem Temperaturniveau gehalten werden müssen. Hier gilt vor allem die Empfehlung des Robert Koch-Instituts nach § 4 Infektionsschutzgesetz: „Das Robert Koch-Institut erstellt im Benehmen mit den jeweils zuständigen Bundesbehörden für Fachkreise als Maßnahme des vorbeugenden Gesundheitsschutzes Richtlinien, Empfehlungen, Merkblätter und sonstige Informationen zur Vorbeugung, Erkennung und Verhinderung der Weiterverbreitung übertragbarer Krankheiten.“

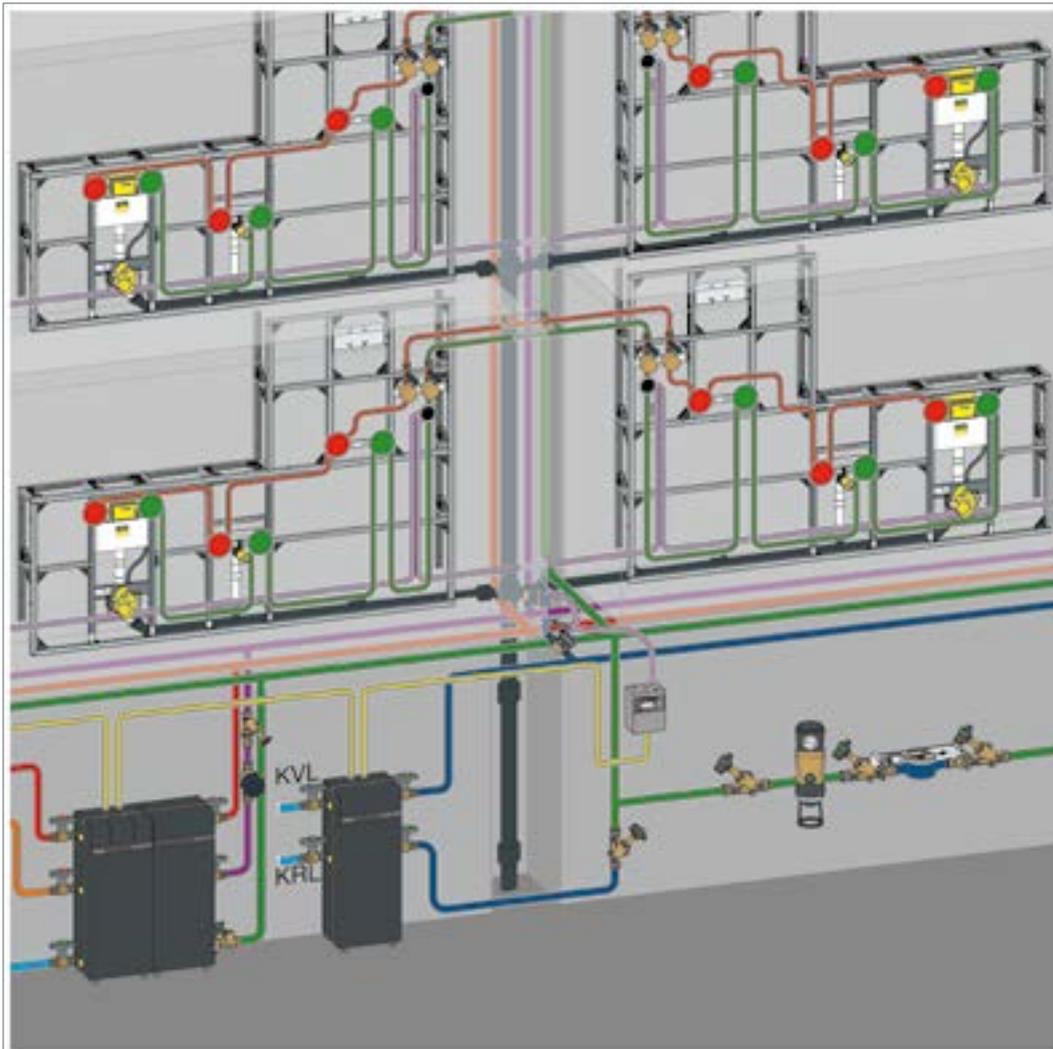


Abb. 22: Trinkwasser-Installation mit warmgehenden und kaltgehenden Leitungen in einem Schacht

Ursachen für die Fremderwärmung des Trinkwassers kalt können sein:

- zu hohe Hauseintrittstemperaturen
- keine Trennung von kalt- und warmgehenden Leitungen, Verlegung in einem Schacht
- insbesondere im Sanierungsfall die Ausflockung von Schächten
- Wärmeeintrag in abgehängten Decken
- Wärmeübertrag durch in die Zirkulation eingebundene Armaturen

Wird davon ausgegangen, dass Trinkwasser kalt vom Wasserversorgungsunternehmen noch mit einer Temperatur < 20° C bereitgestellt wird, so müssen die Wärmelasten, die in das Zirkulationssystem für Trinkwasser kalt eingetragen werden und die damit verbundene Kälteleistung bestimmt werden.

Anders als bei der Zirkulation für Trinkwasser warm gibt hier noch kein Regelwerk eine Spreizung zwischen Hauseintrittstemperatur (auf die im besten Fall gekühlt werden soll) und Maximaltemperatur in der Leitung für Trinkwasser kalt vor. Vielmehr kann auch keine Spreizung vorgegeben werden, da die Maximaltemperatur vom Robert Koch-Institut mit 20 °C festgelegt worden ist, und die Hauseintrittstemperatur variiert.

Daher wird die Annahme getroffen, dass das zirkulierende Trinkwasser kalt nach Wärmeaufnahme im Gebäude mit einer Temperatur von 19 °C in den Durchfluss-Trinkwasserkühler eintritt und dort um maximal 5 K gekühlt werden muss.

Diese Annahmen sind konservativ getroffen, denn:

- die Kühleistung würde sich bei gleichbleibender Spreizung im Trinkwasser kalt verringern, wenn sich die Temperatur bei Eintritt in den Durchfluss-Trinkwasserkühler erhöht, da dann ein höherer Temperaturunterschied zwischen Kühlwasser und Trinkwasser kalt vorliegen würde. Die Grundlage hierfür bildet die folgende Formel:

$$\dot{Q} = U \cdot A_{PWÜ} \cdot \Delta\vartheta_{PWC, \text{Kühlmedium}}$$

mit:

| | |
|--|---|
| U | Wärmedurchgangskoeffizient des Plattenwärmeübertragers |
| $A_{PWÜ}$ | Fläche des Plattenwärmeübertragers |
| $\Delta\vartheta_{PWC, \text{Kühlmedium}}$ | Temperaturunterschied zwischen Trinkwasser und Kühlmedium |

- eine Spreizung von 5 K ist im Zirkulationssystem für Trinkwasser kalt im Gegensatz zur Zirkulation im Trinkwasser warm ein sehr hoher Wert, da der Temperaturunterschied zwischen Trinkwasser kalt und Umgebung in der Regel wesentlich geringer ist als zwischen Trinkwasser warm und Umgebung und so der Wärmeeintrag im Trinkwasser kalt in der Regel geringer ist als eine Wärmeabgabe im Trinkwasser warm.

$$\dot{Q}_k = U_{R,k} \cdot (\vartheta_L - \vartheta_k)$$

mit:

- \dot{q}_k spezifische Wärmeabgabe der Trinkwasserleitung kalt in W/m
- $U_{R,k}$ in W/(m·K), Wärmedurchgangskoeffizient für das gedämmte Rohr
- ϑ_L Temperatur der Umgebungsluft
- ϑ_k Temperatur im Trinkwasser kalt

Die spezifische Wärmeabgabe der Trinkwasserleitung kalt \dot{q}_k liegt beispielsweise bei einer Umgebungstemperatur im Schacht oder in der abgehängten Decke von 35 °C und einer 100%igen Rohrleitungsdämmung bei ca. 3–4 W/m, abhängig vom Rohrlitungsdurchmesser. Bei anderen Rahmenbedingungen (Umgebungstemperatur, Dämmschichtdicke) ändert sich dieser Wert entsprechend.

So kann die ins Zirkulationssystem für Trinkwasser kalt eingebrachte Wärmeenergie für die Leitung für Trinkwasser kalt analog zur Leitung für Trinkwasser warm berechnet werden:

$$\sum \dot{Q}_k = \sum (l_k \cdot \dot{q}_k)$$

wobei hier nur die in die Trinkwasserleitung kalt eingebrachte Wärmemenge berechnet wird. Die in die Zirkulationsleitung für Trinkwasser kalt eingebrachte Wärmeenergie wird analog berechnet, wobei hier jedoch die Herausforderung besteht, diese zu bestimmen, ohne den ermittelten Rohrlitungsdurchmesser zu kennen. Ebenso wie bei der Zirkulation von Trinkwasser warm ist diese zunächst abzuschätzen und iterativ zu ermitteln. Hierdurch wird wiederum deutlich, dass eine genaue Rohrnetzermittlung nur mithilfe entsprechender Auslegungssoftware sinnvoll ist.

Der Volumenstrom der Zirkulationspumpe kann analog zur Zirkulation für Trinkwasser warm mit nachfolgender Formel bestimmt werden:

$$\dot{V}_P = \frac{\sum l_k \cdot \dot{q}_k}{\rho \cdot c \cdot \Delta\vartheta_k}$$

Anders als im Zirkulationssystem für Trinkwasser warm ist die Spreizung für Trinkwasser kalt nicht normativ festgelegt. Aufgrund des geringeren Temperaturunterschieds zur Umgebung wird sich eine Spreizung von ca. 3 K zwischen Hauseintrittstemperatur und Eintritt in den Durchfluss-Trinkwasserkühler einstellen bzw. darauf ist auszulegen.

Im Schadenfall, d. h. es wird festgestellt, dass aufgrund baulicher Mängel, oder nach brandschutztechnischer Sanierungsmaßnahme, wie z. B. dem Ausflocken eines Schachts mit warmgehenden Leitungen und Leitung für Trinkwasser kalt, größere Wärmelasten anfallen können, die in die Leitungen

für Trinkwasser kalt eingetragen werden, sodass hier dann mit den tatsächlich ermittelten Temperaturen zu rechnen ist. Das $\Delta\vartheta_k$ ist bei der Bestimmung des Volumenstroms für die Zirkulationspumpe also zu ermitteln. Auch dies kann mit der Planungssoftware Viptool Engineering sowohl für den Neubau, als auch für den Sanierungsfall durch Hinterlegung einer Umgebungstemperatur automatisiert berechnet werden.

Die Pumpenförderhöhe wird analog zur Zirkulationspumpe für Trinkwasser warm mit der Formel

$$\Delta p_P = \sum (l \cdot R + Z)_{k,z} + \Delta p_{RV} + \Delta p_{ZV} + \Delta p_{Ap}$$

berechnet, mit:

- l Länge einer Teilstrecke
- R Druckgefälle für die Rohrreibung
- Z Druckverlust durch Einzelwiderstände
- Δp_{RV} Druckverlust im Rückflussverhinderer
- Δp_{ZV} Druckverlust im Zirkulationsregulierventil
- Δp_{Ap} Druckverlust in Apparaten, z. B. im Wärmeübertrager zum Ausgleich der Zirkulationsverluste

Bei Neubauten wird der Volumenstrom in der Zirkulation für Trinkwasser kalt aufgrund des geringeren Temperaturunterschieds zwischen Medium und Umgebungstemperatur geringer sein, als in vergleichbarem Netz der Warmwasserzirkulation. In Altbauten kann bei extrem hohen Schachttemperaturen auch von höheren Spreizungen ausgegangen werden, da der Temperaturunterschied zwischen Umgebung und Medium höher sein kann und so ein verstärkter Energieeintrag in das Kaltwasser stattfindet. Bei der Rohrnetzberechnung werden in der Regel kleinere Rohrdurchmesser mit höheren Druckverlusten erhalten. Daher ist eine Auslegung der Zirkulationspumpe zwingend notwendig.

Anders als in der Zirkulation für Trinkwasser warm ist ein dauerhafter Betrieb der Zirkulationspumpe nicht notwendig, wenn die Temperaturen im gesamten Zirkulationsnetz für Trinkwasser kalt eingehalten werden. Ist dies gewährleistet, kann die Zirkulationspumpe in den Standby-Betrieb geschaltet werden, allerdings muss für einen Wasseraustausch in der Zirkulationsleitung durch bedarfsgerechten Betrieb der Zirkulationspumpe gesorgt werden (z. B. alle acht Stunden für 15 Minuten, abhängig von der Größe des Zirkulationssystems).

Zirkulationsregulierventile für Trinkwasser kalt sollten einen Mindestdurchfluss besitzen. Sitzen diese Ventile in einem kalten Raum und sind dauerhaft geschlossen, kann es vorkommen, dass der Temperatursensor im oder am Zirkulationsregulierventil einen Wert im Sollbereich detektiert, die davor (in einem warmen Schacht) liegende Leitung aber wesentlich wärmer ist. Eine Lösung können Temperatursensoren sein, beispielsweise im Kopf der Leitung für Trinkwasser kalt.

Zirkulationsregulierventile im Zirkulationssystem

Werden Zirkulationssysteme für Trinkwasser warm oder Trinkwasser kalt mit mehreren Zirkulationssträngen betrieben, müssen die Massenströme hydraulisch so abgeglichen werden, dass die Soll-Temperaturen im bestimmungsgemäßen Betrieb in allen Teilstrecken erreicht und gehalten werden. Andernfalls besteht das Risiko, dass geplante Ausstoßzeiten an den Entnahmestellen nicht eingehalten (im Trinkwasser warm) werden und/oder in einzelnen Teilstrecken sich Dauertemperaturen außerhalb der hygienisch unbedenklichen Betriebstemperaturen einstellen (im Trinkwasser warm und Trinkwasser kalt). Dies gilt als eines der entscheidenden Risiken für mikrobielle Vermehrung von Legionellen im System und als potenzielle Gefahr für den Erhalt der Trinkwassergüte. Da Zirkulationssysteme und Rohrleitungen für Trinkwasser kalt und Trinkwasser warm in der Regel nur noch softwaregestützt ausgelegt werden können, lassen sich, unter Berücksichtigung der realen produktspezifischen Widerstandsbeiwerte von Armaturen und Formstücken, statische, thermostatische und elektronische Regulierventile exakt berechnen. Der hydraulische Abgleich kann im Trinkwasser warm für den Auslegungsfall mit allen drei Bauarten erfolgen. Im Trinkwasser kalt sind statische und elektronische Zirkulationsregulierventile geeignet.

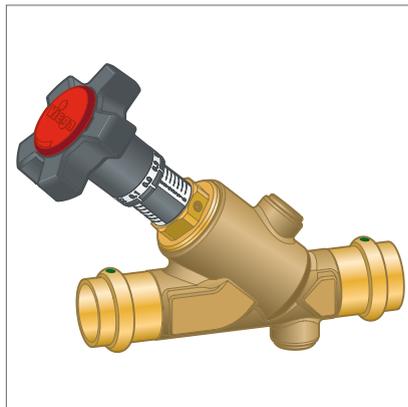


Abb. 23: Statisches Zirkulationsregulierventil

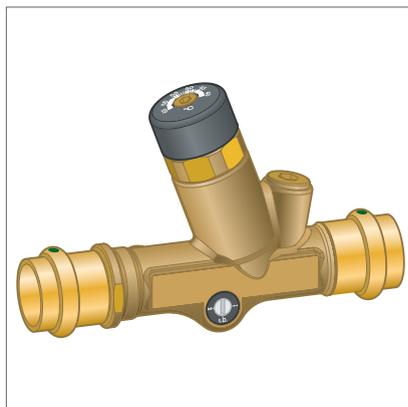


Abb. 24: Thermostatisches Zirkulationsregulierventil

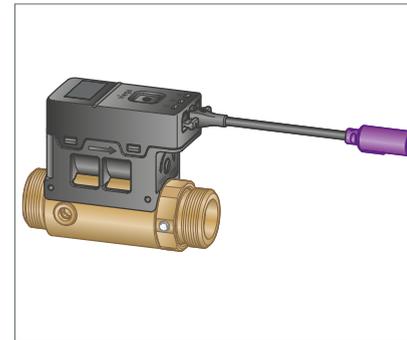


Abb. 25: Elektronisches Zirkulationsregulierventil

Für statische Ventile ist allerdings eine genaue Druckverlustberechnung im jeweiligen Strang notwendig, da sie auf einen festen Widerstand eingestellt werden. Thermostatische Ventile werden auf eine errechnete Soll-Temperatur ausgelegt. Durch ihren Dehnstoffkörper können sie jedoch geringfügige Temperaturveränderungen ausgleichen, die sich beispielsweise aus Abweichungen zwischen der Planung und der Ausführung der Installation ergeben. Gerade in Bestandsanlagen ist aber selbst diese Regelbreite häufig noch zu wenig. Das gilt im Übrigen auch bei Zirkulationsregulierventilen mit thermostatischer Voreinstellung ohne Volumenstrombegrenzung.

Der hydraulische Abgleich muss auch in Bestandsanlagen durchgeführt werden. In Bestandsanlagen ist solch ein Abgleich über statische oder thermostatisch arbeitende Regulierventile jedoch kaum herzustellen, denn hier fehlen in der Regel belastbare Installationsdaten. Zudem wurden bei der Auslegung von Altanlagen für alle Stränge in der Regel gleiche Kopftemperaturen angestrebt, um die Warmwasserabrechnung gerecht zu halten. Das kann jedoch an den Stromvereinigungspunkten aus Strangrücklauf und Zirkulations-Sammelleitung zu höheren Temperaturen als normativ gefordert führen – eine energetische Verschwendung, die außerdem den thermischen Abgleich zusätzlich erschwert. Vor allem, wenn es sich um komplexe Rohrleitungsnetze handelt, für die ein thermischer Abgleich ohnehin aufwendiger ist als bei klar strukturiert aufgebauten Trinkwasserinstallationen, die aus hygienischen Gründen generell zu bevorzugen sind. Auf den thermischen Abgleich, wie auch in der DIN 1988-300 gefordert, darf aber selbst dann nicht verzichtet werden. Ansonsten handelt es sich um einen Mangel.^[1]

Durch umfangreiche Messreihen wurde jetzt aber nachgewiesen, dass selbst Installationen im Bestand mit Rohren in Nicht-Normabmessung und ohne Kenntnis der Planungsunterlagen thermisch abgeglichen werden können, wenn dafür elektronische Zirkulationsregulierventile eingesetzt werden. Möglich ist das durch einen intelligenten Regelalgorithmus dieser Regulierventile. Mithilfe eines integrierten Temperatursensor kann das Ventil dadurch selbsttätig mit einer Anpassung des Volumenstroms durch das Ventil auf Temperaturschwankungen im Zirkulationssystem für Trinkwasser warm bzw.

[1] OLG München, 21.11.2018, 28 U 1888/18 Bau (IBR 2020, 584)

Trinkwasser kalt reagieren und so die geforderte Temperaturhaltung absichern. Ein Überschwingen wird dabei durch die bewusst „träge“ programmierte Reaktionszeit vermieden. Die permanente dynamische Anpassung an die wechselnden thermischen Verhältnisse in der zirkulierenden Trinkwasserinstallation erfolgt anschließend durch den intelligenten Regelalgorithmus des Ventils automatisch.

Bei Einbindung in die Gebäudeautomation werden die anliegenden Temperaturen zudem automatisch protokolliert. Gleiches gilt für die in der VDI 3810-2/6023-3 geforderte halbjährliche Funktionsprüfung, die bei den elektronischen Zirkulationsventilen täglich automatisiert durchgeführt werden können. Elektronische Zirkulationsregulierventile sorgen damit nicht nur für eine hoch präzise Temperaturhaltung innerhalb der definierten Temperaturgrenzen, sondern bieten gleichzeitig mehr Betriebssicherheit.

Bemessung und Auslegung der Trinkwasserinstallation

Viele Jahre lang wurden in Deutschland die Durchmesser der Trinkwasserleitungen kalt und warm nach DIN 1988 Teil 3 bestimmt. Diese Norm galt streng genommen nur für Trinkwasserinstallationen, die ohne Druckerhöhungsanlage direkt an die Versorgungsleitung angeschlossen werden. Ziel der Berechnung war, bei einer zu erwartenden Spitzenbelastung auch an den hydraulisch ungünstigsten Entnahmestellen die gewünschten Durchflüsse sicherzustellen und das bei den kleinstmöglichen Rohrdurchmessern und unter Beachtung der höchstzulässigen Strömungsgeschwindigkeiten (Schallschutz). Bei diesem Vorgehen wird der Versorgungsdruck bestmöglich genutzt und man erhält wirtschaftliche Trinkwasserinstallationen, die sich zudem durch den minimal möglichen Wasserinhalt auszeichnen (Hygiene).

Die zuvor genannten Regeln sind mit dem Erscheinen der DIN 1988-300 nicht mehr gültig. Diese Norm wurde erarbeitet, weil die im Sommer 2006 erschienene europäische Norm DIN EN 806-3 nur ein vereinfachtes und in wesentlichen Punkten nicht nachvollziehbares Berechnungsverfahren für Trinkwasserleitungen kalt und warm enthält; zudem werden keine Angaben gemacht, wie die Zirkulationsleitungen zu bemessen sind. Allerdings wurde über den informativen Anhang C der DIN EN 806 die Möglichkeit geschaffen, alternative Berechnungsverfahren zu verwenden und genau dieser Weg ist in Deutschland gegangen worden.

Der Berechnungsgang nach DIN 1988-300 ist in Abb. 26 schematisch dargestellt. Ausführlich ist das Berechnungsverfahren in DIN 1988-300 erläutert.

1. Berechnungsdurchflüsse der Entnahmearmaturen ermitteln.
2. Summendurchfluss für jede Teilstrecke ermitteln.
3. Spitzenvolumenstrom $\dot{V}_s = f(\sum \dot{V}_R)$ für jede Teilstrecke berechnen.
4. Verfügbare Druckdifferenz $\Delta p_{ges,v}$ für Rohrreibung und Einzelwiderstände ermitteln.
5. Geschätzten Anteil der verfügbaren Druckdifferenz für die Einzelwiderstände abziehen.
6. Verfügbares Rohrreibungsdruckgefälle R_v berechnen.
7. Bemessung mit dem hydraulisch ungünstigsten Strömungsweg beginnen.
8. Rohrdurchmesser, Fließgeschwindigkeit, Druckgefälle für jede TS ermitteln.
9. Druckverlust aus Einzelwiderständen über Widerstandsbeiwerte ζ berechnen.
10. Gesamtdruckverlust aus Rohrreibung und Einzelwiderständen Δp_{ges} ermitteln.
11. Druckdifferenzen vergleichen: $\Delta p_{ges} \leq \Delta p_{ges,v}$ Durchmesser korrigieren.
12. Neues R_v für günstiger gelegene Fließwege ermitteln.
13. Für günstiger gelegene Fließwege Schritte 7 bis 11 wiederholen.

Abb. 26: Berechnungsschritte zur Ermittlung der Rohrdurchmesser nach DIN 1988-300

Der zu schätzende Anteil für die Einzelwiderstände von Verbindern, Ventilen und Apparaten wird nicht, wie noch beim vereinfachten Berechnungsverfahren in DIN 1988-3, vorgegeben, da er beliebig wählbar ist. Unrealistische Vorgaben erhöhen allerdings bei Berechnungen von Hand durch die notwendigen Korrekturen die Bearbeitungszeit, verändern aber nicht das Ergebnis. Ausführlich ist das gesamte Berechnungsverfahren in DIN 1988-300 genau dargelegt.

Vor der Ermittlung des Summendurchflusses muss, wie schon in Abschnitt „Rohrleitungsführung nach der Hausanschlussleitung“ auf Seite 103 beschrieben, mit dem späteren Benutzer bzw. Betreiber die tatsächliche Nutzung bestimmt und in einem sanitärtechnischen Raumbuch dokumentiert werden. Wenn dort Gleichzeitigkeiten ausgeschlossen werden, wie z. B. die gleichzeitige Nutzung von Waschtisch und Dusche, so muss nur das Element mit dem größeren Durchfluss für die Ermittlung des Summendurchflusses berücksichtigt werden. Hier müssen die tatsächlichen, vom Hersteller der Armatur angegebenen Werte angesetzt werden. Sind diese noch nicht bekannt, oder handelt es sich um eine produktneutrale Ausschreibung, so kann mit den Werten der DIN 1988-300, Tabelle 2, gerechnet werden. Gerade an diesem Punkt sollte allerdings nachträglich vom Planer darauf hingewiesen werden, dass nach der Auswahl der einzubauenden Armatur und des entsprechenden Rohrleitungssystems nochmals eine Überprüfung der Rohrleitungsdimensionen erfolgen muss. Allein aufgrund der unterschiedlichen Widerstandsbeiwerte können sich Systeme ergeben, die aufgrund besserer Widerstandsbeiwerte als in der DIN 1988-300 hinterlegt, zu groß bemessen sind und somit die Trinkwasser-Hygiene nicht gewährleisten können.



Des Weiteren müssen für die Ermittlung der Rohrdurchmesser die Angaben der Hersteller verwendet werden, sie müssen die Zeta-Werte (ζ) und die Rohrreibungsdrukverluste angeben.^[1] Gerade im Hinblick auf eine hygienische Planung sollte jede Rohrleitungsdimensionierung mit den herstellerspezifischen Zeta-Werten erfolgen, um aus Sicht der Hygiene die kleinstmöglichen Rohrleitungsdimensionen zu erhalten.

Der Druckverlust durch Einzelwiderstände in einer Teilstrecke wird mit folgender Gleichung berechnet:

$$\Delta p_E = \sum \zeta \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2$$

mit:

Δp_E Druckverlust der Einzelwiderstände
 ζ Widerstandsbeiwert
 ρ Dichte des Wassers
 v rechnerische Fließgeschwindigkeit.

Diese Gleichung zeigt, dass die Geschwindigkeit quadratisch in die Druckverlustberechnung von Einzelwiderständen eingeht. Legt man die Trinkwasserinstallation mit möglichst hohen, aber dennoch zulässigen Fließgeschwindigkeiten aus, um eine gute Durchströmung und damit einen hygienischen sicheren Betrieb der Trinkwasserinstallation zu erreichen, so spielt der Widerstandsbeiwert eine nicht unerhebliche Rolle, um den Druckverlust eines Einzelwiderstands so gering wie möglich zu halten.

Beispiel 1: Bogen DN12 aus PEX mit Widerstandsbeiwerten aus DIN 1988-300 Tabelle A.4

$\zeta = 17,3$; $\rho = 999,70 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ (Wasser bei 10 °C); $v = 2,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (rechnerische Fließgeschwindigkeit)

$$\Delta p_E = \sum \zeta \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 = 17,3 \cdot \frac{999,7 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{2} \cdot \left(2,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 \cdot \frac{1 \text{ hPa}}{100 \text{ Pa}} = 346 \text{ hPa}$$

d. h. für einen einzigen Bogen DN12 wird ein Druckverlust von 346 hPa (= mbar) berechnet.

[1] DIN 1988-300



Beispiel 2: Bogen DN12, Viega Raxofix mit Widerstandsbeiwert nach Herstellerinformationen (viega.de/de/service/downloadcenter -> "Zetawerte")

$\zeta = 1,7$; $\rho = 999,70 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ (Wasser bei 10 °C); $v = 2,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (rechnerische Fließgeschwindigkeit)

$$\Delta p_E = \sum \zeta \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 = 1,7 \cdot \frac{999,7 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{2} \cdot \left(2,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 \cdot \frac{1 \text{ hPa}}{100 \text{ Pa}} = 34 \text{ hPa}$$

d. h. bei Rohrleitungssystemen mit strömungsgünstigen Form- und Verbindungsstücken, wie es z. B. das Viega Raxofix ist, ist der Druckverlust in ein- und demselben Bauteil um den Faktor 10 geringer als in vergleichbaren Wettbewerbsprodukten.

Hier zeigt sich deutlich, dass die Auswahl des Rohrleitungssystems als wesentlicher Faktor bei der Dimensionierung der Rohrleitung mit in die Berechnung einfließt.

Aufgrund der Tatsache, dass bei der Dimensionierung einer Trinkwasserinstallation viele und auch zum Teil iterative Berechnungsschritte notwendig sind, ist es heutzutage nicht mehr sinnvoll und empfehlenswert, eine Trinkwasserinstallation manuell zu bemessen, vielmehr gibt es eine Anzahl an softwaregestützten Berechnungsprogrammen zur Dimensionierung einer Trinkwasserinstallation, wie Viptool Engineering, die hier den Aufwand wesentlich erleichtern. Die in DIN 1988-300, oben und im Kapitel „Systemauslegung Zirkulationssystem“ gezeigten Berechnungsschritte sollen jedoch nachvollzogen werden können, um jederzeit aus Sicht eines Ingenieurs beurteilen zu können, ob mit einer Software berechnete Werte für die Dimensionierung einer Trinkwasserinstallation sinnvoll und realistisch sind.

Neben der rein rechnerischen Dimensionierung einer Trinkwasserinstallation besitzt Viptool-Engineering eine Vielzahl von Features, die schon bei der Planung zeigen, ob eine Trinkwasserinstallation hygienisch einwandfrei betrieben werden kann. So kann, wie in Abb. 27 dargestellt, bereits bei der Planung visualisiert werden, welches Strömungsverhalten sich in einer Rohrleitung einstellt – ist diese turbulent, laminar oder werden Teile der Trinkwasserinstallation bei Nutzung eines Verbrauchers gar nicht durchströmt.

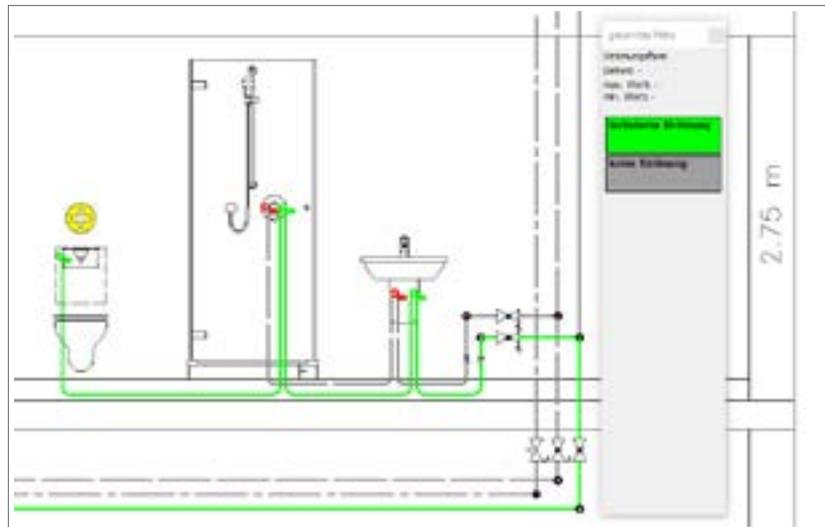


Abb. 27: Strömungsverhalten in der Trinkwasser-Installation bei Nutzung des Spülkastens

Des Weiteren bietet Viptool die Möglichkeit, Umgebungstemperaturen z. B. im Schacht, in einer abgehängten Decke oder einfach nur in einem unbeheizten Kellerraum zu definieren. Über die automatisierte Berechnung des Wärmeeintrags (ins Trinkwasser kalt) bzw. der Wärmeabgabe (des Trinkwassers warm) kann überprüft werden, ob an jeder Stelle der Trinkwasserinstallation die für Legionellen unbedenklichen Temperaturbereiche in der gesamten Trinkwasserinstallation eingehalten werden. Abb. 28 zeigt den simulierten Temperaturverlauf einer Trinkwasserinstallation für Trinkwasser kalt mit einer Zirkulationsleitung für Trinkwasser kalt. Anhand unterschiedlicher Farbgebung kann hier beispielsweise kontrolliert werden, ob die Temperatur des Trinkwassers kalt an jeder Stelle der Trinkwasserinstallation im unkritischen Bereich unter 20 °C liegt oder ob ggf. Maßnahmen schon in der Planungsphase ergriffen werden müssen. Bei dieser Berechnung unberücksichtigt bleiben dynamische Wärmequellen oder der lokale Wärmeeintrag von in der Nähe verlaufenden warmgehenden Leitungen.

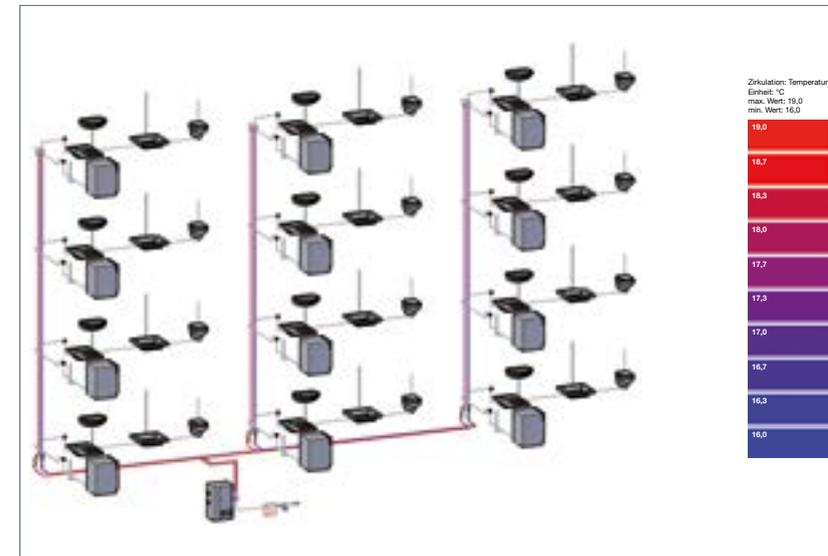


Abb. 28: Auslegung einer Zirkulationsanlage für Trinkwasser kalt mit Viptool Engineering. Visualisierung der Temperaturen über den gesamten Fließweg der zirkulierenden Verteilleitungen

In Nutzungseinheiten, d. h. in nichtzirkulierenden Leitungen, gleicht sich die Trinkwasser-Temperatur bei Nichtbenutzung, also bei Stagnation, der Umgebungstemperatur an. Wie in Abschnitt „Verteilungskonzepte für Trinkwasser warm“ auf Seite 110 bereits erwähnt, soll im Trinkwasser warm der kritische Bereich zwischen 55 °C und 25 °C möglichst schnell durchlaufen werden, um einer Vermehrung von Mikroorganismen entgegen zu wirken und daher sollte hier auf eine Isolierung verzichtet werden. Die Temperatur des Trinkwassers kalt nähert sich ebenfalls der Umgebungstemperatur an und muss sich zu jedem Zeitpunkt unter 25 °C befinden. Auch hier bietet Viptool Engineering schon während der Planungsphase aus hygienischer Sicht durch Simulation der Temperatur über den Zeitverlauf die Möglichkeit festzustellen, ob die Planung einer Trinkwasserinstallation auch in nichtzirkulierenden Teilstrecken hygienisch unbedenklich ist.

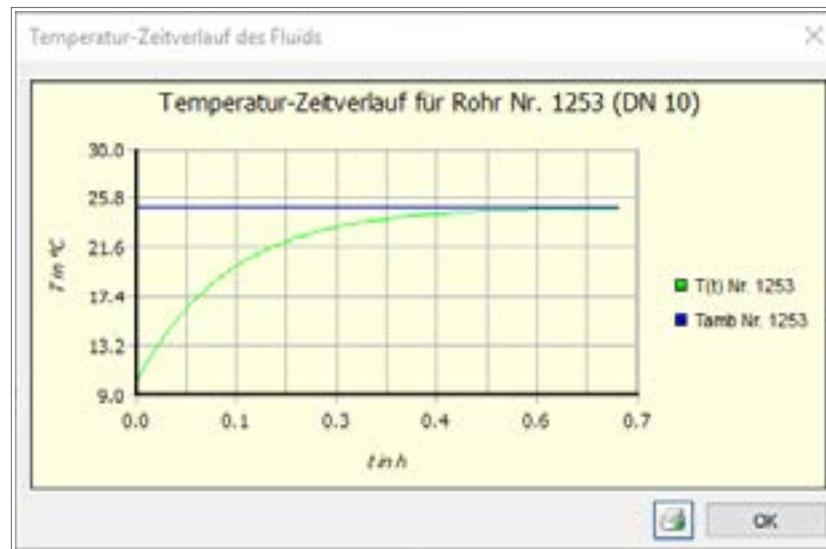


Abb. 29: Simulation eines Temperaturverlaufs einer Leitung für Trinkwasser kalt bei Stagnation

Komponenten von AquaVip Solutions

Wie im vorangegangenen Kapitel bereits beschrieben, ist es zur Dimensionierung einer Trinkwasserinstallation zwingend notwendig, mit dem zukünftigen Betreiber sanitäre Raumbücher mit dem bestimmungsgemäßen Betrieb zu erstellen, Gleichzeitigkeiten festzulegen und damit eine bedarfsgerechte Auslegung einer Trinkwasserinstallation zu ermitteln.

Da der bestimmungsgemäße Betrieb nicht immer sichergestellt werden kann, z. B. während der Ferienzeiten in Schulen oder spielfreien Zeiten in Veranstaltungsgebäuden, gibt es Systeme, die den bestimmungsgemäßen Betrieb einer Trinkwasserinstallation unterstützen. Wie in den vorgenannten Kapiteln bereits erwähnt, wird der Hygienezustand einer Trinkwasserinstallation durch den mikrobiologischen, chemischen und physikalischen Zustand der Installation bestimmt. Er ist also dynamisch und verändert sich durch äußere und innere Einfluss- und Störgrößen fortlaufend, wie ein lebender Organismus.

Hier ist es sinnvoll, den bestimmungsgemäßen Betrieb digital zu überwachen, zu dokumentieren und bei Abweichungen entsprechende Maßnahmen automatisiert durchzuführen, um hier auch bei einem anderen als dem (manuellen) bestimmungsgemäßen Betrieb die Trinkwasserinstallation automatisiert und damit doch hygienisch betreiben zu können. In diesem Sinne sind das Monitoring sowie die Steuerung und Regelung aller signifikanten Einflussgrößen zur Gewährleistung einer gleichbleibenden Trinkwassergüte gemäß allen gesetzlichen Forderungen eine anspruchsvolle Herausforderung in der gesamten Wirkungskette der Gebäudetechnik für Trinkwasser.

Aus systemtheoretischer Sicht ist der Gesamtzustand einer Trinkwasserinstallation ein nichtlineares, dynamisches und verteiltes System. Daher erscheint es auch nur natürlich, als IT-Infrastruktur eine verteilte Architektur zu wählen, die Prinzipien folgt, welche sich in anderen Bereichen bereits erfolgreich bewährt haben.

Zu beachten ist außerdem, dass ein Trinkwasser-Management-System wie AquaVip Solutions seine Ziele in den unterschiedlichsten Einsatzszenarien erfüllen kann. In Eigenheimen, Wohnblöcken von Baugenossenschaften, bis hin zu öffentlichen Gebäuden mit besonderen Anforderungen wie Kindertagesstätten, Schulen, Seniorenheimen und Krankenhäusern muss die Trinkwasser-Qualität zu jedem Zeitpunkt und an allen Entnahmestellen gemäß den gesetzlichen Vorgaben nachhaltig sichergestellt werden.

Des Weiteren gilt es, von der Planung über die Installation und den Betrieb bis hin zur Wartung alle Aspekte des gesamten Lebenszyklus abzudecken. Bei allen diesen Punkten darf die Wirtschaftlichkeit nie aus den Augen gelassen werden. So könnte eine zu komplexe Installation oder zu aufwendige Wartung ein großes Hemmnis für eine Verbreitung eines Trinkwasser-Management-Systems sein. Daher muss die Einfachheit in der Handhabung des Produkts in jeder Lebenszyklus-Phase im Mittelpunkt der gesamten Anwendung stehen. Aus den vorangegangenen Abschnitten wird klar, dass ein Trinkwasser-Management-System einem breiten Spektrum an Anforderungen genügen und daher von Anfang an ganzheitlich gedacht werden muss.

Das Viega Trinkwasser-Management-System AquaVip Solutions besteht aus einem oder mehreren über Ethernet verbundenen AquaVip-Controllern, die über CANopen mit den Feldgeräten – den Sensoren und Aktoren – kommunizieren. Auf dieser Feldebene werden Funktionen der Nutzungseinheit realisiert wie z. B. die regelmäßige Spülung der einzelnen Entnahmestellen. Die Hygiene-Funktionen befinden sich auf Ebene der AquaVip-Controller – der Automationsebene –, wo das vernetzte Wissen über den Gesamtzustand genutzt werden kann, um beispielsweise gleichzeitige Spülungen zu bewirken, verteilte Protokollierung zu realisieren und einen hohen Grad an Ausfallsicherheit zu gewährleisten. Ebenfalls bedient werden Systeme oberhalb von AquaVip Solutions – der Managementebene –, wie zum Beispiel eine Leitstelle, die den Systemzustand visualisiert, konfigurierbar und steuerbar macht. Zu dieser Managementebene gezählt werden hier eine übergeordnete Gebäudeautomation oder eine Cloud-Anwendung, die über die jeweils üblichen Protokolle wie z. B. BACnet angesprochen werden können.



Abb. 30: Pyramide der Gebäudeautomation

Systemkomponenten

Digitalisierung ermöglicht zukünftig mit entsprechenden Komponenten die Realisierung ganzheitlicher, gebäudespezifischer Hygienekonzepte. Neben der anlagenspezifischen Beprobung und Absicherung aller Entnahmestellen durch eine intelligente Kombination von automatischen Spültechniken der Haupt- und Einzelanschlussleitung ist auch eine entsprechende Überwachung, Dokumentation und Regelung des Systems Trinkwasserinstallation vom Hausanschluss bis zur letzten Entnahmestelle sinnvoll.

Die im Folgenden aufgeführten Systemkomponenten sind mögliche Bausteine für einen prozessorientierten, auf den Erhalt der Trinkwassergüte ausgerichteten Betrieb einer Trinkwasserinstallation.

Controller und Zubehör



Abb. 31: AquaVip-Controller

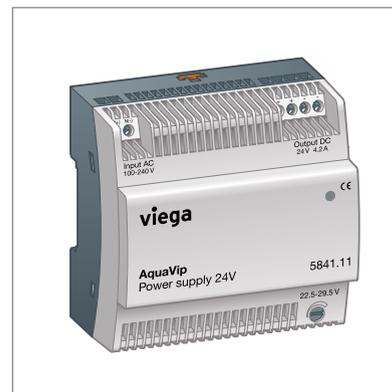


Abb. 32: AquaVip-Netzteil

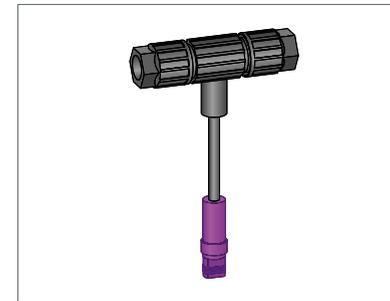


Abb. 33: AquaVip-Kabel-T-Verbinder

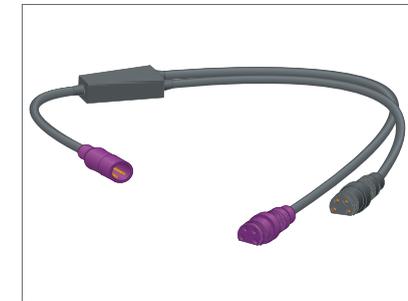


Abb. 34: AquaVip-Y-Kabel

Der AquaVip-Controller ist für die Steuerung und Überwachung der angeschlossenen Sensorik und Aktorik zur Einhaltung der Trinkwassergüte gemäß Wirkkreis zuständig.

Über Ethernet-Kabel werden mehrere AquaVip-Controller in der Automationsebene miteinander verbunden; über CANopen-Busanschluss werden die Feldgeräte – AquaVip-Aktoren oder -Sensoren – im Daisy-Chain-Verfahren angeschlossen. Jeder AquaVip-Controller benötigt ein separates AquaVip-Netzteil, sowie einen AquaVip-Abschlusswiderstand am Ende des CANopen-Bus. Verbunden werden die einzelnen Aktoren und Sensoren über einen AquaVip-Kabel-T-Verbinder bei der Verwendung unkonfektionierter Kabel oder über ein AquaVip-Y-Kabel bei der Verwendung von Kabeln mit verpolungssicheren Steckverbindern. Die Spannungsversorgung der Sensoren und Aktoren kann ebenfalls über das CANopen-Buskabel erfolgen; hierbei muss jedoch beachtet werden, dass die Gesamtleistung der angeschlossenen Sensoren und Aktoren nicht die Leistung des AquaVip-Netzteils von 100 W überschreitet. Sollte dies der Fall sein, so ist ggf. eine Aufteilung der Feldgeräte auf mehrere AquaVip-Netzteile notwendig. Zum Anschluss von AquaVip-Aktoren und -Sensoren ist ein AquaVip-Interface CAN notwendig.

Der Controller umfasst die Steuerung folgender Trinkwasserautomationsfunktionen:

- Stagnationsspülprogramme,
- Thermische Desinfektion,
- Zirkulationsregulierung,
- Trinkwassererwärmung,
- Reinigungsstopp.

Der Anschluss aller Feldgeräte erfolgt über das System-Steckverbindersystem mit KCC-Steckern und KCC-Buchsen. Die Bedienung und die Konfiguration erfolgen mittels beliebigem PC und Web-Browser (ohne jegliche zusätzliche Software-Installation) über ein Standard-ETHERNET-Netzwerk. Bedienoberflächen erlauben je nach Benutzerrecht (passwortgeschützt) das Beobachten, Bedienen oder Parametrieren. Das Anlernen von AquaVip-Aktoren oder -Sensoren und deren Parametrierung, sowie das individuelle Zusammenfassen in Funktionsgruppen, erfolgt aus der AquaVip-Konfigurationsoberfläche. Die Protokollierung und Speicherung aller Betriebsdaten



mit Datum- und Uhrzeit zum Nachweis des bestimmungsgemäßen Betriebs kann auch auf externen Medien erfolgen. Optionale Schnittstellen zur Gebäudeautomation (BACnet) und Cloud-Diensten (MQTT) sind vorhanden. Das Netzwerk ist skalierbar und kann durch baugleiche Controller beliebig erweitert werden. Die Standardmontage erfolgt auf einer Hutschiene in einer Elektroverteilung.

Technische Daten: Siehe „Controller“ auf Seite 893.

Zusammengefasst:

AquaVip-Controller für max. 32 Aktoren/Sensoren (leistungsabhängig, max. 100 W Gesamtleistung), notwendiges Zubehör:

- AquaVip-Netzteil,
- AquaVip-Kabel-T-Verbinder oder AquaVip-Y-Kabel,
- AquaVip-Interface CAN,
- AquaVip-KCC-Endwiderstand oder AquaVip-Kabel-Endwiderstand.

Komponenten mit Spül- und Überwachungsfunktion



Abb. 35: Prevista Dry-WC-Element mit integrierter AquaVip-Spülstation



Abb. 36: Prevista Dry-Waschtisch-Element mit integrierter AquaVip-Hygienespülarmatur

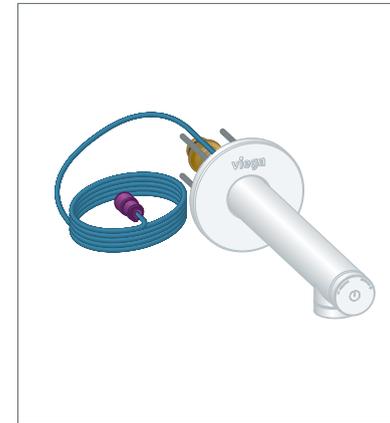


Abb. 37: AquaVip-UP-WT-Armatur

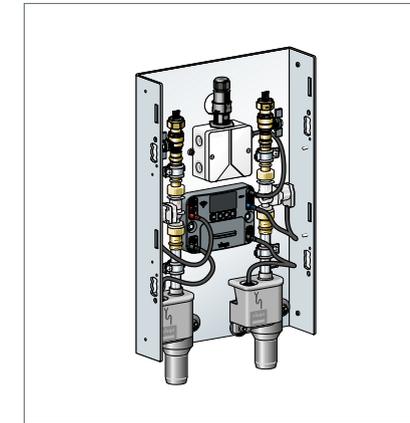


Abb. 38: Spülstation rot/blau mit Hygiene-Funktion

Komponenten mit Spül- und Überwachungsfunktion werden als endständiges Element in Reihenleitung (PWC und PWH) oder in Ringleitungen (nur PWC) eingebaut. Durch diese automatisch gesteuerten Spülaktoren wird der bestimmungsgemäße Betrieb einer Trinkwasserinstallation unterstützt. Eine Spülauslösung ist intervall-, zeit-, temperatur- und nutzungsorientiert möglich, ein Spülstopp ist volumen- oder temperaturabhängig, die Start- und Stoppfunktionen sind frei wählbar.

Die Spülstation wird mit einem Ethernet-Hub in AquaVip Solutions eingebunden. Das Prevista Dry-WC-Element mit integrierter AquaVip-Spülstation und das Prevista Dry-Waschtisch-Element mit integrierter AquaVip-Hygienespülarmatur wird über CANopen in AquaVip Solutions eingebunden. Hierzu ist ein AquaVip-Interface notwendig. Beide Spülkomponenten sind tottraumfrei, da sie über ein Kartuschenventil über Trinkwasser kalt geschlossen werden. Technische Daten: Siehe „Prevista Dry“ ab Seite 899.

Notwendiges Zubehör für Prevista Dry-WC-Element mit integrierter AquaVip-Spülstation:

- AquaVip-Controller und Zubehör,
- AquaVip-Ausstattungsset elektronisch,
- AquaVip-Anschlusskabel für Prevista Dry-WC-Element mit integrierter AquaVip-Spülstation,
- AquaVip-Interface CAN.

Notwendiges Zubehör für Prevista Dry-Waschtisch-Element mit integrierter AquaVip-Hygienespülarmatur:

- AquaVip-AquaVip-UP-WT-Armatur V10,
- AquaVip-Interface CAN.



AquaVip-Zirkulationsregulierventil elektronisch

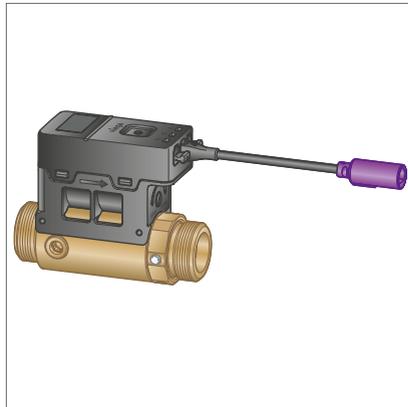


Abb. 39: AquaVip-Zirkulationsregulierventil elektronisch

Das AquaVip-Zirkulationsregulierventil elektronisch ist für die Zirkulation von Trinkwasser kalt und Trinkwasser warm geeignet. Für Trinkwasserzirkulationssysteme, zum elektronischen, selbstregelnden thermischen und hydraulischen Strangabgleich.

Je Zirkulationsstrang ist der Einbau eines elektronischen Zirkulationsregulierventils notwendig. Die Spannungsversorgung kann über den CANopen-Bus erfolgen; hier muss die gesamt angeschlossene Leistung an das Netzteil des Controllers beachtet werden. In der Einzelanwendung kann die Spannungsversorgung über ein separates Netzteil erfolgen.

Da es bei einer Zirkulation von Trinkwasser kalt aufgrund des geringeren Temperaturunterschieds zwischen Medium und Umgebung zu kleineren Volumenströmen kommt und damit auch zu geringeren Rohrdimensionen, muss hier berücksichtigt werden, dass der Druckverlust der Zirkulationsleitung im Gegensatz zur Zirkulation von Trinkwasser warm wesentlich höher ist. Bei der Planung eines Zirkulationssystems für Trinkwasser kalt muss daher berücksichtigt werden, dass eine maximale Anzahl an Zirkulationssträngen sinnvoll gewählt wird, d. h. dass sich die kV-Werte in den einzelnen Zirkulationssträngen nicht nur noch marginal unterscheiden und dass es auf dem Markt Zirkulationspumpen gibt, deren Kennlinien sich hinsichtlich der Förderhöhe für das geplante Zirkulationssystem für Trinkwasser kalt (PWC-C) auch eignen. Ggf. ist hier auch schon bei einer geringen Anzahl von Zirkulationssträngen eine Aufteilung in mehrere Zirkulationssysteme notwendig.

Technische Daten: Siehe „Zirkulationsregulierventil“ auf Seite 890.

Notwendiges Zubehör:

- AquaVip-Dämmschale
- AquaVip-Netzteil (zentral oder dezentral als Einzelanwendungslösung)



Komponenten der Trinkwassererwärmung und Trinkwasserkühlung



Abb. 40: AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer DTE 40 (1) mit AquaVip-Ultrafiltrationsmodul UFC (2)

Der AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer DTE mit einer Schüttleistung von 40/70/100 l/min bei einer Trinkwassererwärmung von 10 °C auf 60 °C eignet sich für die zonierte Trinkwassererwärmung. Die Auslegung eines Durchfluss-Trinkwassererwärmers erfolgt nach dem Summenlinienverfahren und ist ausführlich in Abschnitt „Auslegung der Warmwasserbereitung“ auf Seite 210 beschrieben.

Die Einbindung in AquaVip Solutions erfolgt über Ethernet; auch die Parametrierung wird über die Web-Oberfläche von AquaVip Solutions durchgeführt. Eine direkte Einbindung in eine vorhandene GA erfolgt über eine optionale BACnet-Schnittstelle.

Da der Durchfluss-Trinkwassererwärmer über einen integrierten AquaVip-Controller verfügt, kann dieser auch zum Aufbau eines kompletten Management-Systems mit der maximalen Anzahl von 32 Aktoren/Sensoren genutzt werden. Ein Nachteil bei der ausschließlichen Nutzung des integrierten AquaVip-Controllers liegt dann allerdings in der fehlenden Redundanz.

Hat man ein Gebäude mit mehreren Bauteilen, so kann die Aufteilung in mehrere Zonen mit einem separatem Durchfluss-Trinkwassererwärmer

sinnvoll sein, um extrem große Leitungslängen und Zirkulationssysteme mit einer großen Anzahl an Zirkulationssträngen zu vermeiden.

Mithilfe des AquaVip-Ultrafiltrationsmoduls lassen sich Mikroorganismen wie z. B. Legionellen und Nährstoffe mittels Bypass-Filtration entfernen. Eine Temperaturabsenkung ist objektspezifisch nach vorliegender UFC-Hersteller-richtlinie möglich und muss durch die beschriebenen verfahrenstechnischen Maßnahmen begleitet werden.

Das AquaVip-Ultrafiltrationsmodul ist als druckneutrales Bauteil des Zirkulationssystems, durch den Einbau im Bypass und zusätzlich integrierter Pumpe, zu sehen. Grundsätzlich darf ein AquaVip-Ultrafiltrationsmodul nur in Kombination mit einem AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer eingebaut werden.



Abb. 41: AquaVip-Durchfluss-Trinkwasserkühler

Der AquaVip-Durchfluss-Trinkwasserkühler (Abb. 41) mit einer Kühlleistung von bis zu 4,3 kW wird in die Zirkulationsleitung für Trinkwasser kalt eingebaut, um dem Trinkwasser kalt die im Gebäude durch Wärmeintrag aufgenommene Energie wieder zu entziehen. Die Auslegung sollte digital über die Planungssoftware Viptool Engineering erfolgen. Zur Kühlung kann in einem Kaltwassersatz speziell für diesen Zweck erzeugtes Kühlwasser

oder Kühlwasser aus vorhandener Prozesskälte genutzt werden. Bei der Beschaffenheit des Kühlwassers muss beachtet werden, dass DIN EN 1717 eingehalten wird und das Wasser mindestens der Kategorie 3 entspricht. So ist zum Beispiel ein Zusetzen von Frostschutzmittel wie Sole oder Propylen im Kühlwasser nach DIN EN 1717 zulässig, Ethylen ist dagegen als Frostschutzmittel nicht geeignet, da es der Kategorie 4 entspricht und somit ein doppelwandiger Wärmetauscher notwendig wäre.

Die Einbindung in AquaVip Solutions erfolgt in der Feldebene über CANopen. Eine Nutzung in der Einzelanwendung außerhalb von AquaVip Solutions ist möglich.

Der Durchfluss-Trinkwasserkühler muss in einem dafür geeigneten, nach VDI 2050 nicht zu warmen Technikraum in der Nähe der Stelle platziert werden, an der die Zirkulationsleitung für Trinkwasser kalt wieder in die Leitung für Trinkwasser kalt geführt wird.

Technische Daten siehe „Durchfluss-Trinkwassererwärmer (DTE)“ auf Seite 886 und „Durchfluss-Trinkwasserkühler (DTK)“ auf Seite 889.



Sensoren



Abb. 42: AquaVip-Temperatursensor (Modell 5841.54)

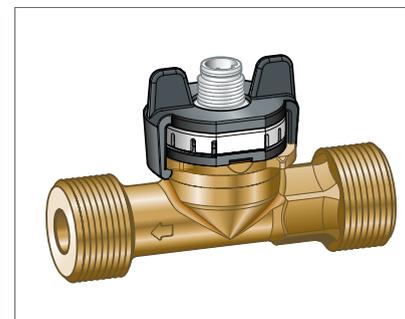


Abb. 43: AquaVip-Durchfluss- und Temperatursensor (Modell 5841.50)



Abb. 44: AquaVip-Drucksensor (Modell 5841.52)

Sensoren dienen der Überwachung von Betriebsparametern und damit der Überwachung der Einhaltung der Parameter gemäß Wirkkreis der Trinkwassergüte in einer Trinkwasserinstallation. Die genaue Verortung in einer Trinkwasserinstallation muss objektspezifisch erfolgen und zwar mit ingenieurmäßigen Blick unter der Fragestellung, an welchen repräsentativen Stellen einer Trinkwasserinstallation es notwendig ist, die Betriebsparameter zu überwachen, einzuhalten und ggf. regeln zu können, um eben die Parameter des Wirkkreises der Trinkwassergüte in der gesamten Trinkwasserinstallation einzuhalten.

Repräsentative Stellen für die Verortung von Temperatursensoren können sein:

- hinter der HAE, um die vom WVU gelieferte Trinkwasser-Temperatur zu messen,
- am Eintritt in eine Nutzungseinheit im Trinkwasser kalt (PWC),
- am Austritt aus dem Trinkwassererwärmer (auch Durchfluss-Trinkwassererwärmer) im Trinkwasser warm (PWH), falls dort kein Temperatursensor im Trinkwassererwärmer integriert ist,
- am Eintritt in den Trinkwassererwärmer (auch Durchfluss-Trinkwassererwärmer) in der Zirkulationsleitung für Trinkwasser warm (PWH-C), falls dort kein Temperatursensor im Trinkwassererwärmer integriert ist,
- an den Zirkulationsregulierventilen im Trinkwasser warm (PWH-C) und Trinkwasser kalt (PWC-C), wenn nicht im Zirkulationsregulierventil integriert oder vor dem Mischpunkt einer Zirkulationsleitung für Trinkwasser warm (PWH-C) und Trinkwasser kalt (PWC-C).

Repräsentative Stellen für die Verortung von Drucksensoren können sein:

- hinter der HAE.

Repräsentative Stellen für die Verortung von Durchflusssensoren können sein:

- am Ende einer Reihen-Installation, wenn das letzte (oder gar kein) Element keine Protokollfunktion besitzt,
- an Stellen, an denen digital der Verbrauch erfasst werden soll.

Technische Daten: siehe „Sensoren“ auf Seite 891.

Notwendiges Zubehör:

- AquaVip-Dämmschale (nur AquaVip-Durchfluss- und Temperatursensor),
- AquaVip-Anschlusskabel (nur AquaVip-Durchfluss- und Temperatursensor und AquaVip-Drucksensor)
- AquaVip-Interface CAN Multisensor (Modell 5841.65) oder AquaVip-Interface CAN (Modell 5841.12).

Beispiele für den Aufbau einer Trinkwasserinstallation mit AquaVip Solutions

In allen Gebäuden, die mit AquaVip Solutions ausgestattet werden, wird eine einwandfreie Rohrleitungs-Installation vorausgesetzt, d. h. bei der Rohrverlegung sind mindestens die a. a. R. d. T. berücksichtigt worden. Schallschutz- und Brandschutz-Maßnahmen sind ebenso eingehalten, wie die Dämmung nach GEG; Leitungen für Trinkwasser kalt (einschließlich der Zirkulationsleitungen für eine mögliche Kaltwasserzirkulation) sind 100 % gedämmt.

In einigen Gebäuden kann es vorkommen, dass eine Zirkulation und Kühlung für Trinkwasser kalt eingebaut werden muss. Dies liegt insbesondere dann vor, wenn

- zu hohe Hauseintrittstemperaturen vorliegen,
- keine Trennung von kalt- und warmgehenden Leitungen möglich ist, bei der Verlegung warmgehender Leitungen zusammen mit der Leitung für Trinkwasser kalt in einem Schacht, insbesondere wenn diese Schächte aus Gründen des Brandschutzes ausgeflockt sind und
- bei der Rohrverlegung für Trinkwasser kalt in abgehängten Decken, gemeinsam mit warmgehenden Leitungen und anderen Wärmelasten.

Grundsätzlich muss hier jedoch kritisch geprüft werden, ob die vorgenannten Rohrleitungsführungen, die sich bei vielen Planern und Architekten als gelebte Praxis durchgesetzt haben, grundsätzlich sinnvoll sind. Am sinnvollsten ist es sicherlich immer zu prüfen, inwieweit eine Zirkulation für Trinkwasser kalt durch eine Verlegestrategie vermieden werden kann, in der das Trinkwasser kalt gar nicht erst Gefahr läuft, sich unzulässig zu erwärmen. Lösungen könnten z. B. sein, grundsätzlich getrennte Steigleitungen für Trinkwasser kalt und warmgehende Leitungen zu planen (Abb. 45), oder die Steigleitungen für Trinkwasser kalt vertikal an den Abwassersträngen vorbei zu führen, und die Steigleitungen für Trinkwasser warm an einer Stelle separat in die Etagen zu führen und horizontal in den Flurbereichen in der abgehängten Decke zu verteilen (Abb. 46).



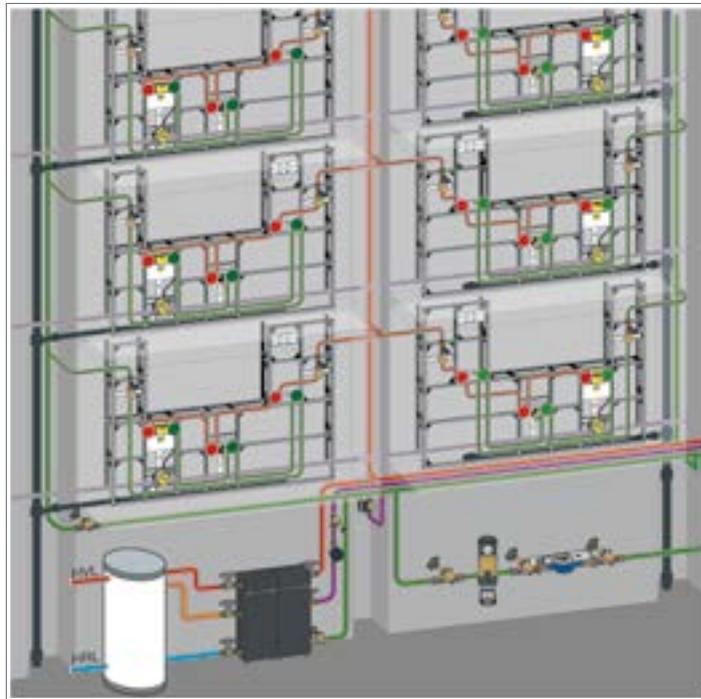


Abb. 45: Leitungsführung mit getrennten Schächten und innenliegender Zirkulation für Trinkwasser warm

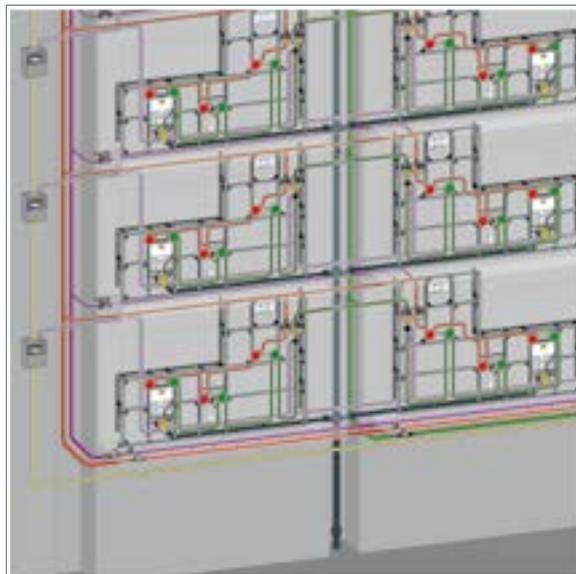


Abb. 46: Leitungsführung der Rohrleitungen für Trinkwasser warm in abgehängter Flurdecke

Sollte hier keine alternative Verlegestrategie möglich sein, dann muss eine Zirkulation für Trinkwasser kalt gemäß folgender Philosophie geplant werden:

- in den Steigleitungen zirkulieren,
- in den Nutzungseinheiten als Reihenleitung (evtl. als Ringleitung) ausbilden,
- Wasseraustausch in den Nutzungseinheiten durch Wegspülen des nicht-zirkulierend Wasserinhalts sicherstellen.

Die Auslegung einer Zirkulation für Trinkwasser kalt ist im Kapitel „Zirkulation für Trinkwasser kalt“ beschrieben und muss dementsprechend erfolgen.

Grundsätzlich sollten alle mit AquaVip Solutions ausgestatteten Gebäude unmittelbar hinter der HAE Sensoren für Temperatur, Druck und optional für Durchfluss haben, um die vom WVU gestellte Trinkwasser-Qualität zu protokollieren und folgende Fragestellungen beantworten zu können:

- Ist die Temperatur des gelieferten Trinkwassers in Ordnung (d. h. sehr viel kleiner 20 °C)?
- Ist der Druck, wie in der Berechnung angenommen, verfügbar, sodass auch an der entferntesten Entnahmearmatur der notwendige Mindestfließdruck anliegt?
- Wird der bei der Berechnung ermittelte Spitzenvolumenstrom erreicht oder muss mit automatischen Spülarmaturen unterstützt werden, um eine entsprechende Gleichzeitigkeit zu erreichen?

Die Energie für Trinkwasser warm muss nicht wie herkömmlich in großen Volumina im Trinkwasser warm an sich gespeichert werden, wie es in der Vergangenheit unter Verwendung großer Trinkwarmwasserspeicher der Fall war. Aus hygienischer Sicht ist es vielmehr sinnvoll, diese Energie im Heizungswasser zu belassen und einen Pufferspeicher mit Heizungswasser zu nutzen, aus dem die Energie zur Bereitung von Trinkwasser warm und zur Kompensation der Verluste in der Zirkulation in einem Durchfluss-Trinkwassererwärmer an das Trinkwasser abgegeben wird. Sinnvoll ist eine Zonierung der Bereitung von Trinkwasser warm, sodass lange Leitungswege mit vielen Zirkulationssträngen vermieden werden (vgl. Kapitel „Verteilungskonzepte für Trinkwasser warm“ auf Seite 110 und „Zirkulation für Trinkwasser warm“ auf Seite 117). Grundvoraussetzung für eine hygienisch einwandfreie Trinkwasserinstallation ist die Durchführung des hydraulischen Abgleichs, z. B. mit elektronischen Zirkulationsregulierventilen im Trinkwasser warm und kalt.

Wie im vorherigen Abschnitt beschrieben, muss besonders in großen Gebäuden eine zonierte Warmwasserbereitung geplant werden. In den Nutzungseinheiten werden Trinkwasser warm und kalt als nichtzirkulierende Reihenleitung ausgebildet. Wie bereits in den Kapiteln „Verteilungskonzepte für Trinkwasser kalt“ und „Verteilungskonzepte für Trinkwasser warm“ beschrieben, muss die Leitung für Trinkwasser kalt möglichst weit unten, die Leitung für Trinkwasser warm möglichst weit oben in den Vorwänden installiert werden. Als letztes Element einer jeden Reihenleitung sitzt das Prevista Dry-WC-Element mit AquaVip-Spülstation, über das die Reihenleitung so geräuscharm ausgespült wird, dass dieser Spülvorgang nicht wahrzunehmen ist. Zusätzlich befindet sich ein Temperatursensor in der Leitung des Trinkwassers kalt hinter dem (möglichen)



Absperrorgan, um eine unzulässige Erwärmung des Trinkwassers kalt in der Vorwand zu erkennen und ggf. einen Hygienespülvorgang auszulösen. In Sozialräumen (mit großer Anzahl an Personalduschen, Personalreihenaschanlagen), in denen eine Hygienespülung über eine Toiletten-Anlage nicht möglich ist, müssen die Duschen bzw. Waschtische mit entsprechenden Prevista Dry-Elementen mit Hygiene-Spülarmatur vorgesehen werden. Hier kann die Leitung für Trinkwasser kalt auch als Ringleitung und die Leitung für Trinkwasser warm als zirkulierende Leitung mit Abkühlstrecke zu den jeweiligen Armaturen von mindestens 10 DN ausgebildet werden.

Grundsätzlich sollten nach Möglichkeit nur tottraumfreie Armaturen verwendet werden, wie diese im Prevista Dry-WC-Element mit integrierter AquaVip-Spülstation und im Prevista Dry-Waschtischelement mit Hygiene-Spülarmatur vorhanden sind.

Auch in Wohngebäuden kommt eine zonierte Warmwasserbereitung mit Durchfluss-Trinkwassererwärmer zum Einsatz. Eine Versorgung mit dezentralen Wohnungsstationen kann aufgrund der zu erwartenden hohen Wartungskosten unwirtschaftlich sein, denn jede Anlage muss gewartet werden und zugänglich sein. Außerdem birgt dies gemäß UBA Mitteilung vom 18.12.2018 ein hygienisches Risiko: „neuere Erkenntnisse zeigen jedoch, dass es auch in dezentralen Trinkwassererwärmern und in den dahinterliegenden Leitungen zu einer Legionellenvermehrung kommen kann.“

Energie und Wärmebedarf

Die Gebäude der Zukunft sind ohne die Planungsziele Gesundheit, Energieeffizienz und Nachhaltigkeit nicht vorstellbar. Mit dem Maßnahmenpaket „Fit for 55“, welches zur Umsetzung des „European Green Deal“ auf europäischer Ebene dient, gewinnen die beiden Letzteren nun signifikant an Bedeutung. Ziel ist eine 55-%-Reduktion der THG-Emissionen bis 2030 und die Klimaneutralität bis 2045.

Auf nationaler Ebene wurden hierfür das Gebäudeenergiegesetz (GEG) und Wärmeplanungsgesetz (WPG) sowie z. B. das Klimaschutzgesetz (KSG) und das Energieeffizienzgesetz (EnEfG) entwickelt.

Eine breit angelegte Förderkulisse u.a. Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG – EM) flankiert und unterstützt die Erreichung der Klimaziele, die auf nationaler Ebene im Klimaschutzgesetz dargelegt sind. Sie dient auch der Umsetzung des Klimaschutzprogramms 2030.

Ferner wurde das Thema Energieeffizienz bisher nur einseitig mit Heizungs-Installationen in Verbindung gebracht und bot keine Berührungspunkte zum Erhalt der Trinkwassergüte.

Gerade im Heizungsbereich spielen Wärmepumpen im Hinblick auf Energieeinsparung eine große Rolle. So weisen viele Neubauten eine positive Energiebilanz (Energieplushaus) auf. Eine positive Energiebilanz bedeutet, dass das Gebäude mehr Strom bzw. Wärme produziert als es benötigt. Wärmepumpen stellen bei der Sicherstellung der Trinkwasser-Hygiene allerdings eine Herausforderung dar. Denn sie erreichen nur ein Temperaturniveau von etwa 50 °C, wenn sie effizient arbeiten. Aus Hygienegesichtspunkten ist dies zu wenig. Insofern ist bisher in modernen Gebäuden ein zusätzlicher Energieeinsatz für die Trinkwassererwärmung notwendig. Solche zentralen Trinkwassererwärmungen, oder auch dezentrale sogenannte „Booster-Durchlauferhitzer“ reduzieren den Effizienzgewinn durch den Einsatz einer Wärmepumpe erheblich. Der Einsatz einer Ultrafiltration in der Warmwasserzirkulation im Rahmen eines intelligenten Trinkwasser-Management-Systems erhält und verstärkt den Effizienzgewinn im Zusammenspiel mit Technologien wie einer Wärmepumpe deutlich.

Mit gebäudespezifischen angepassten Trinkwasser-Management-Systemen wird es möglich sein, den European Green Deal und die neue Europäische Trinkwasserrichtlinie in Einklang zu bringen. Durch die konsequente Umsetzung des Water Safety Plan (WSP)-Konzepts helfen wir mit, den Menschen sauberes Trinkwasser als wesentlicher Beitrag für ihre Gesundheit zu liefern sowie einen entscheidenden Beitrag für die Erreichung der Klimaziele bzw. der Wärmewende zu leisten.

Es gibt vier Themenfelder, die bei der umfassenden Qualitätsüberwachung beachtet werden müssen:

1. Energieeffizienz (Nutzung regenerativer Energieträger, z. B. Wärmepumpen, Energiekonzept, Temperaturregime von 48/45°C im Warmwasser, UFC-Technologie, digitales Monitoring)
2. Gesundes Trinkwasser (Trinkwassermanagement, Water Safety Plan, digitales Monitoring, UFC-Technologie)
3. Nachhaltige Wassernutzung (Klimaerwärmung, Erwärmung des Trinkwassers beim Wasserversorger und im Gebäude, Wasserknappheit, Trinkwassermanagement, digitales Monitoring)
4. Optimaler und minimierter Materialeinsatz (einfache Installation, Dimensionierung, Leitungsverlauf, notwendige Bauteile, Planung/BIM)

Für die Erreichung des klimaneutralen Gebäudebestands bis 2050 liegt der Fokus einmal auf der energiesparenden Gebäudehülle und dem damit verbundenen Energiekonzept des Gebäudes, der effizienten Anlagentechnik (Trinkwassermanagement, hygienische Stabilisierung) und dem Einsatz erneuerbarer Energieträger (siehe Abb. 47).

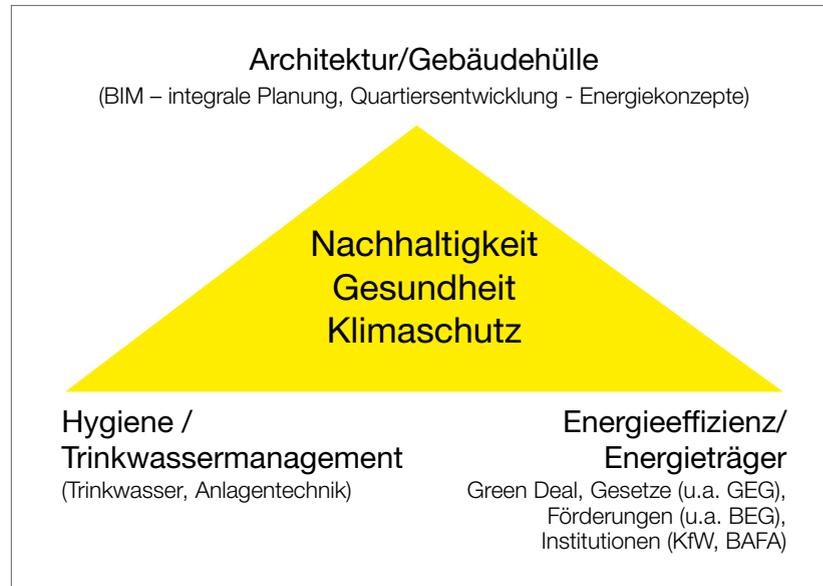


Abb. 47: Gebäudedreieck (Quelle: Viega)

Erneuerbare Energien tragen mit 13,4 % zur Bereitstellung von Wärme und Kälte bei. Bei der Gesamtwärmeproduktion spielen Geothermie, Umweltwärme (Wärmepumpen) sowie Solarthermie trotz aller Vermarktungsbemühungen mit 1,9 % eine verschwindend geringe Rolle.

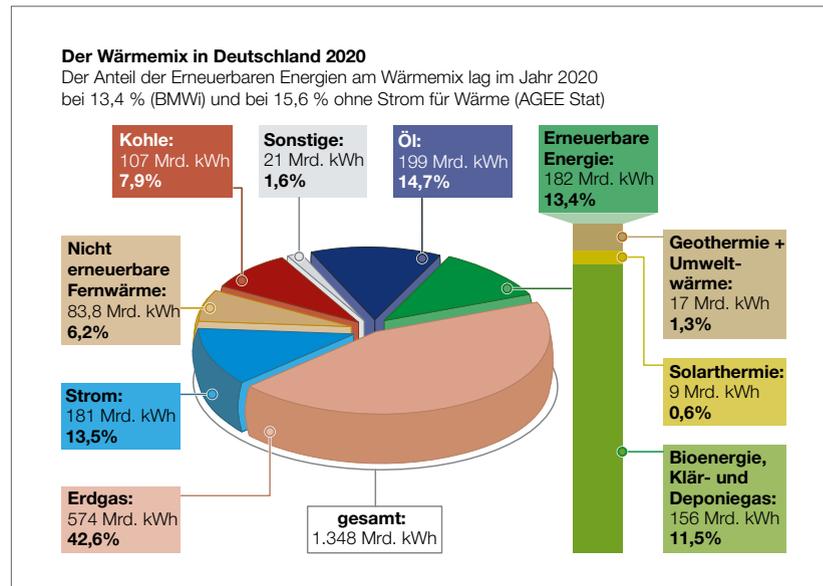


Abb. 48: Wärmemix in Deutschland 2020^[1]

[1] Agentur für erneuerbare Energien

Es wird auf dem Weg zu einer klimaneutralen Wärmeerzeugung entscheidend sein, dass zukünftig die regenerativen Quellen der Geothermie, Umweltwärme, Solarthermie und Abwärme aus Abwasser und Industrie in einem weitaus größeren Maße für die Wärmeproduktion genutzt werden. Zielführend ist dabei auch das Vorantreiben von Niedertemperaturheizsystemen. Allerdings steht dem Einsatz das für die Hygienisierung von Trinkwarmwasser erforderliche Temperaturniveau entgegen. Die derzeit erforderliche Temperatur von 65 °C für Trinkwasser unter Verwendung regenerativer Wärmequellen lässt sich oftmals nur unter Zuhilfenahme weiterer Wärmequellen (z. B. Warmwasserwärmepumpe mit strombetriebener Verdichter) erreichen.

Erläuterung des Begriffs Energie

Energie ist eine physikalische Größe, die in verschiedenen, weitgehend ineinander umwandelbaren Energieformen auftreten kann. Energie kennzeichnet den Zustand eines Körpers und kann in Form von elektrischer, thermischer, mechanischer, chemischer Energie oder als elektrisches und magnetisches Feld auftreten.

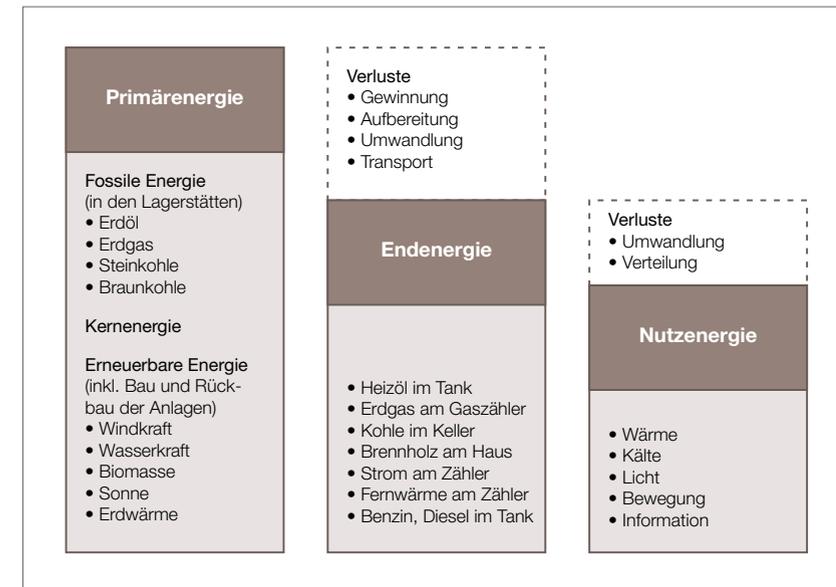


Abb. 49: Gliederung nach Energieherkunft und -nutzung

Energie wird aus den SI-Einheiten abgeleitet in der Einheit „Joule“ (1 J) gemessen. Gleichzeitig hat sich in der praktischen Anwendung die Energieeinheit Kilowattstunden (kWh) u. a. für Strom und Wärme durchgesetzt. In Deutschland haben sich die Begriffe Primärenergie, Endenergie und Nutzenergie etabliert.

Energie kann nicht verloren gehen, sondern nur umgewandelt werden. Obwohl in einem geschlossenen System die Gesamtenergie immer erhalten bleibt, wird umgangssprachlich von Umwandlungsverlusten gesprochen, da sie für die Nutzung nicht mehr zur Verfügung stehen.

Als Nutzenergie wird Energie für Wärme, Kälte, Licht, Bewegung und Information bezeichnet. Wärme als Nutzenergie wird beispielsweise gewonnen, indem der Endenergieträger Erdgas verbrannt wird. Als Primärenergie wird die Summe aller eingesetzten Endenergien und dem energetischen Aufwand für die Bereitstellung am Ort der Nutzung bezeichnet. Der Begriff Primärenergie wird allerdings auch im Sinne der Energieeinsparung einschränkend als fossiler Energieanteil angewandt.

Primärenergiefaktoren wurden eingeführt, um das Verhältnis von eingesetzter Primärenergie von dem Energieträger bis zu den Privathaushalten für jede Energieform anzuzeigen. In diese Werte fließen sowohl physikalische als auch branchenpolitische Aspekte ein, wie z. B. die Bewertung von Umwandlungs- und Transportverlusten. Zur Steuerung von Entwicklungen werden Primärenergiefaktoren auch gesetzlich und normativ verändert, zum Beispiel um umweltfreundliche Wärmeerzeugung über gesetzlich geforderte Nachweisverfahren zu fördern.

Energiebedarf in Deutschland

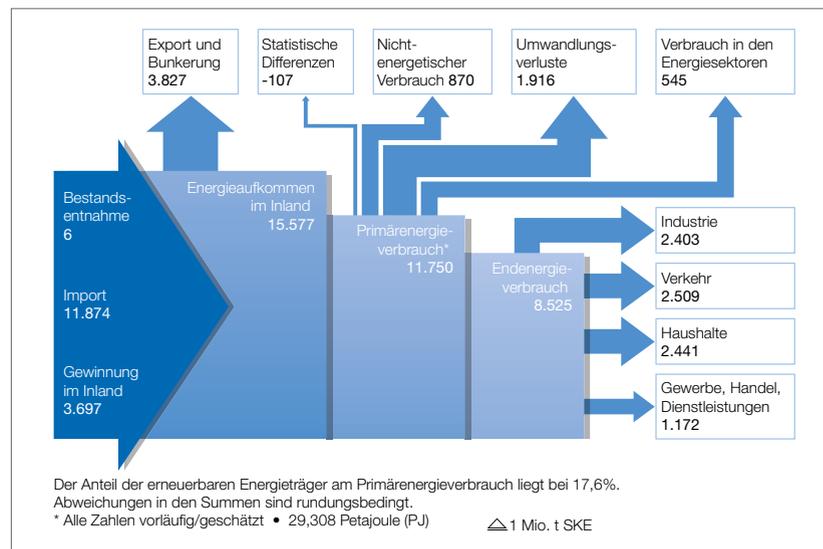


Abb. 50: Energieflussbild Deutschland 2022^[1]

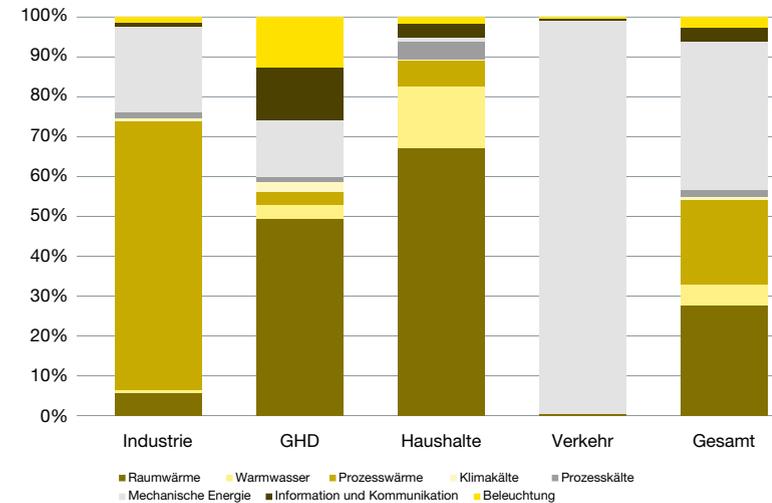
[1] AGEB, [ag-energiebilanzen.de/daten-und-fakten/energieflussbilder/](https://www.aged.de/daten-und-fakten/energieflussbilder/)

Energieflussbild in Deutschland

Das Energieflussbild der Bundesrepublik Deutschland für das Jahr 2022 zeigt den Zusammenhang zwischen dem bundesdeutschen Energieverbrauch, dem Einsatz von Primärenergie aus regenerativen oder nichtregenerativen Energieträgern, sowie den Endenergieverbrauch, der nach Abzug von Umwandlungs- und Übertragungsverlusten der Bevölkerung tatsächlich zur Verfügung steht.

Energie nach Sektoren

Endenergie verteilt sich auf die vier Sektoren „Industrie, Verkehr, Haushalte sowie Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (GHD)“. Ca. ein Viertel der Endenergie entfällt auf den Haushaltssektor (2441 PJ), während sich auf die übrigen drei Sektoren rund drei Viertel der Endenergie als mechanische Energie, Prozesswärme und Beleuchtungsenergie verteilen.



¹⁾ Quelle: [ag-energiebilanzen.de](https://www.aged.de) Anwendungsbilanzen zur Energiebilanz Deutschland für 2021 und 2022
Abb. 51: Endenergie der Sektoren Deutschland 2022^[1]

Endenergie für Raumtemperatur und Trinkwarmwasser

Haushalte benötigen über 80 % Endenergie für Raumtemperatur und zur Trinkwarmwasserbereitung. In den anderen Sektoren spielen andere energetische Nutzungen eine größere Rolle. Energiebedarf für Trinkwasser ist in den Sektoren Industrie, GHD und Haushalte unterschiedlich verteilt. Zusammen mit den Raumwärmebedarfen der Sektoren Industrie und GHD summiert sich der Wärmebedarf für Raumtemperatur und Trinkwarmwasser auf rund ein Drittel der gesamten Endenergie und repräsentiert das Potenzial, welches durch Reduktion von Systemtemperaturen gehoben werden kann.

[1] AGEB, [ag-energiebilanzen.de](https://www.aged.de)

Anteil erneuerbarer Energie an der Primärenergie

Die bundesdeutsche Primärenergie wurde 2022 zu rund 78 % mit fossilen Brennstoffen gedeckt (Abb. 52). Obwohl umweltpolitische Zielsetzungen die Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien am Brutto-Endenergieverbrauch bis 2030 auf 30 % und bis 2050 auf 60 % vorsehen, stagniert die Umstellung der Heizungs-Installationen auf emissionsneutrale Wärmeerzeugung. Ein Grund hierfür sind Rahmenbedingungen für derartige Anlagen, die von hohen Temperaturanforderungen für Hygiene ausgehen und den Einsatz wenig attraktiv machen.

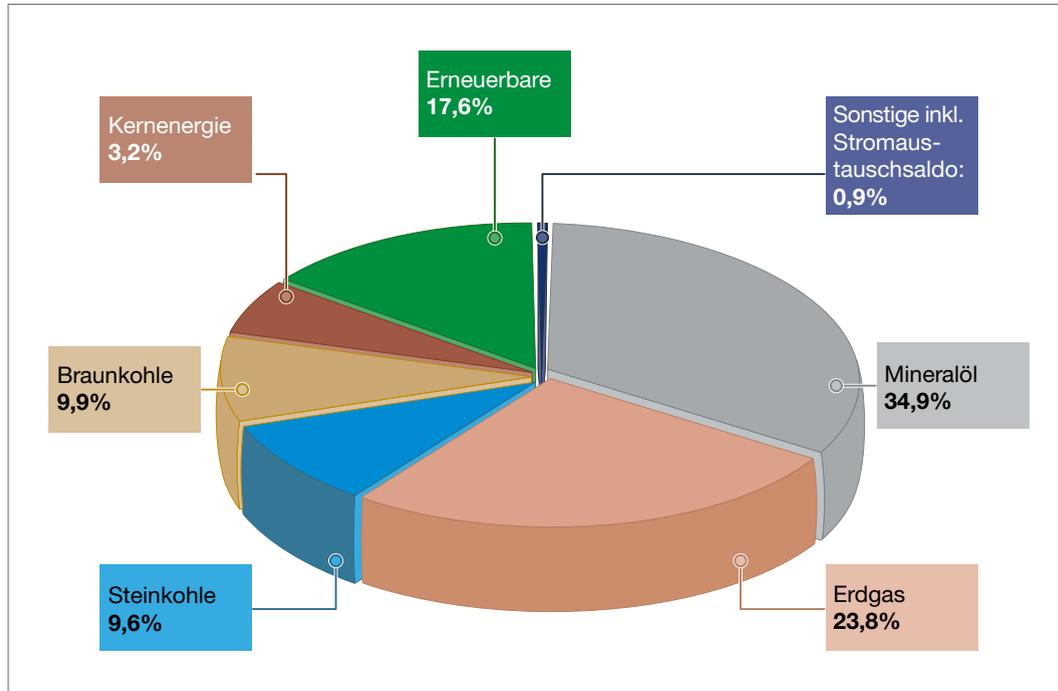


Abb. 52: Anteile der Energieträger am Primärenergieverbrauch 2022^[1]

Gesetze

Das GEG und die Auswirkung auf die Trinkwassererwärmung

Das GEG 2020 ist am 1. November 2020 in Kraft getreten. Eine weitere Änderung ist zum 1. Januar 2023 in Kraft getreten (Reduzierung des zulässigen Jahres-Primärenergiebedarfs im Neubau von bisher 75 % des Referenzgebäudes auf 55 %). Für den 1. Januar 2024 ist eine weitere umfassende Änderung geplant. Diese steht hier im Fokus.

[1] umweltbundesamt.de

Die folgende Darstellung zeigt die allgemeine Struktur des GEG:

| Teil | Inhalt |
|---|--|
| Teil 1 Allgemeiner Teil | |
| Teil 2 Anforderungen an zu errichtende Gebäude | <ul style="list-style-type: none"> Allgemeiner Teil Jahres-Primärenergiebedarf und baulicher Wärmeschutz bei zu errichtenden Gebäuden (WG/NWG) Berechnungsgrundlagen und -verfahren. Nutzung von erneuerbaren Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung bei einem zu errichtenden Gebäude |
| Teil 3 Bestehende Gebäude | <ul style="list-style-type: none"> Anforderungen an bestehende Gebäude Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung bei bestehenden öffentlichen Gebäuden |
| Teil 4 Anlagen der Heizungs-, Kühl- und Raumlufttechnik sowie der Warmwasserversorgung | <ul style="list-style-type: none"> Aufrechterhaltung der energetischen Qualität bestehender Anlagen (Veränderungsverbot / Betreiberpflichten) Einbau und Ersatz (Verteilungseinrichtungen und Warmwasseranlagen / Klimaanlagen und sonstige Anlagen der Raumlufttechnik / Wärmedämmung von Rohrleitungen und Armaturen / Nachrüstung bei heizungstechnischen Anlagen; Betriebsverbot für Heizkessel) Energetische Inspektion von Klimaanlagen |
| Teil 5 Energieausweise | |
| Teil 6 Förd. der Nutzung EE für Erz. von Wärme/Kälte & E-eff.-maß | |
| Teil 7 Vollzug | |
| Teil 8 Bes Geb., Bußgeldvorschriften, Anschluss- & Benutzungszwang | |
| Teil 9 Übergangsvorschriften | |

Abb. 53: Struktur des GEG

Der folgende Abschnitt behandelt die wesentlichen Änderungen der Novelle GEG 2024 zu dem Bestandsgesetz 2023. Die Novelle regelt, dass von 2024 an möglichst jede neu eingebaute Heizung zu mind. 65 % mit Erneuerbaren Energien betrieben wird (§ 71 I GEG).^[1] Im Folgenden wird hierauf im Detail eingegangen.

Dies hat zur Folge, dass mehr als 70 % der Heizungen in Bestandswohnungen, die mit fossilen Energieträgern (vorrangig: Gas; ca. 50 %) betrieben werden – Voraussetzung: Die Fernwärme wäre schon heute 100 % klimaneutral –, dem Druck der Transformation ausgesetzt sind (vgl. Abb. 54).^[2]

[1] oekozentrum.nrw/aktuelles/detail/news/65-erneuerbare-energien-ab-2024/

[2] BDEW - Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Deutschland (Stand 12/2022)

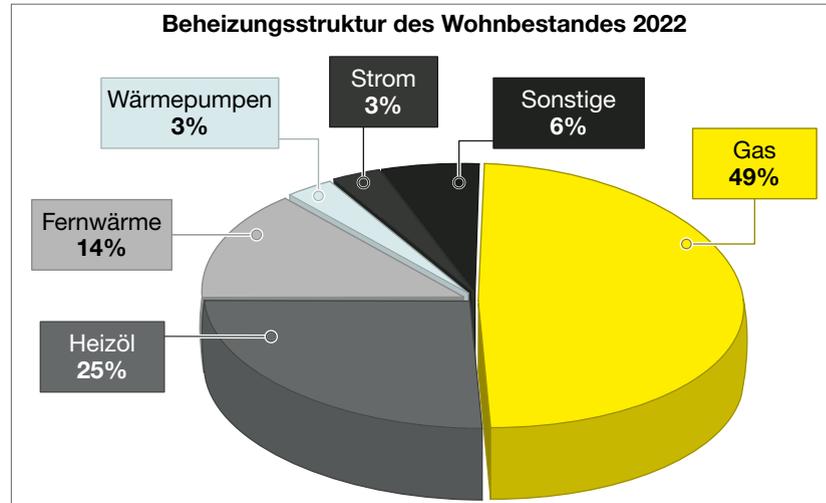


Abb. 54: Wärmeerzeugung in Deutschland

Ergänzend zu der 65%-Regelung werden begleitende Maßnahmen zur Effizienz im Betrieb geregelt.^[1]

Für den effizienten Betrieb von Heizungsanlagen für Gebäude mit mindestens sechs Wohnungen oder sonstigen selbständigen Nutzungseinheiten werden neben der Prüfung und Optimierung von Wärmepumpen (§ 60a) ergänzend Vorgaben zur Prüfung und Optimierung älterer Heizungsanlagen (§ 60b) sowie zum hydraulischen Abgleich und weitere Maßnahmen zur Heizungsoptimierung (§ 60c) aus der Verordnung zur Sicherung der Energieversorgung über mittelfristig wirksame Maßnahmen – (EnSimiMaV) eingeführt und ab Oktober 2024 auf ältere Heizungen mit weiteren Brennstoffen übertragen werden (vgl. Technische Information Verordnung zur Sicherung der Energieversorgung über mittelfristig wirksame Maßnahmen).

[1] [oeko-zentrum.nrw/aktuelles/detail/news/update-zum-gebaeudeenergiegesetz/](https://www.oeko-zentrum.nrw/aktuelles/detail/news/update-zum-gebaeudeenergiegesetz/)

Eine Übersicht zu den Viega relevanten Inhalten in den genannten Paragraphen sind in der folgenden Darstellung illustriert:

| § 60a Prüfung und Optimierung von Wärmepumpen | § 60b Prüfung und Optimierung älterer Heizungsanlagen | § 60c Hydraulischer Abgleich und weitere Maßnahmen zur Heizungsoptimierung |
|---|---|--|
| <p>(1) [...] (Betriebsprüfung) ist nicht für Warmwasser-Wärmepumpen oder Luft-Luft-Wärmepumpen anzuwenden.</p> <p>(2) Die Betriebsprüfung nach Absatz 1 umfasst 1. die Überprüfung, ob ein hydraulischer Abgleich durchgeführt wurde und 2. die Überprüfung der Regelparameter der Anlage einschließlich der Einstellung [...] d) der Einstellparameter der Warmwasserbereitung [...]</p> | <p>(1) Eine Heizungsanlage mit Wasser als Wärmeträger, die vor dem 1. Oktober 2009 eingebaut oder aufgestellt wurde und in einem Gebäude mit mindestens sechs Wohnungen oder sonstigen selbständigen Nutzungseinheiten betrieben wird, ist bis zum Ablauf des 30. September 2027 einer Heizungsprüfung und Heizungsoptimierung zu unterziehen.</p> <p>(2) Zur Optimierung einer Anlage zur Wärmeerzeugung nach Absatz 1 Satz 3 Nummer 1 sind unter Berücksichtigung möglicher negativer Auswirkungen auf die Bausubstanz des Gebäudes und die menschliche Gesundheit regelmäßig notwendig: 3. die Optimierung des Zirkulationsbetriebs unter Berücksichtigung geltender Regelungen zum Gesundheitsschutz, [...] und 5. die Absenkung der Warmwassertemperaturen unter Berücksichtigung geltender Regelungen zum Gesundheitsschutz [...]</p> | <p>(1) Ein Heizungssystem mit Wasser als Wärmeträger ist nach dem Einbau oder der Aufstellung einer Heizungsanlage zum Zweck der Inbetriebnahme in Gebäuden mit mindestens sechs Wohnungen oder sonstigen Nutzungseinheiten hydraulisch abzugleichen</p> |

Abb. 55: Viega relevante Inhalte der Paragraphen zum effizienten Betrieb

Insbesondere die Änderungen in § 60b sind zu begrüßen, da die Optimierung des Zirkulationsbetriebs und die Absenkung der Warmwassertemperaturen unter Berücksichtigung geltenden Regelungen zum Gesundheitsschutz ermöglicht wird. Dies hat zur Folge, dass bei dem Einsatz entsprechender Technik im Rahmen der Trinkwarmwassererzeugung eine Energieeinsparung von bis zu ca. 60 %* erreicht werden kann (siehe „Energetische Betrachtung“ auf Seite 182) und somit ein großer Beitrag zum o.g. Ziel (Klimaneutralität 2045) geleistet werden kann.

Darauffolgend wird in § 71 die bereits o. g. wegweisende Forderung des mind.- 65%-Anteils an Erneuerbaren Energien (§ 71 I) und den Optionen, wie diese Forderung erfüllt werden kann (§ 71 b-h) geregelt (vgl. Abb. 56).

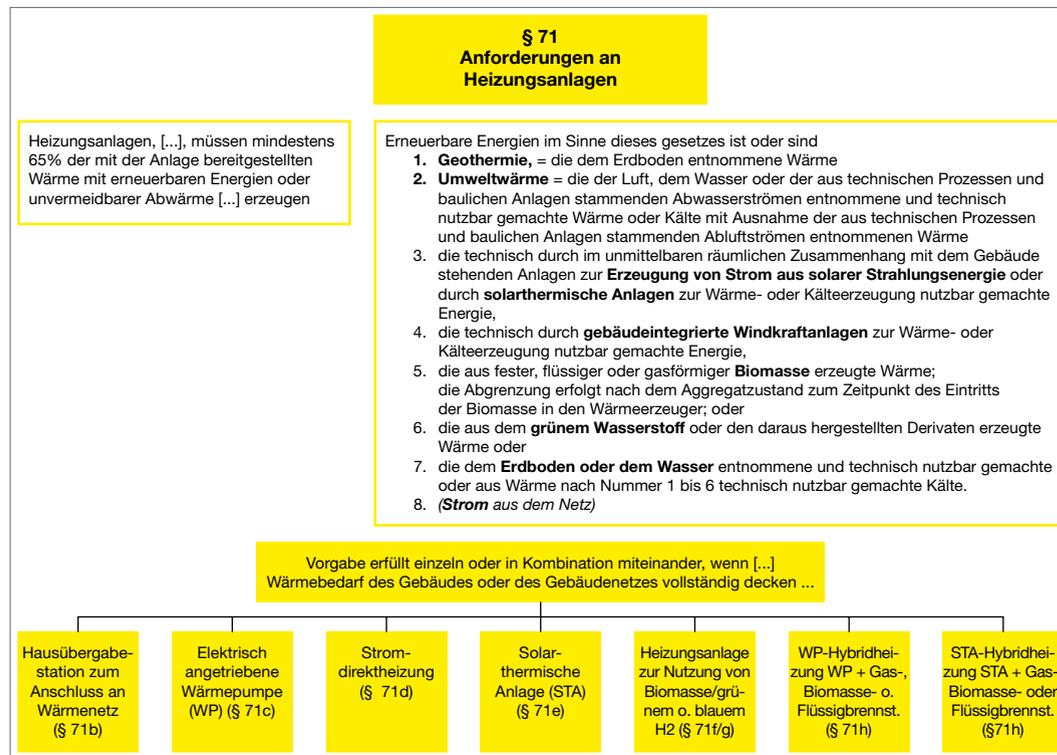


Abb. 56: Anforderungen an Heizungsanlagen

Ergänzend zu dieser Regelung mit Transformationswirkung, werden Vorschriften für die Gebäudeautomation (§ 71 a), für Übergangsfristen (§ 71 i-l), für Gemeinschaften für Eigentümer und Mieterschutz (§ 71n-o) und für den Einsatz von Kältemitteln (§ 71 p) formuliert. Abschließend wird in § 72 eine Regelung für ein Betriebsverbot für alte Heizkessel eingeführt.

Die Pflicht nach § 71 I GEG ist auf das Gesamtsystem anzuwenden, wenn eine Heizungsanlage sowohl Raumwärme als auch Warmwasser erzeugt. Bei einer Heizungsanlage, in der Raumwärme und Warmwasser getrennt voneinander erzeugt werden, gilt die Pflicht nur auf das Einzelsystem, das neu eingebaut oder aufgestellt wird, oder bei mehreren Heizungsanlagen in einem Gebäude oder in einem Quartier bei zur Wärmeversorgung verbundenen Gebäuden entweder auf die einzelne Heizungsanlage, die neu eingebaut oder aufgestellt wird, oder auf die Gesamtheit aller installierten Heizungsanlagen. Ausnahme: Sofern die Warmwasserbereitung dezentral und unabhängig von der Erzeugung von Raumwärme erfolgt, gilt die Pflicht aus § 71 I GEG für die Anlage der Warmwasserbereitung ebenfalls als erfüllt, wenn die dezentrale Warmwasserbereitung elektrisch erfolgt. Im Fall einer dezentralen Warmwasserbereitung mit elektrischen Durchlauferhitzern müssen diese zur Erfüllung elektronisch geregelt sein.

Ergänzend werden Nichtwohngebäude mehr in die Pflicht genommen. Angesichts der knapp 2 Mio. Nichtwohngebäude und dem ganzheitlichen Ansatz ist dies eine sinnvolle Erweiterung. Die Verschärfung betrifft die Anforderungen für die Erweiterung von Nichtwohngebäuden. Bei Erweiterungen um mehr als 100 % der Nutzfläche des bisherigen Gebäudes sind die Neubauanforderungen nach den §§ 18 und 19 einzuhalten. Hallen (Raumhöhe > 4 m) mit dezentralen Gebläse- oder Strahlungsheizungen werden in die Pflicht zur Nutzung von erneuerbaren Energien genommen. Bei Nichtwohngebäuden mit einer Heizleistung von > 290 kW muss bis Ende 2024 eine Gebäudeautomatisierung und -steuerung nachgerüstet werden (§ 71 a IV).

Gesetz zur Aufteilung der Kohlendioxidkosten (CO₂KostAufG) und Auswirkung auf die Trinkwassererwärmung

Am 10.11.2022 hat der Bundestag das Gesetz zur Aufteilung von CO₂-Kosten (Kohlendioxidkostenaufteilungsgesetz – CO₂KostAufG) beschlossen. Das bedeutet, dass die aus dem Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG) resultierenden CO₂-Kosten für Wohngebäude für die Versorgung mit Wärme und Trinkwarmwasser hinsichtlich der für die Erzeugung eingesetzten Brennstoffe nicht mehr nur vom Mieter getragen werden müssen, sondern auf Bewohner und Eigentümer aufgeteilt werden.

Die Einordnung eines Gebäudes in das Stufenmodell erfolgt nach seiner energetischen Klassifizierung. Diese Klassifizierung wird anhand der Heizkostenabrechnung ermittelt. Seit dem 01.12.2021 werden die CO₂-Emissionen (kg CO₂/a) für die gesamte Immobilie bereits gemäß Rechnung des Energielieferanten in der Heizkostenabrechnung dargestellt. Der gesamte CO₂-Ausstoß muss nun auf den Ausstoß pro Quadratmeter heruntergerechnet werden. Dafür wird die Jahresmenge CO₂ durch die Gesamtwohnfläche der Immobilie geteilt, sodass ein spezifischer CO₂-Wert pro Quadratmeter und Jahr (kg CO₂/m²/a) bestimmt werden kann. Dieser Wert wird dazu genutzt, die richtige Einordnung zu einer der Gebäudeklassen vorzunehmen.

| Kohlendioxidausstoß des vermieteten Gebäudes oder der Wohnung pro Quadratmeter Wohnfläche und Jahr | Anteil Mieter | Anteil Vermieter |
|--|---------------|------------------|
| < 12 kg CO ₂ /m ² /a | 100 % | 0 % |
| 12 bis < 17 kg CO ₂ /m ² /a | 90 % | 10 % |
| 17 bis < 22 kg CO ₂ /m ² /a | 80 % | 20 % |
| 22 bis < 27 kg CO ₂ /m ² /a | 70 % | 30 % |
| 27 bis < 32 kg CO ₂ /m ² /a | 60 % | 40 % |
| 32 bis < 37 kg CO ₂ /m ² /a | 50 % | 50 % |
| 37 bis < 42 kg CO ₂ /m ² /a | 40 % | 60 % |
| 42 bis < 47 kg CO ₂ /m ² /a | 30 % | 70 % |
| 47 bis < 52 kg CO ₂ /m ² /a | 20 % | 80 % |
| ≥ 52 kg CO ₂ /m ² /a | 5 % | 95 % |

Tab. 8: Einstufung der Gebäude oder der Wohnungen bei Wohngebäuden^[1]

[1] Gesetz zur Aufteilung der Kohlendioxidkosten (Kohlendioxidkostenaufteilungsgesetz - CO₂KostAufG)



Wichtig: Der Energieausweis spielt bei der Gebäudeklassifizierung aktuell keine Rolle.

Einfluss auf die Einstufung des Gebäudes hat die Auswahl des zur Erzeugung der Wärmeenergie für die Raumheizung und der Trinkwarmwassererwärmung eingesetzten Energiequelle. Sinnvoll sind daher Energiequellen aus erneuerbaren Energien, da hier der 0,0 kg/kWh liegt.

Hinsichtlich des CO₂KostAufG spielt für die Trinkwarmwassererwärmung also weniger die Entscheidung für ein zentrales oder dezentrales Trinkwassererwärmungssystem eine entscheidende Rolle, sondern die eingesetzte Energiequelle bzw. der eingesetzte Wärmeerzeuger. Hier sind Wärmepumpen, die mit regenerativ erzeugtem Strom betrieben werden und aus einem Teil Stromenergie unter Zuhilfenahme von Umweltenergie mehrere Teile Wärmeenergie erzeugen, klar fossilen Energiequellen vorzuziehen.

Einsatz von Wärmepumpen

Für den wirtschaftlichen Einsatz von Wärmepumpen kommt es darauf an, dass Quellentemperaturen nicht zu niedrig und Heizungstemperaturen nicht zu hoch sind.

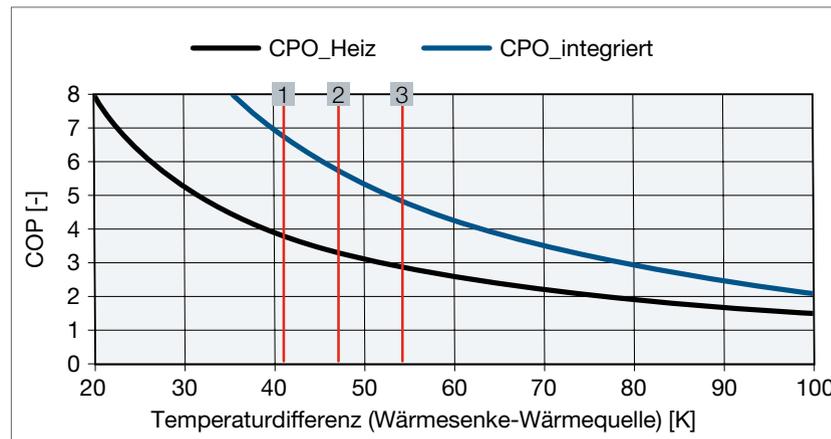


Abb. 57: COP elektrischer Kompressionswärmepumpen

Die Leistungszahl einer Wärmepumpe gilt als Maß für die Energieeffizienz einer elektrisch betriebenen Wärmepumpe. Je größer der Temperaturunterschied zwischen Nutzwärme und Wärmequelle ausfällt, umso geringer ist die Leistungszahl (Coefficient of performance, COP) und Wirtschaftlichkeit einer Wärmepumpe.

| | Trinkwarmwasserbereitung | Quelle °C | Heizung °C | Δθ K | COP | % |
|---|--------------------------|-----------|------------|------|-----|-----|
| 1 | zentral, 47/43 °C | 10 | 52 | 42 | 3,9 | 100 |

| | Trinkwarmwasserbereitung | Quelle °C | Heizung °C | Δθ K | COP | % |
|---|--------------------------|-----------|------------|------|-----|----|
| 2 | zentral, 53/50 °C | 10 | 57 | 47 | 3,4 | 87 |
| 3 | zentral, 60/55 °C | 10 | 65 | 55 | 2,9 | 74 |

Tab. 9: Effizienz von Wärmepumpen

Eine elektrische Wärmepumpe kann bei einem Temperaturdelta von 42 K mit einem COP von 3,9 betrieben werden. Durch Anhebung der Temperaturanforderung auf 65 °C wären nur noch ein COP 2,9 zu erreichen, der rechnerische Unterschied beträgt 26 %. Hinzu kommt das technische Problem, dass für ein Temperaturniveau von 65/55 °C sogenannte Hochtemperaturwärmepumpen eingesetzt werden müssen, die aufgrund einer komplizierteren Technik hohe Kosten für Investitionen und Betrieb verursachen.

Trinkwassererwärmung und -auslegung

Normative Grundlagen

Die Auslegung von Trinkwassererwärmungsanlagen kann auf unterschiedliche Weise erfolgen; im Folgenden sollen die grundlegenden Normen zur Auslegung vorgestellt werden. Ziel einer bedarfsgerechten Planung ist die Minimierung des in der Trinkwasserinstallation bevorrateten Volumens sowie die möglichst effiziente Bereitstellung von hygienisch einwandfreiem Trinkwasser.

In dem folgenden Überblick kann nicht auf alle zu beachtenden Details und Besonderheiten eingegangen werden, daher empfiehlt Viega eine Lektüre der entsprechenden Normen.

DIN 1988-300

Titel der DIN 1988-300 ist „Technische Regeln der Trinkwasserinstallation: Ermittlung der Rohrdurchmesser“. Die aktuelle Ausgabe ist im Mai 2012 veröffentlicht worden. Wie im Titel erwähnt, beschäftigt sich die Norm hauptsächlich mit der Berechnung von Rohrdurchmessern und Druckverlusten in der Trinkwasserinstallation (PWH, PWH-C und PWC) eines Gebäudes. Zu Beginn muss der Spitzenvolumenstrom (Auslegungszustand) ermittelt werden. Dafür werden zunächst die Berechnungsdurchflüsse (\dot{V}_R) der einzelnen Entnahmearmaturen bestimmt. Für eine hygienische Planung sollte allerdings die VDI/DVGW 6023 insofern Berücksichtigung finden, als das ein Raumbuch zur Bedarfsermittlung vor Beginn der Dimensionierung erstellt wird. In diesem Raumbuch besteht dann auch die Möglichkeit, die Armaturen, die später verbaut werden sollen, frühzeitig zu benennen, um die Trinkwasserinstallation an den tatsächlichen Bedarf anzupassen. Stehen allerdings bei Planung der Trinkwasserinstallationen noch keine konkreten Armaturen mit herstellereigenen Daten fest, können pauschale Standardwerte aus Tabelle 2 der Norm entnommen werden. Aus den Berechnungsdurchflüssen jeder Entnahmestelle wird der Summendurchfluss ($\Sigma \dot{V}_R$) ermittelt. Dazu werden von der letzten Entnahmestelle eines Strangs



beginnend, bis zum Hauswasserzähler alle Berechnungsdurchflüsse addiert. Besondere Regeln zu gleichen Entnahmestellen an einer Teilstrecke und abweichende Regelungen zu Nutzungseinheiten (NE) befinden sich im Abschnitt 5.2 „Berechnungs- und Summendurchfluss“ der Norm. Aus dem Summendurchfluss wird abhängig vom Gebäudetyp, mittels einer Kombination von drei Gleichzeitigkeitsfaktoren (siehe DIN 1988-300 Tabelle 3), ein Spitzenvolumenstrom (\dot{V}_s) gebildet.

Die Leistungsauslegung von Trinkwassererwärmungsanlagen wird in der Norm nicht explizit behandelt, jedoch lässt sich aus dem Spitzenvolumenstrom \dot{V}_s mit der Gleichung

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot c_w \cdot (\vartheta_{PWH} - \vartheta_{PWC})$$

ein Leistungsbedarf für die Trinkwassererwärmung berechnen. Dabei sind

$$\dot{m} = \dot{V}_s \cdot \rho,$$

$$\vartheta_{PWH} = 60 \text{ °C},$$

$$\vartheta_{PWC} = 10 \text{ °C},$$

$$c_w = 4,19 \text{ kJ/(Kg·K)}.$$

Diese Berechnung weist den Nachteil auf, dass die zugrunde gelegten Berechnungsdurchflüsse deutlich höher liegen als bei anderen Normen, wie z. B. der DIN 4708-2, VDI 2072 oder der VDI 6003. Jedoch sind die Gleichzeitigkeitsfaktoren durchaus von Bedeutung, da sie eine Grundlage für die Berechnung von Nicht-Wohngebäuden bieten. Aus diesem Grund findet die Norm Anwendung in der Praxis. Wie bei allen Normen und Richtlinien kann in begründeten Fällen auch von diesen Vorgaben abgewichen werden, immer dann, wenn bspw. aus der Praxis empirische Werte zur Nutzung des Gebäudes vorliegen. Wenn ein Bestandsgebäude saniert werden soll, empfiehlt es sich, vor Beginn der Sanierung eine Bestandsaufnahme inklusive quantitativer Bestimmung von Durchflussmengen zu machen.

Auf dieser Basis, lässt sich anschließend eine bedarfsgerechte Installation errichten, die den Nachteil einer möglichen Überdimensionierung nicht aufweist und zudem kostengünstiger ist.

In der Normenreihe DIN 1988 behandelt der Teil -200 die Installation von Trinkwasserinstallationen und nimmt in Abschnitt 3.1.1 die klare Abgrenzung vor, dass in Sachen der Trinkwasser-Hygiene die VDI 6023 befolgt werden muss. Auch wenn die DIN 1988-200 häufig als Norm für die Trinkwasser-Hygiene gesehen wird, ist sie dies nicht, sondern lediglich für den Bereich der Komfortanforderungen zu sehen. Ein Beispiel hierfür zeigt sich in Abschnitt 9.7.2.4, denn hier heißt es für dezentrale Trinkwassererwärmer, dass diese ohne weitere Anforderungen eingebaut werden dürfen. Jedoch muss hier abweichend von der DIN 1988-200 für dezentrale Systeme eine Austrittstemperatur von 60 °C dringend empfohlen werden, da neuste Erkenntnisse die hygienische Unbedenklichkeit dieser Systeme infrage stellen. Im Dezember 2018 gab hierzu das Umweltbundesamt eine Stellungnahme mit dem Titel



„Vorkommen von Legionellen in dezentralen Trinkwassererwärmern“ heraus. In dieser wird betont, dass auch in dezentralen Trinkwassererwärmern und den dahinterliegenden Leitungen eine Vermehrung von Legionellen vorkommen kann und dass diese Systeme auch bei der Abklärung von Legionellen-Infektionen in die Ursachensuche mit einbezogen werden müssen. Auch wissenschaftliche Erkenntnisse legen derzeit nahe, dass dezentrale Trinkwassererwärmer unabhängig der eingestellten Trinkwasser-Temperatur hygienisch bedenklich sind und eine pauschale Ausnahme von der Probenahmepflicht nicht mehr aufrecht gehalten werden kann.

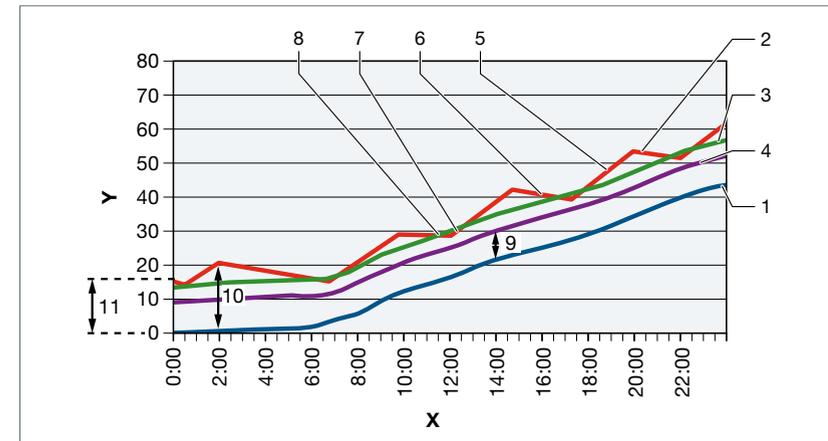
DIN EN 12831-3

Die Europäische Norm mit dem Titel „Energetische Bewertung von Gebäuden – Trinkwassererwärmungsanlagen, Heizlast und Bedarfsbestimmung“ beschreibt eine energieeffiziente und hygienische Dimensionierung von Trinkwassererwärmungsanlagen nach dem Summenlinienverfahren.

Bei fachgemäßer Anwendung und guter Datengrundlage ist die aktuell bedarfsgerechteste Auslegung durchführbar, außer es liegen Daten aus dem Realbetrieb des Gebäudes vor. In der Norm, die zum ersten Mal 2017 erschienen ist, wird das Verfahren der Summenlinien für alle Gebäudetypen vorgestellt. „Dabei wird sowohl der Energiebedarf für die Trinkwassererwärmung (Bedarfskennlinie) als auch die Energieversorgung durch die Warmwasseranlage (Versorgungskennlinie) in Form von kumulierten Kennlinien über einen bestimmten Zeitraum (in der Regel 24 h) dargestellt.“

Zuerst muss der Bedarf an Warmwasser ermittelt werden. Dies kann auf verschiedene Weise erfolgen. Wenn ein Bestandsgebäude saniert wird, sollten vorher Verbrauchsmessungen in der Trinkwasserinstallation (PWH und PWC) im Minutentakt durchgeführt werden. Um sicherzustellen, dass die gemessenen Werte auch typisch für die Benutzung des Objekts sind, müssen diese mindestens über einen Zeitraum von zwei Wochen aufgenommen werden. Dabei muss beachtet werden, dass die Messung nicht bei besonderen Vorkommnissen, wie z. B. der Ferienzeit oder Feiertagen durchgeführt wird. Wenn ein Gebäude neu gebaut wird, oder es nicht möglich ist, eine Verbrauchsmessung durchzuführen, kann der Warmwasserbedarf auf Grundlage von Kenn-Lastprofilen ermittelt werden. Der Norm folgend sollen diese auf nationaler Ebene im Anhang A der DIN EN 12831-3 veröffentlicht werden. Stehen hier allerdings keine ausreichenden Daten zur Verfügung, bleibt entweder der Rückgriff auf die Vorgabeprofile aus Anhang B der DIN EN 12831 oder es werden selbst bestimmte Kennlinien verwendet. Da eine Norm immer erst dann zu einer allgemein anerkannten Regel der Technik wird, wenn sie auch unter den Anwendern in der Praxis Akzeptanz findet, bleibt abzuwarten, ob sich dieses Verfahren schlussendlich durchsetzen wird. Bisher gibt es noch keine Kennlinie, die den Vorgaben der Norm bzw. den Prüfern entspricht, daher müssen derzeit die Vorgabeprofile aus Anhang B der DIN EN 12831 Anwendung finden, bis ein angemessener Ersatz erstellt wurde.

Wenn der Warmwasserbedarf bestimmt wurde, wird im nächsten Schritt die Bedarfskennlinie berechnet und grafisch dargestellt. Die Bedarfskennlinie muss nun mit der Versorgungskennlinie verglichen werden. Dafür werden im ersten Schritt die Auslegungsparameter der Trinkwassererwärmungsanlage definiert und anschließend das Warmwassersystem dimensioniert. Auch dafür gibt es mehrere Varianten. Entweder ausgehend von der Leistung des Wärmeerzeugers, des Speichervolumens oder einer Abschätzung durch die Bewertung der mittleren Steigung der Bedarfskennlinie. Nach Auswahl des Verfahrens werden die fehlenden Parameter festgelegt, die Berechnung durchgeführt und ggf. durch Anpassungen der Parameter das System noch optimiert. Bei der Anwendung der DIN EN 12831-3 muss beachtet werden, dass die Standardeingabedaten aus Anhang B nur bedingt geeignet sind, um eine exakte Auslegung durchzuführen. Dies liegt vor allem daran, dass die Abschätzung des Warmwasserbedarfs nur vom Tagesbedarf (z. B. pro Person) ausgeht und in Kombination mit den Vorgabeprofilen nur die relative, stündliche Verteilung des Bedarfs über den Tag angegeben wird. Daraus sind keine Leistungsspitzen darstellbar. Dies erschwert eine exakte Auslegung von dezentralen oder zentralen Wärmeübergabestationen. Auch in der Norm wird angemerkt, dass diese Darstellung des Bedarfs nicht zwangsläufig das „Worst-Case-Szenario“ widerspiegelt. Des Weiteren ist fraglich wie repräsentativ die Vorgabeprofile für die verschiedenen Gebäudekategorien sind. Viega empfiehlt, reale Summenlinien von Gebäuden zu verwenden, welche eine möglichst ähnliche Größe und Benutzungsstruktur haben. Besonders relevant ist dies bei gemischter Benutzung von Gebäuden. Des Weiteren werden in der DIN EN 12831-3 u. a. die Dimensionierung von Energie- und Trinkwasserspeicher, sowie die verschiedenen Bauweisen behandelt.

Abb. 58: Beispiel: Bedarfs- und Versorgungskennlinie^[1]

| X | Zeit | h | 6 | Wärmeverluste | W |
|---|---------------------------------|-----|----|--|-----|
| Y | kumulierte Energiemenge | kWh | 7 | Zeitverzögerung t_{lag} | h |
| 1 | Bedarfskennlinie | – | 8 | Einschaltzeitpunkt | – |
| 2 | Versorgungskennlinie | – | 9 | minimale Speicherkapazität $Q_{Sto,min}$ | kWh |
| 3 | $Q_{Sto,ON}$ -Linie | – | 10 | maximale Speicherkapazität $Q_{Sto,min}$ | kWh |
| 4 | $Q_{Sto,min}$ -Linie | – | 11 | Ausgangskapazität $Q_{Sto,Start}$ | kWh |
| 5 | Effektive Leistung Φ_{eff} | W | | | |

DIN 4708

Die DIN 4708-2 mit dem Titel „Zentrale Wassererwärmungsanlagen – Regel zur Ermittlung des Wärmebedarfs [...]“ ist der Standard für die Auslegung von Wassererwärmungsanlagen in Wohngebäuden. Diese ist erstmals 1979 erschienen und wurde zuletzt 1994 überarbeitet. Die Norm gilt allerdings ausschließlich für den Wohnungsbau. Die Grundlage für die Auslegung bildet die sogenannte Bedarfskennzahl (N).

Dazu wird pro Wohnung aus der geplanten Ausstattung (Art und Anzahl der Entnahmestellen), dem entsprechenden Entnahmestellenbedarf (WV) und der Belegungszahl (p) der Bedarf errechnet. Zur genauen Ermittlung bietet sich das in der Norm vorhandene Formblatt an. Besonderheiten und der exakte Ablauf müssen der Norm entnommen werden. Die Summe des Energiebedarfs für die TWW-Bereitung aller zu versorgender Wohnungen wird durch den Energiebedarf einer sogenannten „Einheitswohnung“ dividiert. Der Energiebedarf dieser Einheitswohnung beträgt 5820 Wh. Dies entspricht dem Volumenstrom zum Füllen einer Badewanne von 140 Litern mit 45 °C warmen Wasser innerhalb von 10 Minuten. Die Belegungszahl der Einheitswohnung ist mit 3,5 Personen angegeben.

[1] Quelle: DIN EN 12831-3 September 2017, Seite 27, Bild 12



Das so gebildete Äquivalent der Einheitswohnung heißt „Bedarfskennzahl“ (N). Mittels der Bedarfskennzahl kann nun eine Trinkwassererwärmungsanlage ausgewählt werden, bei welcher der Hersteller die sogenannte „Leistungskennzahl“ (N_L) angegeben hat. Die Leistungskennzahl wird nach den Vorgaben der DIN 4708 Teil 3 ermittelt. Wenn die Leistungskennzahl größer als die Bedarfskennzahl ist, kann die Trinkwassererwärmungsanlage das Gebäude unter Berücksichtigung der geplanten Betriebsbedingungen versorgen.

In der DIN 4708 Teil 1 werden die Berechnungsgrundlagen für eine Gleichzeitigkeitsfunktion gegeben, die die Wahrscheinlichkeit der gleichzeitigen Benutzung über die steigende Anzahl von Einheitswohnungen abbildet. Gebildet wird die Gleichzeitigkeitsfunktion mittels des mathematischen Modells eines Kollektivs aus zwei zentrisch übereinander gelagerten, glockenförmig verlaufenden gaußschen Verteilungsfunktionen. Die grundlegende Annahme ist, dass die gleichzeitige Benutzung mit steigender Wohnungsanzahl abnimmt.

Diese Gleichzeitigkeitsfunktion basiert auf Messungen aus den 50er und 60er Jahren und führt aufgrund mangelnder Genauigkeit oft zu überdimensionierten Anlagen. Mit der letzten Überarbeitung der Norm im Jahre 1994 hätte man sicherlich erwarten können, dass die bis dahin rund 30 Jahre alten Daten durch neuere Erkenntnisse ersetzt werden, dies ist damals aber nicht erfolgt.

VDI 2072

In der VDI-Richtlinie 2072 mit dem Titel „Wärmeübergabestationen mit Wasser-Wasser-Wärmeübertragern für Durchfluss-Trinkwassererwärmung/Raumwärmeversorgung“ werden „geschlossene, zentrale und dezentrale Wasser-Wasser-Wärmeübertrager (Durchfluss-Trinkwassererwärmer) ohne PWH-Speicher behandelt“. Die Norm ist erstmals im September 2018 als Entwurf erschienen.

Die skizzierten Rahmenbedingungen und Anforderungen an die Hygiene, den bestimmungsgemäßen Betrieb und die Wartung gelten für alle Gebäudetypen, jedoch werden die Hinweise und Empfehlungen zur Auslegung ausschließlich für den Wohnungsbau gegeben. Des Weiteren beziehen sich die Angaben zur Bedarfsermittlung lediglich auf dezentrale Wohnungsstationen. Zur Bedarfsermittlung von zentralen Durchfluss-Trinkwassererwärmern wird explizit auf die DIN 4708 und DIN EN 12831-3 verwiesen. Die VDI 2072 stellt im Abschnitt 5.6 fest, dass die technischen Regeln zu Warmwasser-Temperaturen bei dezentralen Trinkwassererwärmern nicht eingehalten werden müssen.

Hierbei müssen allerdings zwei Dinge beachtet werden: Zum einen hat das Forschungsprojekt „Energieeffizienz und Hygiene in Trinkwasser-Installationen“ herausarbeiten können, dass Temperaturen über 55 °C eine Legionellenvermehrung verhindern und zum Anderen erlegt § 618 BGB dem Vermieter einer Wohneinheit die Pflicht auf, einwandfreies Trinkwasser an den Mieter abzugeben. Hiermit ergeben sich zwei grundsätzliche Fragen: Wenn von Hygienikern,

als Teil der Praktiker im Bereich der Trinkwasser-Hygiene, 55 °C als Temperatur zur Vermeidung von Legionellen angesehen wird, ist dies dann nicht eine allgemein anerkannte Regel der Technik, die nach Trinkwasserverordnung erfüllt werden muss? Wenn ein Vermieter nach § 618 BGB verpflichtet ist, seinem Mieter einwandfreies Trinkwasser zur Verfügung zu stellen, gibt dann nicht die Beprobung rechtzeitig Hinweise, ob er dieser Pflicht auch effektiv nachkommt?

Begonnen wird mit Hinweisen zur Planung und Auswahl von Wärmeübergabestationen, gefolgt von der Bedarfsermittlung sowie Hinweisen zu den weiteren Systemkomponenten.

Auch wenn die Norm nicht zur Auslegung von zentralen Durchfluss-Trinkwassererwärmern vorgesehen ist, kann sie zum Vergleich herangezogen werden, da sich die Bedarfsermittlung und der Gleichzeitigkeitsfaktor ausschließlich auf die Trinkwassererwärmung beziehen. Wenn keine Leistungsanforderungen vereinbart wurden, wird der übliche Wärmebedarf für Trinkwasser einer Wohneinheit mit 35 kW angenommen. Dies entspricht ziemlich genau der Annahme über eine Einheitswohnung aus der DIN 4708. Der Gleichzeitigkeitsfaktor wird mittels der Gleichung

$$\phi = 0,03 + (0,5/\sqrt{n}) + 0,47 * (1/n)$$

dargestellt, wobei n der Anzahl der Wohnungen entspricht. Ein Vergleich des Gleichzeitigkeitsfaktors mit anderen Normen wird im Kapitel „Auslegung der Warmwasserbereitung“ vorgenommen.

DVGW W 553

Das DVGW-Arbeitsblatt W 553 mit dem Titel „Bemessung von Zirkulationssystemen in Trinkwassererwärmungsanlagen“ aus dem Jahr 1998 beschäftigt sich mit der Auslegung von Zirkulationssystemen, um den einwandfreien Betrieb zu gewährleisten. Des Weiteren werden hygienische, wirtschaftliche und betriebstechnische Eigenschaften behandelt.

In dem Regelwerk werden drei Bemessungsverfahren vorgestellt. Das Kurzverfahren für kleine Anlagen, das vereinfachte Verfahren für alle Anlagengrößen und das differenzierte Verfahren für alle Anlagengrößen, besonders jedoch für große Anlagen.

Das Kurzverfahren kann Anwendung finden, wenn die Länge aller PWH-Leitungen 30 Meter und der längste Fließweg 20 Meter nicht überschreiten. In diesem Fall müssen die Rohrdurchmesser der Zirkulation in DN10 ausgeführt werden und für die Zirkulationspumpe eine Baugröße von DN15, sowie ein minimaler Volumenstrom von 200 l/h angesetzt werden.

Beim vereinfachten Verfahren werden für die Warmwasserleitungen Wärmeabgaben an die Umgebungsluft von 11 W/m (im Keller verlegte Leitungen) oder 7 W/m (im Schacht verlegte Leitungen) vorgegeben und mittels der Gleichung (1) im Abschnitt 5.1 der Förderstrom der Zirkulationspumpe berechnet. Nachdem die Volumenströme in den Abzweigen des PWH-C-Systems bilanziert wurden, kann der Rohrdurchmesser der Teilstrecken ermittelt



werden. Dabei wird eine Fließgeschwindigkeit von 0,2 bis 0,5 m/s empfohlen und max. 1m/s vorgeschrieben. Zusätzlich wird aus dem Druckverlust des ungünstigsten Fließwegs der erforderliche Förderdruck errechnet.

Beim differenzierten Verfahren wird zuerst auch der Wärmeverlust der Rohrleitungen ermittelt. Dies kann entweder wie beim vereinfachten Verfahren geschehen oder es wird der exakte Wärmedurchgangskoeffizient mittels der Gleichung (6) im Abschnitt 6.1 berechnet. Im Anschluss werden wiederum der Pumpenförderstrom, die Rohrdurchmesser und der Förderdruck berechnet.

DVGW W 551

Das DVGW-Arbeitsblatt W551 mit dem Titel „Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserverteilungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums [...]“ aus dem Jahr 2004 beschäftigt sich mit der Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasserinstallationen. Ziel des Arbeitsblatts ist es, die notwendigen technischen Maßnahmen und sonstigen Schutzvorkehrungen zu beschreiben, um das Gesundheitsrisiko durch Legionellen aus der Trinkwasserinstallation zu vermeiden. Im Arbeitsblatt werden die Anforderungen an Planung und Errichtung, Betrieb, Wartung, Sanierung nach Kontamination sowie die hygienisch-mikrobiologische Untersuchung und Bewertung formuliert. Grundsätzlich wird zwischen Klein- und Großanlagen unterschieden, für welche unterschiedliche Anforderungen bestehen. Die Unterschiede zwischen Klein- und Großanlagen werden in Tab. 10 erläutert.

Die sogenannte 3-Liter-Regel ist als Höchstgrenze für nichtzirkulierendes Trinkwasser zu verstehen, kleinere Volumina müssen angestrebt werden. Unabhängig vom System muss sichergestellt werden, dass am Austritt des Trinkwassererwärmers eine Temperatur von 60 °C eingestellt werden kann und wenn eine Zirkulation vorhanden ist, dass der maximale Temperaturabfall 5 Kelvin nicht überschreitet.

Für den Betrieb von Großanlagen ist vorgeschrieben, dass dauerhaft eine Temperatur von mindestens 60 °C am Austritt des Trinkwassererwärmers anliegt. Kurzzeitige Absenkungen im Minutenbereich sind allerdings tolerierbar, da diese Legionellen kein ausreichend langes Zeitfenster für die Vermehrung bieten.

Für Kleinanlagen wird eine Temperatur von 60 °C empfohlen und eine minimale Temperatur von 50 °C am Austritt des Trinkwassererwärmers vorgeschrieben. Allerdings muss der Betreiber in diesem Fall auf das erhöhte Gesundheitsrisiko hingewiesen werden. Auch hier zeigt sich, dass technische Regelwerke nicht zwingend die allgemein anerkannten Regeln der Technik abbilden müssen, denn es hat sich in neueren Forschungsprojekten gezeigt, dass eine Temperatur von < 55 °C nachweislich die Gefahr für Legionellenvermehrung erhöht. Demzufolge kann die Anforderung, dass in Kleinanlagen Temperaturen von weniger als 55 °C toleriert werden können nicht mit dem Schutzziel nach § 1 der Trinkwasserverordnung übereinstimmen, da dann



die menschliche Gesundheit nicht mehr nachweislich vor den nachteiligen Einflüssen geschützt werden kann.

Für weitere Informationen zu betriebstechnischen, verfahrenstechnischen und bautechnischen Maßnahmen im Kontaminierungsfall sowie auf den Vorgang der hygienisch-mikrobiologischen Untersuchungen und Bewertungen siehe die DVGW-Arbeitsblätter W 551 und W 556.

Die grundlegende Unterscheidung findet in Groß- und Kleinanlagen statt, wobei diese Begriffe auch in der Trinkwasserverordnung definiert sind.

| | Kleinanlage | Großanlage |
|---|---|--|
| Definition (DVGW 551) | Anlagen mit Speicher-TW-Erwärmer (TWE) oder zentrale Durchfluss-TW-Erwärmer in Anlagen <ul style="list-style-type: none"> ■ von 1–2 Familienhäusern, unabhängig vom Anlagevolumen (TWE, Rohrleitungen) ■ mit TWE mit einem Volumen ≤ 400 l und ≤ 3 l in jeder Rohrleitung zwischen dem Austritt TWE und Entnahmestelle. Volumina in Zirkulationsleitungen bleiben unberücksichtigt. | Alle Anlagen mit Speicher-TWE oder zentralen Durchfluss-TWE, z. B. in Anlagen <ul style="list-style-type: none"> ■ von Wohngebäuden, Hotels, Altenheimen, Krankenhäusern, Bädern, Sport- und Industrieanlagen, Campingplätzen, Schwimmbädern. ■ mit TWE und einem Inhalt > 400 l und/oder > 3 l in jeder Rohrleitung zwischen dem Abgang TWE und der Entnahmestelle. |
| Austrittstemperatur PWH am TWE (1988-200) (DVGW 551) (VDI 2072 Entwurf) | Neben der Empfehlung für Kleinanlagen von generell 60 °C kann bei sichergestelltem Wasseraustausch innerhalb von 3 Tagen auch 50 °C Anwendung finden. Für dezentrale TWE wird eine Austrittstemperatur von min. 50 °C empfohlen. | Bei Großanlagen sind min. 60 °C am Austritt des TWE vorzusehen. Eine Temperaturabsenkung ist generell möglich, wenn das alternative Verfahren durch mikrobiologische Untersuchungen seine Wirksamkeit nachgewiesen hat. |
| Zirkulationssystem (DVGW 551) (VDI 2072 Entwurf) | In Kleinanlagen und dezentralen Anlagen mit Rohrleitungsinhalten > 3 l zwischen Abgang TWE und Entnahmestelle sind Zirkulationssysteme einzubauen. Diese sind mit min. 60 °C zu betreiben, bei max. Abkühlung bis Wiedereintritt Speicher von 5 K. | Generell sind in Großanlagen Zirkulationssysteme einzubauen. Diese sind mit min. 60 °C zu betreiben, bei max. Abkühlung bis Wiedereintritt Speicher von 5 K. |
| Anforderung durch Trinkwasserverordnung | | Bei Großanlagen herrscht eine Untersuchungspflicht des Trinkwassers in der Haus-Installation auf Legionellen alle drei Jahre oder jährlich bei öffentlichen Gebäuden |

Tab. 10: Zusammenfassung der wichtigsten Kriterien für Unterscheidung und Betrieb von Anlagen zur Trinkwassererwärmung

Systeme zur Trinkwassererwärmung

Zentrale Trinkwassererwärmungsanlagen

Trinkwasser warm kann auf unterschiedliche Art und Weise erzeugt werden. In den vergangenen Jahren haben sich unterschiedliche Systeme am Markt etabliert, die sich in der verwendeten Wärmequelle, dem Rohrnetzaufbau, der benötigten Vorratswassermenge, den Systemkomponenten, der Hygiene- und Komforteigenschaften, der erreichbaren Energieeffizienz und den Kosten unterscheiden.

Die Auswahl des grundlegenden Systems erfolgt je nach Anforderung. Der Trend, die zu bevorratende Menge an Trinkwasser so gering wie möglich zu halten, spiegelt sich auch in den marktverfügbaren Systemen wider.

So weichen, besonders bei den sogenannten Großanlagen, die Speichersysteme den Systemen mit der Erwärmung des Trinkwassers im Durchflussverfahren.

Zentrale Speicherwassererwärmer (SWE)

In der Vergangenheit gehörten zentrale Speicherwassererwärmer aller Größen wie selbstverständlich zu jeder Heizungsanlage dazu. In Wohngebäuden oder Hotels fanden sich oftmals Behälter mit mehreren tausend Litern Inhalt wieder. Durch die Vorratswassermenge und den dadurch geringen Wasseraustausch ergeben sich hygienische Nachteile für dieses System. Bei Großanlagen ist es vorgeschrieben, das Trinkwasser auf Temperaturen von mindestens 60 °C zu erwärmen, um einen ausreichenden Legionellenschutz zu gewährleisten. Dies führt zu einem erhöhten Aufwand, da sich durch die erhöhte Wassertemperatur ein höherer Wärmeverlust und dadurch eine schlechtere Energieeffizienz einstellt (siehe auch „Energetische Betrachtung“ auf Seite 182 und „Betrieb und Betriebskosten“ auf Seite 197.) Nach VDI 6023 und DVGW-Arbeitsblatt W551 sind Trinkwasserspeicher regelmäßig (VDI 6023) bzw. täglich (DVGW W 551) durchzuladen und der komplette Inhalt damit auf Temperaturen $\geq 60^\circ\text{C}$ zu erwärmen. Des Weiteren benötigen die Speicher einen höheren Platzbedarf, wobei aber der Montage- und der Wartungsaufwand gering sind. Besonders durch die Einführung der Beprobungspflicht bei Großanlagen (siehe Trinkwasserverordnung) ging der Markt für große Speicherwassererwärmer stark zurück.

Zentrale Durchfluss-Trinkwassererwärmer

In den meisten Gebäuden erfolgt die Warmwasserbereitung zentral im Heizraum und das warme Wasser wird von der Zentrale an alle Entnahmestellen verteilt. In diesem Fall spricht man von einer zentralen Trinkwassererwärmung im Durchfluss. Viega nennt sein Produkt daher AquaVip Durchfluss-Trinkwassererwärmer oder DTE, im Markt ist jedoch der Begriff Frischwasserstation weit verbreitet. Damit die zur Trinkwassererwärmung benötigte Energie in ausreichender Menge vorhanden ist, muss zwischen Heizquelle und DTE ein Pufferspeicher integriert werden, der die Lastspitzen abfangen kann. In kleineren bis mittelgroßen Trinkwassererwärmungsanlagen kann der DTE als Einzelstation betrieben werden. Wenn ein größerer Zapfbedarf

notwendig ist, d.h. die Leistungsgrenze der Einzelstation erreicht ist, muss entweder eine Segmentierung des Warmwassersystems durchgeführt oder mehrere Einzelstationen in einer Kaskade bzw. Parallelschaltung betrieben werden. Zur Regelung des primären Volumenstroms ist es heute üblich, drehzahlgeregelte Pumpen auf der Heizungsseite einzusetzen. Dadurch erfolgt eine bedarfsgerechte Anpassung des Volumenstroms des Heizwassers und damit eine Anpassung der im PWÜ (Plattenwärmeübertrager) übertragenen Energie. So wird eine konstante Temperatur für Trinkwasser warm gewährleistet und bedarfsgerecht zur Verfügung gestellt, wodurch große Wasservolumina vermieden werden.

Dies ist gegenüber Trinkwasserspeichern ein hygienischer Vorteil und hat einen hohen Wasseraustausch in dem DTE und somit auch im gesamten Trinkwassernetz zur Folge. Durch den einzigartigen Aufbau des AquaVip Durchfluss-Trinkwassererwärmers können sich niedrige Rücklautemperaturen und somit optimale Bedingungen für den Einsatz von erneuerbaren Energien und optimale Effizienz ergeben.

Vergleich der zentralen Durchfluss-Trinkwassererwärmer (DTE)

In den letzten 25 Jahren hat sich die Technik der zentralen Durchfluss-Trinkwassererwärmer (DTE) stark verändert und an die aktuellen Anforderungen insbesondere der größeren Anlagen angepasst.

Heutige Anforderungen an DTE in Großanlagen:

- Einsatz von erneuerbaren Energien zur Unterstützung der Wärmewende benötigt kühle Rücklauftemperaturen und gute Schichtung im Pufferspeicher. Nur so können Wärmepumpen optimal arbeiten. Zudem sind möglichst geringe Vorlauftemperaturen von Vorteil, da erneuerbare Energien wie beispielsweise Wärmepumpen effektiver arbeiten, je niedriger die benötigte Temperatur ist.
- Hygienisch bedingt darf es zu keiner Kaltwassererwärmung oder Stagnation in den Geräten und einzelnen Abschnitten darin kommen.
- In Gebäuden wie Hotels oder Krankenhäusern wird zum Erhalt der Versorgungssicherheit teilweise eine Redundanz gefordert.

Die nachfolgende Übersicht zeigt die zwei gängigsten Ausführungen der DTE-Systeme im Vergleich mit dem AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer.

| | Einzelstation – einfaches System | Kaskadenschaltung von Einzelstationen | System AquaVip DTE |
|--|--|--|--|
| | | | |
| Merkmal | Einzelne DTE mit einem Plattenwärmeübertrager (PWÜ); teilweise Einsatz ohne Zirkulation im EFH; Zirkulation wird mit PWC-Zulauf vermischt | Zwei oder mehr miteinander verbundene Stationen; aufwendigere Regelung erforderlich; durchwechselnde Führungsstation erforderlich; Zirkulation wird mit PWC-Zulauf vermischt | Zwei Wärmeübertrager für Zirkulation und große Zapfleistungen; zwei unabhängige Rückläufe für unterschiedliche Temperaturen; Einbindung in komplettes AquaVip Solutions und UFC für Absenkung der Betriebstemperaturen im PWH-System |
| Anwendung | EFH, Kleinanlagen, einfache Lösung für MFH | Großanlagen, bei denen große Zapfleistungen in komplexen Zirkulationssystemen notwendig sind | In allen Gebäudetypen |
| Hygiene | + gesamte Station wird bei jeder Zapfung durchströmt + Station wird bei Zirkulationsbetrieb immer durchströmt - Rück erwärmung von kaltem Trinkwasser möglich Geringere Anforderungen bei EFH und ZFH | - Stagnation bei inaktiver Station über lange Zeit möglich; - Erwärmung Trinkwasser kalt möglich über Zirkulation und Vorwärmfunktion | Hygienisch korrekte Konstruktion mit warmen und kalten Bereichen. In Kombination mit UFC sogar bei abgesenkten Temperaturen möglich |
| Energieeffizienz | gering, wegen Temperaturmix im Speicher (schlechte Schichtung) | Hohe Speichertemperatur erforderlich; kein zusätzliches Einschichten in den Pufferspeicher bei Zirkulationsbetrieb | Optimale Wärmenutzung des Speichers. Beste Temperaturschichtung durch zwei unabhängige Rückläufe |
| Rücklauf-temperatur im Zirkulationsbetrieb | Hohe RL-Temperaturen im unteren Speicherbereich und dadurch Störung der Temperaturschichtung im Speicher | Umschaltung des Puffer-rücklaufs zur Temperaturschicht erhaltung erforderlich, jedoch regelungstechnisch schwierig einzustellen, da Bedarf stark schwankt. | Trennung zwischen Zapfbetrieb und Zirkulationsbetrieb durch zwei Wärmeübertrager. Dadurch Schichtung im Energiespeicher vorhanden. |

Tab. 11: Vergleich Durchfluss-Trinkwassererwärmer-Systeme

Durchfluss-Trinkwassererwärmer als Einzelstation mit einem Plattenwärmeübertrager (PWÜ)

Die Einzelstation mit einem Plattenwärmeübertrager ist die einfachste Variante des DTE. Diese Bauform findet vorrangig bei EFH, Kleinanlagen oder als einfache Lösung bei MFH ihren Einsatz. Bei jeder Zapfung und im Zirkulationsbetrieb wird der Durchfluss-Trinkwassererwärmer immer komplett durchströmt, was für einen guten Wasseraustausch spricht.

Kritisch ist diese Bauform besonders bei andauerndem Zirkulationsbetrieb, wie er aus Gründen der Hygiene üblich sein sollte, und sorgt für eine komplette Durchmischung des Energiespeichers. Anbieter versuchen dies durch den Einsatz von Rücklauf-Umschaltventilen zu verhindern. Dies mit mäßigem Erfolg, da zwischen Zirkulations- und Zapfbetrieb fließende und z. T. schnelle Übergänge herrschen, die nicht mit den im Markt üblichen und trägen Umschaltventilen in den Griff zu bekommen sind. So ist diese Bauform insbesondere bei Großanlagen bzw. energieeffizienten Anlagen, die einen geschichteten Speicher benötigen, nicht empfehlenswert.

Durchfluss-Trinkwassererwärmer in Kaskadenlösungen

Hierbei werden zwei oder mehr DTE mit identischer Leistung miteinander verschaltet. Je nach Bedarf an zu erwärmendem Trinkwasser schalten sich über Ventile im Trinkwasser einzelne Stationen zu oder ab. Im Umschalt-punkt kann es hierbei zu Temperaturschwankungen kommen. Auch kann es hierdurch zur unerwünschten Erwärmung von Trinkwasser kalt kommen.

Vorteile bietet die Kaskadierung von DTEs vor allem bei der Produktion und Lagerhaltung. So kann mit einer Baugröße eine gewisse Anzahl von Anwendungsfällen abgedeckt werden.

Auch hier wird wie bei den Einzelstationen mit einem PWÜ (Plattenwärmeübertrager) versucht, den ungünstigen Zirkulationsbetrieb mit der Umschaltung des Heizungsrücklaufs in den Griff zu bekommen. Wie oben beschrieben ist dies jedoch regelungstechnisch nicht oder nur bedingt möglich.

AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer von Viega

Einen eigenen Weg beschreibt Viega mit dem AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer, der mit zwei Plattenwärmeübertragern und insgesamt sechs Anschlüssen dem Zusammenspiel von Zirkulation und Zapfung Rechnung trägt.

Das Zwei-Zonen-Durchlaufprinzip zur Aufteilung in zwei Temperaturzonen für die energieeffiziente und hygieneoptimierte Trinkwassererwärmung baut auf die trinkwasserseitige Reihenschaltung der Plattenwärmeübertrager mit Wasseraustausch bei kleinen und großen Zapfmengen sowie im Zirkulationsbetrieb. Die heizungsseitige Rücklaufregelung durch zwei Pumpen mit gleichzeitigem Betrieb beider Heizungsrückläufe mit unterschiedlichen Temperaturen sorgt für eine energieeffiziente Speicherschichtung, insbesondere auch bei den sonst kritischen Umschaltungen zwischen Zapfung und Zirkulation.

Der Geräteaufbau sorgt ebenfalls für eine Einhaltung der hygienischen Grundregeln: kalte Anschlüsse im kalten Bereich bleiben im Betrieb kalt und warme Anschlüsse warm.

Kombination mit AquaVip-Ultrafiltrationsmodul für abgesenkten Betrieb

Durch den permanent güteüberwachten Betrieb der Trinkwasser-Installation ist es perspektivisch sogar möglich, über AquaVip Solutions die Systemtemperaturen für Trinkwasser warm deutlich abzusenken. Dafür wird in einen Teilstrom des zirkulierenden Trinkwassers warm zusätzlich ein Ultrafiltrationsmodul (UFC) installiert. Dies reduziert die Gesamtzellzahl der Bakterien im Rohrleitungsnetz und ggf. das Nährstoffangebot.

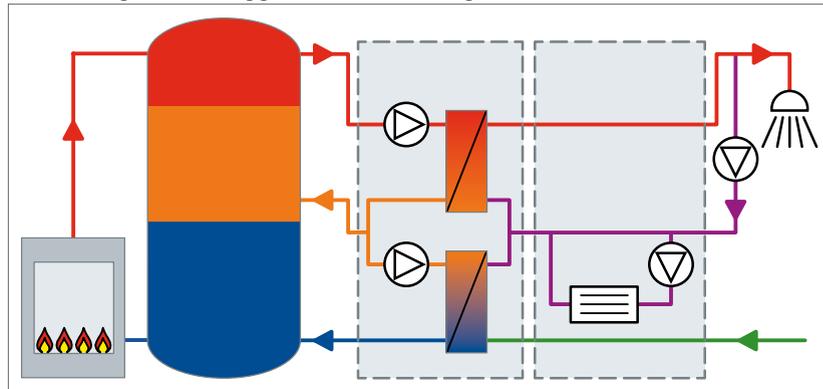


Abb. 59: Symboldarstellung AquaVip-DTE und AquaVip-UFC

Dezentrale Trinkwassererwärmungsanlagen

Dezentrale DTE (Wohnungsstation)

Bei den dezentralen Systemen verbleiben die Heizquelle und die Energiespeicherung im Heizraum und die Erwärmung des Trinkwassers erfolgt dezentral in den einzelnen Wohnungen durch sogenannte Wohnungsstationen. Dabei kann zwar einerseits die Verrohrung günstiger ausfallen (Entfall Strangleitung für Trinkwasser warm, Zirkulation), andererseits muss auch in der warmen Jahreszeit über die Heizungsleitungen die Wärmeenergie an allen Wohnungsstationen auf einem hohen Temperaturniveau vorgehalten werden. Hygienisch gesehen ist eine Erwärmung des kalten Trinkwassers durch dauernde Zirkulation des Heizwassers und langen Stillstandszeiten durch Nichtbenutzung bedenklich. Vielfach unbeachtet bleibt von Vermietern aber der § 618 BGB mit der Verpflichtung den Mietern hygienisch unbedenkliches Wasser zur Verfügung zu stellen. Solche dezentralen Wohnungsstationen werden von den Herstellern solcher Systeme als hygienisch unbedenklich verkauft, immerhin sind sie von der Beprobungspflicht befreit, aber meistens werden sie mit Temperaturen unter 55 °C betrieben. Auch das Umweltbundesamt hat die Gefahr solcher Wohnungsstationen erkannt und in einer Mitteilung klargestellt, dass diese Stationen trotz ihrer Befreiung von der Beprobungspflicht eben nicht hygienisch unbedenklich sind und von daher in die Suche nach Legionellen einbezogen werden müssen. Auch die Berufung auf die DIN 1988-200, die einen Betrieb dieser Stationen ohne weitere An-

forderungen erlaubt, wird im Fall des Falls nicht helfen, da vor Gericht immer geprüft werden wird, ob das oberste Schutzziel der Trinkwasserverordnung eingehalten wurde: Der Schutz der menschlichen Gesundheit.

Unabhängig davon gibt es einen weiteren Grund, warum in diesem Fall die Norm nicht herangezogen werden sollte. Am Medizinaluntersuchungsamt der Uniklinik Schleswig-Holstein in Kiel wurden Untersuchungen zum Einsatz von dezentralen Trinkwassererwärmern gemacht. In dieser Studie konnte nachgewiesen werden, dass die dezentralen Trinkwassererwärmer eben nicht hygienisch unbedenklich sind, wie bisher vermutet. Dies bringt vor allem Juristen zu der so genannten Vermutungswirkung, denn nun muss angenommen werden, dass eine nach DIN 1988-200 im Punkt der dezentralen Trinkwassererwärmer errichtete Trinkwasser-Installation eben nicht mehr hygienisch unbedenklich ist und eine Anwendung der DIN 1988-200 nicht zwingend den allgemein anerkannten Regeln der Technik entspricht.

Wohnungsstationen können als 2-Leitersystem oder 4 Leitersystem ausgebildet werden. Im 2-Leitersystem wird für Raumheizung und Trinkwassererwärmung eine gemeinsame Vor- und Rücklaufleitung an die Wohnungsstation herangeführt. Im Gegensatz dazu wird beim 4-Leitersystem jeweils eine separate Vor- und Rücklaufleitung für die Raumheizung und die Trinkwassererwärmung an die Wohnungsstation herangeführt.

Vor und Nachteile dieser beiden Varianten spiegeln sich in Investitions- und Betriebskosten wieder. Das 2-Leitersystem ist in der Anschaffung günstiger. Es wird nur ein – zwar in der Dimension in der Regel etwas größerer – Vor- und Rücklauf benötigt. Dieser größere Vor- und Rücklauf muss aber das ganze Jahr für die Trinkwassererwärmung auf Temperatur gehalten werden, was die Betriebskosten gegenüber dem 4-Leitersystem erhöht.

Am Markt hat sich das 2-Leitersystem hauptsächlich durchgesetzt, zum Teil auch, da die Betriebskosten vom Mieter getragen werden und die Investitionskosten vom Vermieter.

Dezentrale Trinkwassererwärmung über Elektrodurchlauferhitzer

Die einfachsten Systeme, um Trinkwasser warm zu erzeugen, sind elektrisch beheizte dezentrale Elektrodurchlauferhitzer. Mit einer Leistung 18 – 27 kW versorgen diese eine kleine Gruppe von Zapfstellen. Sie werden vorzugsweise eingesetzt, wenn kein zentrales Leitungsnetz für warmes Trinkwasser vorgesehen werden soll und der Bedarf sehr gering ist. Allerdings ist gerade bei den Elektrodurchlauferhitzern die elektronische Anschlussleistung von bis zu 27 kW sehr hoch, was zur Folge hat, dass in einem EFH aufgrund des Querschnitts des Anschlusskabels vom EVU eine Anzahl > 1 in der Regel nicht möglich ist, oder nur mehrere Geräte verriegelt voneinander betrieben werden können.



Berechnet man den tatsächlichen Volumenstrom, den ein Elektro-Durchlauferhitzer mit einer Leistung von 27 kW an erwärmtem Trinkwasser zur Verfügung stellen kann, so errechnet man mit der Gleichung

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot c \cdot \Delta\theta$$

unter Berücksichtigung der Dichte von 1,0 kg/l für Wasser, $c = 4,2 \text{ kJ/(kg K)}$ und einer Temperaturerhöhung von 10 °C auf 45 °C einen Volumenstrom von 0,18 l/s.

Bei der gleichzeitigen Nutzung einer Dusche (0,15 l/s) und einem weiteren Verbraucher (0,07 l/s) wird dieser Wert schon überschritten, d. h. beide Entnahmestellen werden nicht mehr ausreichend mit erwärmten Trinkwasser versorgt. Ganz abgesehen von der o. g. hygienischen Bedenklichkeit sind diese Geräte auch im Komfort eingeschränkt.

Wird diese Berechnung für die am Markt am häufigsten eingebauten 21kW Geräte durch, so erhält man unter den genannten Rahmenbedingungen einen Volumenstrom von 0,14 l/s, was noch nicht einmal zum Betrieb einer Standarddusche reichen würde.

Marktsicht und objektive technische Betrachtung

Um einen genaueren Einblick in die Bewertung der unterschiedlichen Trinkwarmwassererwärmungsanlagen zu erhalten, wurden unterschiedliche Personen aus Vertrieb und Produktmanagement interviewt. Diese Interviews stellen zwar keine repräsentative Ansicht dar, da die Anzahl der befragten Personen zu gering ist, zeigt aber, da die Ansichten und Meinungen fast einstimmig sind, einen gewissen Trend.

Dabei stellte sich heraus, dass es durchaus unterschiedliche Sichtweisen von Markt und tatsächlich physikalisch, technisch wissenschaftlich untermauerter und damit objektiver Sicht (nachfolgend: technische Sicht) auf die unterschiedlichen Apparaturen zur Trinkwassererwärmung gibt.

Einige Trinkwassererwärmungssysteme der Vergangenheit wurden nicht mehr betrachtet, da diese am Markt keine Rolle mehr spielen, wie z. B. der Gas-Durchlaufwasserheizer („Auto-Geyer“) oder auch die Kombi-Thermen in Etagenwohnungen, die im Neubau nicht mehr eingebaut werden.

Untersucht wurden die einzelnen Trinkwarmwassererzeugungsanlagen hinsichtlich:

- Marktrelevanz,
- Energetische Betrachtung,
- Hygienische Betrachtung,
- Investitions- und Installationskosten,
- Betriebs- und Wartungskosten und
- Anschlussleistung für die Wärmebereitstellung.



Eine Einschätzung der einzelnen Kriterien wurde für folgende, am Markt hauptsächlich vorkommende Trinkwassererwärmungsanlagen, vorgenommen:

- Zentrale Systeme:
 - Zentraler DTE (herstellerunabhängig), als Referenz-System,
 - Zentraler Trinkwarmwasserspeicher,
 - Zentraler Viega AquaVip DTE mit AquaVip-Ultrafiltrationsmodul und Temperaturabsenkung
- Dezentrale Systeme:
 - Wohnungsstation als 2-Leiter-System,
 - Wohnungsstation als 4-Leiter-System,
 - Hybrid-Wohnungsstation (2-Leiter-System mit Elektrodurchlauferhitzer)
 - Elektrodurchlauferhitzer.

Als Referenz-System wurde ein zentraler Durchfluss-Trinkwassererwärmer gewählt. Die Einschätzung fand immer spaltenweise, nur im Vergleich zum Referenz-System statt, eine Bewertung der einzelnen Trinkwassererwärmungsarten auch untereinander wurde nicht durchgeführt. Das lag daran, dass Viega momentan zentrale Trinkwassererwärmung mit zentralem Durchfluss-Trinkwassererwärmer favorisiert (also dem Referenz-System).

| Vergleichspunkte | Zentrale Systeme | | | | |
|---|------------------|---------------------|---|---------------------|-------|
| | Zentraler DTE | Trinkwasserspeicher | | DTE + UFC | |
| Marktrelevanz | + | - | | noch nicht im Markt | |
| | | T | M | | |
| Energetisch | Referenzsystem | - | - | + | k. A. |
| Hygienisch | | - | - | 0 | k. A. |
| Invest & Installation | | + | + | - | - |
| Betriebskosten & Wartung | | + | + | - | - |
| Wärmebereitstellung / Anschlussleistung | | 0 | 0 | + | + |

+ ist in diesem Punkt besser als das Referenz-System
 - ist in diesem Punkt schlechter als das Referenz-System
 0 ist zum Referenz-System gleichwertig

Tab. 12: Vergleich zentraler Systeme mit Referenz zentraler DTE



| Vergleichspunkte | Dezentrale Systeme | | | | | | | |
|--|----------------------------|---|----------------------------|---|---------------------------|---|----------------------------------|---|
| | Wohnungsstationen 2-Leiter | | Wohnungsstationen 4-Leiter | | Wohnungsstationen mit DLE | | Elektro-Durchlauf-erhitzer (DLE) | |
| | T | M | T | M | T | M | T | M |
| Marktrelevanz | + | | - | | + | | + | |
| Energetisch | - | + | + | + | * | + | + | + |
| Hygienisch | * | + | * | + | * | + | * | + |
| Invest & Installation | - | 0 | - | - | - | - | + | + |
| Betriebskosten & Wartung | - | - | - | - | - | - | + | + |
| Wärmebereitstellung / Anschlussleitung | - | - | - | - | - | - | - | - |

+ ist in diesem Punkt besser als das Referenz-System
 - ist in diesem Punkt schlechter als das Referenz-System
 0 ist zum Referenz-System gleichwertig
 * muss wissenschaftlich untersucht werden

Tab. 13: Vergleich dezentraler Systeme mit Referenz zentraler DTE

Auffällig ist, dass Wohnungsstationen im Markt grundsätzlich besser angesehen werden, als dies eine objektive/wissenschaftliche Begründung findet. Dass dies hinsichtlich Hygiene und – gerade beim 2-Leiter-System – hinsichtlich Energieeffizienz nicht der Fall ist, wird in den nachfolgenden Kapiteln erläutert.

Die Tatsache, dass die Beurteilung am Markt subjektiv besser angesehen wird, als objektiv und wissenschaftlich begründet könnte in Fehlinterpretationen und Fehlinformationen liegen.

Energetische Betrachtung

Der prozentuale Energieaufwand für die Warmwasserbereitung ist umso höher, je geringer der Bedarf an Raumwärme – erreicht durch besser gedämmte Gebäudehüllen – ist. Gleichzeitig kann dieser Aufwand für Warmwasser aufgrund der normativ geforderten Systemtemperaturen von 60/55 °C bei zentraler Warmwasserbereitung über Wärmepumpen nur energieaufwendig abgedeckt werden. Eine Studie des Fraunhofer ISE zeigt, wie groß dieser Temperatur-Effekt im Vergleich unterschiedlicher Trinkwasser-Erwärmungssysteme ist.

Von 2008 bis 2021 ist der gebäuderelevante Endenergieverbrauch um fast zehn Prozent gesunken^[1]. Vor allem, weil die Gebäude immer besser gedämmt werden; Stichwort: „Effizienzhaus 40“ als geförderter Neubaustandard. Die Reduktion des Energieeinsatzes für Heizwärme führt aber zwangsläufig zu relativ höheren Aufwendungen für die Bereitung von Trinkwasser warm (PWH). Je nach Gebäude und Nutzung macht dieser Anteil mittlerweile fast 40 Prozent des Nutzenergiebedarfs eines Neubaus gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG) aus (siehe Abb. 60). Entsprechend hoch ist das system-spezifische energetische Einsparpotenzial bei der Warmwasserbereitung, da der Wasserverbrauch als solcher durch die Nutzer vorgegeben ist und nur bedingt beeinflusst werden kann.

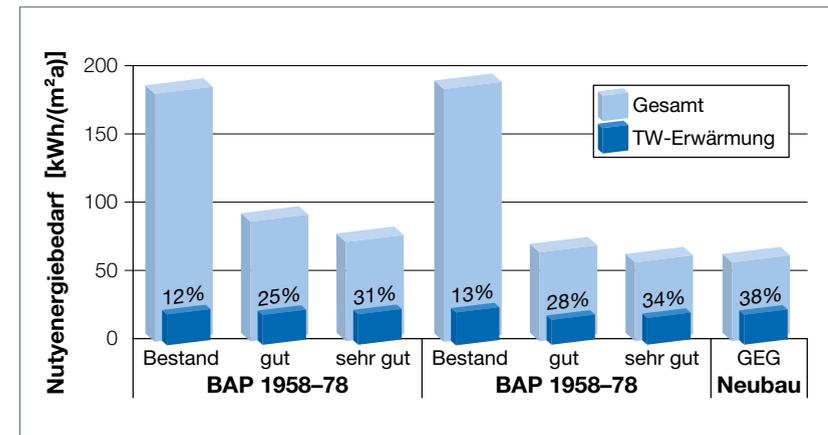


Abb. 60: In einem Neubau gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG) macht der energetische Aufwand für die Bereitung von Warmwasser mittlerweile fast 40 Prozent aus. Dies zeigt ein Vergleich von Gebäuden nach Baualtersphase (BAP). „Gut“ entspricht dabei einem gemäß GEG sanierten Gebäude, „sehr gut“ steht für ein mit Komponenten nach dem Passivhaus-Standard ausgestatteten Gebäude.^[2]

Die Verringerung dieses Primärenergieeinsatzes ist dabei umso dringender, als über das GEG gleichzeitig der Einsatz regenerativer Wärmeerzeuger mit Nachdruck vorangetrieben wird: Ab 2024 (Stand: Juni 2023) sollen neue Heizungen zu mindestens 65 Prozent regenerative Energien nutzen – beispielsweise in Form von Wärmepumpen. Da die Energieeffizienz dieser Wärmeerzeuger, ausgedrückt in der Jahresarbeitszahl (JAZ), maßgeblich vom Temperaturniveau der abzudeckenden Wärmelasten abhängt, kommt der Art der Warmwasserbereitung eine entscheidende Bedeutung zu. Das belegt eine Studie des Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE und des Instituts für Nachhaltige Technische Systeme (INATECH) der Universität Freiburg am Fallbeispiel eines Mehrfamilienhaus-Neubaus mit 30 Wohneinheiten.

[1] Deutsche Energieagentur

[2] Vollmer, R., et al. (2021) LowEx-Bestand Analyse –Bericht zu AP 3.1: LowEx-Bestand Referenzgebäude: Geometrie, Bauphysik, Last-Zeitserien und Sanierungsszenarien

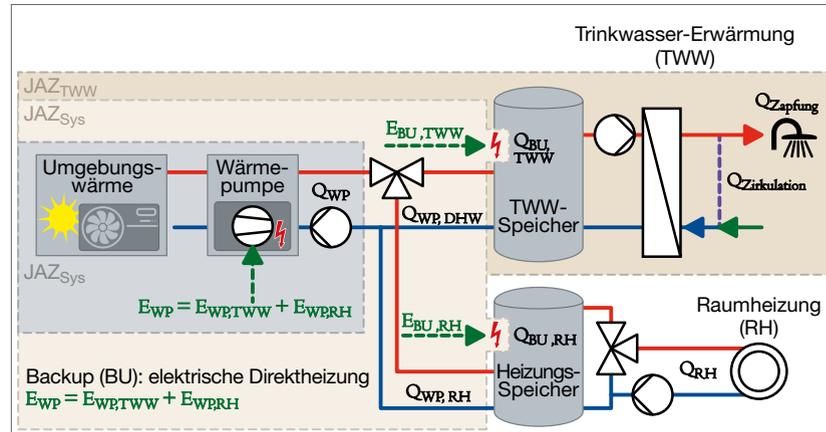


Abb. 61: Ein Trinkwarmwasser-System ist, energetisch gesehen, ebenso komplex wie dynamisch. Um aussagefähige Werte zu erhalten, welche Einflüsse sich wie stark auf die energetische Effizienz des Gesamtsystems Warmwasserbereitung auswirken, wurden die Jahresarbeitszahl (JAZ) in der vorliegenden technisch-wissenschaftlichen Analyse mit drei verschiedenen Bilanzgrenzen ermittelt [1]

Um eine belastbare Aussage zur unterschiedlichen Energieeffizienz von zentralen beziehungsweise dezentralen Trinkwasser-Erwärmungssystemen in einem solchen, typischen Geschossbau treffen zu können, wurden als verbrauchsrelevante Eckdaten für den Baukörper die Qualität „Neubau nach GEG“ (2270 m²), für die Raumheizung (Radiatoren mit Vorlauf-/Rücklauf-temperaturen von 45/38 °C) ein Energiebedarf von 52,4 kWh/m²a und für die zentrale Trinkwassererwärmung 24,3 kWh/m²a (9,9 kWh/m²a für Zapfung plus 14,4 kWh/m²a für Zirkulationsverluste) angesetzt.

Bereits diese Kennwerte zeigen, wie massiv sich die Warmwasserbereitung auf die Jahresarbeitszahl einer Wärmepumpe auswirkt: Rund ein Drittel des gesamten Energieaufwandes muss allein für die Trinkwassererwärmung veranschlagt werden.

[1] Kropp, M., Lämmle, M. (2023) Technisch-wissenschaftliche Analyse zur Energieeffizienz unterschiedlicher Trinkwasser Erwärmungssysteme im Vergleich, Studie des Fraunhofer ISE, doi.org/10.24406/publica-1731

Für einen praxisgerechten Systemvergleich wurden in der Simulationsstudie folgende Varianten der zentralen Trinkwassererwärmung verglichen:

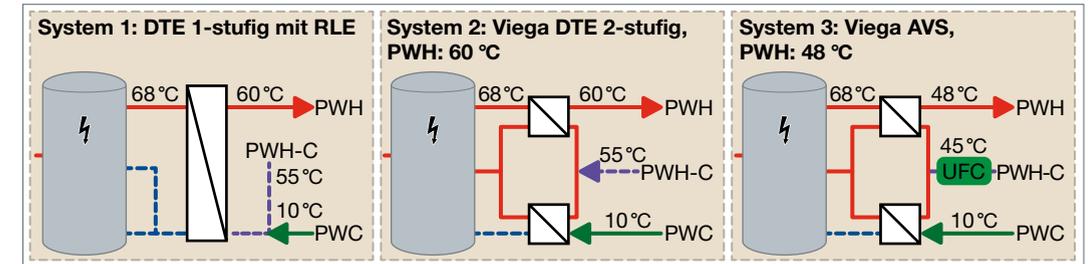


Abb. 62: Im Rahmen der Energieeffizienz-Studie wurden drei Varianten zur zentralen Warmwasserbereitung verglichen: mit einfachem Durchfluss-Trinkwassererwärmer (DTE; li.), mit zweistufigem DTE mit Rücklauf-Einschichtung der Zirkulation (Mi.) und, als Zukunftsvision, zusätzlich mit Ultrafiltration (UFC) zur Reduzierung der Bakterien und der Nährstoffe als Voraussetzung für eine hygienegerechte Absenkung der Systemtemperaturen.[1]

System 1 ist gewissermaßen der Installationsklassiker mit einem zentralen Pufferspeicher, einer mit 68 °C beschickten Frischwasserstation (Wärmetauscher) und mit Rücklaufeinschichtung. Gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 551 wurde die Austrittstemperatur PWH mit 60 °C angesetzt, die Warmwasserzirkulation (PWH-C) entsprechend mit 55 °C. Kaltwasser (PWC) fließt als Nachspeisung mit 10 °C in die Berechnung ein.

In **System 2** wurde – bei gleichen Ausgangswerten – zwischen Speicher und Abnahmeseite ein zweiteiliger Viega AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer zwischengeschaltet. Der Vorteil: Die PWH-Zirkulation (55 °C) wird je nach Betriebsweise unterschiedlich eingeschichtet. Bei reiner Zirkulation und kleinen Zapfungen wird das Wasser mit relativ hohen Temperaturen in die Speichermitte geführt. Bei großen Zapfungen wird das weiter abgekühlte Wasser in die untere Speicherschicht eingeleitet. Die Umschaltzeit zwischen diesen Betriebszuständen ist entscheidend für die Speicherschichtung, die durch dieses Vorgehen besser erhalten bleibt. Der nachgespeiste, energieaufwendig zu erwärmende Kaltwasseranteil fällt also geringer aus.

System 3 ist wie System 2 aufgebaut, hat aber zusätzlich im Bypass von PWH-C eine Ultrafiltration (UFC), um ungelöste Nährstoffe und Bakterien wie zum Beispiel Legionellen aus dem Wasser zu filtern. In aktuellen Forschungsprojekten wird untersucht, inwieweit die Systemtemperatur – aufgrund entsprechender Ersatzmaßnahmen, wie Ultrafiltration – am Austritt des Durchfluss-Trinkwassererwärmers energiesparend auf 48 °C abgesenkt werden kann, ohne die Trinkwasserhygiene zu beeinträchtigen. Die Wiedereintrittstemperatur von PWH-C beträgt 45 °C.

[1] Kropp, M., Lämmle, M. (2023) Technisch-wissenschaftliche Analyse zur Energieeffizienz unterschiedlicher Trinkwasser Erwärmungssysteme im Vergleich, Studie des Fraunhofer ISE, doi.org/10.24406/publica-1731

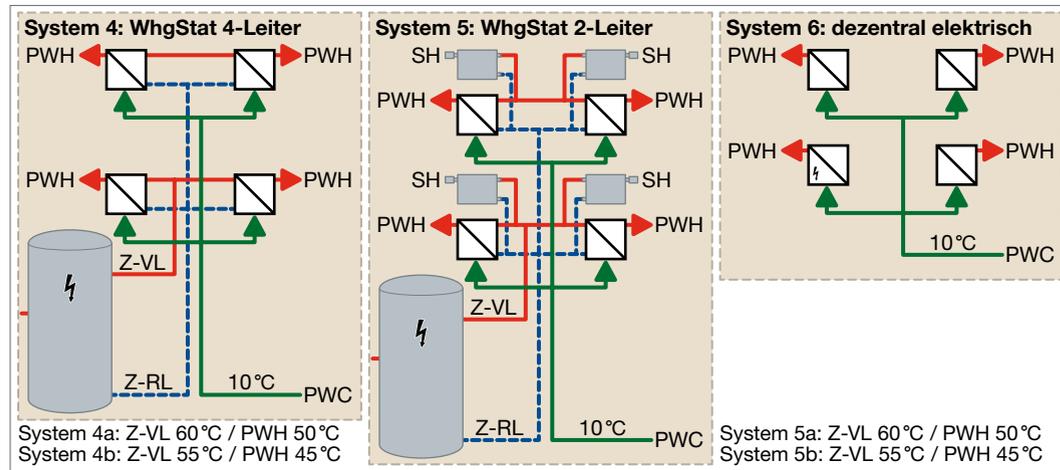


Abb. 63: Als dezentrale Varianten der Warmwasserbereitung wurden diese drei Varianten zur dezentralen Warmwasserbereitung verglichen: Wohnungsstationen einmal als 4-Leiter- und einmal als 2-Leiter-System, jeweils mit PWH 50 °C und 45 °C, sowie Durchlauferhitzer mit PWH 45 °C.^[1]

Die **Systeme 4** und **5** wiederum greifen den aktuell im Geschosswohnungsbau vermehrt zu beobachtenden Trend hin zu dezentralen Wohnungsstationen auf; einmal als 2-Leiter-, einmal als 4-Leiter-System. Als Systemtemperaturen wurde in Variante a) eine PWH-Temperatur von 50 °C bei einer Heizungsvorlauftemperatur von 60 °C angesetzt, in Variante b) eine PWH-Temperatur von nur 45 °C bei einer Heizungsvorlauftemperatur von 55 °C. Letzteres ist aus hygienischen Gründen zwar unzulässig und steht entsprechend im DVGW-Arbeitsblatt W 551 Abschnitt 6.2 („Für Kleinanlagen wird die Einstellung der Reglertemperatur am Trinkwassererwärmer auf 60 °C empfohlen. Betriebstemperaturen unter 50 °C sollten aber in jedem Fall vermieden werden. ...“), entspricht aber häufig den realen Praxisgewohnheiten.

Systemvariante 6 bezieht sich schließlich auf die Bereitung von PWH durch einen Elektro-Durchlauferhitzer mit einer (nach DVGW-Arbeitsblatt W 551 – siehe oben – ebenfalls nicht regelkonformen, aber praxisüblichen) Austrittstemperatur von 45 °C anstelle der aus Gründen des Hygieneerhalts empfohlenen 50 °C, wobei diese Randbedingung keinen Einfluss auf den energetischen Vergleich hat. Die Annahme für die PWC-Temperatur betrug auch hier in allen Fällen 10 °C. Für die Wärmebereitstellung wurden als Berechnungsgrundlage zwei am Markt gängige Luft-Wasser-Wärmepumpen ausgewählt. Die „Hochtemperatur-Variante“ (HT) erreicht eine maximale Vorlauftemperatur von 64 °C und hat dabei einen vom Hersteller angegebenen COP von 3,6 (A2/W35). Deutlich niedriger liegt dagegen mit 3,0 (A2/W35) der COP der zweiten Variante, einer Niedertemperatur-Wärmepumpe (NT) mit einer maximalen Vorlauftemperatur von 58 °C.

[1] Kropp, M., Lämmle, M. (2023) Technisch-wissenschaftliche Analyse zur Energieeffizienz unterschiedlicher Trinkwasser Erwärmungssysteme im Vergleich, Studie des Fraunhofer ISE, doi.org/10.24406/publica-1731

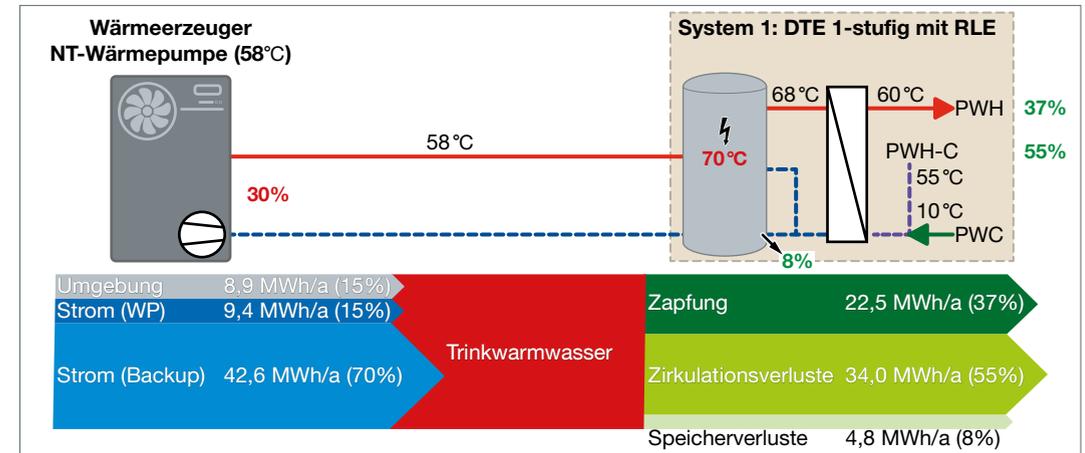


Abb. 64: Als Referenz des Systemvergleichs diente eine Wärmepumpe mit zentraler PWH-Bereitung, ein „Klassiker“ im Geschosswohnungsbau. Die Werte in der Grafik beziehen sich auf die Trinkwassererwärmung^[1]

Soweit die Theorie. Denn der herstellereitig angegebene COP-Wert ist bekanntlich das eine, die – in der Regel niedriger liegende – JAZ des Systems aber für Investoren wie Verbraucher der wesentlich entscheidendere Wert. Die System-Jahresarbeitszahl beschreibt das Verhältnis von bereitgestellter Wärme zu dem Einsatz von Strom für den Betrieb der Wärmepumpe und des Backup-Heizstabs für ein gesamtes Jahr.

Das bestätigt auch die Studie des Fraunhofer ISE. Besonders deutlich wird dies am Beispiel der aktuell wohl noch gängigsten Referenzanlage, den „Systemen 1 bzw. 2“ mit zentraler Durchfluss-Trinkwassererwärmung: Durch die seitens der Regelwerke eingeforderten, hohen Systemtemperaturen sowie die (damit einhergehenden) Speicher- und Zirkulationsverluste in Höhe von 63 Prozent (!) kommt die JAZSYS (unter Berücksichtigung der elektrischen Nachheizenergie für den Pufferspeicher) der NT-Wärmepumpe bei 58 °C Vorlauftemperatur und einfachen DTE nur auf 1,9, bei zweistufiger Trinkwassererwärmung auf zumindest 2,0.

Entsprechend interessant gestaltet sich die Frage nach dem Effekt einer Temperaturabsenkung von PWH auf in diesem Fall 48 °C durch den Einsatz einer Ultrafiltrationseinheit, wie es aktuell in Forschungsvorhaben untersucht wird. Die Studie ergab hierdurch eine Energieeinsparung bei der Trinkwassererwärmung in Höhe von etwa 60 Prozent. Die Einsparungen resultieren aus einem höheren COP der Wärmepumpe, einem geringeren Einsatz der elektrischen Speicher-Nachheizung und reduzierten Zirkulations- und Speicherverlusten. Die JAZSYS als Gesamtsystem stieg in der Folge auf 2,7.

[1] Kropp, M., Lämmle, M. (2023) Technisch-wissenschaftliche Analyse zur Energieeffizienz unterschiedlicher Trinkwasser Erwärmungssysteme im Vergleich, Studie des Fraunhofer ISE, doi.org/10.24406/publica-1731

Dieser Gewinn an Wärmepumpen-Effizienz ist umso bemerkenswerter, als selbst bei einem grundsätzlichen Verzicht auf eine zentrale Trinkwassererwärmung – also die Installation eines 2- oder 4-Leiter-Systems mit dezentralen Wohnungsstationen – keine vergleichbaren Effekte erreicht werden konnten. Bei 50 °C Zapftemperatur betragen hier die energetischen Einsparungen lediglich drei bzw. sechs Prozent (System 4a und 5a). Wird die PWH-Temperatur hingegen auf 45 °C abgesenkt, schnellen die Einsparungen auch hier auf 48 bzw. 51 Prozent in die Höhe – was einmal mehr die Relevanz des Themas „Temperaturniveau PWH“ unterstreicht (System 4b und 5b).

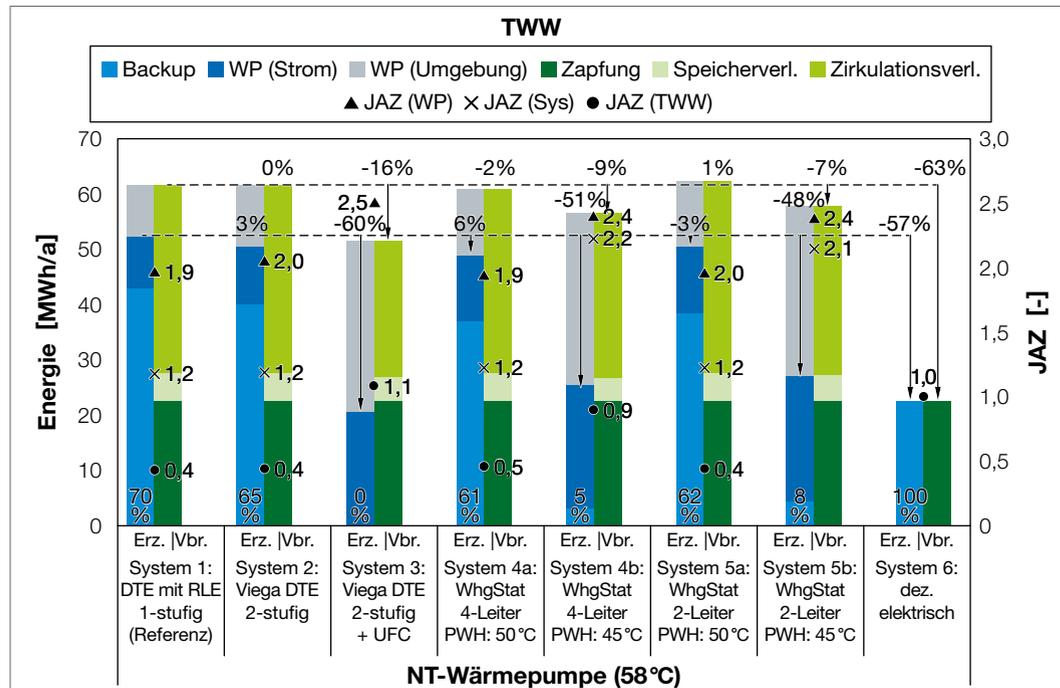


Abb. 65: Simulationsergebnisse der energieeffizienten Trinkwassererwärmung im Vergleich zum Referenzsystem mit einer NT-Wärmepumpe.^[1]

[1] Kropp, M., Lämmle, M. (2023) Technisch-wissenschaftliche Analyse zur Energieeffizienz unterschiedlicher Trinkwasser Erwärmungssysteme im Vergleich, Studie des Fraunhofer ISE, doi.org/10.24406/publica-1731

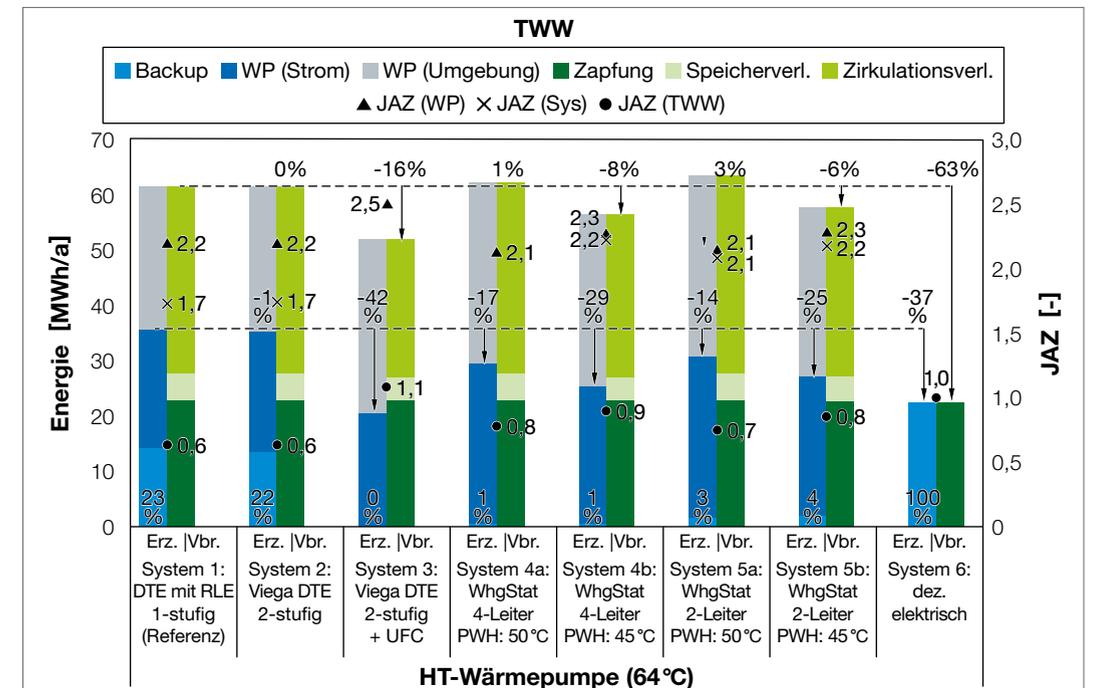


Abb. 66: Simulationsergebnisse der energieeffizienten Trinkwassererwärmung im Vergleich zum Referenzsystem mit einer HT-Wärmepumpe.^[1]

Im Gegensatz zur zentralen PWH-Bereitung über Systeme mit reduzierter Temperatur und hygieneerhaltenden Ersatzmaßnahmen (wie Ultrafiltration) ist bei Wohnungsstationen eine Absenkung über Zapftemperaturen aber kritisch zu betrachten, da durch vermehrtes Legionellenwachstum unterhalb der 50 °C-Barriere beträchtliche Risiken für die Trinkwasserhygiene entstehen, wie es unter anderem dem DVGW-Arbeitsblatt W 511 zu entnehmen ist. Der Auftraggeber oder Betreiber wäre dann zudem „im Rahmen der Inbetriebnahme und Einweisung über das eventuelle Gesundheitsrisiko (Legionellenwachstum) zu informieren.“

Dass dieses Risiko real besteht, bestätigt im Übrigen eine Untersuchung am Universitätsklinikum Kiel in einer Apartmentanlage mit 84 Wohneinheiten. Die Untersuchungen auf Legionellen ergaben in 54 Prozent der Wohnungen mit – technisch betrachtet: Trinkwarmwasser-Kleinanlagen – Konzentrationen oberhalb des technischen Maßnahmenwertes, in 12 Prozent der Wohnungen sogar oberhalb des Gefahrenwertes von 10.000 KBE/100 ml – unabhängig davon, ob die Apartments leer standen oder bewohnt waren. Selbst bei Temperatureinstellungen am Durchlauferhitzer von über 50 °C wurden teilweise hohe Belastungen mit Legionellen festgestellt – trotz regelmäßiger Nutzung der Entnahmestellen [4]. Aus Sicht von Hygienikern bestehen ähnliche Risiken auch bei einer elektrischen, dezentralen Trinkwassererwärmung, wenn die Zapftemperatur nur 45 °C beträgt.

[1] Kropp, M., Lämmle, M. (2023) Technisch-wissenschaftliche Analyse zur Energieeffizienz unterschiedlicher Trinkwasser Erwärmungssysteme im Vergleich, Studie des Fraunhofer ISE, doi.org/10.24406/publica-1731



In der Betrachtung des Gesamtsystems inklusive Raumheizung liegt die reine JAZWP der NT-Wärmepumpe im Übrigen sowohl bei den zentralen Systemen zur Trinkwassererwärmung wie bei den 4-Leiter-Systemen zwischen 2,7 und 2,8. Mit 2,2 fällt die JAZWP allerdings beim 2-Leiter-System deutlich schlechter aus. Die Forscher des Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE führen dies auf die Aufwendungen für Raumheizung zurück, für die relativ gesehen dann höhere Temperaturen bereitgestellt werden müssen.

2

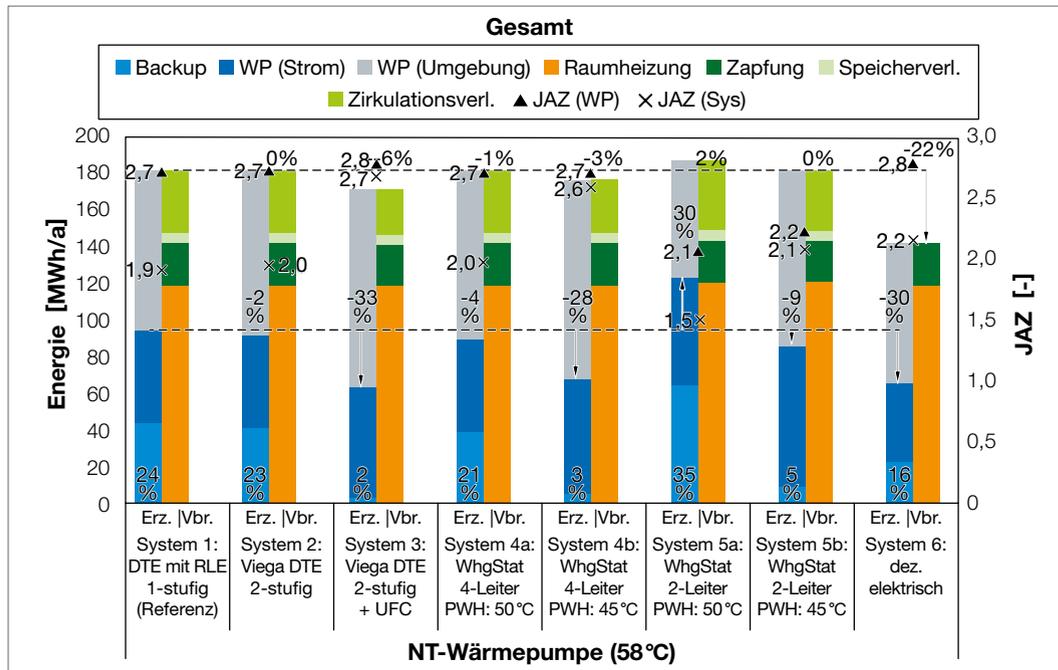


Abb. 67: Simulationsergebnisse der energieeffizienten Trinkwassererwärmung einschließlich Raumheizung im Vergleich zum Referenzsystem mit einer NT-Wärmepumpe.^[1]

Fazit

Solange in den Regelwerken für PWH bei zentraler Trinkwassererwärmung Systemtemperaturen von 60/55 °C gefordert werden, ist die notwendige Leistung über Wärmepumpen nur mit vergleichsweise niedrigen JAZSYS von 1,9 (NT; max. 58 °C) bzw. 2,5 (HT; max. 64 °C) zu erreichen. Eine vollständige Deckung des Energiebedarfs für die Erwärmung von PWH würde Wärmepumpen-Vorlauftemperaturen von etwa 70 °C voraussetzen, über die dann eine JAZSYS von 2,8 erzielt würde. Wird hingegen bei zentraler PWH-Bereitung die Warmwasseraustrittstemperatur auf etwa 48 °C – wie bei derzeit laufenden Forschungsprojekten – abgesenkt, ist dies im betrachteten Fall mit einer Reduktion der Wärmeverluste in Höhe von etwa 25 Prozent verbunden. Außerdem steigt bereits bei einer NT-Wärmepumpe die JAZSYS auf 2,7, da die Wärmepumpe den gesamten Wärmebedarf ohne Backup-Heizstab abdecken könnte.

[1] Kropp, M., Lämmle, M. (2023) Technisch-wissenschaftliche Analyse zur Energieeffizienz unterschiedlicher Trinkwasser Erwärmungssysteme im Vergleich, Studie des Fraunhofer ISE, doi.org/10.24406/publica-1731

Der Durchlauferhitzer könnte – rein energetisch gesehen – eine sinnvolle Möglichkeit zur Trinkwassererwärmung darstellen. Dass dies nicht unbedingt der Fall ist, wird in den Kapiteln „Energetische Betrachtung“, „Betrieb und Betriebskosten“, „Energiebereitstellung“, „Gebäudetypen und bevorzugte Trinkwassererwärmung“ und „Wärmeversorgung von morgen und Wandel der Versorgungsstruktur – verbrauchsgesteuerte Erzeugung vs. erzeugungsgesteuerter Verbrauch“ beschrieben.

2

Hygienische Betrachtung

Es hält sich die nach wie vor kolportierte Ansicht, eine dezentrale Trinkwassererwärmung per Elektro-Durchlauferhitzer oder Wohnungsstation beuge Legionellen vor, da kein Wasser gespeichert werde. Diese (falsche!) Annahme hat das Umweltbundesamt (UBA) bereits 2018 in einer Mitteilung richtiggestellt. Darin heißt es auszugswise: „Bislang werden dezentrale Trinkwassererwärmer als sicher im Hinblick auf eine Legionellenkontamination angesehen. Neuere Erkenntnisse zeigen jedoch, dass es auch in dezentralen Trinkwassererwärmern und in den dahinterliegenden Leitungen zu einer Legionellenvermehrung kommen kann. Bei der Abklärung von Legionelleninfektionen sind auch dezentrale Trinkwassererwärmer in die Ursachensuche einzubeziehen“.^[1]

Die Untersuchung von Probenahmen in einer Apartmentanlage mit 84 Wohneinheiten belegt ebenfalls die vom UBA erwähnten Erkenntnisse. Sie wurde durchgeführt vom Medizinaluntersuchungsamt und Hygiene am Universitätsklinikum Kiel. Die Ergebnisse sind alarmierend: In jedem Apartment versorgen Durchlauferhitzer die Bewohner mit Trinkwasser warm (PWH). Die 3-Liter-Regel zur Bemessung des längsten, zulässigen Leitungswegs vom Trinkwassererwärmer bis zur Entnahmestelle gemäß DIN 1988-200 und DVGW-Arbeitsblatt W 551 wurde eingehalten. Dennoch zeigten Probenahmen aus Kalt- und Warmwasser – unter anderem KBE20, KBE36 und Legionellen – eine hohe Kontamination. Die Untersuchungen auf Legionellen ergaben in 54 % der Wohnungen Konzentrationen oberhalb des technischen Maßnahmenwerts, in 12 % der Wohnungen sogar oberhalb des Gefahrenwerts von 10.000 KBE/100 ml – unabhängig davon, ob die Apartments leer standen oder bewohnt waren. Selbst bei Temperatureinstellungen am Durchlauferhitzer von über 50 °C wurden teilweise hohe Belastungen mit Legionellen festgestellt – trotz regelmäßiger Nutzung der Entnahmestellen.^[2]

[1] Mitteilung des Umweltbundesamtes (UBA), Vorkommen von Legionellen in dezentralen Trinkwassererwärmern, 12/2018

[2] M. Hippelein, B. Christiansen, Hygienische Bewertung dezentraler Trinkwassererwärmer großer Apartmentanlagen hinsichtlich mikrobiologischer Verunreinigungen und einer Legionellenkontamination, Zentrale Einrichtung Medizinaluntersuchungsamt und Hygiene, UKSH Kiel, Projektbericht Dezember 2016

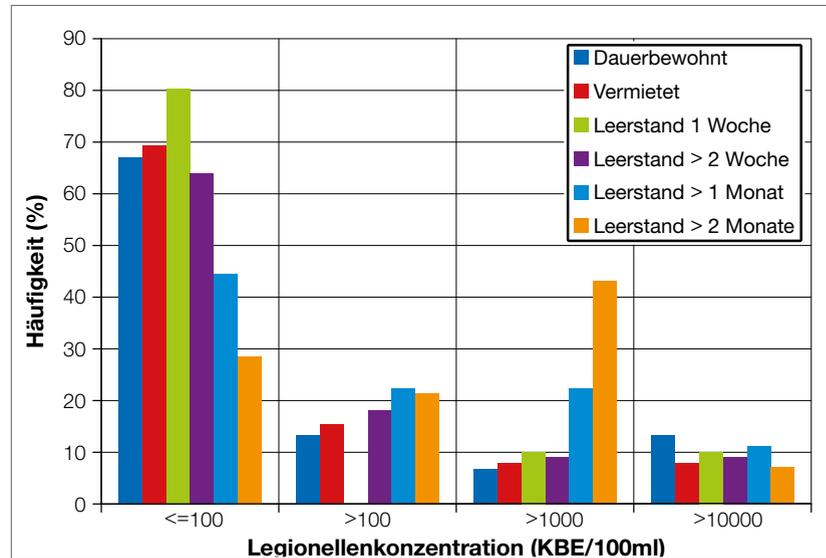


Abb. 68: Ergebnis der Untersuchung der Proben an der Dusche (PWH) des 84WE-Appartementshauses anhand der Nutzungsunterbrechung – die Überschreitung des technischen Maßnahmewertes bzw. des Gefahrenwertes steht nicht in Abhängigkeit von Nutzung der Wohnung^[1]

Aus der Untersuchung sind daher folgende Schlussfolgerungen zu ziehen:

- „Die Anlagen erscheinen daher aus hygienischer Sicht nicht ausreichend sicher.“
- „Den Autoren ist auch kein Nachweis, Zertifikat oder Gutachten bekannt, dass die hygienische Sicherheit bzgl. des Aufwuchses von Mikroorganismen in Durchlauferhitzern gewährleistet.“^[2]
- „Die hygienische Unbedenklichkeit kann jedoch nicht für alle Systeme mit diesen Eigenschaften belegt werden, da der Nachweis fehlt.“^[3]

Diese Ergebnisse sind nicht überraschend. Zum einen fehlt nach wie vor der Positivnachweis für eine nachhaltige Trinkwasser-Hygiene bei einer dezentralen Trinkwassererwärmung. Zum anderen hat die wissenschaftlich belegte Wechselwirkung von Temperatur, Durchströmung, Wasseraustausch und Nährstoffen als entscheidende Parameter der Trinkwassergüte unverändert Bestand. Somit ist gerade die vielfach ausschlaggebende Überlegung für ein

[1] M. Hippelein, B. Christiansen, Hygienische Bewertung dezentraler Trinkwassererwärmer großer Appartementanlagen hinsichtlich mikrobiologischer Verunreinigungen und einer Legionellenkontamination, Zentrale Einrichtung Medizinaluntersuchungsamt und Hygiene, UKSH Kiel, Projektbericht Dezember 2016
 [2] M. Hippelein, B. Christiansen, Hygienische Bewertung dezentraler Trinkwassererwärmer großer Appartementanlagen hinsichtlich mikrobiologischer Verunreinigungen und einer Legionellenkontamination, Zentrale Einrichtung Medizinaluntersuchungsamt und Hygiene, UKSH Kiel, Projektbericht Dezember 2016
 [3] EnEff: Wärme - Verbundvorhaben Energieeffizienz und Hygiene in der Trinkwasser-Installation EE+HYG@TWI, 04/2018

dezentral elektrisches System das größte Hygienierisiko: Scheinbar Energie zu sparen, in dem Trinkwasser nur bedarfsbezogen und dann auch nur auf Wunschtemperatur erwärmt wird. Denn wird in den Leitungsabschnitten zwischen Durchlauferhitzer und Entnahmestelle das Trinkwasser lediglich auf die Nutzungstemperatur erhöht – etwa 35 °C für das Händewaschen und bis 43 °C für das Baden – verbleibt PWH mitten im kritischen Temperaturbereich für das Legionellenwachstum. Der beginnt ab 20 °C und geht bis 55 °C.

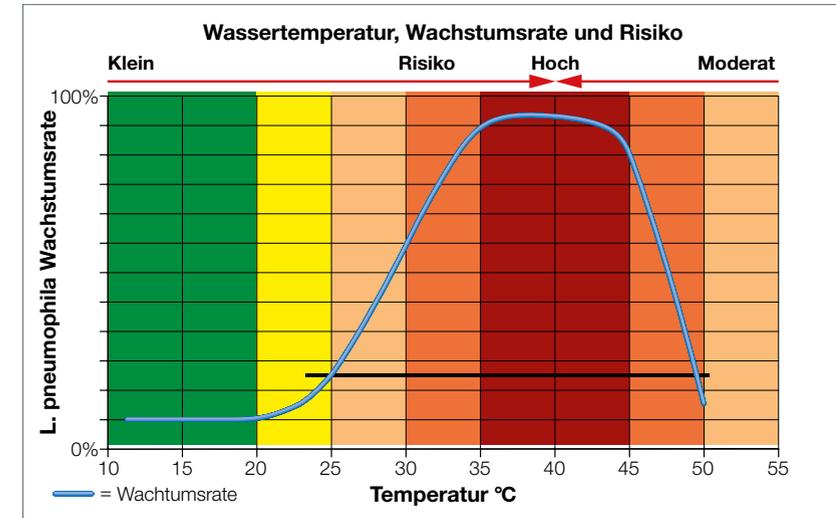


Abb. 69: Legionellenwachstum in Abhängigkeit der Temperatur^[1]

Das Temperaturregime der DIN 1988-200 für Zirkulationssysteme – 60 °C am Speicherausritt und 55 °C am Speichereintritt – ist daher nicht lediglich eine Notwendigkeit für dieses Verteilungssystem, sondern muss als Grundsatz für den Erhalt der Trinkwassergüte von PWH angesehen werden. Dies wird auch durch die Technische Regel des DVGW Arbeitsblatts W 551 unterstrichen.

Darin wird für Kleinanlagen die Einstellung der Reglertemperatur am Trinkwassererwärmer auf 60 °C empfohlen. Betriebstemperaturen < 50 °C sollten in jedem Fall vermieden werden. Andernfalls muss der Betreiber auf das potenzielle Gesundheitsrisiko durch Legionellen hingewiesen werden.^[2]

Fälschlicherweise werden dezentrale Trinkwassererwärmungsanlagen am Markt zum Teil auch mit einer Warmwassertemperatur von 45°C oder niedriger ausgelegt, was aber nach DIN 1988-200 ausdrücklich nicht zulässig ist.

[1] Exner et al. 2009
 [2] DVGW W 551:2004-04; Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen - Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums - Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen

9.7.2.4 Dezentrale Trinkwassererwärmer

Dezentrale Trinkwassererwärmer, die der Versorgung einer Entnahmearmatur dienen (Einzelersorgung), können ohne weitere Anforderungen betrieben werden.

Bei dezentralen Speicher-Trinkwassererwärmern, die der Versorgung einer Gruppe von Entnahmestellen dienen (Gruppenversorgung), z. B. innerhalb eines Badezimmers einer Wohnung, muss am Austritt aus dem Trinkwassererwärmer die Trinkwassertemperatur ≥ 50 °C betragen.

Abb. 70: Auszug aus DIN 1988-200

Ein dauerhaftes Unterschreiten der PWH-Temperatur von 50 °C bei Klein- und 55 °C bei Großanlagen ist also nur durch geeignete Kompensationsmaßnahmen innerhalb des Wirkkreises der Trinkwassergüte tolerierbar. Welche das sein können, ist derzeit Gegenstand wissenschaftlicher Forschungsprojekte.

Fazit

Ein Positivnachweis, dass dezentrale Trinkwassererwärmungsanlagen hygienisch unbedenklich sind, hat es nie gegeben. Das dezentrale Trinkwassererwärmungsanlagen hygienisch unbedenklich seien, hat sich aber fälschlicher Weise am Markt als gegebene Tatsache und Meinung verbreitet.

Dass dezentrale Trinkwassererwärmungsanlagen von der Beprobungspflicht auf Legionellen ausgenommen sind, heißt eben nicht, dass keine Legionellen vorhanden sind.

Aufschluss hierüber kann nur die Einführung einer Beprobungspflicht auch für dezentrale Trinkwassererwärmungsanlagen geben, die bereits unter Fachleuten diskutiert wird.

Des Weiteren wird empfohlen, ein Forschungsprojekt „Legionellenvermehrung in dezentralen Trinkwassererwärmern“ zu starten, um einen eindeutigen, objektiv-wissenschaftlichen Nachweis über das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von Legionellen in diesen Trinkwasserinstallationen zu erhalten.

Investitions- und Installationsaufwände

Die Investitionskosten der einzelnen Trinkwarmwassersysteme wurden über eine Marktrecherche und anhand der Bruttopreislisen der Produkte ermittelt. Dabei wurde beispielsweise nicht eine einzige Wohnungsstation betrachtet, sondern unterschiedliche Wohnungsstationen verschiedener Hersteller, wie z. B. Kamo (Uponor) oder Buderus (Stand der Preislisten: 2023).

Elektrodurchlauferhitzer und Hybridstationen wurden ebenfalls von namenhaften Herstellern, wie Clage oder Buderus zum Preisvergleich herangezogen (Stand der Preislisten: ebenfalls 2023). Gleiches gilt für Hybridstationen (Buderus und Uponor).

Zusätzlich wurden vom Hersteller angegebene, notwendige Zubehöre berücksichtigt. Montagezeiten wurden ebenfalls vom Hersteller übernommen (falls vorhanden), mit marktüblichen Preisen (über Angebote) ermittelt, oder geschätzt.

Verglichen wurden diese dezentralen Systeme hinsichtlich der Investitionskosten mit dem Viega AquaVip-Durchlauf-Trinkwassererwärmer (als Stand Alone) und – als zusätzliche Variante – mit zusätzlichen AquaVip Zirkulationsregulierventilen elektronisch. Auch hier wurden notwendige Zubehöre, wie z. B. Kugelhähne, sowie die vom Hersteller angegebenen Montagekosten berücksichtigt. Zusätzliches Rohr-, Isoliermaterial für die Leitungen von Trinkwasser warm und Zirkulation wurden ebenso berücksichtigt, wie deren Montage.

Nachfolgende Rahmenbedingungen wurden angenommen:

■ Elektrodurchlauferhitzer (DLE):

2 DLE je Wohnung,

- Montage,
- zusätzliche Anschlusskosten Strom,
- zusätzliche Verkabelung,
- zusätzliche Anschlusskosten sind gering und werden vernachlässigt,
- Auftragspauschale nicht notwendig, da Montage/IBN durch FHW erfolgt.

■ Wohnungsstationen (2-Leiter):

- Wohnungsstation inkl. Gehäuse und Anschlussschiene,
- Montage,
- Strangregulierventile,
- Auftragspauschale,
- Inbetriebnahme

■ Wohnungsstationen (Hybrid):

- Wohnungsstation inkl. Gehäuse und Anschlussschiene,
- Montage,
- Strangregulierventile,
- Auftragspauschale,
- Inbetriebnahme,
- zusätzliche Anschlusskosten Strom.



- **Viega AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer (DTE) als Stand Alone:**
 - Viega AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer,
 - Aufpreis zusätzliche Rohrleitungen zu den 2 Heizungsleitungen,
 - Montage,
 - thermische Zirkulationsventile,
 - Anfahrt- und Werkzeugpauschale,
 - Inbetriebnahme AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer und AquaVip-Controller,
 - Kugelhähne AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer.
- **Viega AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer (DTE) und AquaVip-Zirk-e:**
 - wie Viega AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer (DTE),
 - zusätzliche AquaVip Controller,
 - AquaVip Endwiderstände etc. (wenn nötig),
 - Inbetriebnahme AquaVip Controller,
 - Elektronik Zusatzkosten,
 - zusätzliche Montagekosten,
 - AquaVip-Zirk-e,
 - AquaVip-Verbinder,
 - AquaVip-Anschlusskabel.

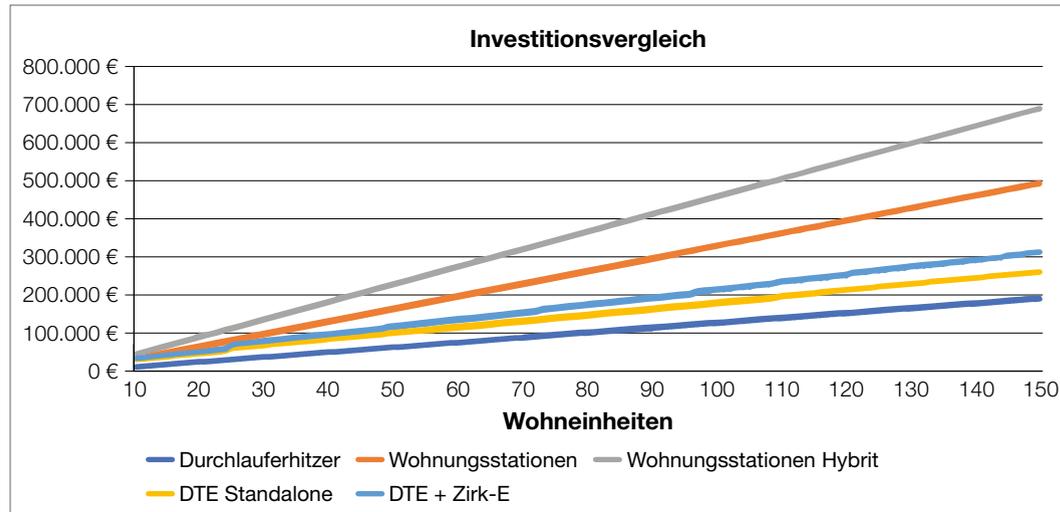


Abb. 71: Investitionskosten der einzelnen Systeme zur Trinkwassererwärmung

Abb. 71 zeigt die Höhe der – wie oben beschrieben ermittelten – Investitionskosten in Abhängigkeit von der Anzahl der Wohnungen im Gebäude. Mit zunehmender Gebäudegröße rechnet sich für den Investor immer der Einbau einer zentralen Trinkwassererwärmung mit Viega AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer mit der Ausnahme des dezentralen Elektrodurchlauferhitzers.

Dieser ist von den Investitionskosten die günstigste Variante für die Trinkwarmwasserbereitung. Allerdings gibt es andere Kriterien, wie Betriebskosten, Energiebereitstellung, Anschlussleistung (ist ein Elektrodurchlauferhitzer in großen Wohnbauten für alle Wohnungen überhaupt realisierbar), Komfort,

und Gebäudetyp (eher nur für reine Wohngebäude geeignet) die in den folgenden Kapiteln noch beschrieben werden, in denen der Elektrodurchlauferhitzer seine gravierenden Schwächen zeigt.

Die Kombination AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer einschließlich AquaVip-Ultrafiltrationsmodul ist in der Abb. 71 nicht dargestellt, da es momentan in Feldversuchen erforscht wird. Hier würde eine Parallelverschiebung der Kurven um 20 TEUR bis 30 TEUR für das AquaVip-Ultrafiltrationsmodul stattfinden. Selbst in diesem Fall würde eine Kombination bestehend aus AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer, AquaVip Zirkulationsregulierventilen elektronisch und AquaVip-Ultrafiltrationsmodul ab einer Wohnungsanzahl von ca. 30 – 40 Wohnungen rein von den Investitionskosten günstiger sein, als dezentrale Wohnungsstationen, ganz abgesehen von den Betriebskosten, was in den folgenden Kapiteln noch dargelegt wird.

Betrieb und Betriebskosten

Neben den reinen Energiekosten, die bereits im Kapitel „Energetische Betrachtung“ auf Seite 182 beschrieben worden sind, gibt es noch weitere Punkte, die in den Bereich der Betriebskosten fallen. In der Regel wird vom Betreiber ein Servicekonzept aufgestellt, um die technische Anlage Trinkwasserinstallation zu betreiben.



Abb. 72: Mögliches Servicekonzept zum Betrieb einer technischen Anlage



Die wichtigsten Punkte eines Servicekonzeptes im technischen Facility Management sind die Instandhaltung und die Reaktion im Störfall.

Instandhaltung – Wartung, Inspektion, Instandsetzung und Verbesserung

Um eine optimale Nutzung, erhöhte Lebensdauer und eine hohe technische Verfügbarkeit technischer Anlagen, wie einem Trinkwassererwärmer, zu gewährleisten, bietet ein Produkthersteller, Fachhandwerker oder geschulte Facility Management Unternehmen Instandsetzung und Wartung an. Generell sind vor dem Hintergrund der Erhaltung von Betriebssicherheit und Kostenübersicht Instandhaltungsmaßnahmen zwingende Voraussetzung. Wartungsverträge gewährleisten dem Kunden eine dauerhafte Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit technischer Anlagen; Störungen sind ausgeschlossen. Eine abgeschwächte Form sind Instandsetzungsverträge; hier könnte es in seltenen Fällen zu Störungen kommen.

Störfallbehebung

Sollte es zu dem unwahrscheinlichen Fall einer Störung kommen, so sollte der Vertragspartner des Endkunden qualifiziertes Personal vorhalten, um die Störung zu beseitigen. Eine Reaktionszeit von 24 Stunden darf in der Regel nicht überschritten werden. Diese Kundendienstesätze können entweder durch regionale Servicestandorte des Vertragspartners, oder durch regional ansässige Dienstleister erbracht werden.

Aufwand im Betrieb

Zentrale Trinkwassererwärmungsanlagen (in der Regel Großanlagen) haben den Nachteil, dass diese auf Legionellen beprobt werden müssen. Diese Beprobungspflicht entfällt bei dezentralen Trinkwassererwärmern, wenn das nachgeschaltete Leitungsvolumen nicht größer als 3 Liter ist, was unter Fachleuten allerdings umstritten ist.

Dagegen ist der Wartungsaufwand an dezentralen Anlagen wesentlich höher als bei zentraler Trinkwassererwärmung. So muss bei zentraler Trinkwassererwärmung eine Anlage überprüft, gereinigt und gewartet werden. Eine Terminabsprache zur Durchführung ist in der Regel mit einer Person (dem Hausmeister oder Facility Manager) notwendig. In einem Mehrfamilienhaus mit beispielsweise 30 Wohneinheiten ist der Wartungsaufwand dementsprechend höher. Es müssen 30 Anlagen gewartet werden und mit 30 verschiedenen Personen Termine abgesprochen werden – teilweise stellt die reine Ermittlung der Betreiber (also in diesem Fall der Wohnungseigentümer) bereits eine Herausforderung dar.

Wohnungsstationen

Einige der großen Hersteller wie PAW oder Kamo (Uponor) empfehlen eine jährliche Wartung. Die Wartung umfasst z.B. eine Überprüfung der Wärmetauscher, die Abnutzung von Verschleißteilen bei Pumpen und Ventilen, Funktionstests von Regler und Absperrventilen etc..

In der Praxis werden Wartungen z.T. gefordert und Services angeboten, alternativ wird die Anlage im Störfall einfach repariert.



Elektrodurchlauferhitzer

Die meisten Fachleute empfehlen, den Durchlauferhitzer alle zwei Jahre zu entkalken, wenn das Gerät die Lebensdauer von 10 Jahren nicht überschritten hat. Danach sollte die Anlage jährlich überprüft werden. Diese Arbeiten sind durch entsprechendes Fachpersonal durchzuführen.

In der Praxis wird dies in der Regel nicht durchgeführt. Wenn an einem Gerät eine Störung vorliegt, oder es defekt ist, wird es einfach ersetzt.

Kalkulationshilfe

Um die Betriebskosten eines AquaVip-Durchlauf-Trinkwassererwärmers mit AquaVip-Ultrafiltrationsmodul gegen andere zentrale und dezentrale Systeme vergleichen zu können, wurde bei Viega das Softwaretool auf Excel-Basis in der aktuellen Version „Kalkulationshilfe V2.6“ entwickelt. Dieses Softwaremodul besteht aus drei Teilen:

- Teil 1: AVS
 - Zielpreisrechner

Im Zielpreisrechner können Projekt- und Kundeninformationen hinterlegt werden. Zudem lässt sich hier eine grobe Abschätzung der Kosten für ein AquaVip System vornehmen, inklusive der angebotenen Services.
 - Auswahl DTE

Für eine detaillierte Auslegung von DTE, UFC, Energiespeicher etc. lässt sich der AquaVip DTE/UFC-Planer einsetzen. Alternativ kann mittels der Schnellauswahl-Tabelle für das jeweilige Projekt übersichtlich eine DTE bestimmt werden.
 - Skizze Controllerbelegung

Anhand eines Beispiels werden hier die Möglichkeiten der Controllerbelegung bildlich dargestellt.
- Teil 2: Einsparung
 - Information zu Einsparung

Bei diesem Teil handelt es sich um einen Einsparrechner zur Abschätzung des Einsparpotentials durch die Absenkung der Temperatur des Trinkwassers warm auf 48 °C durch den Einsatz des AquaVip Systems mit UFC. Als Ergebnis wird der Vergleich zwischen den beiden Betriebsarten (Standardtemperatur und abgesenkter Betrieb) in Einzeldiagrammen und übersichtlich in Diagrammen dargestellt. Besonderes Augenmerk wurde auf den zukünftig verstärkten Einsatz von Wärmepumpen gelegt, da hier auch das Potential des AVS-Systems am größten ist.
 - Einsparung nach DIN 18599

Man hat hier die Möglichkeit auf Basis normbasierter Werte das Einsparungspotential zu ermitteln
 - Einsparung freie Planungswerte

Liegen Tagesbedarf, Energieverlustleistung und Speichergröße vor lässt sich in diesem Teil anhand der selbst ermittelten Verlust- und Verbrauchswerten eine Abschätzung vornehmen.



■ Teil 3: Ausdrücke

■ Amortisation

In diesem Teil werden die wichtigsten Punkte aus den vorangegangenen Eingaben noch einmal angezeigt. Die Vergleiche lassen sich über die Auswahlfelder anpassen, wobei das Ergebnis zur Amortisation und CO2 Ersparnis übersichtlich in den Grafiken angezeigt wird. Für eine korrekte Aussage müssen die Reiter Zielpreisrechner und Einsparung nach DIN 18599 oder Einsparung freie Planungswerte ausgefüllt und geprüft werden.

■ Ausdruck

Unter diesem Punkt findet sich eine unverbindliche Kostenschätzung zum eingegebenen AquaVip-System zum Ausdruck.

■ Massenauszug

Alle ausgewählten Komponenten werden hier in einem Masseauszug zusammengefasst und liegen für einen Ausdruck bereit.

Nach Eingabe der zu Vergleichenden Trinkwassererwärmungssysteme mit entsprechenden Rahmenbedingungen zum Gebäude werden Aussagekräftige Grafiken z. B. zum Energieverbrauch, zur Amortisation und zur CO₂-Emission geliefert.

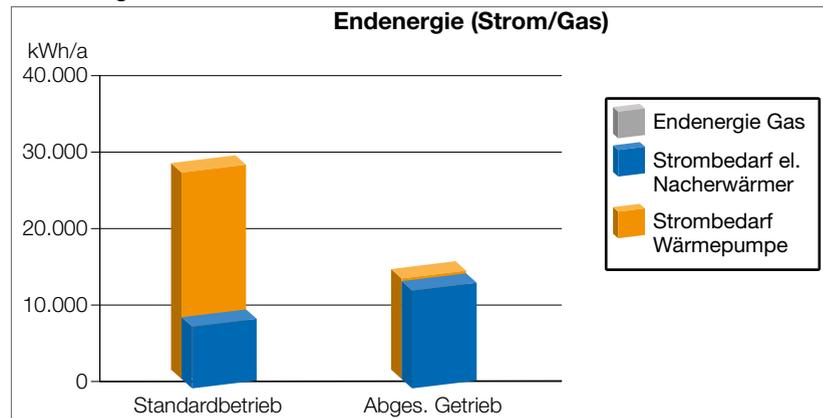


Abb. 73: Endenergieverbrauch für die Trinkwassererwärmung eines 30WE Hauses zwischen dezentralen Wohnungsstationen und Kombination AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer mit AquaVip-Ultrafiltrationsmodul und Spülung mit Prevista Dry-WC-Element mit integrierter AquaVip-Spülstation

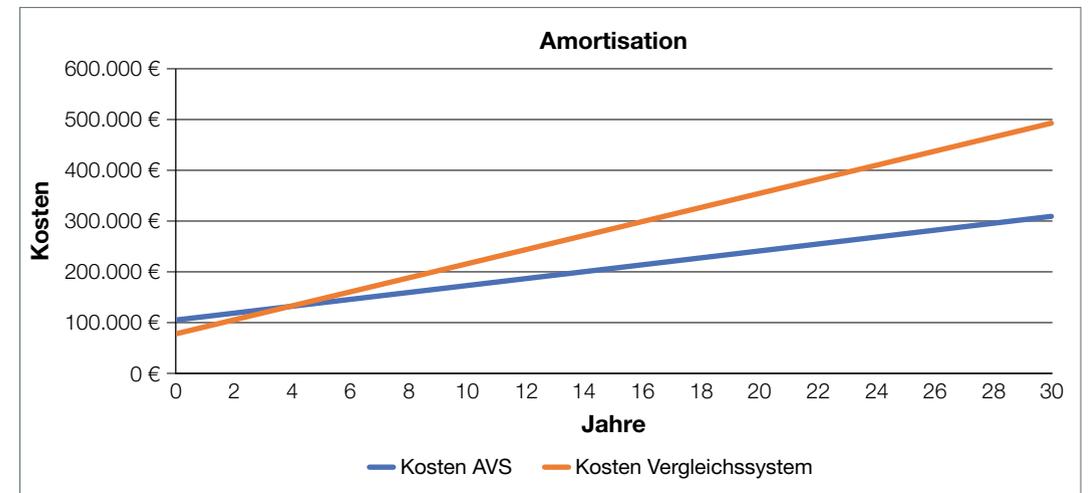


Abb. 74: Amortisationsvergleich im 30 WE Haus zwischen dezentralen Wohnungsstationen und AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer mit AquaVip-Ultrafiltrationsmodul und Spülung mit Prevista Dry-WC-Element mit integrierter AquaVip-Spülstation

Abb. 73 und Abb. 74 sind Beispiele aus der Kalkulationshilfe. Dort können unterschiedliche Gebäudetypen (Wohnen, Hotel) mit unterschiedlichen Systemen zur Trinkwassererwärmung hinsichtlich der Betriebskosten gegen die Kombination aus AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer / AquaVip-Ultrafiltrationsmodul als Abschätzung miteinander verglichen werden. Ebenfalls sind die Kosten für die Unterstützung des bestimmungsgemäßen Betriebs durch Einbau von Prevista Dry-WC-Elementen mit integrierter AquaVip-Spülstation berücksichtigt.

Energiebereitstellung

Anschlussleitung, Zeitfaktor

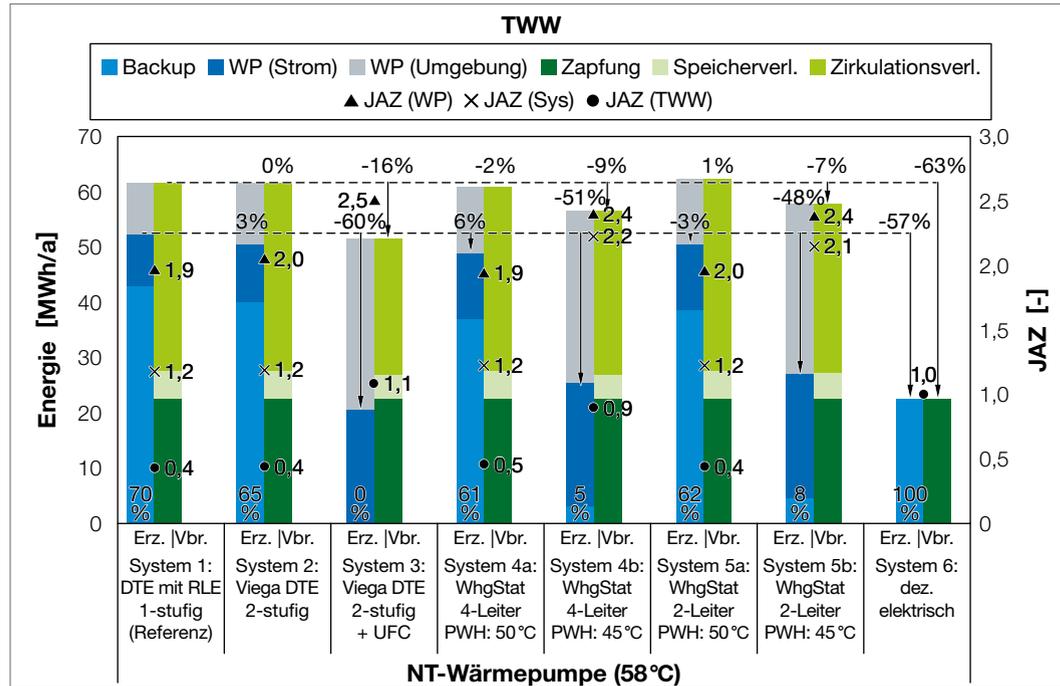


Abb. 75: Simulationsergebnisse der energieeffizienten Trinkwassererwärmung im Vergleich zum Referenzsystem mit einer NT-Wärmepumpe.^[1]

In Abb. 75 ist der Energiebedarf für die verschiedenen Systeme zur Trinkwarmwassererzeugung dargestellt. Neben dem Energiebedarf und der Jahresarbeitszahl ist auch die Energieeinsparung jedes einzelnen Systems gegenüber dem Referenzsystem – 1-stufiger Durchfluss-Trinkwassererwärmer – dargestellt, beim Betrieb mit der politisch gewollten Wärmepumpe. Eine Ausnahme bildet das System 6 – Elektrodurchlauferhitzer. Hier wird im Gerät die elektrische Energie mit dem Faktor 1:1 in Wärmeenergie umgesetzt. Was in diesem Diagramm allerdings nicht dargestellt ist, ist die zeitliche Komponente. Hier stellt sich die Frage, bei welchen Systemen mit einer geringen (elektrischen) Leistung die Warmwasserversorgung sichergestellt werden, und bei welchem System ist die Leistung am höchsten. In Systemen, in denen über einen größeren Zeitraum die Energiemenge gespeichert werden kann, um diese dann im Bedarfsfall abzugeben, reichen sicherlich Anschlussleistungen mit geringerer Leistung. Das trifft auf die Systeme 1 bis 5 zu. Hier kann die Energiemenge über einen langen Zeitraum erzeugt und in einem Pufferspeicher gespeichert werden.

[1] Kropp, M., Lämmle, M. (2023) Technisch-wissenschaftliche Analyse zur Energieeffizienz unterschiedlicher Trinkwasser Erwärmungssysteme im Vergleich, Studie des Fraunhofer ISE, doi.org/10.24406/publica-1731

Eine Leistung berechnet sich aus dem Quotienten zwischen Energie (Joule bzw. Wh) und Zeit:

$$P = \frac{E}{t}$$

mit:

P = Leistung in W

E = Energie, Energiemenge, Energiebedarf in J bzw. Wh

t = Zeit

Hat man nun für die Erbringung der benötigten Energiemenge z. B. für einen Duschvorgang beispielsweise einen ganzen Tag Zeit, so ist die benötigte Anschlussleistung P sicherlich geringer, als wenn man – wie beim Elektro-durchlauferhitzer nur ein paar Minuten Zeit hat, um diesen Energiebedarf zu erbringen. Bei gleichbleibendem Energiebedarf erhöht sich also die Anschlussleistung, wenn sich die zur Erzeugung der Energiemenge notwendige Zeit verringert, da die (dazu benötigte) Zeit in dieser Gleichung im Nenner steht.

Bei der Anschlussleistung P hat der Elektro-durchlauferhitzer also deutliche Nachteile, da dieser im vorgenannten Beispiel nur ein paar Minuten Zeit hat, um die benötigte Energie zu erzeugen und anschließend bei Nichtnutzung lange Zeit abgeschaltet ist.

Anschlussleitung, Versorger

Der Elektroanschluss eines Gebäudes hängt maßgeblich davon ab, ob Verbraucher mit hohen Leistungen im Gebäude betrieben werden. Verbraucher mit einer Leistung von mehr als 11kW sind dem Elektroversorgungsunternehmen nicht nur zu melden, sondern müssen von diesem auch genehmigt werden.^[1]

| Parameter nach DIN 18015-1 | Hausanschluss ohne Durchlauferhitzer | Hausanschluss mit Durchlauferhitzer |
|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Leistung P_{ges} [kVA] | 80 | 150 |
| Stromstärke berechnet I [A] | 116 | 217 |
| Stromstärke abgesichert I_{Abg} | 125 | 250 |
| Kabelquerschnitt S [mm ²] | 5 x 35 | 5 x 120 |

Tab. 14: Größe des Elektrohausanschlusses am Beispiel eines Mehrfamilienhauses mit 30 WE

Tab. 14 zeigt den Querschnitt für den Hausanschluss eines Gebäudes mit und ohne Elektrodurchlauferhitzer. Gleichzeitigkeiten der Nutzung sind bereits berücksichtigt. Der Querschnitt des Hausanschlusses geht quadratisch in die Berechnung des Hausanschlusses ein; eine nahezu Verdopplung der ausgelegten Leistung (von 80 kVA auf 150 kVA) zieht annähernd eine Vervielfachung (von 35 mm² auf 120 mm²) nach sich.

Auch hier zeigt der Elektrodurchlauferhitzer gravierende Nachteile, gegenüber den Systemen, bei denen die Energie im Pufferspeicher zwischengespeichert wird.

Generell ist bei der Bereitstellung des Elektrohausanschlusses von folgenden Punkten auszugehen:

- Mehrkosten für Kabel für den Hausanschluss,
- Mehrkosten für Kabel im Verteilnetz des EVU (Straße, Zuleitung von Trafostation),
- technische Machbarkeit, reichen die Kabel im Verteilnetz des Elektroversorgungsunternehmens zur Deckung der notwendigen Leistung,
- Beim Umbau im Bestand würde immer der Elektrohausanschluss erneuert werden müssen, wenn dies überhaupt vom Querschnitt in der Straße machbar sein würde.

In Zeiten der Elektrifizierung von Wärmeerzeuger und Verkehr ist gerade der Machbarkeitsgedanke nicht zu vernachlässigen. „Im Januar 2022 legte [beispielsweise] Deutschlands größter Immobilienkonzern Vonovia ein Wärmepumpen-Sonderprogramm auf. Doch Dutzende der bereits installierten Geräte sind bis heute nicht angeschlossen. Es stehe nicht ausreichend Strom zur Verfügung...“^[2]

[1] VDE-AR-N 4100

[2] Welt, 05.05.2023



Abb. 76: Ein Fahrzeug des Wohnungsunternehmens Vonovia, hier vor einem Wohnblock in Bonn ^[1]

Zeitpunkt der Energieversorgung

Ein weiterer Faktor, der in Abb. 75 nicht berücksichtigt wird, ist der Zeitpunkt, zu welchem der Energiebedarf erzeugt werden kann bzw. erzeugt werden muss. Genauer gesagt reduziert sich diese Frage, auf ein „kann“ und ein „muss“.

Auch hier haben die Systeme 1 bis 5 Vorteile gegenüber dem Elektrodurchlauferhitzer. Da die Energiemenge bei den Systemen 1 bis 5 in einem Pufferspeicher zwischengespeichert wird, bis sie benötigt wird, „kann“ dieser zu einem Zeitpunkt mit Energie geladen werden,

- wenn Energieressourcen aus erneuerbaren Energien vorhanden sind (Sonne, Wind) oder
- wenn der Betreiber möchte, dass eine Beladung stattfinden soll, da der Strom beispielsweise in einem bestimmten Zeitfenster am Tag günstiger ist.

Beim Elektrodurchlauferhitzer „muss“ die Energiemenge, die dort immer „on the fly“ produziert und genutzt wird genau dann bereitstehen, wenn Trinkwarmwasser benötigt wird. Eine Speicherung ist hier momentan nicht möglich, da die Ausgangsleistung der Wechselrichter derzeit nicht hoch genug für den Betrieb von Durchlauferhitzern sind. Es könnte nun Argumente pro Elektrodurchlauferhitzer geben „dann dusche ich eben erst, wenn der Strom billig und/oder vorhanden ist“, aber mal ehrlich, wer würde sich daran halten?

Fazit

Hinsichtlich der Energiebereitstellung hat der Elektrodurchlauferhitzer klare und gravierende Nachteile gegenüber Systemen, in denen die Energie in einem Speichersystem wie dem Pufferspeicher zwischengespeichert wird. Er ist für ein neues Energiekonzept regenerativer Energien, in dem die Energie erzeugungsgesteuert verbraucht wird, nicht geeignet, da er derzeit über keine Speichermöglichkeit in Puffer- oder Stromspeichern besitzt.

[1] Welt, 05.05.2023

Gebäudetypen und bevorzugte Trinkwassererwärmung

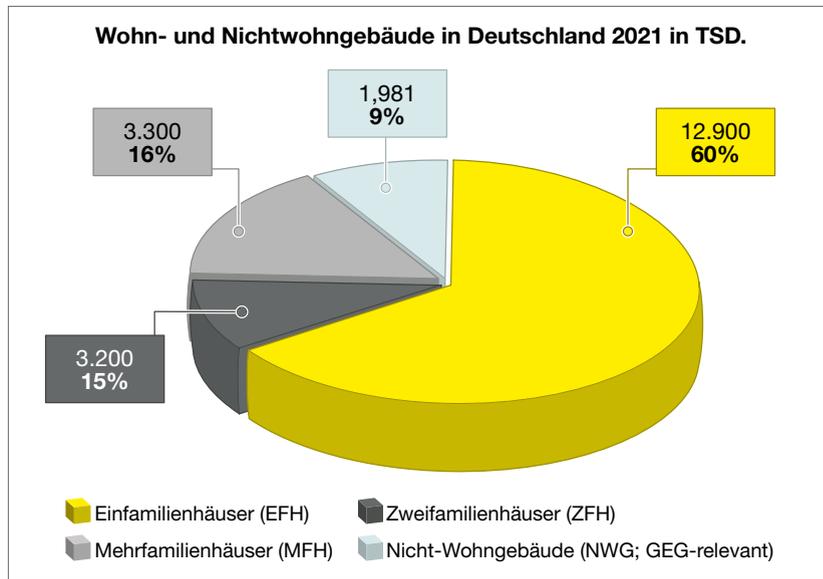


Abb. 77: Wohn- und Nichtwohngebäude in der Bundesrepublik Deutschland 2021^[1]

In Deutschland gibt es insgesamt 21,4 Mio. Gebäude (Stand:2021 [11]). Davon sind rund 19,4 Mio. Wohngebäude (12,9 Mio. Einfamilienhäuser, 3,2 Mio. Zweifamilienhäuser und 3,3 Mio. Mehrfamilienhäuser) und ca. 2,0 Mio. GEG-relevante Nicht-Wohngebäude wie z. B.:

- Produktions-, Lager und Betriebsgebäude,
- Hotel/Gastronomie,
- Schule/Kita,
- Sportgebäude,
- Gesundheit und Pflege.

Der für AquaVip Solutions relevante Markt betrifft hauptsächlich die 3,3 Mio. Mehrfamilienhäuser und die Nicht-Wohngebäude.

Grundsätzlich stellt sich die Frage, welches System für die Trinkwassererwärmung sich für welchen Gebäudetypen eignet, und warum bzw. warum nicht.

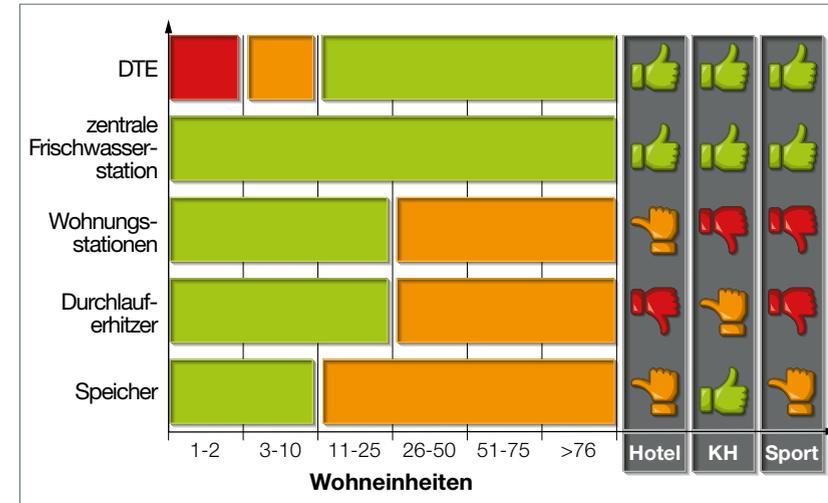


Abb. 78: Einsatz der Systeme zur Trinkwarmwasserbereitung nach Gebäudetyp

Generell eignen sich zentrale Durchfluss-Trinkwassererwärmer für alle Arten von Gebäuden (Ausnahme: AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer für Ein- und Zweifamilienhäuser, da dort zu aufwändig). Je größer aber ein Wohngebäude ist, desto eher lohnen sich auch zentrale Systeme (vgl. „Investitions- und Installationsaufwände“ auf Seite 195 und „Betrieb und Betriebskosten“ auf Seite 197).

In Nicht-Wohngebäuden, wie z. B. Hotels, Krankenhäusern und Sportstätten sind Systeme mit dezentralen Anlagen eher ungeeignet, da bei größeren Gebäuden die Stromanschlüsse, Bereitstellungskosten und Verfügbarkeit des Stroms eine Rolle spielt, sowie im Hotel zusätzlich der Komfort im Vordergrund steht, was in Summe mit dezentralen Systemen nur schwer zu erreichen ist.

[1] dena - GEBÄUDEREPORT 2023 (Destatis 2022a, IWU 2020)

Wärmeversorgung von morgen und Wandel der Versorgungsstruktur – verbrauchsgesteuerte Erzeugung vs. erzeugungsgesteuerter Verbrauch

Die Erzeugungsleistung von Solar- und Windenergie hat in den letzten Jahren zugenommen und wird gemäß der politischen Ziele zukünftig noch stärker steigen müssen. Auf der Seite der Wärmeerzeugung ist ein deutlicher Trend zur Elektrifizierung, insbesondere von Wärmepumpen, erkennbar.

2

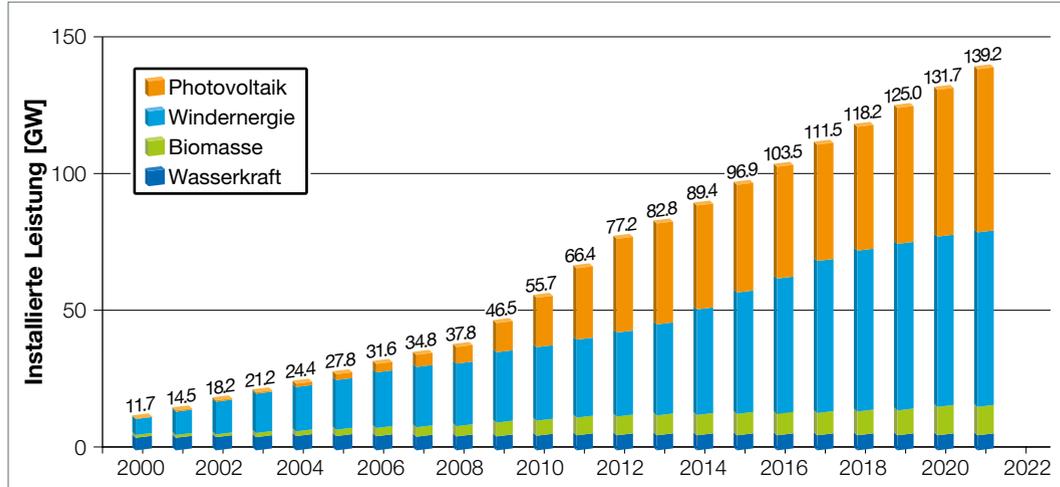


Abb. 79: Erneuerbare Energie in Deutschland [Dissertation Ben Krämer]

In der Vergangenheit wurde der Strom oftmals verbrauchsgesteuert erzeugt. Zukünftig wird ein Wandel zu einem erzeugungsgesteuerten Verbrauch stattfinden.

Für die Trinkwassererwärmung stellt sich nun die Frage, welche Systeme sich für einen erzeugungsgesteuerten Verbrauch eignen, d. h. bei welchem System kann der Strom idealerweise dann verbraucht werden, wenn dieser durch vorhandene Sonneneinstrahlung (bei Photovoltaik) vorhandenem Wind (bei Windenergieanlagen) erzeugt wird? Sonne und Wind ist nicht rund um die Uhr und dauerhaft vorhanden, ebenso wenig kann das Vorhandensein dieser beiden erneuerbaren Energien gesteuert werden. Bei Bewölkung und Windflaute wird beispielsweise wenig bis gar kein erneuerbarer Strom erzeugt.

Da die Erzeugung von Strom aus Solar- und Windenergie also nicht steuerbar ist, muss die Energie gespeichert werden, sollte diese bei Vorhandensein von Sonne und Wind erzeugt und zu einem späteren Zeitpunkt erst genutzt werden.

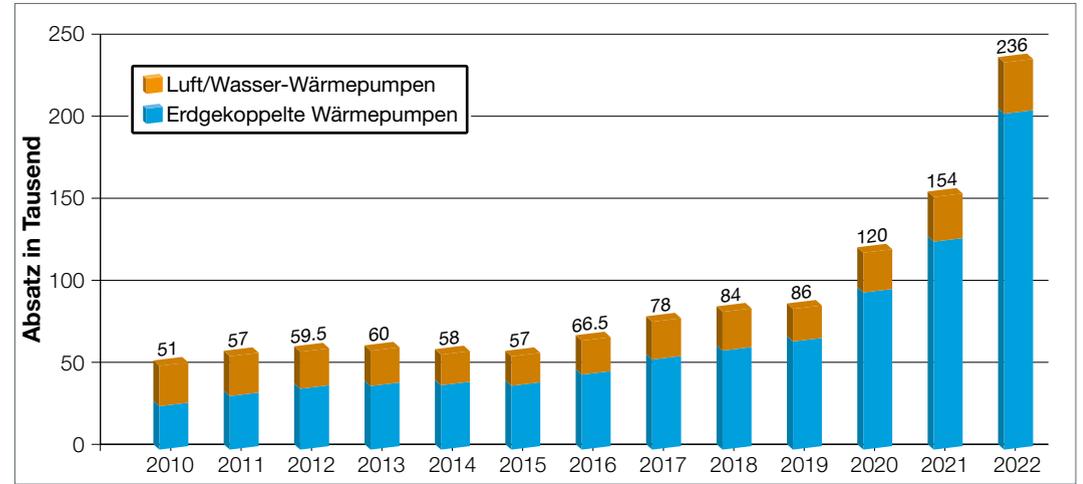


Abb. 80: Neu installierte Wärmepumpen in Deutschland [Dissertation Ben Krämer]

Hier eignen sich am besten Wärmepumpen, die den Strom dann nutzen, wenn dieser erzeugt wird und diesen unter Zuhilfenahme von Umweltwärme umwandeln und diese in Form von Wärmeenergie einem Pufferspeicher vorhalten, bis diese dann tatsächlich benötigt wird.

Moderne einen Pufferspeicher haben einen geringen Bereitschaftsenergieaufwand unter 1 kWh/d.^[1] Diese eignen sich hervorragend, um Wärmeenergie zu speichern.

So können aus diesem Pufferspeicher zentrale Durchfluss-Trinkwassererwärmer und dezentrale Wohnungsstationen betrieben werden. In beiden Fällen kann die erzeugte Energie als (mit Wärmepumpe und Pufferspeicher) erzeugungsgesteuert verbraucht werden und sind damit zukunftsorientiert.

Rein elektrische Geräte zur Trinkwarmwassererzeugung, wie z. B. der Elektrodurchlauferhitzer können nur verbrauchsorientiert Trinkwarmwasser erzeugen. Der Strom wird genau dann in Wärmeenergie umgewandelt, wenn dieser gebraucht wird, nicht wenn dieser erzeugt wird. Eine Speicherung von Strom für Elektrodurchlauferhitzer im Wohngebäude würden auf Grund der Leistung der einzelnen Geräte (bis 27kW) eine immens große Batteriespeicherkapazität benötigen und Gleichrichter mit großer Leistung, wie diese momentan für den Gebäudemarkt nicht zu bekommen sind. Daher ist hier kritisch zu hinterfragen, ob eine Trinkwassererwärmung durch Elektrodurchlauferhitzer erzeugungsorientiert möglich ist und ob diese Art der Trinkwarmwassererwärmung zukunftsorientiert ist.

Ein weiterer Vorteil, Energie in Form von Strom zu nutzen, wenn er erzeugt wird, ist, dass der Preis bei großer Verfügbarkeit sinkt, und dies eine Anreiz für den Betreiber sein kann, die Energie dann zu nutzen, wenn sie erzeugt,

[1] Viessmann Climate Solutions SE, Allendorf, Datenblatt VITOCCELL 100-E, 7/2023

2



vorhanden und preiswert ist, um mit Hilfe einer Wärmepumpe einen Pufferspeicher mit Energie zu versorgen. Diese Möglichkeit entfällt komplett bei Elektrodurchlauferhitzern, da hier eine Möglichkeit zur Speicherung der Energie, wenn diese preiswert ist, nicht möglich ist.

Auslegung der Warmwasserbereitung

Bei der Planung der Trinkwasserinstallation ist der Planer gehalten, das Volumen des gespeicherten Trinkwassers, sowie den Energieaufwand zur Bereitstellung und Einhaltung der a. a. R. d. T. zu minimieren.

Um die negativen Folgen für die Hygiene und den Energiebedarf durch eine Überdimensionierung zu vermeiden, wird folgender Ablauf zur Auslegung von Durchfluss-Trinkwassererwärmern empfohlen:

1. Warmwasserbedarf ermitteln
2. Durchfluss-Trinkwassererwärmer auswählen und benötigte Puffertemperatur bestimmen
3. Größe des Pufferspeichers auswählen
4. Leistung des Wärmeerzeugers zur Nachheizung bestimmen
5. Dimensionierung der Verrohrung nur heizungsseitig / trinkwasserseitig
6. Zirkulation (Pumpe, Betrieb, thermische Zirkulationsregulierventile)
7. Schutz der Anlage

In den folgenden Abschnitten wird das Vorgehen zu den einzelnen Punkten im Detail beschrieben und weiterführende Informationen werden bereitgestellt. Bei Planung und Installation müssen die jeweils länderspezifischen Richtlinien und Vorschriften berücksichtigt werden. Zusätzlich müssen folgende Normen und Vorschriften bei der Planung und Durchführung beachtet werden:

| Vorschrift | Bezeichnung |
|------------------------|--|
| DIN 1988 | Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen |
| DIN 18 380 | Heizanlagen und zentrale Wassererwärmungsanlagen |
| VDI 2035 | Vermeidung von Schäden in Warmwasser-Heizungsanlagen – Steinbildung in Trinkwassererwärmungs- und Warmwasser-Heizungsanlagen |
| DIN 4708 | Zentrale Wassererwärmungsanlagen |
| DIN 4753 | Trinkwassererwärmer, Trinkwassererwärmungsanlagen und Speicher-Trinkwassererwärmer |
| Trinkwasser-verordnung | Trinkwasserverordnung |
| DVGW W551 | Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen |
| VDE 0100 | Normenreihe Einrichtung elektrischer Anlagen |

Tab. 15: Normen und Vorschriften

Gebäudekategorie

Grundlegend wird bei der Bedarfsermittlung an Trinkwasser warm (Bedarfsvolumenstrom, \dot{V}_B) in den Normen zwischen Wohn- und Nicht-Wohngebäuden unterschieden. Unter Wohngebäuden werden alle Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäuser verstanden. Nicht-Wohngebäude sind alle anderen Gebäude, in denen Trinkwasser warm erzeugt wird. Dazu zählen Hotels, Kindertagesstätten, Schulen, Büros, Pflegeeinrichtungen, Krankenhäuser, Sporthallen, Campingplätze etc. Die Schwierigkeit bei der Auslegung von Nicht-Wohngebäuden besteht darin, dass die Benutzungsstruktur sehr stark variieren kann. Eine pauschale Angabe ist deswegen nur bedingt möglich. Zudem kommen noch gemischt genutzte Gebäude, bei denen beispielsweise im Erdgeschoss ein Kindertagesstätten oder Ladenlokale angesiedelt sind.

Gleichzeitigkeit

Die Basis der meisten Normen für die Auslegung von Durchfluss-Trinkwassererwärmern ist die Annahme, dass mit steigender Anzahl von Wohnungen (Entnahmestellen), die Wahrscheinlichkeit der gleichzeitigen Benutzung abnimmt. Ausgedrückt wird dieser Zusammenhang mittels des Gleichzeitigkeitsfaktors (GLF):

$$f_{GLF} = \frac{\text{max. Wärmeleistung}}{\sum \text{Wärmeleistung je Wohneinheit}} = \frac{\dot{Q}_{\text{max}}}{\sum \dot{Q}_{\text{WE}}}$$

Der GLF ist die wesentliche Komponente zur bedarfsgerechten Auslegung der Trinkwassererwärmungsanlage. Die Gleichzeitigkeitsfaktoren in den verschiedenen Normen unterscheiden sich erheblich voneinander. Für die Leistungsauslegung von Trinkwassererwärmungsanlagen in Wohngebäuden gibt es zwei normativ verankerte GLF. Zum einen aus der DIN 4708-2 für zentrale Trinkwassererwärmungsanlagen und zum anderen aus der VDI 2072 für dezentrale Frischwasserstationen. Obwohl in der VDI 2072 ausdrücklich darauf hingewiesen wird, dass die Richtlinie nur Anwendung bei dezentralen Anlagen findet, soll hier ein Vergleich der Gleichzeitigkeitsfaktoren vorgenommen werden, da beide sich ausschließlich auf den Wärmebedarf für Trinkwasser beziehen und beide einen sehr ähnlichen Leistungsbedarf von ca. 35 kW pro Wohnung ansetzen.

Der GLF kann nach VDI 2072 durch die Gleichung

$$\varphi = 0,03 + \frac{0,5}{\sqrt{n}} + 0,47 \cdot \frac{1}{n}$$

beschrieben werden. Dabei entspricht n der Anzahl der Wohnungen. Für das genaue Berechnungsverfahren des GLF der DIN 4708 kann der Rechenweg dort nachgelesen werden.



Weitere Gleichzeitigkeitsfaktoren sind in der DIN 1988-300 beschrieben. Diese wurden zur Rohrnetzrechnung erstellt, jedoch beruhen sie auf der gleichen Annahme, dass mit steigender Zapfstellenzahl die Gleichzeitigkeit abnimmt. Zudem enthält die DIN 1988-300 fünf verschiedene Gleichzeitigkeitsfaktoren für sieben Gebäudetypen. Die Norm ist, mangels Alternativen, besonders für die Auslegung von Nicht-Wohngebäuden interessant. Deswegen sollten sie in den Vergleich mit den anderen GLF einbezogen werden.

Zusätzlich zu den normativen Gleichzeitigkeitsfaktoren gibt es Untersuchungen von verschiedenen Hochschulen oder Herstellern (vgl. „Normative Grundlagen“ ab Seite 165). Beispielsweise wurde bereits im Jahr 1999 von der TU Dresden ein Gleichzeitigkeitsfaktor veröffentlicht, welcher auf der Grundlage von umfangreichen, jahrelangen Messungen entwickelt wurde. Bei den Messungen der TU Dresden wurde die Benutzungsstruktur in verschiedensten Wohngebäuden ermittelt. Er findet in der Praxis bereits Anwendung und lässt sich problemlos auf die Auslegung nach DIN 4708-2 anwenden. Der GLF der TU Dresden kann durch die Funktion $g = n^{-0,57}$ näherungsweise dargestellt werden. Dabei entspricht n der Anzahl der Wohnungen.

Grundsätzlich haben Untersuchungen zu Verbrauchsspitzen und durchschnittlichen Entnahmezeiten ergeben, dass 90 % aller Entnahmen in Schwachlastbereichen stattfinden und eine Dauer zwischen 2 und 3 min haben.

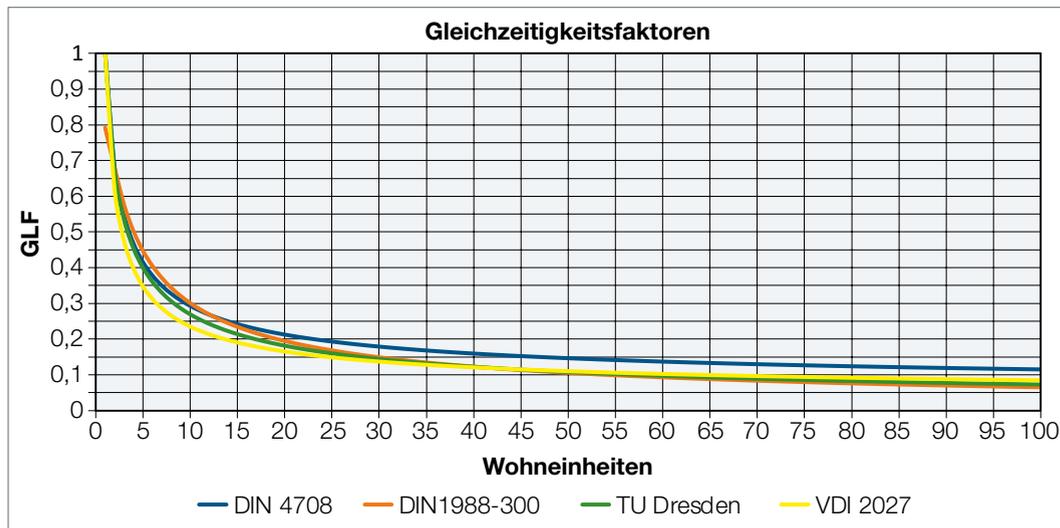


Abb. 81: Abbildung der oben erwähnten Gleichzeitigkeitsfaktoren für Wohngebäude im Bereich von 1 bis 100 Wohneinheiten

Beim Vergleich der Gleichzeitigkeitsfaktoren aus der DIN 4708, VDI 2072 und von der TU Dresden ist deutlich erkennbar, dass die DIN 4708 immer oberhalb der anderen beiden liegt. Dies ist vor allem auf die veraltete Datengrundlage der Norm zurückzuführen, welche noch den Samstag als typischen Wasch- und Badetag berücksichtigt.

Die VDI 2072 gibt bis ca. 50 Wohneinheiten die geringste Gleichzeitigkeit an, wobei der Verlauf ab ca. 25 Wohneinheiten sehr nah bei dem der TU Dresden liegt. Die meisten Mehrfamilienhäuser haben eine Größe zwischen drei und 20 Wohneinheiten, deswegen ist bei der Bewertung der Gleichzeitigkeitsfaktoren besonders dieser Bereich interessant.

Der Verlauf des GLF aus der DIN 1988-300 lässt darauf schließen, dass das Verfahren zur Leistungsauslegung in kleineren Wohngebäuden keine bedarfsgerechtere Auslegung gegenüber der DIN 4708-2 oder der VDI 2072 ermöglicht.

Aus den Gleichzeitigkeitsfaktoren in der oberen Abbildung lässt sich nicht sofort ein Vergleich der resultierenden Bedarfsvolumenströme ziehen. Deswegen werden die einzelnen Auslegungsvarianten für ein Äquivalent der Einheitswohnung aus DIN 4708-2 durchgeführt. Es ergeben sich folgende Bedarfsvolumenströme mit 60 °C:

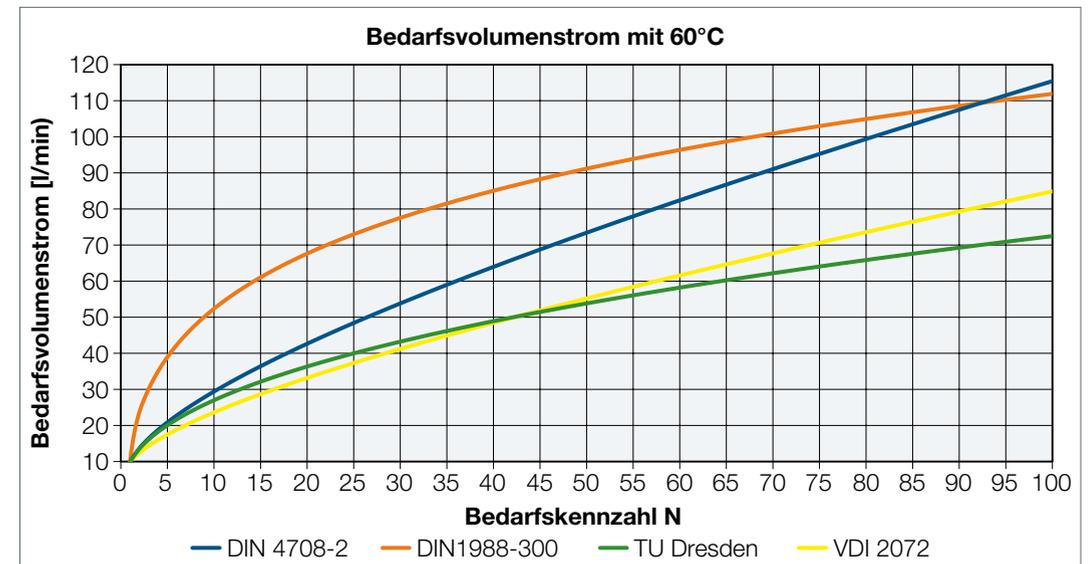


Abb. 82: Vergleich der unterschiedlichen GLF anhand der Einheitswohnung



In dieser Darstellung ist zu erkennen, dass die DIN 1988-300 aufgrund des höheren Summendurchflusses nicht zur Auslegung von Wohngebäuden geeignet ist. Der Vergleich von DIN 4708, mit den Ergebnissen aus der VDI 2072 und der Anwendung des GLF der TU Dresden (auf die sonst gleiche Auslegung der DIN 4708-2), zeigt einen erheblich größeren Bedarfsvolumenstrom. Im Wohnungsbau empfiehlt Viega, die Auslegung von dezentralen Frischwasserstationen nach der VDI 2072 und von zentralen Durchfluss-Trinkwassererwärmern nach der DIN 4708-2 mit Anwendung des GLF der TU Dresden durchzuführen. Die Anwendung des GLF der TU Dresden wird durch den Verlauf des GLF aus der VDI 2072 bestärkt. Dieser ist der normativ neuste GLF und liefert bis ca. 43 Wohneinheiten einen noch geringeren Bedarfsvolumenstrom als die Anwendung des GLF der TU Dresden auf die DIN 4708-2.

Bei Nicht-Wohngebäuden gibt es normativ nur die Möglichkeit, nach DIN EN 12831-3 oder DIN 1988-300 auszulegen. Wenn keine Referenzprofile für die Anwendung der DIN EN 12831-3 vorhanden sind, bleibt nur die Möglichkeit, die Gleichzeitigkeitsfaktoren der DIN 1988-300 für andere Gebäudekategorien zu nutzen.

Bedarf an Trinkwasser warm ermitteln

Bei der Bedarfsermittlung an Trinkwasser warm muss unterschieden werden, ob es sich um ein reines Wohngebäude oder um ein anderes Gebäude mit eventuellen erhöhten Verbrauchsspitzen wie z. B. einen Hotel- oder Campingbetrieb handelt.

Für den Wohnungsbau:

- Verfahren nach DIN 4708-2 für zentrale Frischwasserstationen.
- Verfahren nach DIN EN 12831-3, wenn Referenzprofile vorhanden sind.

Für den Nicht-Wohnungsbau

- Verfahren nach DIN 1988-300.
- Verfahren nach DIN EN 12831-3, wenn Referenzprofile vorhanden sind.

| Bedarfsvolumenstrom für Auswahl DTE | Wohngebäude | Andere Gebäude | Alle Gebäude |
|-------------------------------------|--|---|---|
| | Über Belegung und Ausstattung Bedarfskennzahl „N“ ermitteln (DIN 4708) | Bedarfs-Berechnungsdurchflüsse (Herstellerangaben / VDI 6003) | Messwerte (minütlich) für Bedarfskennlinie (zukünftig aus Norm EN12831) |
| | Bedarfskennzahl „N“ kombiniert mit Gleichzeitigkeit TU-Dresden | Bedarfs-Summenvolumenstrom kombiniert mit Gleichzeitigkeit DIN 1988 | EN 12831-2 Summenlinienverfahren (zukünftiger Standard) inkl. Speicher und Leistung |

Abb. 83: Vorgehensweise bei der Berechnung des Bedarfsvolumenstroms

Wohnungsbau

Wenn Referenzprofile vorhanden sind, dann muss die Ermittlung mittels der DIN EN 12831-3 durchgeführt werden. Ansonsten kann die Auslegung für zentrale Trinkwassererwärmungsanlagen mittels der DIN 4708-2 durchgeführt und anschließend optimiert werden.

DIN 4708-2

Bei Gebäuden, die ausschließlich als Wohngebäude dienen sollen, kann der Warmwasserbedarf anhand der Bedarfskennzahl *N* ermittelt werden. Diese beschreibt den Bedarf an Trinkwasser warm für eine Einheitswohnung, welche in DIN 4708 Teil 1 Anhang A wie folgt definiert ist:

$$\text{Raumzahl } r = 4$$

$$\text{Belegungszahl } p = 3,5$$

$$\text{Entnahmestellenbedarf } w_v = 5820 \text{ Wh / Entnahme für ein Wannenbad}$$

Für das zu berechnende Wohngebäude wird das Äquivalent der Einheitswohnungen ermittelt, um auf die Bedarfskennzahl *N* zu schließen. Nach dieser wird dann der Trinkwassererwärmer anhand der Leistungskennzahl *NL* ausgelegt. Für dieses Verfahren nach der *N*-Zahl muss allerdings die tatsächliche Belegungszahl *p* sowie die Ausstattungen der einzelnen Wohnungen festgehalten werden. Im Formblatt müssen die Felder nach Vorgabe ausgefüllt und berechnet werden, wobei die Raumzahl *r* und die Anzahl der identischen Wohnungen *n* meist aus den Bauplänen ersichtlich ist. Die Belegungszahl *p* muss der entsprechenden Tabelle 1 der 4708-2 entnommen werden. Ebenso ist der jeweilige Entnahmestellenbedarf *w_v* in der Tabelle 4 der Norm aufgestellt.

Sollte die Anzahl der gleichen Entnahmestellen *v* nicht aus den Bauplänen ersichtlich oder im Baubeschrieb noch nicht enthalten sein, muss die Anzahl der Entnahmestellen im Rahmen der Bäderplanung ermittelt werden. Wenn die erforderlichen Daten erfasst sind, lässt sich die Bedarfskennzahl *N* wie folgt errechnen:

$$N = \frac{\Sigma(n \cdot p \cdot v \cdot w_v)}{3,5 \cdot 5820}$$



2

| | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|---------------------|----------------------|-------------|--|-------------|--------------------------------|------------------------|--|-----------------------|
| Bedarfsermittlung für zentral versorgte Wohnungen | | | | | | | | | | Projekt-Nr.: _____ |
| | | | | | | | | | | Blatt-Nr.: _____ |
| Ermittlung der Bedarfskennzahl N zur Größenbestimmung des Wassererwärmers | | | | | | | | | | |
| Projekt _____ | | | | | | | | | | |
| Belegungszahl p : nach statistischen Werten nach Abschnitt 3.1.4 | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Lfd. Nr. der Wohnungsgruppen | Raumzahl r | Wohnungszahl n | Belegungszahl p | $n \cdot p$ | zu berücksichtigende Zapfstellen (je Wohnung) | | | in Wh $v \cdot w_v$ | in Wh $n \cdot p \cdot v \cdot w_v$ | Bemerkungen |
| | | | | | Zapfstellenzahl w_v | Kurzzeichen | Zapfstellenbedarf in Wh v | | | |
| 1 | 1,5 | 4 | 2,0 | 8,0 | 1 | NB 1 | 5820 | 5820 | 46560 | NB 1 für BRN |
| 2 | 3,0 | 10 | 2,7 | 27,0 | 1 | NB1 | 5820 | 5820 | 157140 | |
| 3 | 4,0 | 2 | 3,5 | 7,0 | 1 | BRL | 7320 | 7320 | 51240 | |
| | | | | | 1 | BRN | 3660 | 3660 | 25620 | |
| 4 | 4,0 | 4 | 3,5 | 4,0 | 1 | NB 2 | 6510 | 6510 | 91140 | |
| | | | | | 1 | BRL | 7320 | 7320 | 102480 | |
| 5 | 5,0 | 5 | 4,3 | 21,5 | 1 | NB 2 | 6510 | 6510 | 139965 | |
| | | | | | (0,5) | BN 1 | 5820 | 5820 | 62565 | NB 1 gemäß Tab. 3.3.1 |
| $\sum n_i = 25$ | | | | | $\sum (n \cdot p \cdot v \cdot w_v) = 676710 \text{ Wh}$ | | | | | |
| $N = \frac{\sum (n \cdot p \cdot v \cdot w_v)}{3,5 \cdot 5820} = \frac{676710}{20370} = 33,2$ | | | | | | | | | | |

Abb. 84: Formblatt aus DIN 4708-2

Ableitung des Zapfvolumenstroms anhand der Leistungskennzahl N

Der Zapfvolumenstrom einer Einheitswohnung lässt sich mithilfe einer Energiebilanz ermitteln. Bei einem Energiebedarf von 5820 Wh innerhalb von 10 Minuten entspricht dies einer Leistung von 34,92 kW. Der daraus berechnete Volumenstrom pro Einheitswohnung beträgt bei 60 °C Warmwassertemperatur 10 l/min. Auf 45 °C Entnahmetemperatur gemischt, ergibt sich ein Volumenstrom von 14,2 l/min.

Aus dem Summenvolumenstrom des Gebäudes wird mithilfe des angesetzten Gleichzeitigkeitsfaktors der Bedarfsvolumenstrom bestimmt. Wie beschrieben gibt es für die DIN 4708-2 zwei verschiedene Faktoren, die angesetzt werden können. Entweder der in der DIN 4708-1 beschriebene oder der von der TU Dresden bestimmte GLF.

Da sich in der Praxis gezeigt hat, dass der Gleichzeitigkeitsfaktor nach DIN 4708-1 viel zu hoch ist, da er veraltet ist, wird für die Auslegung eines DTE nachfolgend die Ermittlung des Gleichzeitigkeitsfaktors nach TU

2

Dresden beschrieben. In Abb. 85 wird dennoch der Bedarfsvolumenstrom in Abhängigkeit von der Bedarfskennzahl N sowohl mit dem Gleichzeitigkeitsfaktor nach TU Dresden als auch nach DIN 4708-1 dargestellt.

Der Summenvolumenstrom entspricht der Anzahl der äquivalenten Wohnungen (Bedarfskennzahl N), multipliziert mit dem Volumenstrom pro Einheitswohnung (10 l/min mit 60 °C):

$$\dot{V}_\Sigma = N \cdot 10 \text{ [l/min]}$$

Aus dem Summenvolumenstrom wird der Bedarfsvolumenstrom mithilfe des GLF berechnet:

$$GLF = N^{-0,57}$$

$$\dot{V}_{\max} = \dot{V}_\Sigma \cdot GLF(N)$$

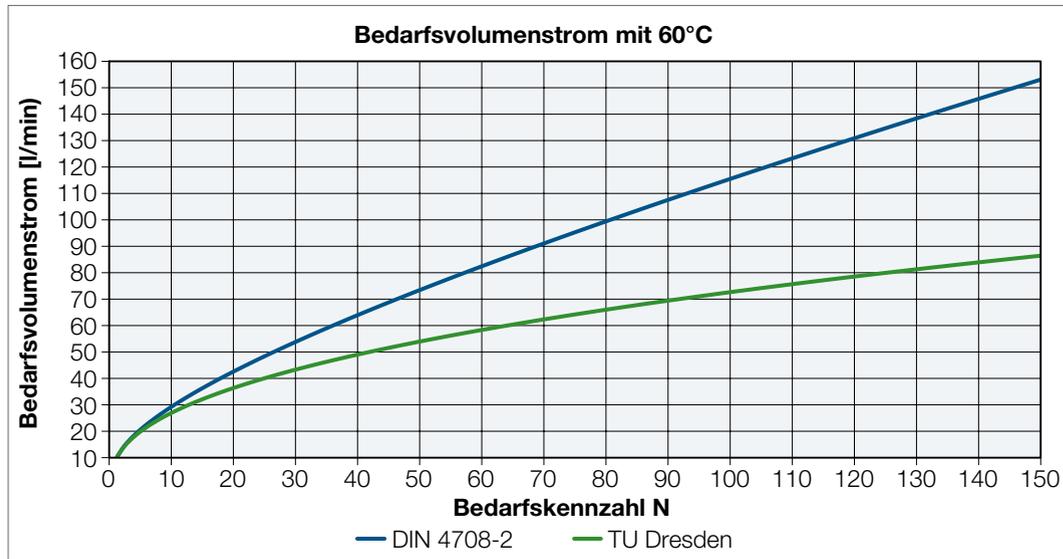


Abb. 85: Bedarfskennzahl *N* mit *GLF* aus der DIN 4708 und *GLF* der TU Dresden bis 150 Einheitswohnungen bei 60 °C

Um eine Auslegung zu vereinfachen, wurden drei beispielhafte Wohnungstypen vordefiniert (Tab. 16). Dies erlaubt eine schnelle Ermittlung des Bedarfsvolumenstroms mittels des dargestellten Diagramms (Abb. 86).

| | | | |
|------------------|---|---|---|
| Wohnung 1 | Normalausstattung Badezimmer | 1–2 Zimmer Badewanne 140 l | $p = 2,5$ $w_v = 5820 \text{ Wh}$ |
| Wohnung 2 | Komfortausstattung Badezimmer | 4 Zimmer Badewanne 160 l Waschtisch | $p = 3,5$ $w_v = 6510 \text{ Wh}$ $w_v = 700 \text{ Wh}$ |
| Wohnung 3 | Komfortausstattung Badezimmer Gästezimmer | 4,5 Zimmer Badewanne 160 l Brausekabine mit Normalbrause | $p = 3,9$ $w_v = 6510 \text{ Wh}$ $w_v = 3660 \text{ Wh}$ |

Tab. 16: Verschiedene Wohnungen als Beispiel für die DIN 4708-2

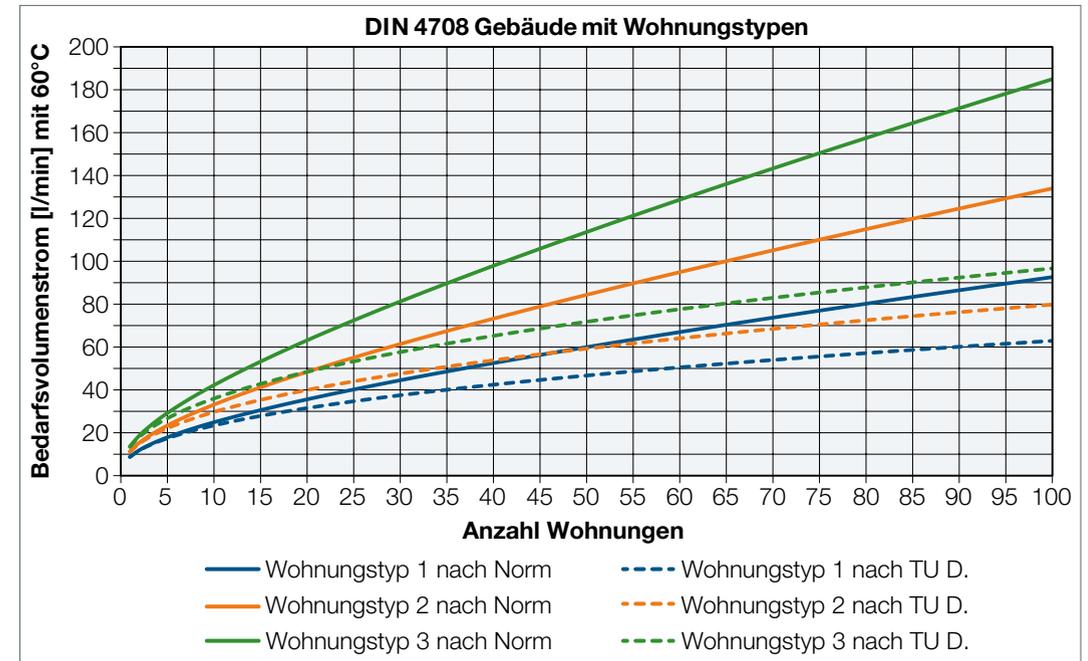


Abb. 86: Verschiedene angenommene Wohnungen im Vergleich mit der Einheitswohnung mit dem *GLF* nach DIN 4708 und TU-Dresden

Nicht-Wohngebäude

Handelt es sich bei dem Gebäude um ein Nicht-Wohngebäude, dann kann der Bedarf an Trinkwasser warm anhand von Erfahrungswerten von ähnlichen Objekten annähernd ermittelt werden. Hierbei wird meist ein personenbezogener Warmwasserverbrauch angegeben, wie im Anhang B der EN 12831 ersichtlich ist. Dieser Auflistung sind personenspezifische Angaben bzw. Angaben über den voraussichtlichen Bedarf für Wohngebäude, Gastronomiebetriebe, Krankenhäuser und weitere Beispiele für mögliche Verbraucher zu entnehmen. Da diese Angaben jedoch auch gewisse Schwankungen beinhalten, muss bei dem jeweiligen Objekt zusätzlich berücksichtigt werden, von welchem Personenkreis dieses hauptsächlich frequentiert wird. Ausschlaggebend für die Bemessung ist dabei nicht nur die Altersstufe der Verbraucher, sondern auch die zu erwartende Komfortklasse des Betreibers. Für eine Einschätzung kann die VDI 6003 herangezogen werden. Häufig unberücksichtigt bleibt bei aktuellen Planungen, dass auch das zu erstellende Raumbuch nützliche Betriebsdaten und damit zum zu erwartenden Bedarfsvolumenstrom liefert. Hier lassen sich anhand der erwarteten Nutzung praxisnähere Gleichzeitigkeiten ableiten.

Gebäude mit hoher Gleichzeitigkeit wie Sportstätten und Campingbetriebe

Immer dann, wenn von einer hohen Gleichzeitigkeit bei der Nutzung von allen Entnahmestellen für warmes Trinkwasser ausgegangen werden kann, ist eine genaue Betrachtung der Ausstattung und der maximal möglichen Nutzung zusammen mit dem Betreiber unbedingt notwendig. Beispiele hierfür sind Sporthallen, Campingplätze und Kasernen.

Trotz der in der Praxis häufigen Annahme einer möglichen hundertprozentigen gleichzeitigen Nutzung aller Entnahmestellen (z. B. Duschen) kann dies praktisch ausgeschlossen werden, da die einzelnen Duschvorgänge durch Einseifpausen, Abtrockenzeiten und Benutzerwechsel unterbrochen sind. In der Praxis kann von einer maximalen 80-prozentigen Gleichzeitigkeit ausgegangen werden. Sollte diese dennoch überschritten werden, führt dies zu einem minimalen Temperatur- und je nach Druckverhältnissen auch zu einem Volumenstromabfall, was jedoch in Kauf genommen werden kann.

Für eine verlässliche Planung ist es sehr wichtig, die Durchflusswerte der tatsächlichen verbauten Armaturen zu kennen und diese auch temperaturbereinigt in die Berechnung einfließen zu lassen.

Wie auch bei jedem anderen zu planenden Objekt liegt im Idealfall eine genaue Verbrauchsmessung vor, sodass diese als Grundlage für eine fundierte Auslegung herangezogen werden kann. Die Höhe der Investition durch die Größenwahl des DTE steht im direkten Zusammenhang mit der angenommenen Gleichzeitigkeit. Somit ist eine intensive Diskussion mit Aufstellung eines Nutzungsplans der Entnahmestellen unbedingt notwendig und beispielsweise auch über die VDI/DVGW 6023 in Form des Raumbuchs normativ gefordert.

Bei der Berechnung des Summenvolumenstroms muss auf die zugehörige Temperatur und die Umrechnung auf eine einheitliche Temperatur von 60 °C geachtet werden. Die tatsächliche Summe der Volumenströme multipliziert mit der definierten maximalen Gleichzeitigkeit ergibt den gesuchten Bedarfsvolumenstrom zur Auswahl des DTE.

Meist tritt in Gebäuden mit hoher Gleichzeitigkeit auch die Anforderung der Zeiten mit Betriebsunterbrechungen auf. Sporthallen in der Ferienzeit oder Campingplätze in der Schlechtwetterphase seien hier als Beispiele erwähnt.

DIN EN 12831-3

Mittels der DIN EN 12831-3 werden der Energiebedarf für die Trinkwassererwärmung (Bedarfskennlinie) und die Energieversorgung durch die Warmwasseranlage (Versorgungskennlinie) in Form von kumulierten Kennlinien über einen Zeitraum 24 Stunden dargestellt.

Bei der Anwendung der DIN EN 12831-3 wird zuerst der Bedarf an Trinkwasser warm ermittelt.

Wenn ein Bestandsgebäude saniert wird, dann sollten vorher Verbrauchsmessungen in der Trinkwasserinstallation (Trinkwasser kalt und warm) auf Minutenbasis durchgeführt und daraus der exakte Bedarf und die Benutzungsstruktur des Gebäudes ermittelt werden. Wenn ein Gebäude neu gebaut wird oder es nicht möglich ist, eine Verbrauchsmessung durchzuführen, dann kann der Bedarf an Trinkwasser warm auf Grundlage von „veröffentlichten und akzeptierten Kenn-Lastprofilen“ ermittelt werden. Diese müssen auf nationaler Ebene im Anhang A der DIN EN 12831-3 veröffentlicht werden. Dies ist jedoch noch nicht geschehen, deswegen gibt es bis jetzt nur die Möglichkeit, auf die Vorgabeprofile aus dem Anhang B zurückzugreifen. Wenn der Bedarf an Trinkwasser warm bestimmt wurde, wird im nächsten Schritt die Bedarfskennlinie durch Aufsummieren des minütlichen Energiebedarfs berechnet und grafisch dargestellt. Die Bedarfskennlinie muss nun mit der Versorgungskennlinie verglichen werden. Dafür werden im ersten Schritt die Auslegungsparameter der Trinkwassererwärmungsanlage definiert und anschließend das Warmwassersystem dimensioniert.

Sowohl Trinkwasserspeicher als auch Energiespeicher werden nach ihrer Bauart verschieden bewertet. Auf die genaue Berechnung und die Unterschiede muss auf den Abschnitt 6.4.2.3.2 ff der Norm verwiesen werden. Für alle Arten von Speichern sind die grundlegenden Parameter zur Erstellung der Versorgungskennlinie notwendig:

- maximale Speicherkapazität für erwärmtes Trinkwasser ($Q_{sto,max}$)
- minimale Speicherkapazität für erwärmtes Trinkwasser ($Q_{sto,min}$)
- Wärmeverluste des Speichers für erwärmtes Trinkwasser ($Q_{w,sto}$)
- Wärmeverluste der Verteilung für erwärmtes Trinkwasser ($Q_{w,dis}$)
- Ein und Ausschaltzeitpunkt für Nacherhitzung ($Q_{sto,ON}$ und $Q_{sto,OFF}$)
- Zeitverzögerung des Wärmeerzeugers bis zum Erreichen der maximalen Leistung (t_{lag})
- effektive Leistung der Nacherhitzung (Φ_{eff})

Nach Berechnung der notwendigen Parameter kann die zur Bedarfsdeckung notwendige Versorgungskennlinie dargestellt werden. Dafür wird die Menge an gespeicherter Energie im Puffer pro Minute berechnet. Ausgehend von einem definierten Startwert, wird die Reduzierung der Energiemenge im Speicher, durch Bereitschafts- und Verteilungsverluste, sowie durch Zapfung in der Einheit kWh/min berechnet. Wenn die Energiemenge im Speicher unterhalb der Einschaltgrenze der Nacherhitzung und die Verzögerungszeit abgelaufen ist, wird der Reduzierung des Energieverbrauchs die effektive Nachheizleistung (in kWh/min) entgegengerechnet, bis der Speicher wieder maximal gefüllt ist oder ein entsprechendes Abschaltkriterium erreicht wurde. Viega empfiehlt, diese Berechnung mit einem geeigneten softwaregestützten Programm durchzuführen, um durch Anpassungen der Parameter das System noch optimieren zu können. Die notwendigen Informationen liefert hier wiederum das Raumbuch, da hier solche Bedarfsspitzen eventuell schon bei der Planung erkannt und entsprechend berücksichtigt werden können.

Bei der Anwendung der DIN EN 12831-3 muss beachtet werden, dass die Standardeingabedaten aus dem Anhang B nur bedingt geeignet sind, um eine exakte Auslegung durchzuführen. Dies liegt vor allem daran, dass die Abschätzung des Bedarfs an Trinkwasser warm nur vom Tagesbedarf (z. B. pro Person) ausgeht und in Kombination mit den Vorgabeprofilen nur die relative, stündliche Verteilung des Bedarfs über den Tag angegeben wird. Daraus sind keine Leistungsspitzen darstellbar. Dies erschwert eine exakte Auslegung von dezentralen oder zentralen Wärmeübergabestationen.

Für die Bestimmung des Auslegungsdurchflusses für Anlagen mit direktem Durchfluss greift die Norm auf die in der 1988-300 angegebenen Formeln und Vorgaben zur Gleichzeitigkeit zurück. Basis hierfür sind die zu entnehmenden Durchflussmengen der entsprechenden Entnahmepunkte laut EN 806-3 oder der auf nationaler Ebene angegebenen Werte. Somit stimmt die hier empfohlene Vorgehensweise mit der Vorgabe der Norm überein.

Zusammenfassend kann nur empfohlen werden, reale Summenlinien (auf Basis von Minutenwerten) von Gebäuden zu verwenden, welche eine möglichst ähnliche Größe und Benutzungsstruktur haben. Besonders relevant ist dies bei gemischter Benutzung von Gebäuden.

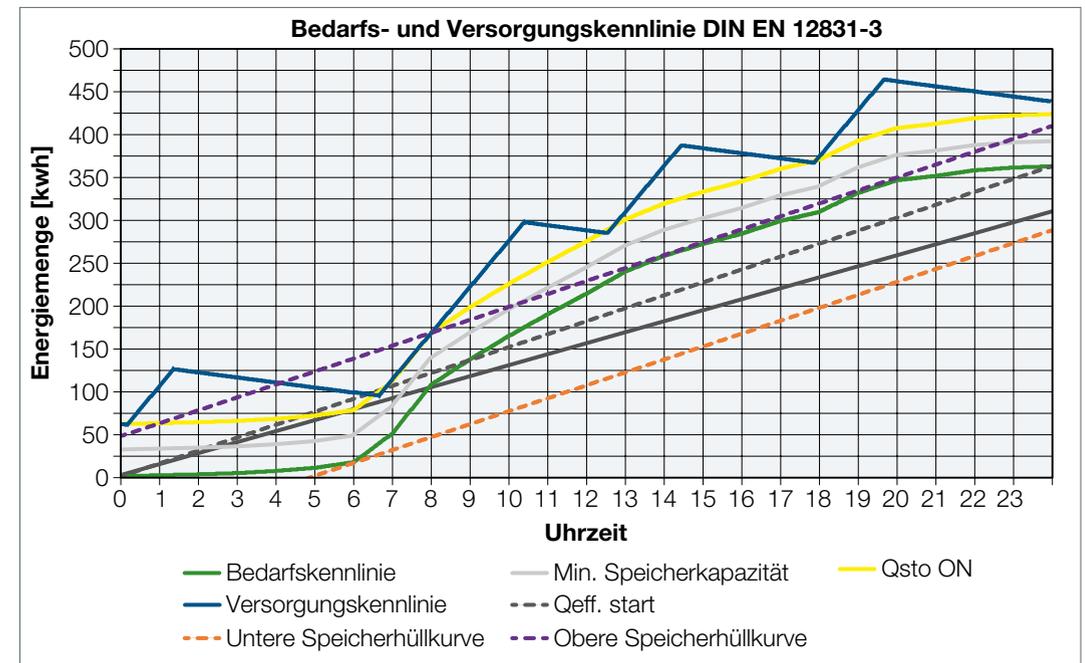


Abb. 87: Summenlinienverfahren nach DIN EN 12831-3

DIN 1988-300

Ermittlung Summendurchfluss anhand der Berechnungsdurchflüsse

Die Auslegung von Nicht-Wohngebäuden kann analog mit dem Berechnungsverfahren für Rohrdurchmesser erfolgen. Als erstes müssen die Berechnungsdurchflüsse (\dot{V}_R) der einzelnen Entnahmearmaturen festgelegt werden. Wenn noch keine konkreten Armaturen mit Herstellerinformationen für den Berechnungsdurchfluss vorhanden sind, dann können pauschale Werte aus Tabelle 2 der DIN 1988-300 entnommen werden. Hier zeigt sich ein häufiger Konflikt zwischen Planung und späterem Betrieb. Aus hygienischen Gründen empfiehlt Viega, bei der Erstellung des Raumbuchs bereits die Daten der später zu verwendenden Armaturen einzuarbeiten. Nur so kann eine am realen Bedarf orientierte Rohrnetzdimensionierung überhaupt durchgeführt werden.

Anpassung der Berechnungsdurchflüsse

Wie schon in der Einleitung zu den Nicht-Wohngebäuden erwähnt, empfiehlt Viega, die Benutzung und den Bedarf mit den Bauherren und/oder Betreibern gesondert abzusprechen, um das Raumbuch mit den nutzungsspezifischen Daten zu füllen. Die Berechnungsdurchflüsse aus Tabelle 2 der DIN 1988-300 sind sehr hoch angesetzt. Dadurch ergibt sich zwangsläufig ein hoher Spitzenvolumenstrom. Wenn sich aus den Vereinbarungen mit dem Betreiber ergibt, dass die Berechnungsdurchflüsse geringer angesetzt werden können, dann sind die Komfortklassen aus der VDI 6003 ein guter Ansatz.



| Entnahmestelle | VDI 6003 | | | | | | DIN 1988 | |
|-------------------------|----------|-------|---------|-------|---------|-------|----------|-------|
| | Stufe 1 | | Stufe 2 | | Stufe 3 | | l/s | l/min |
| | l/s | l/min | l/s | l/min | l/s | l/min | | |
| Waschtisch | 0,0300 | 1,80 | 0,0500 | 3,00 | 0,0600 | 3,60 | 0,07 | 4,20 |
| Dusche | 0,0747 | 4,48 | 0,0960 | 5,76 | 0,0960 | 5,76 | 0,15 | 9,00 |
| Bade- wanne | 0,0817 | 4,90 | 0,1167 | 7,00 | 0,1517 | 9,10 | 0,15 | 9,00 |
| Küchen- spüle | 0,0400 | 2,40 | 0,0667 | 4,00 | 0,0800 | 4,80 | 0,07 | 4,20 |
| Bidet | – | – | 0,0300 | 1,80 | 0,0300 | 1,80 | 0,07 | 4,20 |
| Whirlpool/ Großwanne | – | – | 0,1733 | 10,40 | 0,1733 | 10,40 | – | – |

Tab. 17: Darstellung der drei Komfortstufen aus der VDI 6003 mit den Volumenströmen bei 60 °C Temperatur im Trinkwasser warm im Vergleich zu den Werten aus DIN 1988.

Aus den Berechnungsdurchflüssen wird der Summendurchfluss ermittelt. Dazu werden von der letzten Entnahmestelle eines Strangs beginnend bis zum Hauswasserzähler alle Berechnungsdurchflüsse addiert. Wenn an einer Teilstrecke gleiche Entnahmestellen, wie z. B. ein zweiter Waschtisch oder ein zweites WC, angeschlossen sind, dann wird nur eine Entnahmestelle berücksichtigt. Besondere Regelungen zu Nutzungseinheiten (NE) müssen dem Abschnitt 5.2 „Berechnungs- und Summendurchfluss“ der DIN 1988-300 entnommen werden. Wasserentnahmen von mehr als 15 min werden als Dauerverbraucher angesehen. Dauerverbraucher werden nicht beim Summendurchfluss berücksichtigt, sondern auf den errechneten Spitzenvolumenstrom addiert [DIN 1988-300].

Errechnung Spitzendurchfluss

Wenn die Berechnungsdurchflüsse aller Stränge addiert wurden, wird mithilfe der Gleichung (9) DIN 1988-300 der Spitzenvolumenstrom (\dot{V}_s) ermittelt.

$$\dot{V}_s = a \cdot (\sum \dot{V}_R)^b - c$$

Die drei Konstanten a, b, c sind in Tabelle 3 der DIN 1988-300 für verschiedene Gebäudetypen definiert.



| Gebäudetyp | a | b | c |
|--|------|------|------|
| Wohngebäude | 1,48 | 0,19 | 0,94 |
| Bettenhaus im Krankenhaus | 0,75 | 0,44 | 0,18 |
| Hotel | 0,70 | 0,48 | 0,13 |
| Schule | 0,91 | 0,31 | 0,38 |
| Verwaltungsgebäude | 0,91 | 0,31 | 0,38 |
| Einrichtung für betreutes Wohnen, Seniorenheim | 1,48 | 0,19 | 0,94 |
| Pflegeheim | 1,40 | 0,14 | 0,92 |

Tab. 18: Tabelle 3 der DIN 1988-300: Konstanten für den Spitzendurchfluss^[1]

Nachfolgend werden die Auswirkungen der unterschiedlichen Konstanten dargestellt:

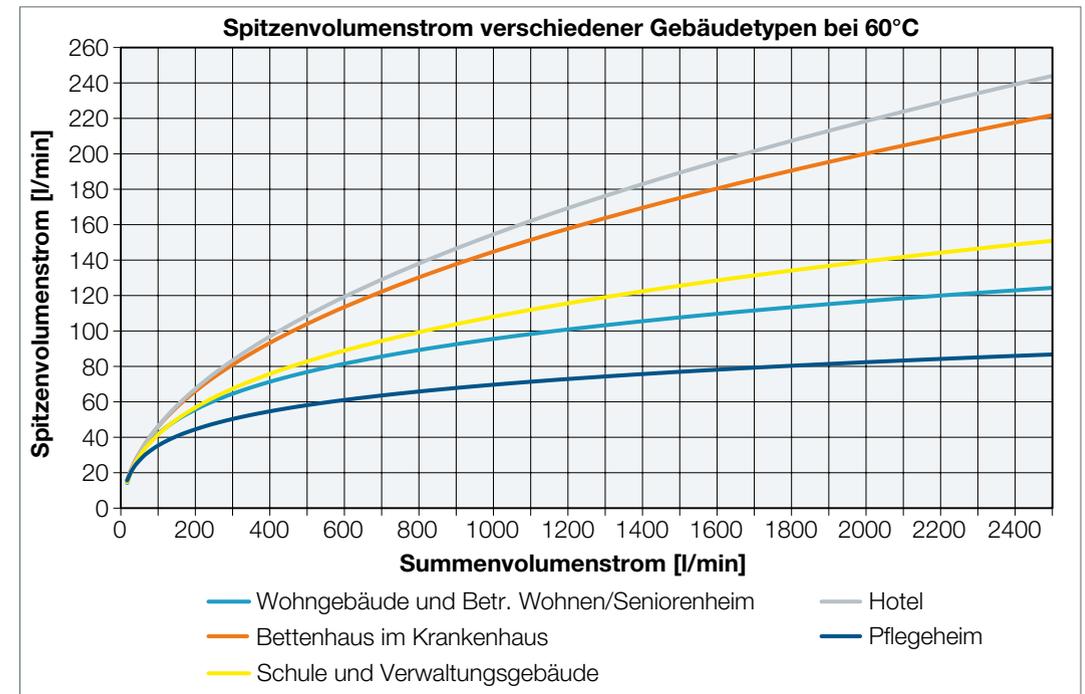


Abb. 88: Darstellung der Abhängigkeit des Bedarfsvolumenstroms vom Gebäudetyp für einen Summendurchfluss im Bereich von 10 bis 2500 l/min.

Ausgehend vom Bedarfsvolumenstrom kann ein Wärmeerzeuger/-übertrager ausgewählt werden. Wenn der Hersteller keine Angabe über die maximale Schütteleistung bei den Temperaturen PWH = 60 °C und PWC = 10 °C angeben hat, kann aus dem Bedarfsvolumenstrom auch eine Leistung in kW errechnet werden.

[1] Quelle: DIN 1988-300; 2012-05; Abschnitt 5.3



$$\dot{Q} = \dot{V}_B \cdot \rho \cdot c_W \cdot (\vartheta_{PWH} - \vartheta_{PWC})$$

mit:

- \dot{V}_B Bedarfsvolumenstrom
- ϑ_{PWH} 60 °C
- ϑ_{PWC} 10 °C
- ρ Dichte für Wasser (ca. 1 kg/l)
- c_W spezifische Wärmekapazität für Wasser (4,19 kJ/(kg·K))

Beispiel:

Es wird ein Vergleich zwischen den Berechnungsdurchflüssen aus der DIN 1988-300 und den drei Komfortklassen aus der VDI 6003 für ein Hotel durchgeführt. Berücksichtigt wird ein Waschtisch und eine Dusche pro Hotelzimmer bei gleichen Zimmern. Die Berechnung erfolgt nach Norm DIN 1988-300. Angepasst wurden lediglich die Berechnungsdurchflüsse. Die Berechnung bezieht sich nur auf den Warmwasser-Bedarfsvolumenstrom in l/min mit 60 °C.

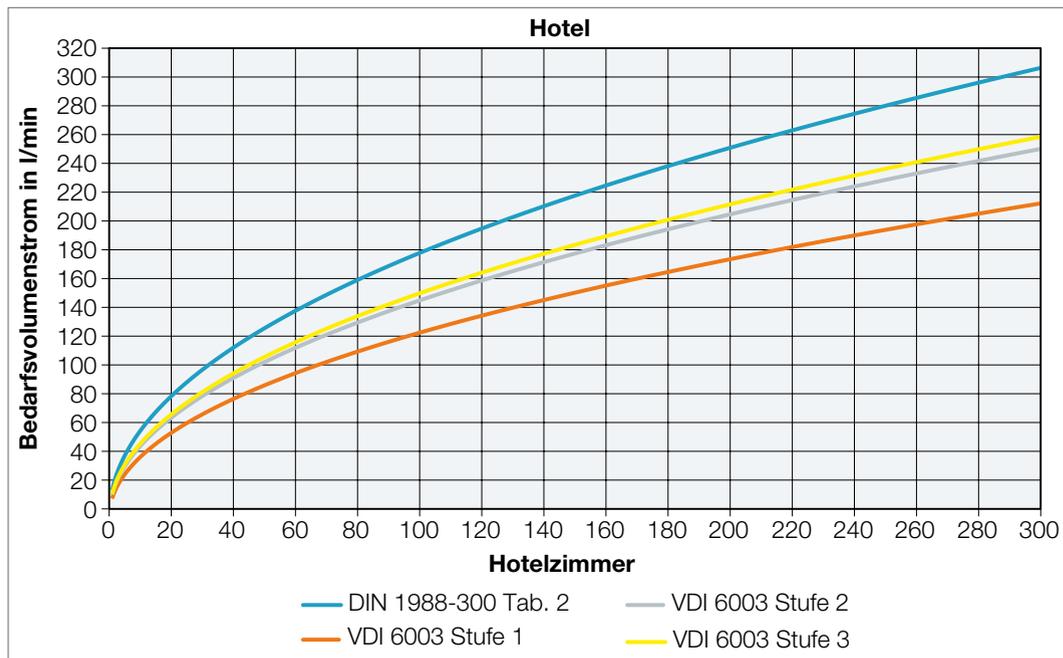


Abb. 89: Vergleich Komfortklassen VDI 6003 zu DIN 1988-300: Alle drei Komfortklassen der VDI 6003 liegen deutlich unterhalb der DIN 1988-300. Selbst wenn die höchste Komfortklasse vereinbart wird, lässt sich die Auslegung mit dieser Methode optimieren.

Durchfluss-Trinkwassererwärmer (DTE) auswählen

Um einen Durchfluss-Trinkwassererwärmer auszulegen, muss zwingend der tatsächliche, objektspezifische Bedarf an Trinkwasser warm ermittelt werden. Tab. 19 zeigt Erfahrungswerte, welcher DTE zu welcher Gebäudegröße passen sollte; diese Tabelle soll allerdings nur eine erste Grobauswahl des Durchfluss-Trinkwassererwärmers und eine Hilfe zur überschlägigen Abschätzung darstellen.

| Überschlägige Schnellauswahl des DTE* | DTE 40 | DTE 70 | DTE 100 |
|---|----------|----------|-----------|
| Typische Anwendungsfälle und Einsatzbereiche beim max. Volumenstrom PWH bei 70/60/10 °C (Auslegungspunkt) | 42 l/min | 91 l/min | 115 l/min |
| Wohnungen A Anzahl Standard-Wohnungen A (Einheitswohnung nach DIN 4708 mit 5820 kWh und Bedarfskennzahl N=1/Wohnung) mit Gleichzeitigkeitsfaktor nach TU-Dresden | bis 28 | bis 170 | bis 290 |
| Wohnungen B Anzahl Standard-Wohnungen B (Einheitswohnung nach DIN 4708 mit 8730 kWh und Bedarfskennzahl N=1,5/Wohnung) mit Gleichzeitigkeitsfaktor nach TU-Dresden | bis 19 | bis 110 | bis 190 |
| Hotel A Anzahl Hotelzimmer mit Ausstattung A: Dusche & Waschtisch unter Verwendung Bedarf nach VDI 6003, Komfortstufe 1 | bis 13 | bis 56 | bis 89 |
| Hotel B Anzahl Hotelzimmer mit Ausstattung B: Dusche und Waschtisch unter Verwendung Bedarf nach VDI 6003, Komfortstufe 2 | bis 9 | bis 40 | bis 64 |
| Betreutes Wohnen Anzahl Zimmer für betreutes Wohnen/Seniorenheim: 1 Dusche und 1 Waschtisch pro Zimmer; unter Verwendung Bedarf nach VDI 6003, Komfortstufe 2 | bis 12 | bis 100 | bis 220 |
| Bettenhaus im Krankenhaus Anzahl Zimmer für Bettenhaus im Krankenhaus: 1 Duschwanne und 1 Waschtisch pro Zimmer; unter Verwendung Bedarf nach VDI 6003, Komfortstufe 2 | bis 10 | bis 44 | bis 70 |
| Sportstätten/Camping A Anzahl Duschen in Sportstätten/Camping bei angenommener Gleichzeitigkeit von max. 50%; unter Verwendung Bedarf nach VDI 6003, Komfortstufe 1 | bis 18 | bis 40 | bis 51 |
| Sportstätten/Camping B Anzahl Duschen in Sportstätten/Camping bei angenommener Gleichzeitigkeit von max. 70%; unter Verwendung Bedarf nach VDI 6003, Komfortstufe 1 | bis 13 | bis 29 | bis 36 |

* Detaillierte Auslegung muss zwingend erfolgen

Tab. 19: Überschlägige Auswahl eines Durchfluss-Trinkwassererwärmers

Eine detaillierte Auslegung des Durchfluss-Trinkwassererwärmers ersetzt diese Tabelle allerdings nicht. Hierzu muss der Bedarf an Trinkwasser warm nach DIN 4708, DIN EN 12831 oder DIN 1988-300 unter Beachtung der im Raumbuch festgelegten Anwenderverhalten bestimmt werden.



Wenn der tatsächliche, objektspezifische Bedarf an Trinkwasser warm ermittelt wurde, dann ist die Auswahl des Durchfluss-Trinkwassererwärmers noch von der Temperatur der zur Verfügung stehenden Heizungswassers im Pufferspeicher und von der tatsächlichen Soll-Temperatur des Trinkwassers warm abhängig. Dieser tatsächliche, objektspezifische Bedarf an Trinkwasser warm wird im folgenden Bedarfsvolumenstrom (\dot{V}_B) bezeichnet.

2

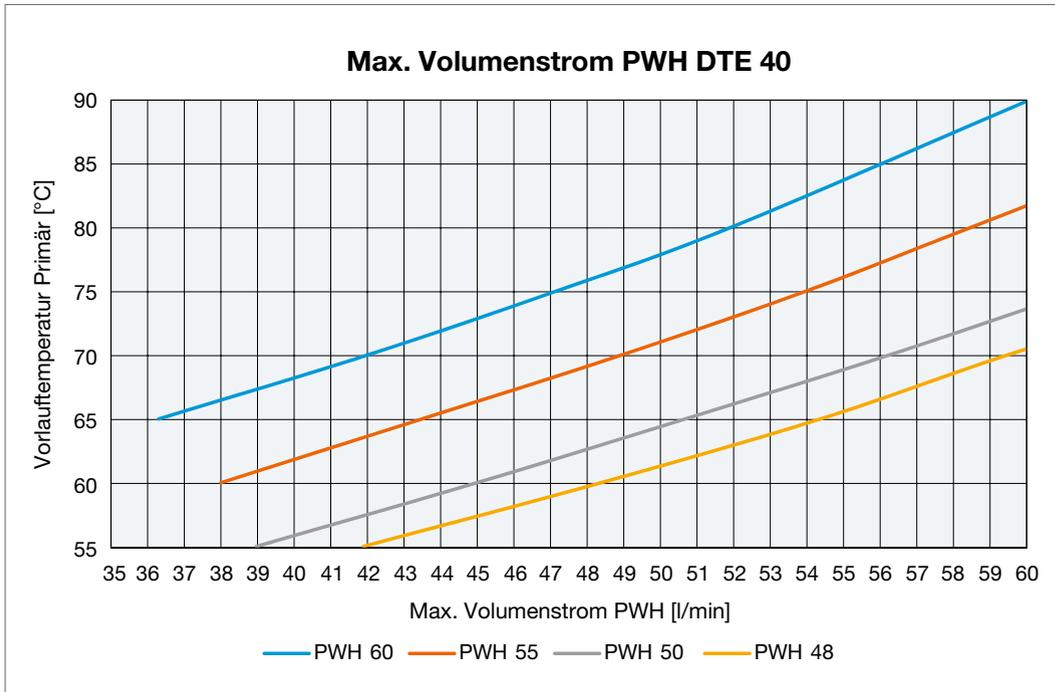


Abb. 90: Volumenstrom des AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmers DTE 40 in Abhängigkeit von Heizungswasser- und Warmwassertemperatur

2

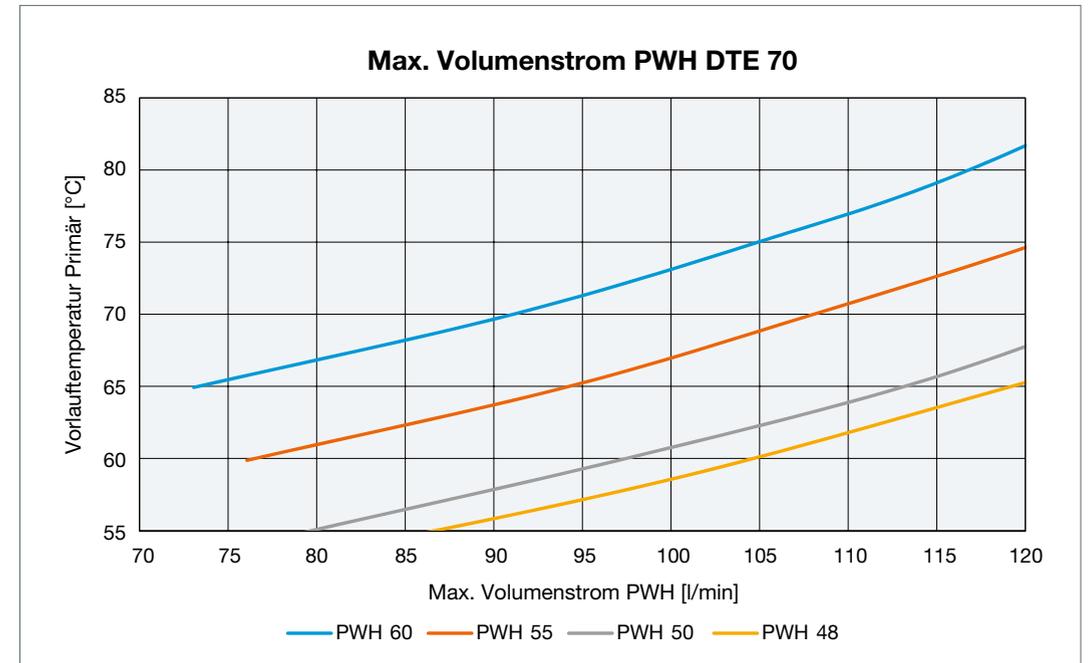


Abb. 91: Volumenstrom des AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmers DTE 70 in Abhängigkeit von Heizungswasser- und Warmwassertemperatur

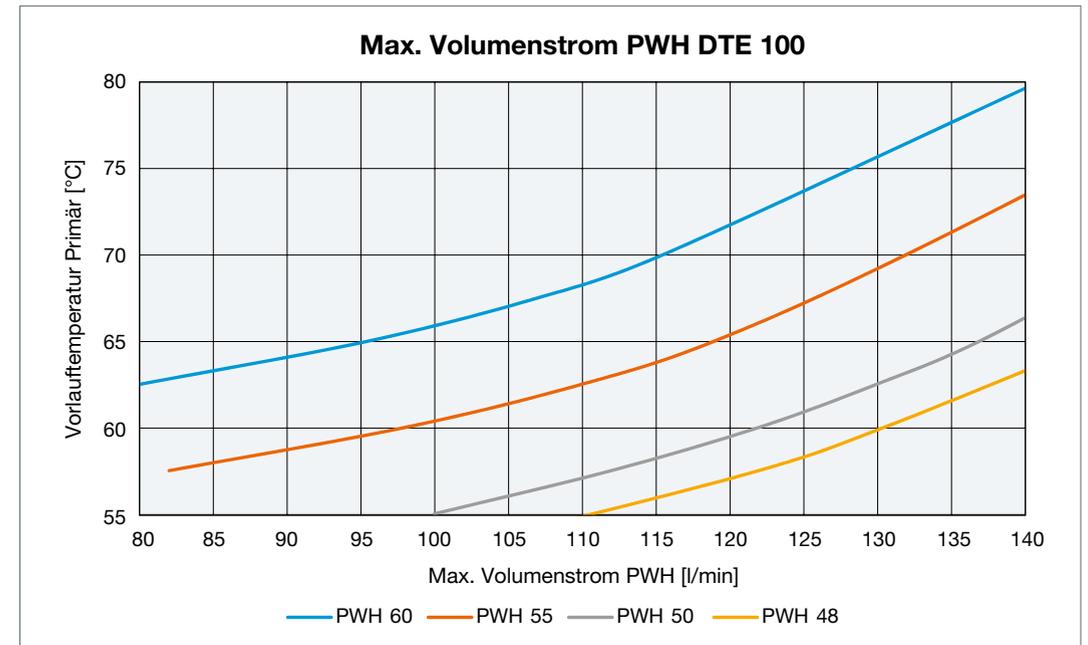


Abb. 92: Volumenstrom des AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmers DTE 100 in Abhängigkeit von Heizungswasser- und Warmwassertemperatur



Abb. 90 bis Abb. 92 zeigen den maximalen Volumenstrom der Viega Aqua-Vip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer in Abhängigkeit der Heizungswassertemperatur im Pufferspeicher. Auf der Ordinate (Y-Achse) ist die Heizungswassertemperatur aufgetragen, auf der Abszisse (X-Achse) der maximale Volumenstrom an Trinkwasser warm.

Soll nun zum Beispiel der maximale Volumenstrom des AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmers DTE 40 bei einer Heizungswassertemperatur von 70 °C und einer Soll-Temperatur des Trinkwassers warm von 60 °C ermittelt werden, dann wird der Wert von 70 °C auf der Ordinate gewählt, dieser mit einer waagerechten Geraden bis zu Schnittpunkt mit der blauen Kurve (für Temperatur des Trinkwassers warm von 60 °C) verbunden. Anschließend wird von diesem Schnittpunkt eine senkrechte Gerade zur Abszisse gezogen und dort der maximale Volumenstrom bei den gegebenen Rahmenbedingungen abgelesen. In diesem Beispiel ist die ein maximaler Volumenstrom von 42,0 l/min mit dem AquaVip DTE 40 möglich (Abb. 93).

Max. Volumenstrom PWH DTE 40

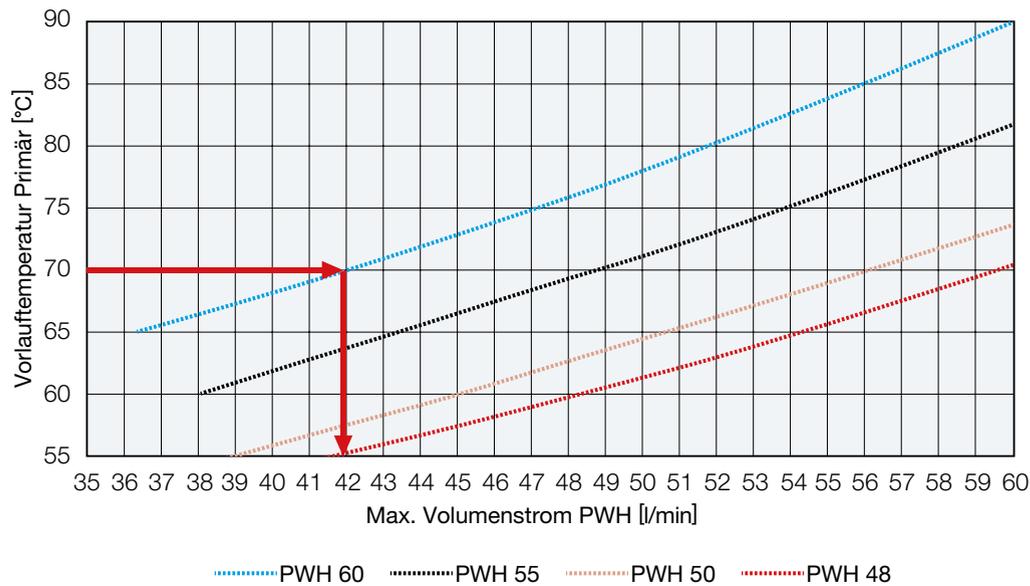


Abb. 93: Beispielhafte Ermittlung des maximalen Volumenstroms an Trinkwasser warm an AquaVip DTE 40

Der auf diese Art und Weise ermittelte maximale Volumenstrom muss größer sein als der tatsächliche, für das Objekt spezifische Bedarfsvolumenstrom (\dot{V}_B).

Die Kurven in den Abb. 90 bis Abb. 92 sind hersteller- und produktspezifische Kurven. Die Punkte auf den Kurven wurden experimentell ermittelt. Sollte der maximale Volumenstrom eines DTE nicht grafisch, sondern rechnerisch ermittelt werden, so kann mithilfe der Trendkurve jeder Wert ermittelt werden (Tab. 20).

| PWH | DTE |
|-------|---|
| | DTE 40 |
| 60 °C | $\dot{V}_{B,max}=0,00000264849\vartheta_{Sp,o}^4-0,00078760279\vartheta_{Sp,o}^3+0,07831451209\vartheta_{Sp,o}^2-1,93157163439\vartheta_{Sp,o}-0,0000034876$ |
| 55 °C | $\dot{V}_{B,max}=0,00002223559\vartheta_{Sp,o}^4-0,00653567499\vartheta_{Sp,o}^3+0,70952391809\vartheta_{Sp,o}^2-32,71036818309\vartheta_{Sp,o}+569,8742343710$ |
| 50 °C | $\dot{V}_{B,max}=0,00013305809\vartheta_{Sp,o}^3-0,03076578409\vartheta_{Sp,o}^2+3,42755736369\vartheta_{Sp,o}-78,6210466186$ |
| 48 °C | $\dot{V}_{B,max}=0,00001374019\vartheta_{Sp,o}^4-0,00288226289\vartheta_{Sp,o}^3+0,20448467519\vartheta_{Sp,o}^2-4,0524921099\vartheta_{Sp,o}+0,0000196220$ |
| | DTE 70 |
| 60 °C | $\dot{V}_{B,max}=0,00002359679\vartheta_{Sp,o}^4-0,00628730569\vartheta_{Sp,o}^3+0,56070671169\vartheta_{Sp,o}^2-15,23832500919\vartheta_{Sp,o}-0,0000295289$ |
| 55 °C | $\dot{V}_{B,max}=0,00057971019\vartheta_{Sp,o}^3-0,16567287789\vartheta_{Sp,o}^2+17,40103519679\vartheta_{Sp,o}-496,7246376814$ |
| 50 °C | $\dot{V}_{B,max}=0,00066666679\vartheta_{Sp,o}^3-0,18142857149\vartheta_{Sp,o}^2+17,91904761909\vartheta_{Sp,o}-468,7142857143$ |
| 48 °C | $\dot{V}_{B,max}=-0,00215149059\vartheta_{Sp,o}^3+0,28741837199\vartheta_{Sp,o}^2-7,75025285419\vartheta_{Sp,o}-0,0002349010$ |
| | DTE 100 |
| 60 °C | $\dot{V}_{B,max}=-0,00000237919\vartheta_{Sp,o}^5+0,00086658469\vartheta_{Sp,o}^4-0,11452007299\vartheta_{Sp,o}^3+6,57661485679\vartheta_{Sp,o}^2-137,67980194099\vartheta_{Sp,o}+0,0051742940$ |
| 55 °C | $\dot{V}_{B,max}=-0,00016445749\vartheta_{Sp,o}^4+0,05224857279\vartheta_{Sp,o}^3-6,17561824429\vartheta_{Sp,o}^2+324,39736075539\vartheta_{Sp,o}-6.287,9257361156$ |
| 50 °C | $\dot{V}_{B,max}=0,0039420290\vartheta_{Sp,o}^3-0,84770186349\vartheta_{Sp,o}^2+62,74554865439\vartheta_{Sp,o}-1.442,5590062124$ |
| 48 °C | $\dot{V}_{B,max}=0,0077154603\vartheta_{Sp,o}^3-1,4831379926\vartheta_{Sp,o}^2+97,82582167019\vartheta_{Sp,o}-2.066,2739251174$ |

mit $\vartheta_{Sp,o}$ Temperatur des Heizwassers am oberen Pufferspeicherausgang

Tab. 20: Kurvenschar zur Bestimmung des maximalen Volumenstroms der AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer DTE 40, DTE 70 und DTE 100

Wenn der Durchfluss-Trinkwassererwärmer ausgewählt ist, dann muss für die Dimensionierung der Trinkwasserinstallation der Druckverlust in diesem Bauteil bestimmt werden. Grundsätzlich muss der Druckverlust für den ermittelten Bedarfsvolumenstrom (\dot{V}_B) nach DIN 4708-2 bzw. DIN EN 12831-3 bei 60 °C/55 °C bestimmt werden, unabhängig davon, ob im Nachhinein die Temperatur im Zirkulationssystem für Trinkwasser warm herabgesetzt werden soll. Dieser Druckverlust des Durchfluss-Trinkwassererwärmers muss zur Bestimmung des zur verfügbaren Rohrreibungsdruckverlusts gem. Tabelle 2 DIN 1988-300 als Druckverlust in Apparaten in die Rohrnetzrechnung mit aufgenommen werden.

Der Druckverlust eines Durchfluss-Trinkwassererwärmers ist bauteilspezifisch und wird vom Hersteller ermittelt. Für den AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer DTE 40, DTE 70 und DTE 100 ist der Druckverlust in Abb. 94 dargestellt. Auf der Abszisse wird als Wert der ermittelte Bedarfsvolumenstrom (\dot{V}_B) bei 60 °C/55 °C gewählt. Von dort wird eine Senkrechte bis zum Schnittpunkt mit der Kurve des jeweiligen Durchfluss-Trinkwassererwärmers gezogen. Wenn dieser Schnittpunkt durch eine Waagerechte mit der Ordinate verbunden wird, dann kann dort der Druckverlust für diesen Apparat abgelesen werden.

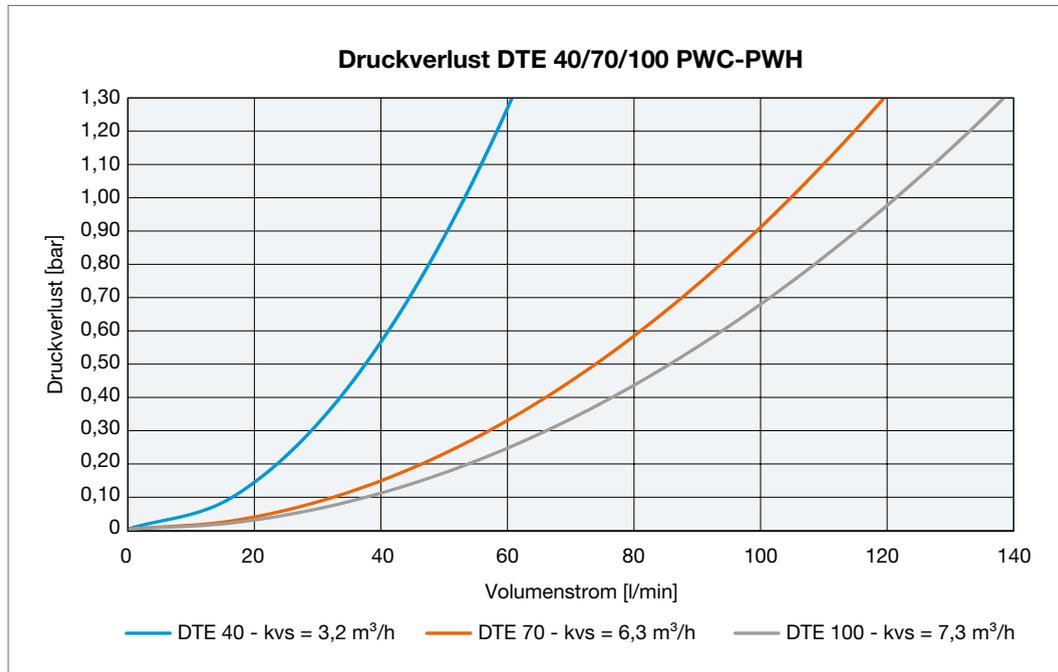


Abb. 94: Druckverlust der AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer in Abhängigkeit des Bedarfsvolumenstroms

Beispiel (Abb. 95): Es wurde ein Bedarfsvolumenstrom (\dot{V}_B) von 60 l/min ermittelt. Bei Auswahl des AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmers DTE 70 ergibt sich ein Druckverlust von 0,33 bar.

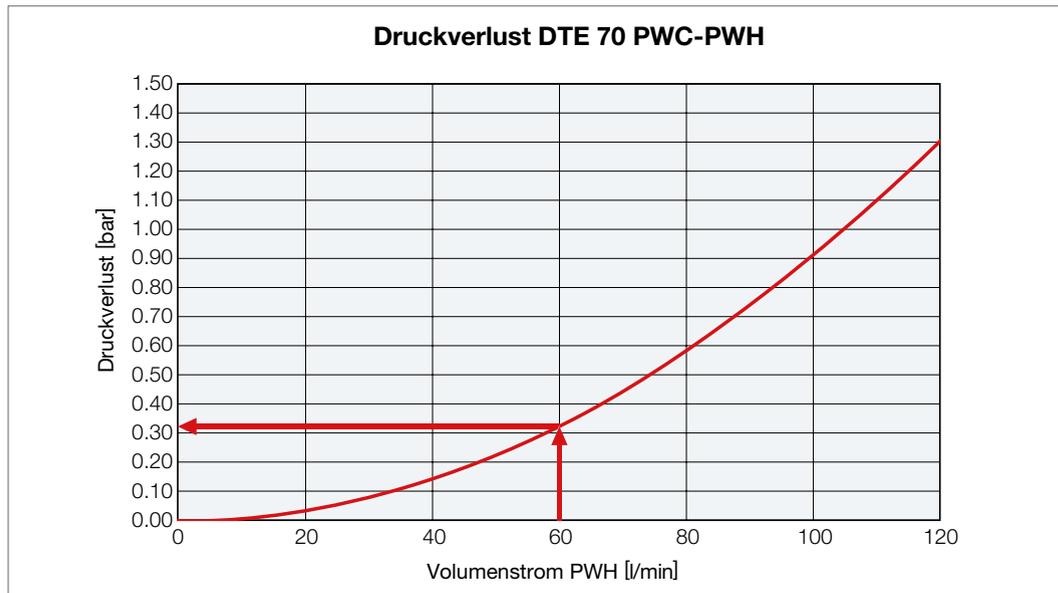


Abb. 95: Grafische Ermittlung des Druckverlusts eines AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmers DTE 70

Rechnerisch kann der Druckverlust ermittelt werden, wenn der k_{vs} -Wert des Apparats bekannt ist. Der k_{vs} -Wert eines jeden Apparats wird vom Hersteller ermittelt und beschreibt den Volumenstrom bei 1 bar Druckverlust:

$$\Delta p = \left(\frac{\dot{V}}{k_{vs}} \right)^2$$

mit
 Δp
 \dot{V}
 k_{vs}

Druckverlust [bar]
 Volumenstrom [m^3/h]
 Volumenstrom bei 1 bar Δp [m^3/h].

| | DTE 40 | DTE 70 | DTE 100 |
|----------|--------|--------|---------|
| k_{vs} | 3,2 | 6,3 | 7,3 |

Tab. 21: k_{vs} -Werte der AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer in [m^3/h]

Wenn nun für den Volumenstrom der ermittelte Bedarfsvolumenstrom (\dot{V}_B) in [m^3/h] eingesetzt wird und der k_{vs} -Wert des entsprechenden AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmers (Tab. 21), dann muss der Druckverlust in diesem Apparat bei gegebenen Rahmenbedingungen berechnet werden. Im vorgenannten Beispiel mit einem Bedarfsvolumenstrom \dot{V}_B von 60 l/min ergibt sich:

$$\Delta p_{DTE,60/55} = \left(\frac{\dot{V}_B}{k_{vs}} \right)^2$$

$$\Delta p_{DTE,60/55} = \left(\frac{60 \frac{l}{min} \cdot \frac{1m^3}{1000l} \cdot \frac{60min}{1h}}{6,3 \frac{m^3}{h}} \right)^2 = 0,326 \text{ bar}$$

Wie bereits erwähnt muss der auf diese Art und Weise ermittelte Druckverlust des Durchfluss-Trinkwassererwärmers in die Rohrnetzdimensionierung nach DIN 1988-300 als Druckverlust in Apparaten berücksichtigt werden.

Temperaturabsenkung betrachten

Betrachtung Volumenstrom DTE

Der nach DIN 4708-2 bzw. DIN EN 12831-3 ermittelte Bedarfsvolumenstrom (\dot{V}_B) wird in beiden Normen nicht auf Grundlage des Spitzenvolumenstroms (\dot{V}_S) nach DIN 1988-300 ermittelt, sondern auf Grundlage einer Energie. So wird in DIN 4708-2 beispielsweise einer Einheitswohnung eine Energie zugeordnet, die abhängig von Anzahl gleicher Wohnungen und Entnahmestellenbedarf ist. Ähnlich ist es auch bei der Bestimmung des Bedarfsvolumenstroms nach DIN EN 12831, auch hier wird der Bedarf an Trinkwasser warm entweder gemessen (bei Bestandsgebäude, Energiebedarf wird aus Volumenstrom und Temperatur des Trinkwassers warm berechnet) oder aus Kenn-Lastprofilen ermittelt, sollte es sich um einen Neubau handeln, oder sollte eine Messung nicht möglich sein. Die genauen Verfahren sind in der jeweiligen Norm hinreichend erläutert und dort nachzulesen.

Eine Unterversorgung an Trinkwasser warm bei Temperaturabsenkung ist nicht zu befürchten, da aus der ermittelten Energiemenge und dem Bedarfsvolumenstrom bei 60 °C/55 °C ($\dot{V}_{B,60/55}$) ein Bedarfsvolumenstrom bei abgesenkter Temperatur ($\dot{V}_{B,abges}$) berechnet wird. Aus der Gleichung

$$\dot{Q} = \dot{V} \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta\vartheta$$

mit:

| | |
|-------------------|--|
| c | = 4,19 kJ / (kg*k) = konstant |
| ρ | $\approx 1 \text{ kg/l} \approx \text{konstant}$ |
| $\Delta\vartheta$ | Temperaturunterschied zwischen PWC und PWH |

kann hergeleitet werden, dass bei einer konstanten Leistung Volumenstrom und Temperaturdifferenz umgekehrt proportional zueinander sind. Mit sinkender Temperaturdifferenz – also bei Temperaturabsenkung – steigt der notwendige Volumenstrom, d. h. der Bedarfsvolumenstrom bei abgesenkter Temperatur ist größer als bei Auslegung 60 °C/55 °C:

$$\dot{V}_{B,abgesenkt} > \dot{V}_{B,60/55}$$

Wenn die Temperatur gemäß „UFC-Herstellerrichtlinie für Pilotprojekte mit Einsatz der UFC-Technologie zur Absenkung der PWH-Temperatur in der Trinkwasserinstallation als Bestandteil des Trinkwasser-Management-Systems AquaVip Solutions“ in mehreren Schritten abgesenkt werden soll, dann ändern sich für jeden einzelnen Fall die Bedarfsvolumenströme bei abgesenkter Temperatur ($\dot{V}_{B,abgesenkt}$).

Wie in den vorherigen Kapiteln beschrieben, ändert sich der Druckverlust in Apparaten in Abhängigkeit vom Volumenstrom quadratisch. Daher muss bei Änderung des Bedarfsvolumenstroms bei abgesenkter Temperatur überprüft werden, ob der dadurch höhere Druckverlust im Durchfluss-Trinkwassererwärmer noch zum nach DIN 1988-300 ausgelegten Rohrleitungssystem passt.

Es stellt sich die Frage:

Welcher Druckverlust stellt sich für das Rohrleitungssystem ein, insbesondere im ungünstigsten Strang, wenn der tatsächlich notwendige Bedarfsvolumenstrom bei abgesenkter Temperatur ($\dot{V}_{B,abgesenkt}$) durch die Leitungen für Trinkwasser warm fließt, und damit ein höherer Druckverlust im Apparat als bei der ursprünglichen Auslegung nach DIN 1988-300 vorliegt?

Für die abgesenkten Temperaturen müssen die Schritte, wie im Kapitel „Durchfluss-Trinkwassererwärmer (DTE) auswählen“ beschrieben, erneut durchlaufen werden. Hierbei muss besonders beachtet werden, ob neben der Temperaturabsenkung im Trinkwasser warm auch die Temperatur im Pufferspeicher herabgesetzt werden soll. Dies ist in jedem Fall sinnvoll, da gerade diese Temperatur Einfluss auf die Vorlauftemperatur des Energieerzeugers hat. Wird im Energieerzeuger die Temperatur auf ein Niveau abgesenkt, in dem Wärmezeugung aus erneuerbaren Energien wirtschaftlich und ökologisch sinnvoll ist, so ist dies doch schließlich und endlich das eigentliche Ziel, die Temperaturen im System für Trinkwasser warm abzusenken.

Wenn der Bedarfsvolumenstrom für Trinkwasser warm nicht nach DIN 4708-2 oder DIN EN 12831-3 – also über eine Energiemenge – ermittelt wurde, sondern als Bedarfsvolumenstrom bei 60 °C/55 °C ($\dot{V}_{B,60/55}$) der Spitzenvolumenstrom nach DIN 1988-300 (\dot{V}_S) verwendet wurde, dann muss bei Temperaturabsenkung kein neuer, größerer Bedarfsvolumenstrom ermittelt werden. Der Berechnungsdurchfluss (\dot{V}_R) einer Entnahmematur, aus welcher der Spitzenvolumen (\dot{V}_S) ermittelt wird, muss den Herstellerinformationen entnommen werden, bei produktneutraler Ausschreibung kann auch mit den Werten nach Tabelle 2 DIN 1988-300 gerechnet werden. Diese Berechnungsdurchflüsse (\dot{V}_R) beziehen sich auf den Durchfluss der Armatur aufgrund der Bauweise und sind sowohl für die Entnahme von nur Trinkwasser kalt, nur Trinkwasser warm oder einer Mischung aus beiden gültig. Daher kann durch eine Entnahmematur nicht mehr Trinkwasser fließen als durch diesen Wert beschrieben, was zur Folge hat, dass bei einer Temperaturabsenkung kein höherer Bedarfsvolumenstrom ermittelt werden muss, wenn wie oben beschrieben $\dot{V}_{B,60/55} = \dot{V}_S$.

Wenn die Temperatur im Trinkwasser warm abgesenkt wird, dann muss der Zirkulationsvolumenstrom konstant gehalten werden. Wie im Kapitel „Auswirkung einer Temperaturabsenkung auf Volumenstrom und Förderhöhe“ auf Seite 258 beschrieben ändert sich dadurch die Temperaturspreizung zwischen Trinkwasser warm (Austritt aus dem Trinkwassererwärmer) und Zirkulation (Eintritt in den Trinkwassererwärmer), was aber nach DVGW-Arbeitsblatt W553 unkritisch ist.

Betrachtung Rohrnetzauslegung generell

Die Dimensionierung einer Trinkwasserinstallation ist in DIN 1988-300 geregelt und sowohl dort als auch im Buch „Gebäudetechnik für Trinkwasser“ hinreichend mit Beispielen beschrieben. Um das Hintergrundwissen zur Auslegung einer Trinkwasserinstallation zu erlangen, empfiehlt Viega eine Lektüre dieser beiden.



2

Die Dimensionierung einer Trinkwasserinstallation sollte softwaregestützt durchgeführt werden. Als mögliches Produkt hierzu eignet sich Viptool Engineering. Nachfolgend werden nur die zusätzlichen Wege beschrieben, an denen Daten der AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer Einfluss auf die Dimensionierung einer Trinkwasserinstallation haben. Alle anderen Berechnungsschritte – wie sie in DIN 1988-300 beschrieben sind – werden vorausgesetzt.

Das Rohrleitungsnetz wird in Viptool Engineering als Strangschema gezeichnet. Nach Auswahl von Rohrmaterial etc. muss u. a. auch der Druckverlust im Trinkwassererwärmer festgelegt werden.

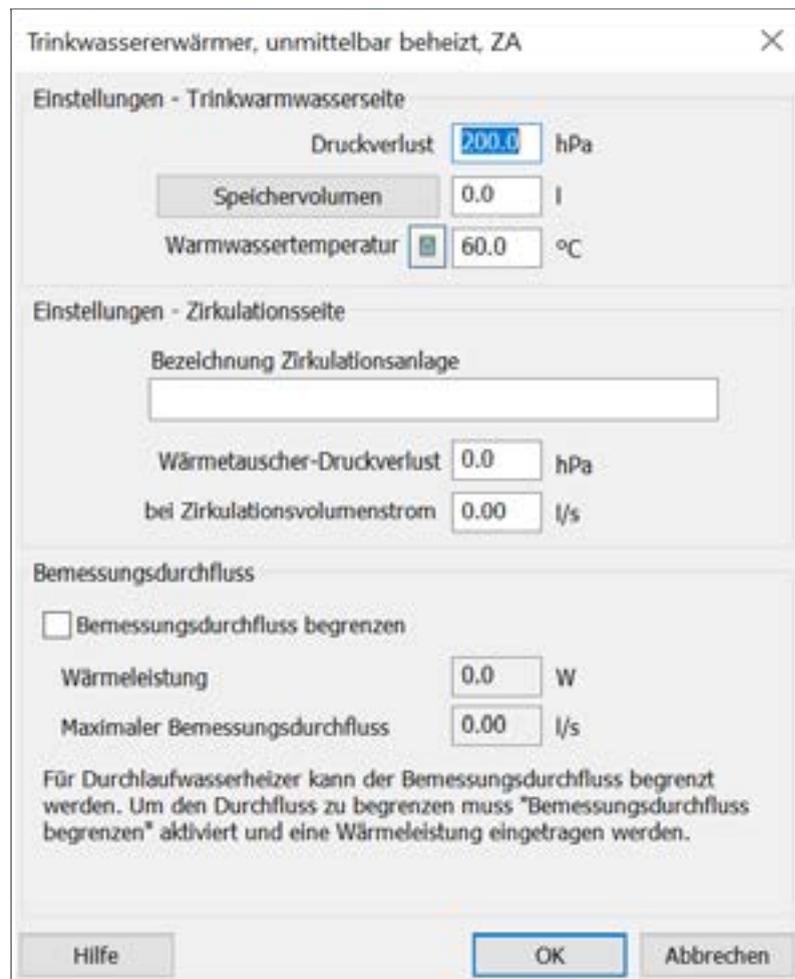


Abb. 96: Einstellung der Daten für einen Trinkwassererwärmer in Viptool Engineering

Da in älteren Versionen von Viptool Engineering die AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer als Bauteile noch nicht vorhanden sind, muss dort als Trinkwassererwärmer ein Trinkwasserspeicher gewählt und in das

2

Rohrleitungssystem eingezeichnet werden. Anschließend müssen die Daten für den Trinkwassererwärmer über „Bauteil -> Daten einstellen“ festgelegt werden. Das in Abb. 96 dargestellte Fenster öffnet sich. In neueren und zukünftigen Versionen soll nach Auswahl des AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmers und Eingabe des Bedarfsvolumenstroms bei Vorlauftemperatur 60 °C/55 °C automatisiert die in vorigen Kapiteln ermittelten Druckverluste berücksichtigt werden.

Da dieses Feature in älteren Versionen noch nicht vorhanden ist, müssen nun in diesem Fenster die Daten – wie in den vorangegangenen Kapiteln beschrieben – für den Druckverlust manuell eingetragen werden. In die Zelle Druckverlust muss der ermittelte Wert für $\Delta p_{DTE,60/55}$ eingetragen werden. Hierbei muss auf die Einheit geachtet werden: Es müssen hPa oder mbar eingetragen werden, ggf. muss der Wert in eine entsprechende Einheit umgerechnet werden.

Nach erfolgter Berechnung wird in Viptool Engineering das Ergebnis angezeigt, wobei der ungünstigste Fließweg für Trinkwasser kalt grün und der ungünstigste Fließweg für Trinkwasser warm rot unterlegt ist. Als Beispiel ist dies wie in Abb. 97 dargestellt der Fließweg mit der Nummer 42 mit einem noch zur Verfügung stehenden Drucküberschuss von 171,7 hPa.

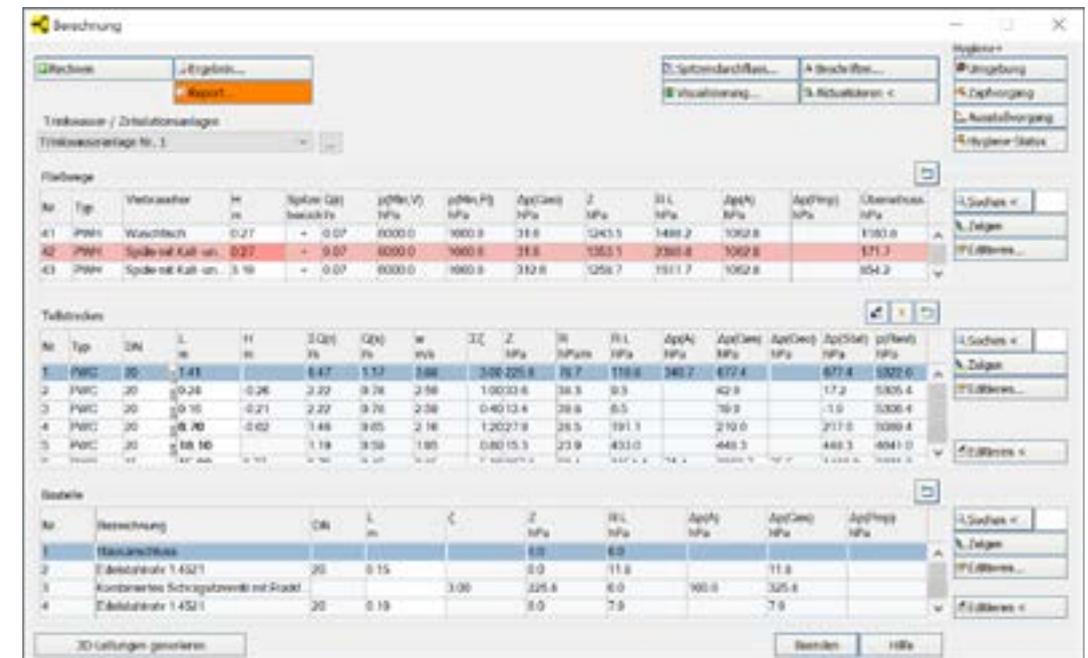


Abb. 97: Ergebnis der Rohrnetzdimensionierung mit Viptool Engineering

Die Rohrnetzberechnung erfolgt also über Spitzenstrom nach DIN 1988-300, wobei die Druckverluste im Durchfluss-Trinkwassererwärmer gemäß „Durchfluss-Trinkwassererwärmer (DTE) auswählen“ ermittelt und dem Bauteil gemäß DIN 1988-300 zugeordnet werden müssen.

Überprüfung abgesenkter Betrieb

Wie schon in den beiden vorangegangenen Kapiteln beschrieben, wird der Spitzenvolumenstrom \dot{V}_S nach DIN 1988-300 ausgelegt, berechnet aus der Summe der Berechnungsdurchflüsse \dot{V}_R der einzelnen sanitären Verbraucher. Grundlage für die Ermittlung des Spitzenvolumenstroms \dot{V}_S sind also Volumenströme. Die Grundlage für die Bestimmung des Bedarfsvolumenstroms \dot{V}_B an Trinkwasser warm sind Energiemengen. Daher muss bei einer Temperaturabsenkung ein Bedarfsvolumenstrom bei abgesenkter Temperatur $\dot{V}_{B,abges}$ ermittelt werden. Wie dies durchgeführt werden muss, wurde bereits im Kapitel „Betrachtung Volumenstrom DTE“ auf Seite 234 beschrieben. Da die Temperaturdifferenz bei abgesenkter Temperatur zwischen Temperatur im Trinkwasser warm und Trinkwasser kalt kleiner wird und sich Temperaturdifferenz und Volumenstrom wie bereits beschrieben umgekehrt proportional verhalten, muss gelten:

$$\dot{V}_{B,abgesenkt} > \dot{V}_{B,60/55}$$

Da mit steigendem Volumenstrom im Durchfluss-Trinkwassererwärmer jedoch der Druckverlust steigt, muss überprüft werden, ob der tatsächliche Druckverlust noch durch das Rohrleitungssystem kompensiert wird. Zum Bedarfsvolumenstrom bei abgesenkter Temperatur $\dot{V}_{B,abges}$ muss ein entsprechender Druckverlust im Durchfluss-Trinkwassererwärmer bei abgesenkter Temperatur ermittelt werden. Dies geschieht mithilfe des k_{vs} -Werts und der Gleichung

$$\Delta p = \left(\frac{\dot{V}}{k_{vs}} \right)^2$$

Wie bereits beschrieben, hat der Druckverlust im Durchfluss-Trinkwassererwärmer als Druckverlust in Apparaten Einfluss auf die Rohrleitungsdimensionierung.

Um zu überprüfen, ob das für Temperaturniveau geplante Rohrleitungssystem für einen höheren Druckverlust im Durchfluss-Trinkwassererwärmer und damit für Temperaturabsenkung geeignet ist, muss das Rohrleitungsnetz mit vorhandenen Rohrleitungsdurchmesser nachgerechnet werden. Allerdings muss der Spitzenvolumenstrom \dot{V}_S ab Durchfluss-Trinkwassererwärmer durch den Bedarfsvolumenstrom bei abgesenkter Temperatur $\dot{V}_{B,abges}$ ersetzt werden, da dies der Leistung für die Warmwasserbereitung entsprechend der größtmögliche Volumenstrom ist, der durch den Durchfluss-Trinkwassererwärmer erzeugt werden kann.

In Viptool wird das Rohrleitungssystem wie in Abb. 98 beschrieben festgesetzt. Damit behalten alle Teilstrecken, unabhängig von der weiteren Berechnung, ihre Nennweiten.

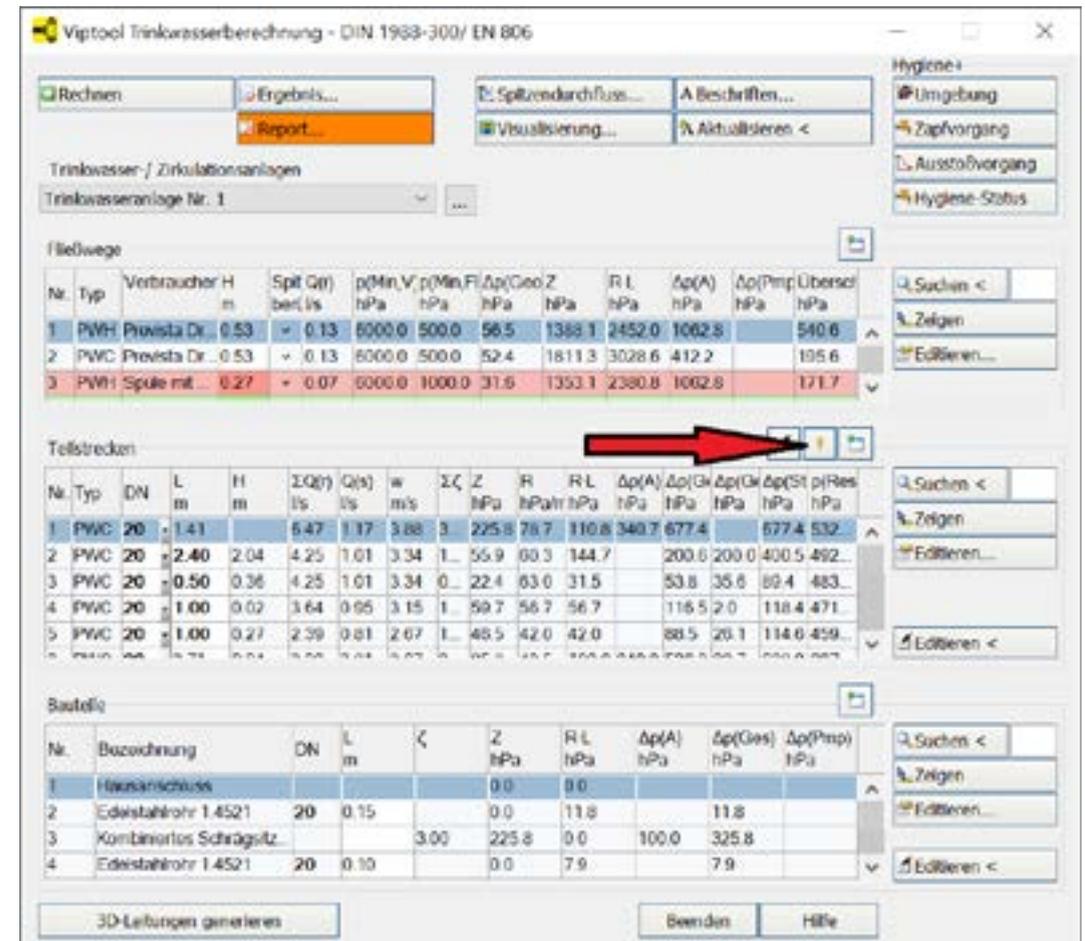


Abb. 98: Festsetzen einer Rohrleitungsdimensionierung in Viptool

Anschließend wird in der Berechnungstabelle die Teilstrecke unmittelbar nach dem Durchfluss-Trinkwassererwärmer gesucht. Im Beispiel in Abb. 99 ist dies die Teilstrecke 8. Über die Funktion „Spitzendurchfluss“ kann ein Sondergebäude gewählt werden.

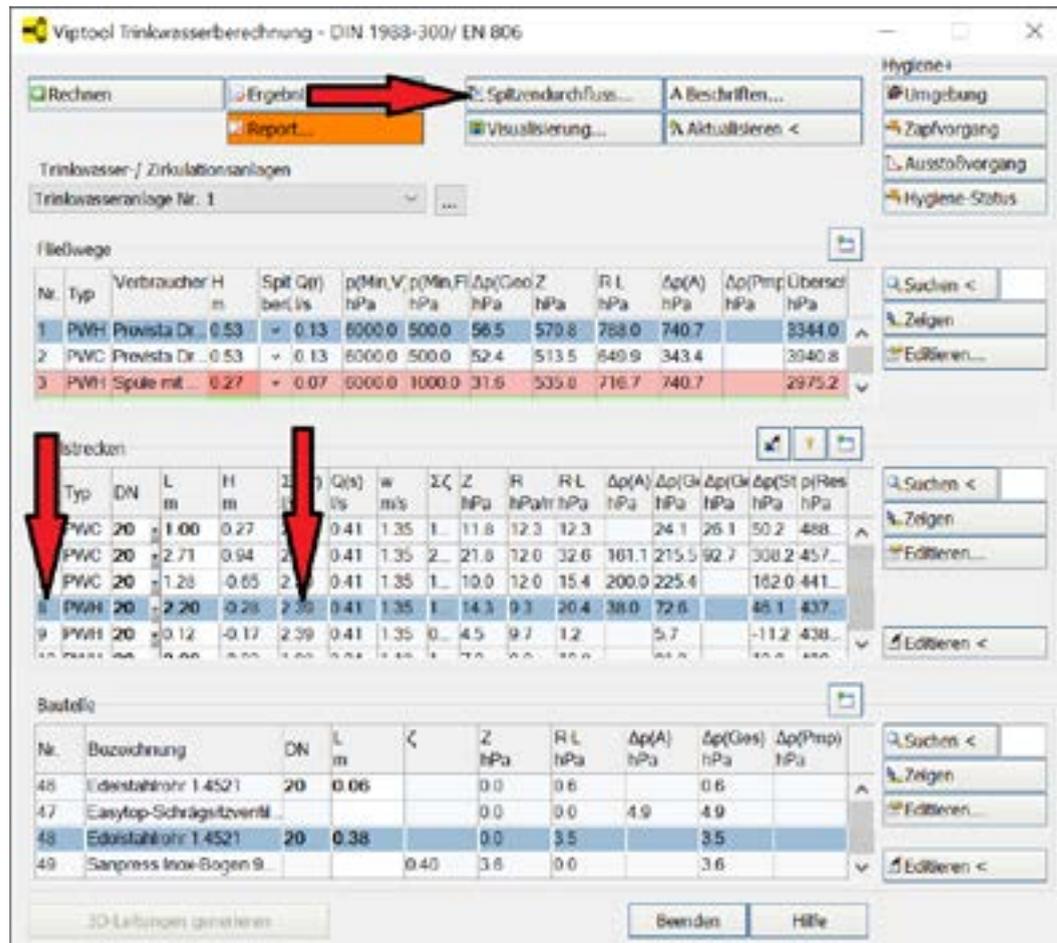


Abb. 99: Einstellen des Bedarfsvolumenstroms in Viptool

Wie in Abb. 100 dargestellt, ist hier eine prozentuale Eingabe zur Ermittlung des Spitzenvolumenstroms \dot{V}_S aus der Summe der Berechnungsdurchflüsse \dot{V}_R möglich.

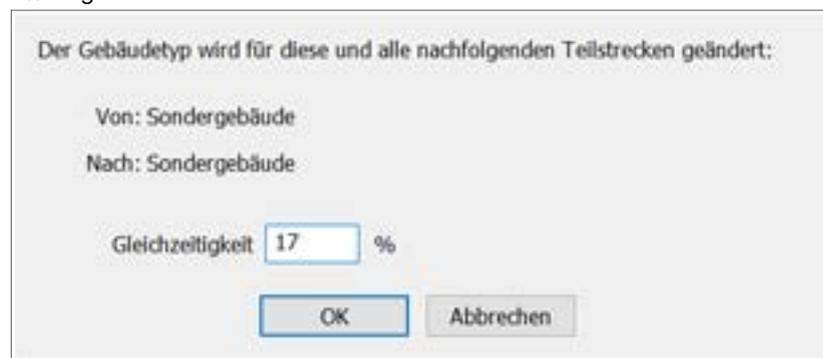


Abb. 100: Einstellung des Spitzenvolumenstroms für Sondergebäude in Viptool

Die $\Sigma \dot{V}_R$ kann in der Berechnung in Viptool für die Teilstrecke ebenfalls abgelesen werden; in diesem Beispiel ist gemäß Abb. 100 $\Sigma \dot{V}_R = 2,39$ l/s. Dieser ist der prozentuale Anteil des Bedarfsvolumenstroms bei abgesenkter Temperatur $\dot{V}_{B,abges}$ an der Summe der Berechnungsdurchflüsse $\Sigma \dot{V}_R$.

Wird das Rohrleitungsnetz mit den nun eingestellten Werten nachgerechnet, so ergibt sich ein neuer Drucküberschuss $p_{\text{Überschuss}}$ im ungünstigsten Strang für Trinkwasser warm. Dieser neue Drucküberschuss $p_{\text{Überschuss}}$ in diesem ungünstigsten Strang muss größer sein als zusätzliche Druckverlust durch Temperaturabsenkung im Durchfluss-Trinkwassererwärmer ($p_{\text{Überschuss}} > \Delta p_{DTE,abgesenkt} - \Delta p_{DTE,60/55}$).

Die vorherigen Schritte müssen in älteren Versionen von Viptool manuell durchgeführt werden.

Sollte es Trinkwasserinstallationen geben, in denen eine Überprüfung auf Temperaturabsenkung negativ ausfällt, d. h. $p_{\text{Überschuss}} < \Delta p_{DTE,abgesenkt} - \Delta p_{DTE,60/55}$, dann ist das Rohrleitungsnetz in dieser Auslegung nicht für eine Temperaturabsenkung unter den vorgegebenen Rahmenbedingungen möglich. Um dennoch eine Temperaturabsenkung durchführen zu können, müssen die Rahmenbedingungen geändert werden. Die Rahmenbedingungen sind, wie in Kapitel „Durchfluss-Trinkwassererwärmer (DTE) auswählen“ auf Seite 227 beschrieben:

- Größe des Durchfluss-Trinkwassererwärmers,
- Temperatur des zur Verfügung stehenden Heizungswassers im Pufferspeicher,
- Temperatur des Trinkwassers warm.

Größe des Energiespeichers und Leistung Wärmeerzeuger Trinkwasser festlegen

Für die Auslegung des Energiespeichers und der Nachheizleistung findet das Summenlinienverfahren aus DIN EN 12831-3 Verwendung. Der Energiebedarf für die Trinkwassererwärmung (Bedarfskennlinie) und die Energieversorgung durch die Trinkwasser-Erwärmungsanlage (Versorgungskennlinie) werden in Form von kumulierten Kennlinien über einen Zeitraum von 24 h dargestellt.

Die Versorgungskennlinie ergibt sich aus der Kapazität des Energiespeichers und der Nachheizleistung. Beide Größen hängen direkt voneinander ab, da bei einem kleineren Energiespeicher eine größere Heizleistung benötigt wird und umgekehrt, um die Versorgungskennlinie über der Bedarfskennlinie zu halten.

Die benötigte Nachheizleistung für die Erwärmung des Energiespeichers und somit für die Erwärmung des Trinkwassers warm muss bei der Auswahl des Wärmeerzeugers zusätzlich zum Heizenergiebedarf des Gebäudes berücksichtigt werden. Abhängig vom Dämmstandard (Altbau oder Passivhaus), Gebäudetyp (Sporthalle oder Wohnungen), Nutzung (Wohnen oder Sommercamping) ergibt sich ein unterschiedliches Verhältnis (18–100 %) zwischen

dem Wärmebedarf für Trinkwasser warm und Raumwärme.

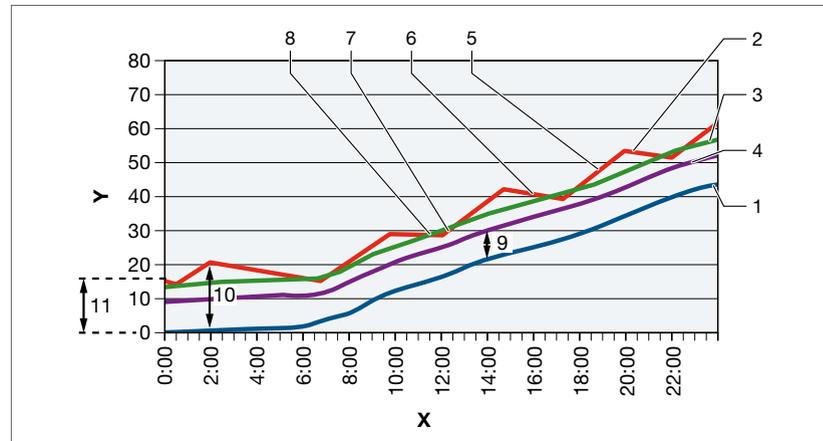


Abb. 101: Beispiel: Bedarfs- und Versorgungskennlinie^[1]

| | | | | | |
|---|---------------------------------|-----|----|--|-----|
| X | Zeit | h | 6 | Wärmeverluste | W |
| Y | kumulierte Energiemenge | kWh | 7 | Zeitverzögerung t_{lag} | h |
| 1 | Bedarfskennlinie | - | 8 | Einschaltzeitpunkt | - |
| 2 | Versorgungskennlinie | - | 9 | minimale Speicherkapazität $Q_{Sto,min}$ | kWh |
| 3 | $Q_{Sto,ON}$ -Linie | - | 10 | maximale Speicherkapazität $Q_{Sto,min}$ | kWh |
| 4 | $Q_{Sto,min}$ -Linie | - | 11 | Ausgangskapazität $Q_{Sto,Start}$ | kWh |
| 5 | Effektive Leistung Φ_{eff} | W | | | |

Basis für die Auslegung des Energiespeichers und der für dessen Erwärmung benötigten Leistung sind die Werte für den Tagesbedarf an Trinkwasser warm (PWH) und dessen Verteilung über den Zeitraum von 24 h (Lastgang). Die Ermittlung dieser Daten ist nachfolgend beschrieben.

Tagesbedarf an Trinkwasser warm (PWH)

Um die Größe des Energiespeichers auslegen zu können, muss zuerst der Bedarf des zu erwärmenden Trinkwassers ermittelt werden, was je nach Gegebenheit auf unterschiedliche Weise erfolgen kann.

Sanierung von bestehenden Gebäuden:

Vor der Sanierung werden Verbrauchsmessungen in den Trinkwasserinstallationen (Trinkwasser kalt und warm) auf Minutenbasis durchgeführt und somit der exakte Bedarf und die Benutzungsstruktur des Gebäudes ermittelt.

In Neubauten oder wenn keine Verbrauchsmessung möglich ist:

Besteht keine Möglichkeit tatsächliche Verbrauchswerte zu erfassen, kann der Bedarf an Trinkwasser warm auf Grundlage der DIN EN 12831, Anhang B ermittelt werden. Es können auch andere Quellen oder Fachliteratur für die Bestimmung des Tagesbedarfs herangezogen werden.

Vereinbarungen mit dem Kunden

Unabhängig von den bisher beschriebenen Ermittlungsmethoden können auch Sondervereinbarungen mit dem Kunden getroffen werden, die entsprechend dokumentiert werden müssen.

Ist der Tagesbedarf ermittelt oder bekannt, dann kann dieser in das entsprechende Volumen umgerechnet werden. Dabei müssen für die weiteren Berechnungen der Tagesbedarf, dessen Volumen bzw. Energie so aufbereitet werden, dass als Resultat das Volumen/d bei Trinkwasser warm mit 60 °C vorliegt. Zur Ermittlung des Tagesbedarfs sind nachfolgend Auszüge aus der DIN EN 12831-3 dargestellt. Hierbei muss berücksichtigt werden, dass die Bedarfe in DIN EN 12831 je nach Tabelle auf unterschiedlichen Temperaturangaben beruhen, weshalb bei der Umrechnung besonderes Augenmerk auf die Grundlage gelegt werden muss.

Nachfolgend zur Veranschaulichung der verschiedenen zur Verfügung stehenden Angaben sind Auszüge aus DIN EN 12831-3 Anhang B abgebildet.

[1] Quelle: DIN EN 12831-3 September 2017, Seite 27, Bild 12



B.2 Parameter zur Berechnung des Energiebedarfs

B.2.1 Flächen- und nutzungsbezogener Energiebedarf für die Trinkwassererwärmung

Tabelle B.3 – Netto-Energiebedarf für die Trinkwassererwärmung je Tag

| Spezifischer Energiebedarf für die Versorgung mit erwärmten Trinkwasser $q_{w,b,d}$ | | | Bezugsfläche |
|---|----------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Art der Nutzung | Nutzungsabhängig | Flächenbezogen | |
| Bürogebäude | 0,4 kWh je Person und Tag | 30 Wh/(m ² ·d) | Bürogrundfläche |
| Bettenstation oder Krankenzimmer | 8,0 kWh je Bett und Tag | 530 Wh/(m ² ·d) | Stationen und Zimmer |
| Schule ohne Dusche | 0,5 kWh je Person und Tag | 170 Wh/(m ² ·d) | Klassenräume |
| Schule mit Duschen | 1,5 kWh je Person und Tag | 500 Wh/(m ² ·d) | Klassenräume |
| Einzelhandelsgeschäft/Kaufhaus | 1,0 kWh je Angestellter und Tag | 10 Wh/(m ² ·d) | Verkaufsflächen |
| Werkstatt, Industriewerk (mit Wasch und Duschgelegenheiten) | 1,5 kWh je Angestellter und Tag | 75 Wh/(m ² ·d) | Werkstattfläche/-Werksfläche |
| Einfaches Hotel | 1,5 kWh je Bett und Tag | 190 Wh/(m ² ·d) | Hotelzimmer |
| Mittelklasse-Hotel | 4,5 kWh je Bett und Tag | 450 Wh/(m ² ·d) | Hotelzimmer |
| Luxusklasse-Hotel | 7,0 kWh je Bett und Tag | 580 Wh/(m ² ·d) | Hotelzimmer |
| Restaurant, Gaststätte/Schankraum | 1,5 kWh je Sitz und Tag | 1.250 Wh/(m ² ·d) | Öffentliche Räume |
| Heim (Seniorenheim, Weisenhaus usw.) | 3,5 kWh je Person und Tag | 230 Wh/(m ² ·d) | Zimmer |
| Kaserne | 1,5 kWh je Person und Tag | 150 Wh/(m ² ·d) | Zimmer |
| Sportstätten mit Duschen | 1,5 kWh je Person und Tag | - | - |
| Großküchen, Kantinen | 0,4 kWh je Mahlzeit | - | - |
| Bäckerei | 5,0 kWh je Angestellter und Tag | - | - |
| Friseur/Coiffeur | 8,0 kWh je Angestellter und Tag | - | - |
| Fleischerei mit eigener Herstellung | 18,0 kWh je Angestellter und Tag | - | - |
| Wäscherei | 20,0 kWh je 100kg Wäsche | - | - |
| Brauerei | 15,0 kWh je 100 L Bier | - | - |
| Molkerei | 10,0 kWh je 100 L Milch | - | - |

Abb. 102: Auszug aus DIN EN 12831: Tabelle B.3 – Netto-Energiebedarf für die Trinkwassererwärmung je Tag – Flächen- und nutzungsbezogener Energiebedarf für die Trinkwassererwärmung Teil 2

Der spezifische Energiebedarf muss mit der zugehörigen Anzahl von Bezugsgrößen multipliziert und anschließend mit folgender Gleichung auf das entsprechende Volumen pro Tag umgerechnet werden.

$$V = \frac{Q}{\rho \cdot c \cdot (\vartheta_w - \vartheta_k)}$$

mit:

- c = 4,19 kJ/(kg·K) = konstant
- ρ ≈ 1 kg/l ≈ konstant
- ϑ_w Temperatur Trinkwasser warm, 60 °C
- ϑ_k Temperatur Trinkwasser kalt, 10 °C

Als Ergebnis liegt nun das Bedarfsvolumen von Trinkwasser warm (PWH) in Liter/Tag bei 60 °C vor.

| Art der Tätigkeit | $V_{w,f,day}$ [l/d] | f |
|---|--|---------------------------------|
| Wohngebäude | siehe nachstehend | Anzahl äquivalenter Erwachsener |
| Unterkunft | 28 | Anzahl der Betten |
| Gesundheitseinrichtungen ohne stationären Bereich | 10 | Anzahl der Betten |
| Gesundheitseinrichtungen mit stationären Bereich – ohne Wäscherei | 56 | Anzahl der Betten |
| Gesundheitseinrichtungen mit stationären Bereich – mit Wäscherei | 88 | Anzahl der Betten |
| Bildungseinrichtungen | Anforderungen an das Warmwasser nicht berücksichtigt | |
| Büros | | |
| Theater und Hörsäle | | |
| Läden | | |
| Gastronomie, 2 Mahlzeiten je Tag, Traditionelle Küche | 21 | Anzahl der Gäste je Mahlzeit |
| Gastronomie, 2 Mahlzeiten je Tag, Selbstbedienung | 8 | Anzahl der Gäste je Mahlzeit |
| Gastronomie, 1 Mahlzeiten je Tag, Traditionelle Küche | 10 | Anzahl der Gäste je Mahlzeit |
| Gastronomie, 1 Mahlzeiten je Tag, Selbstbedienung | 4 | Anzahl der Gäste je Mahlzeit |
| Hotel, 1 Stern, ohne Wäscherei | 56 | Anzahl der Betten |
| Hotel, 1 Stern, mit Wäscherei | 70 | Anzahl der Betten |
| Hotel, 2 Stern, ohne Wäscherei | 76 | Anzahl der Betten |
| Hotel, 2 Stern, mit Wäscherei | 90 | Anzahl der Betten |
| Hotel, 3 Stern, ohne Wäscherei | 97 | Anzahl der Betten |
| Hotel, 3 Stern, mit Wäscherei | 111 | Anzahl der Betten |
| Hotel, 4 Stern und Golfclub, ohne Wäscherei | 118 | Anzahl der Betten |
| Hotel, 4 Stern und Golfclub, mit Wäscherei | 132 | Anzahl der Betten |
| Sportstätten | 101 | Anzahl der Duschen |
| Lager | Anforderungen an das Warmwasser nicht berücksichtigt | |
| Industrielle Einrichtungen | | |
| Transport | | |
| Sonstiges | | |

Abb. 103: Auszug aus DIN EN 12831: Tabelle B.4 – Werte für die Berechnung der Anforderungen für erwärmtes Trinkwasser je Tag – Energiebedarf für erwärmtes Trinkwasser, beruhend auf dem erforderlichen Volumen

Die Werte in Tabelle B.4 beruhen auf einer Zapftemperatur des erwärmten Trinkwassers von 60 °C und einer Kaltwasser-Zulauftemperatur von 13,5 °C. Hieraus lässt sich die Energie auf das entsprechende Volumen bei θ_k 10 °C und θ_w 60 °C umrechnen.

Alternativ kann direkt die Anzahl der in einem Wohnhaus lebenden Personen mit den tabellarisch angegebenen Werten für $V_{W,P,day}$ nachstehender Tabelle B.5 der DIN EN 12831 multipliziert werden.

| Art des Gebäudes | $V_{W,f,day}$ [Liter erwärmtes Trinkwasser je Person und Tag] |
|-------------------------------------|--|
| Wohng Gebäude (einfache Unterkunft) | 25 - 60 |
| Wohng Gebäude (Luxus-Unterkunft) | 60 - 100 |
| Einfamilienhäuser | 40 - 70 |
| Wohnungen | 25 - 30 |

Abb. 104: Auszug aus DIN EN 12831: Tabelle B.5 – Werte für die Berechnung der Anforderungen für erwärmtes Trinkwasser je Tag bei θ_w 42 °C und θ_k 10 °C

Da in diesem Fall die Temperaturen von Trinkwasser warm (PWH) und Trinkwasser kalt (PWC) bei 42 °C bzw. 10 °C liegen, muss zunächst die Umrechnung des Tagesbedarfs [l/d] mit folgender Gleichung auf den Energiebedarf erfolgen:

$$Q = V \cdot \rho \cdot c \cdot (42^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C})$$

mit:

$c = 4,19 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{k}) = \text{konstant}$

$\rho \approx 1 \text{ kg}/\text{l} \approx \text{konstant}$

Im nächsten Schritt wird der Energiebedarf in das entsprechende Volumen für θ_k 10 °C / θ_w 60 °C umgerechnet.

$$V_{PWH} = \frac{Q}{\rho \cdot c \cdot (60^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C})}$$

mit:

$c = 4,19 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{k}) = \text{konstant}$

$\rho \approx 1 \text{ kg}/\text{l} \approx \text{konstant}$

Als Resultat liegt nun das Volumen von Trinkwasser warm (PWH) in Liter/Tag bei 60 °C vor.

Tageslastgang für Trinkwasser warm (PWH)

Zur Bildung der Bedarfskennlinie ist das Wissen um die tageszeitabhängige Verteilung der benötigten Mengen an Trinkwasser warm (PWH) unbedingt erforderlich. Wenn Werte aus Messungen vorliegen, die im Idealfall minuten-genau erfasst sind, stellt dies den Idealfall dar.

Da meist kein detailliertes Wissen über den Tageslastgang vorhanden ist, stellt die Norm DIN EN 12831-3 als erste Basis vordefinierte Tageslastgänge mit Stundenwerten für folgende Gebäudetypen zur Verfügung:

- Einfamilienhäuser
- Wohnungen
- Wohnheime für Senioren
- Studentenwohnheime
- Krankenhäuser

Wenn kein passendes Lastprofil vorliegt, muss zusammen mit dem Betreiber eine relative Verteilung festgelegt werden. Hierzu genügt ebenfalls wie in der Norm die Aufteilung in Stundenwerte. Ausgehend von zu definierenden Lastspitzen erfolgt die Verteilung des restlichen Bedarfs über den Tag, bis 100 % aufgeteilt sind. Eine Aufteilung ist i. d. R. durch eine kurze Abstimmung und logischem Vorgehen einfach möglich. So liegen beispielhaft die Lastspitzen in einer auch öffentlich genutzten Schul-Turnhalle eher am Abend (Nutzung durch Vereine) und nicht unbedingt tagsüber, da hier erfahrungsgemäß bei den Schülern ein eher geringer Bedarf an Trinkwasser warm vorliegt.

| | Einfamilienhäuser | Wohnungen | Wohnheime für Senioren | Studentenwohnheime | Krankenhaus |
|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------|--------------------|-------------------|
| Zeit hh:mm | Volumenanteil [%] | Volumenanteil [%] | Volumenanteil [%] | Volumenanteil [%] | Volumenanteil [%] |
| 00:00 ≤ t < 01:00 | 1,8 | 1,0 | 0,3 | 1,4 | 0,4 |
| 01:00 ≤ t < 02:00 | 1,0 | 1,0 | 0,3 | 1,0 | 0,4 |
| 02:00 ≤ t < 03:00 | 0,6 | 1,0 | 0,4 | 0,5 | 0,5 |
| 03:00 ≤ t < 04:00 | 0,3 | 0,0 | 0,7 | 0,6 | 0,8 |
| 04:00 ≤ t < 05:00 | 0,4 | 0,0 | 1,0 | 1,3 | 1,2 |
| 05:00 ≤ t < 06:00 | 0,6 | 1,0 | 1,8 | 3,4 | 2,8 |
| 06:00 ≤ t < 07:00 | 2,4 | 3,0 | 9,3 | 5,8 | 7,5 |
| 07:00 ≤ t < 08:00 | 4,7 | 6,0 | 15,7 | 5,8 | 10,5 |
| 08:00 ≤ t < 09:00 | 6,8 | 8,0 | 8,1 | 6,2 | 8,0 |
| 09:00 ≤ t < 10:00 | 5,7 | 6,0 | 7,5 | 5,4 | 7,5 |
| 10:00 ≤ t < 11:00 | 6,1 | 5,0 | 7,0 | 5,1 | 7,5 |
| 11:00 ≤ t < 12:00 | 6,1 | 5,0 | 6,6 | 4,7 | 7,0 |
| 12:00 ≤ t < 13:00 | 6,3 | 6,0 | 7,1 | 4,2 | 7,5 |
| 13:00 ≤ t < 14:00 | 6,4 | 6,0 | 5,1 | 4,5 | 5,5 |
| 14:00 ≤ t < 15:00 | 5,1 | 5,0 | 3,8 | 4,1 | 4,3 |
| 15:00 ≤ t < 16:00 | 4,4 | 4,0 | 3,3 | 4,3 | 3,7 |
| 16:00 ≤ t < 17:00 | 4,3 | 4,0 | 4,1 | 5,3 | 4,5 |
| 17:00 ≤ t < 18:00 | 4,7 | 5,0 | 2,9 | 6,0 | 3,2 |
| 18:00 ≤ t < 19:00 | 5,7 | 6,0 | 6,1 | 6,6 | 7,0 |
| 19:00 ≤ t < 20:00 | 6,5 | 7,0 | 4,1 | 6,0 | 4,5 |
| 20:00 ≤ t < 21:00 | 6,6 | 7,0 | 1,4 | 5,6 | 2,0 |
| 21:00 ≤ t < 22:00 | 5,8 | 6,0 | 1,8 | 5,4 | 2,0 |
| 22:00 ≤ t < 23:00 | 4,5 | 5,0 | 0,9 | 3,9 | 1,2 |
| 23:00 ≤ t < 00:00 | 3,1 | 2,0 | 0,4 | 2,8 | 0,5 |

Abb. 105: Auszug aus DIN EN 12831: Tabelle B2 – Stundenbasierte Werte des relativen Bedarfs für erwärmtes Trinkwasser, basierend auf dem Volumen für unterschiedliche Gebäudekategorien

Sonstige benötigte Informationen für die Auslegung

Temperatur Energiespeicher für DTE festlegen

Die maximale Temperatur des Energiespeichers entspricht dem für den Betrieb des Durchfluss-Trinkwassererwärmers (DTE) festgelegten Werts aus Kapitel „Durchfluss-Trinkwassererwärmer (DTE) auswählen“ ab Seite 227. Hierbei muss ein besonderes Augenmerk auf die maximal mögliche Temperatur gelegt werden, da generell eine niedrigere maximale Speichertemperatur den Wirkungsgrad des Wärmeerzeugers erhöht. Besonders wirtschaftliche und für den Einsatz erneuerbarer Energien förderliche Betriebsweisen können durch eine Absenkung der Temperatur Trinkwasser warm durch den Einsatz einer UFC erzielt werden.

Leistung Wärmeerzeuger für PWH

Die Leistung des Wärmeerzeugers zur Erwärmung des Energiespeichers stellt die Steigung der Versorgungskennlinie dar. Je größer die Leistung, desto steiler die Kennlinie, was zu einer kurzen Aufheizdauer des Speichers führt. Bei der Auslegung der Leistung des Wärmeerzeugers müssen folgende Kriterien beachtet werden:

- Nutzungsverhältnis zwischen Raumwärme und Trinkwarmwasserbereitung
- Betriebsart: Speichervorrang oder Parallelbetrieb Raumwärme und Trinkwassererwärmung
- Wärmeerzeugerspezifische Eigenschaften wie Mindestlaufzeiten, Sperrzeiten
- Überprüfung der Leistung bei bereits vorhandenen Wärmeerzeugern
- Bereitstellung der erforderlichen maximalen Speichertemperatur

Verlustleistung Speicher

Die Verlustleistung des Speichers ist abhängig von der Energieeffizienzklasse und der Speichergröße. Die Energieeffizienzklasse stellt der Speicherhersteller zur Verfügung. Falls keine Angabe vorliegt, kann mit „C“ gerechnet werden, da dies den aktuellen Mindest-Dämmstandard beschreibt.

Verteilverluste durch Zirkulationsleitung

Die Berechnung der durch die Zirkulationsleitung Trinkwasser warm hervorgerufene Verlustleistung ist in Kapitel „Zirkulationssystem definieren“ auf Seite 254 beschrieben. Das Ergebnis aus Viptool kann direkt verwendet werden, ausgehend von der Annahme einer dauerhaft in Betrieb befindlichen Zirkulation. Falls überschlägig ohne eine detaillierte Berechnung ein Wert für die Verlustleistung benötigt wird, kann auf die DIN EN 12831-3 Tabelle B.9 zurückgegriffen werden. Hier sind Verteilverluste von 7 bzw. 11 W/m je nach Temperaturdifferenz zur Umgebung angegeben.

Zeitverzögerung der Wärmeerzeugungsanlage $t_{lag,HG}$

Je nach Anlage zur Trinkwassererwärmung gibt es eine Zeitverzögerung zwischen dem Einschaltzeitpunkt und dem Zeitpunkt, an dem die komplette Nacherhitzungsleistung der Wärmeerzeugungsanlage in der Speicheranlage verfügbar ist.

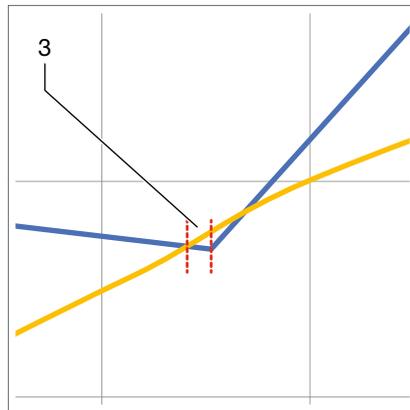


Abb. 106: Zeitverzögerung (3) des Wärmeerzeugers

Folgende Werte können für die Zeitverzögerung verwendet werden:

| Wärmeerzeuger | $t_{lag;HG}$ [min] |
|---|--------------------|
| Wandhängender Wärmeerzeuger und Standkessel mit Aluminium-Wärmeüberträger | 2 |
| Wärmepumpen | 4 |
| Standkessel und KWK-Systeme | 6 |
| Pelletkessel (mit automatischer Beschickung) | 30 |
| Holzessel (mit manueller Beschickung) | 45 |

Abb. 107: Auszug aus DIN EN 12831: Tabelle B.10 – Werte der Zeitverzögerung für unterschiedliche Wärmeerzeuger

Hydraulische Verschaltung und Nutzung des Energiespeichers

Generell hängt die tatsächlich zu installierende Größe des Energiespeichers auch von der Nutzung ab, da es einen gravierenden Unterschied darstellt, ob dieser nur für die Trinkwassererwärmungsanlage oder zusätzlich für die Heizwärme herangezogen wird. So müssen zur Bestimmung der tatsächlichen Speichergröße drei Bereiche berücksichtigt werden:

- Nutzbarer Bereich für die Trinkwassererwärmungsanlage (von oben bis zum „Abschaltfühler Trinkwasser warm“ für den Wärmeerzeuger)
- Nicht-nutzbarer Bereich unterhalb dieses Sensors und
- Falls Speicher auch für die Heizung genutzt wird, das Volumen für den Heizungsspeicher

Dementsprechend muss der tatsächliche Energiespeicher größer ausgewählt werden als das bei der Auslegung definierte Volumen.

| Separater Energiespeicher für Trinkwassererwärmung | Gemeinsamer Energiespeicher für Trinkwassererwärmung und Heizung |
|--|---|
| Fast der komplette Speicher kann für die Auslegung berücksichtigt werden. Nicht nutzbares Volumen unterhalb des unteren Speicherfühlers (Abschaltung des Wärmeerzeugers) muss bei Auswahl zum eigentlichen Bedarf hinzugerechnet werden. | Nur der obere Teil des Speichers kann für die Auslegung berücksichtigt werden. Nicht nutzbares Volumen unterhalb des unteren Speicherfühlers (Abschaltung des Wärmeerzeugers) muss bei Auswahl zum eigentlichen Bedarf hinzugerechnet werden. |
| | |

Tab. 22: Varianten der Energiespeicherung

Hier wird ausschließlich die Auslegung des Teils des Energiespeichers betrachtet, der für die Trinkwassererwärmungsanlage notwendig ist.

Nach der Auslegung des Energiespeichers erfolgt im Falle einer Temperaturabsenkung von PWH durch den Einsatz einer UFC die Überprüfung der Speicherkapazität bei abgesenkten Temperaturen, wenn auch die Temperatur im Energiespeicher abgesenkt werden soll. Hierzu muss der Tagesbedarf an Trinkwasser warm auf die abgesenkte Temperatur umgerechnet und überprüft werden.

Auslegung mittels Software

Zur Auslegung des Durchfluss-Trinkwassererwärmers, des Ultrafiltrationsmoduls und des Energiespeichers ist ein Auslegungskonfigurator vorhanden.

Verrohrung und Bauteile heizungsseitig auslegen

Rohrleitung zwischen DTE und Energiespeicher

Bei der Auslegung der Rohrleitung zwischen Energiespeicher und DTE darf der heizungsseitige Druckverlust einen maximalen Wert (siehe technische Daten) nicht übersteigen, da ansonsten die maximale Zapfleistung des DTE sinkt. Für die Funktion des DTE ist es wichtig, dass beide Rückläufe einen identischen Druckverlust aufweisen.



Wärmemengenzähler

Zur Erfassung der Wärmemenge für die Bereitung von Trinkwasser warm. Mit der Neufassung der Heizkostenverordnung muss laut § 9 Abs. 2 seit dem 01.01.2014 die auf die zentrale Warmwasser-Versorgungsanlage entfallende Wärmemenge (Q) direkt mit einem Wärmezähler gemessen werden. Kann die Wärmemenge bei Anlagen mit Heizkesseln nur mit einem unzumutbar hohen Aufwand gemessen werden, kann sie über das gemessene Volumen des verbrauchten Trinkwassers warm (PWH) unter Berücksichtigung der gemessenen oder geschätzten mittleren Temperatur von PWH bestimmt werden.

Die zwei Varianten der Energiespeicherung in Kombination mit dem DTE unterscheiden sich in der Erfassung der Wärmemenge wie folgt:

| Separater Energiespeicher für Trinkwassererwärmung | Gemeinsamer Energiespeicher für Trinkwassererwärmung und Heizung |
|---|--|
| Wärmemengenzähler zwischen Heizkessel und Energiespeicher platzieren. Bei dieser Installationsart des Wärmemengenzählers wird der Bereitschaftswärmeaufwand des Pufferspeichers mit bilanziert. | Grundsätzlich ist es möglich, einen Wärmemengenzähler zwischen Energiespeicher und DTE in der jeweiligen Rücklaufleitung (mittlere/untere) zu montieren. Sollte dies mit einem unzumutbaren Aufwand verbunden sein, wird das entsprechende Berechnungsverfahren empfohlen. |
| | |

Tab. 23: Varianten der Energiespeicherung

Falls Wärmemengenzähler (WMZ) zwischen Energiespeicher und DTE in der jeweiligen Rücklaufleitung (mittlere/untere) eingebaut werden sollen, sind nur WMZ auf Funktionsbasis von Ultraschall mit einem maximalen Druckverlust von ca. 20-30 hPa zulässig. Dieser Druckverlust muss beim gesamten Druckverlust der Zuleitung berücksichtigt werden.

Schnellauslegung: Empfohlene Rohrleitungslängen Heizungsseite

Maximale Rohrleitungslängen Heizungsseite zwischen DTE und Energiespeicher sind in folgenden Tabellen dargestellt (ersetzt keine detaillierte Planung; Druckverlust weiterer Komponenten beachten).

| Schnellauswahl ohne Einbautiefen | DTE 40 | | DTE 70 | | DTE 100 | |
|--|------------------------|-------|------------------------|-------|---------------------|-------|
| | VL | RL | VL | RL | VL | RL |
| Länge Vorlauf- / Rücklaufleitung bei Ausführung in Nennweite | | | | | | |
| DN25 | 4,5 m | 4,5 m | | | | |
| DN32 | 20 m | 20 m | 3,5 m | 3,5 m | | |
| DN40 | | | 8 m | 8 m | 5,5 m | 5,5 m |
| DN50 | | | | | 19 m | 19 m |
| Maximaler Volumenstrom | 2,44 m ³ /h | | 5,66 m ³ /h | | 7 m ³ /h | |

Tab. 24: Schnellauswahl Rohrleitungslängen Heizungsseite ohne Einbauten

Rohrleitungslänge je Strang (max. 150 hPa aufgeteilt in 100 hPa im Vorlauf und 50 hPa im Rücklauf); Rücklaufleitung Mitte und unten identisch auslegen (Zuschläge für Bögen und Anschlüsse berücksichtigt; keine weiteren Einbauten).

| Schnellauswahl mit Wärmemengenzählern jeweils im Rücklauf | DTE 40 | | DTE 70 | | DTE 100 | |
|---|------------------------|------|------------------------|-------|---------------------|------|
| DN25 | 4,5 m | 3 m | | | | |
| DN32 | 20 m | 15 m | 3,5 m | 2,5 m | | |
| DN40 | | | 8 m | 6 m | 5,5 m | 4 m |
| DN50 | | | | | 19 m | 14 m |
| Maximaler Volumenstrom | 2,44 m ³ /h | | 5,66 m ³ /h | | 7 m ³ /h | |

Tab. 25: Schnellauswahl Rohrleitungslängen Heizungsseite mit Wärmemengenzählern

Rohrleitungslänge je Strang (max. 150 hPa aufgeteilt in 100 hPa im Vorlauf und 30 hPa für Rohrleitung im Rücklauf und 20 hPa für Wärmemengenzähler im Rücklauf); Rücklaufleitung Mitte und unten identisch auslegen (Zuschläge für Bögen und Anschlüsse berücksichtigt; Wärmemengenzähler berücksichtigt).

Zirkulationssystem definieren

Zirkulationssysteme und Schichtung im Pufferspeicher

Die üblichen Temperaturen im Zirkulationssystem liegen auf dem Auslegungsniveau 60/55 °C. Damit steht einem eingesetzten DTE im reinen Zirkulationsfall als das kälteste Trinkwasser oftmals in der Temperatur des Zirkulationsrücklaufs mit 55 °C zur Verfügung. Dies hat zur Folge, dass die Rücklauftemperatur des Heizungswassers zum Energiespeicher im Zirkulationsbetrieb über 55 °C liegen muss. Dieses warme Heizungswasser darf nicht in den unteren Bereich des Speichers eingeleitet werden, da dadurch die Schichtung gestört würde.

Im Betrieb über den ganzen Tag wechseln sich Zeiten mit reiner Zirkulation, kleinen Zapfmengen/Zirkulation und vereinzelt großen Zapfungen ab. Da diese Betriebszustände fließend ineinander übergehen, sollte auch ein DTE auf diese sich kontinuierlich veränderten Bedingungen eingehen können. Eine reine Umschaltung des Heizungsrücklaufs, wie es mancher DTE-Hersteller als Zubehör anbietet, kann diese Anforderungen nicht erfüllen. So ist jedes Dreiwegeventil, das eine Einspeisung des Heizungsrücklaufs in den Pufferspeicher regeln soll, träge, d. h. es hat eine zum Teil nicht unerhebliche Stellzeit, um das Heizungswasser an zwei verschiedenen Stellen im Pufferspeicher einspeisen zu können. Während dieser Stellzeit fließt ein Teilstrom des (an dieser Stelle zu kalten) Heizungswassers in den oberen Rücklauf des Pufferspeichers und ein weiterer Teilstrom des (an dieser Stelle zu warmen) Heizungswassers in den unteren Rücklauf des Pufferspeichers. Des Weiteren stellt sich die Frage, bei welcher Temperatur im Temperaturband zwischen 55 °C und minimaler Heizwasserrücklauftemperatur von ca. 15 °C das Dreiwegeventil genau umschaltet. Mit Ausnahme des reinen Zirkulationsbetriebs und bei Zapfung im maximalen Auslegungsfall wird grundsätzlich die Schichtung zerstört, auch bei Montage eines Dreiwegeventils. Zielführend, gerade um einen für den Einsatz erneuerbarer Energien notwendigen geschichteten Speicher erhalten zu können, ist es daher, dass zwei unabhängige Rückläufe in die entsprechende Schicht im Speicher zurückgeführt werden. Dies kann durch einen Aufbau eines Durchfluss-Trinkwassererwärmers – wie es beim Viega AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer der Fall ist – mit zwei separaten Plattenwärmeübertragern erfolgen. Wenn keine Temperaturabsenkung im Zirkulationssystem für Trinkwasser warm durchgeführt werden soll, wird der Anschluss ohne Viega UFC-Modul durchgeführt (Abb. 108). Wenn eine Temperaturabsenkung nach UFC-Herstellerrichtlinie durchgeführt werden oder ein UFC-Modul als zusätzliche Barriere zum Schutz vor Nährstoffen oder Bakterien eingebaut werden soll, erfolgt der Anschluss gemäß Abb. 109.

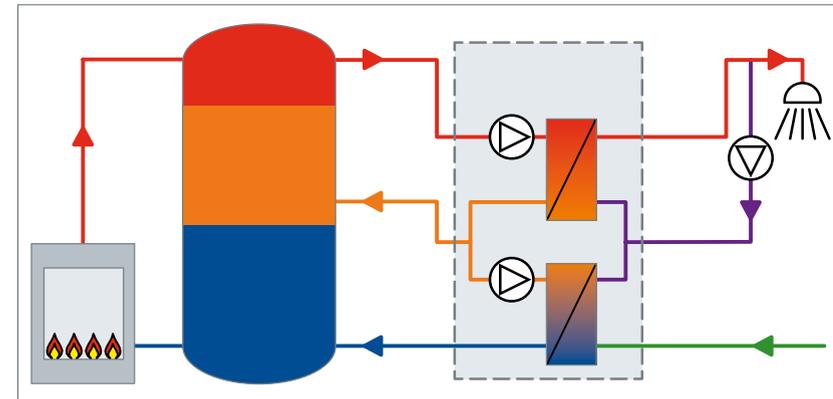


Abb. 108: Durchfluss-Trinkwassererwärmer mit zwei PWÜ – Anschluss an Pufferspeicher

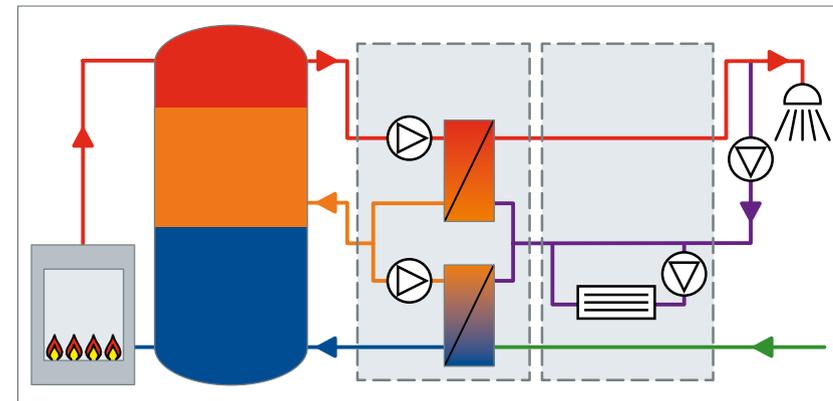


Abb. 109: Viega Durchfluss-Trinkwassererwärmer mit Viega UFC-Modul – Anschluss an Pufferspeicher

Auslegung der Zirkulation für Trinkwasser warm im Normalbetrieb 60/55 °C

Grundlagen und Berechnungsbeispiele für die Auslegung von Zirkulationssystemen für Trinkwasser warm sind ausführlich im Kapitel „Systemauslegung Zirkulationssystem“ auf Seite 116 beschrieben. Die Auslegung von Systemen für die Zirkulation von Trinkwasser warm muss nach DVGW-Arbeitsblatt W 553 durchgeführt werden. Zusätzlich wurde 2011 die Variante nach dem Beimischverfahren entwickelt und ein Jahr später in Form eines Beimischfaktors in die Technischen Regeln für Trinkwasser-Installationen DIN 1988-300 aufgenommen.

Druckverluste in DTE und UFC für die Zirkulation ermitteln

AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer und AquaVip-UFC-Modul sind zwei Apparate im Zirkulationssystem, deren Druckverlust in Δp_{Ap} Berücksichtigung finden müsste.



2

Das AquaVip-UFC-Modul muss als druckneutrales Bauteil gesehen werden, da es sich im Bypass der Zirkulation befindet und da das notwendige Volumen des Teilstroms, das tatsächlich durch das AquaVip-UFC-Modul fließt, durch Pumpen im Apparat selbst gefördert wird. Das AquaVip-UFC-Modul hat also keinen Einfluss auf den Druckverlust im Zirkulationssystem.

Anders ist es beim AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer. Dieser sitzt im Zirkulationsbetrieb im Vollstrom der Zirkulation. Daher muss für diesen Apparat ein Druckverlust ermittelt werden.

Der Druckverlust in Apparaten lässt sich rechnerisch ermitteln, wenn der k_{vs} -Wert des Apparats bekannt ist. Der k_{vs} -Wert eines jeden Apparats wird vom Hersteller ermittelt und beschreibt den Volumenstrom bei 1 bar Druckverlust:

$$\Delta p = \left(\frac{\dot{V}}{k_{vs}} \right)^2$$

mit:

- Δp Druckverlust [bar]
- \dot{V} Volumenstrom [m^3/h]
- k_{vs} Volumenstrom bei 1 bar dp [m^3/h].

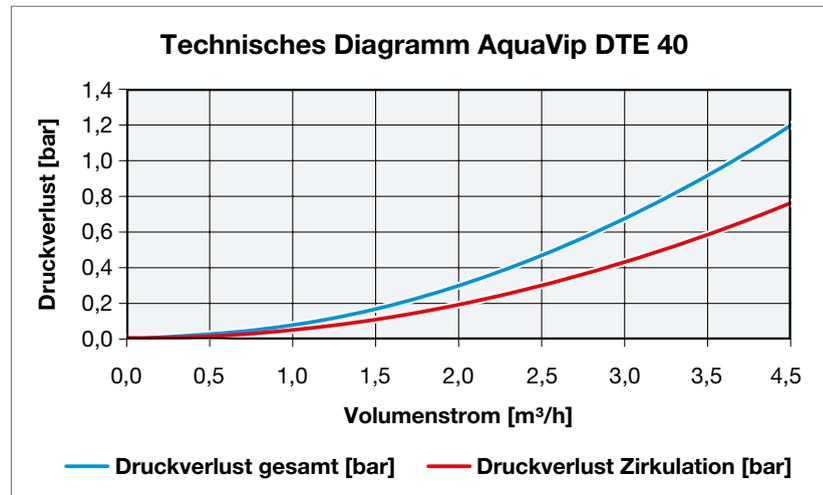


Abb. 110: Druckverluste im DTE 40 gesamt (blau) und nur im Zirkulationsbetrieb (rot)

2

Wurde der notwendige Zirkulationsvolumenstrom \dot{V}_P nach DVGW-Arbeitsblatt W553 ermittelt, so kann mithilfe dieser Gleichung der zugehörige Druckverlust im AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer berechnet werden. Wichtig ist jedoch, dass der Druckverlust für den Zirkulationsbetrieb berechnet wird. Da der AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer mit zwei Plattenwärmeübertragern ausgestattet ist und im Zirkulationsbetrieb nicht der komplette Apparat durchströmt wird, sondern nur ein Teilbereich mit einem Plattenwärmeübertrager, so kann der k_{vs} -Wert nicht für den kompletten Apparat zur Druckverlustberechnung angenommen werden, sondern nur für den tatsächlich im Zirkulationsbetrieb durchströmten Bereich. Daher werden für den AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer zwei k_{vs} -Werte angegeben: einer für den gesamten Apparat; ein weiterer für nur für den Zirkulationsbereich. In Abb. 110 sind die Druckverlaufskurven beispielhaft für den AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer DTE 40 dargestellt. Die blaue Kurve stellt den Druckverlust in Abhängigkeit vom Volumenstrom des gesamten Apparats dar; die rote Kurve zeigt den Druckverlust im Zirkulationsbetrieb (muss bei Bestimmung der Förderhöhe der Zirkulationspumpe verwendet werden). In Tab. 26 sind die k_{vs} -Werte der AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer angegeben, die zur Druckverlustberechnung im Zirkulationsbetrieb notwendig sind.

| | DTE 40 | DTE 70 | DTE 100 |
|----------------------|--------|--------|---------|
| k_{vs} gesamt | 3,2 | 6,3 | 7,3 |
| k_{vs} Zirkulation | 4,0 | 8,4 | 8,8 |

Tab. 26: k_{vs} -Werte AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer bei 1 bar dp in m^3/h

Der ermittelte Druckverlust für den Zirkulationsbetrieb muss in Viptool Engineering über die „Bauteile Daten einstellen“ dem Trinkwassererwärmer zugewiesen werden. In künftigen Versionen soll nach Auswahl eines AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmers und automatisierter Berechnung des Zirkulationsvolumenstroms automatisiert eine Druckverlustberechnung und entsprechende Bauteilzuweisung erfolgen.



Auswirkung einer Temperaturabsenkung auf Volumenstrom und Förderhöhe

Ein Zirkulationssystem für Trinkwasser warm muss grundsätzlich mit Vorlauftemperatur 60 °C/55 °C ausgelegt werden, unabhängig davon, ob im Nachgang eine Temperaturabsenkung bei Einbau eines Ultrafiltrationsmoduls im Zirkulations-Bypass vorgesehen wird. Wird das Temperaturniveau gemäß „UFC-Herstellerrichtlinie für Pilotprojekte mit Einsatz der UFC-Technologie zur Absenkung der PWH-Temperatur in der Trinkwasserinstallation als Bestandteil des Trinkwasser-Management-Systems AquaVip Solutions“ herabgesetzt, müssen die Volumenströme gegenüber der Vorlauftemperatur 60°C/55°C konstant gehalten werden. Betrachtet man nun die bereits oben beschriebene Gleichung

$$\dot{V}_P = \frac{\sum l_w \cdot \dot{q}_w}{\rho \cdot c \cdot \Delta\theta_w}$$

so ändert sich hierbei – aufgrund des anderen Temperaturniveaus zur Umgebung – der Wert \dot{q}_w . Die Längen l_w ändern sich nicht, die Werte für ρ und c sind nahezu konstant. Um dennoch – bei gleichem Volumenstrom – die Gleichung zu erfüllen, muss sich $\Delta\theta_w$ ändern. \dot{q}_w wird bei geringerem Temperaturunterschied zwischen Medium und Umgebung geringer, daher muss auch $\Delta\theta_w$ geringer werden und damit die Temperaturspreizung zwischen Austritt des Trinkwassers warm aus dem Trinkwassererwärmer und Wiedereintritt des Zirkulationsrücklaufs in den Trinkwassererwärmer. Im DVGW-Arbeitsblatt W551 heißt es, „Zirkulationsleitungen und Pumpen sind so zu bemessen, dass im zirkulierenden Warmwassersystem die Warmwassertemperatur um nicht mehr als 5K gegenüber der Speicherausgangstemperatur unterschritten wird“. Hierbei sind die 5 K als Obergrenze anzusehen, da explizit erwähnt wurde „... nicht mehr als 5K ...“, kann dieser Wert auch unterschritten werden.

Fazit: Bei Temperaturabsenkung werden der Volumenstrom und die Förderhöhe der Zirkulationspumpe konstant gehalten; es ändern sich nur die Temperatureinstellungen der elektronischen Zirkulationsregulierventile. Diese müssen auf einen aus Viptool Engineering ermittelten Wert eingestellt werden.



Ergänzende Hinweise zum Schutz der Installation

Je nach der Zusammensetzung des Trinkwassers kann es notwendig sein, eine geeignete Wasserbehandlungsanlage dem Trinkwassererwärmer vorzuschalten, um einer Verkalkung und daraus resultierender Beeinträchtigung der Funktion entgegenzuwirken. Im Kapitel „Trinkwasserenthärtung“ auf Seite 86 finden sich hierzu detaillierte Informationen.

Korrosionsschutz

Um Korrosionsschäden am Plattenwärmetauscher zu verhindern, müssen folgende Werte des Trinkwassers beachtet werden. Bei Volledelstahl kann jedes Trinkwasser nach Trinkwasserverordnung eingesetzt werden.

| | Kupfergelötet | Volledelstahl |
|---|---|-------------------|
| Chlorid ¹ (CL ⁻) | < 250 mg/l bei 50 °C < 100 mg/l bei 75 °C < 10 mg/l bei 90 °C | |
| Sulfat ¹ (SO ₄ ²⁻) | < 100 mg/l | < 400 mg/l |
| Nitrat (NO ₃ ⁻) | < 100 mg/l | Keine Anforderung |
| pH-Wert | 7,5–9,0 | 6–10 |
| elektrische Leitfähigkeit (bei 20 °C) | 10–500 µS/cm | Keine Anforderung |
| Hydrogencarbonat (HCO ₃ ⁻) | 70–300 mg/l | Keine Anforderung |
| Verhältnis HCO ₃ ⁻ /SO ₄ ²⁻ | > 1 | Keine Anforderung |
| Ammoniak (NH ₄ ⁺) | < 2 mg/l | Keine Anforderung |
| freies Chlorgas | < 0,5 mg/l | |
| Sulfit | < 1 mg/l | < 7 mg/l |
| Ammonium | < 2 mg/l | |
| Schwefelwasserstoff (H ₂ S) | < 0,05 mg/l | Keine Anforderung |
| freie (aggressive) Kohlensäure (CO ₂) | < 5 mg/l | Keine Anforderung |
| Eisen (Fe) | < 0,2 mg/l | Keine Anforderung |
| Sättigungsindex SI | -0,2 < 0 < 0,2 | Keine Anforderung |
| Mangan (Mn) | < 0,05 mg/l | Keine Anforderung |
| Gesamthärte | 4–14 [Ca ²⁺ ; Mg ²⁺]/ [HCO ₃ ⁻] < 0,5 | |
| gesamter organischer Kohlenstoff (TOC) | < 30 mg/l | Keine Anforderung |

¹ Bei Überschreitung der Grenzwerte für kupfergelötete Plattenwärmetauscher muss ein Plattenwärmetauscher aus Volledelstahl verwendet werden.

Tab. 27: Anforderungen an die Eigenschaften des Trinkwassers bei kupfergelöteten Plattenwärmeübertragern im Vergleich zu Plattenwärmeübertragern aus Volledelstahl



Ultrafiltration

Am Anfang der Entwicklung des Ultrafiltrationsmoduls im Zirkulations-By-pass stand die Frage, mit welcher Methode es gelingen kann, die thermische und hygienische Stabilisierung von Trinkwasser warm zu substituieren, ohne mit den Anforderungen des Infektionsschutzes und damit dem Gesundheitsschutz in Konflikt zu geraten. Die Wahl fiel auf die Technik der mechanischen Abscheidung von Bakterien und anderen wasserbewohnenden Kleinstlebewesen aus dem Trinkwasser mithilfe von Membranen als Senke in der Warmwasserzirkulation.

Membranen grenzen zwei Räume voneinander ab und ermöglichen durch mechanische Trennung einen kontrollierten Stoff- und Informationsaustausch. Ohne Membranen könnte Leben in der jetzigen Form nicht existieren, weil dieses grundlegende Prinzip lebensnotwendige Funktionen in menschlichen, tierischen und pflanzlichen Zellen ermöglicht.

In der chemischen Industrie, in der Medizin- und Anlagentechnik gibt es aufgrund der besonderen Vorteile von Membranen eine breite Palette von Anwendungen (Prozesswässer), beispielsweise zur Trennung von Flüssigkeiten, zur Blutwäsche (Dialyse) nach einem Nierenversagen oder in Membranbioreaktoren zur Synthese komplexerer chemischer und biologischer Produkte. Wesentlich für die zunehmende Verbreitung von Membranen als Technologie in der Trinkwasserinstallation ist die Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit von Membranverfahren.

Membrananwendungen im Trinkwasserbereich ermöglichen das Entfernen mikrobieller und organischer Verunreinigungen ohne die Zugabe chemischer Zusatzstoffe. Im Vordergrund stehen dabei die Ultra- und Nanofiltration sowie Umkehrosmose, ohne die eine moderne Wasserversorgung zu Lande und zu Wasser, beispielsweise auf Kreuzfahrtschiffen, nicht mehr denkbar wäre. Zum Gesamtverständnis von Membranprozessen gehört die Unterscheidung von Membranen, Modulen und deren Verschaltung innerhalb von Membrananlagen.



Membranprozess und -trennstufen

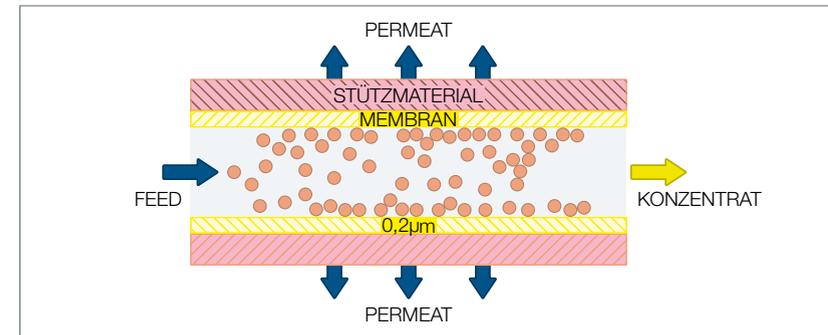


Abb. 111: Trennverhalten von Membranen

Membranen werden in Modulen angeordnet, die über mindestens einen Eingang für das zu trennende Fluid (Feed) und zwei Ausgänge für die durchgelassenen (Permeat) und die zurückgehaltenen Komponenten (Retentat)^[1] verfügen. Je nach Anwendungszweck wird das Permeat oder auch das Retentat für weiterführende Prozessschritte genutzt.

In der Verfahrenstechnik wird zwischen porösen und dichten Membranen unterschieden, die unterschiedliche Fähigkeiten zur Trennung (Selektivität) aufweisen. Die für den Einsatzbereich des Trinkwassers relevante Triebkraft ist die transmembrane Druckdifferenz zwischen der Feed- (Zufluss) und Permeatseite (z. B. gefiltertes Trinkwasser). Diese Differenz entsteht, weil auf der Feed-Seite ein Druck aufgebaut wird, der das Wasser durch die Poren der Membran presst.

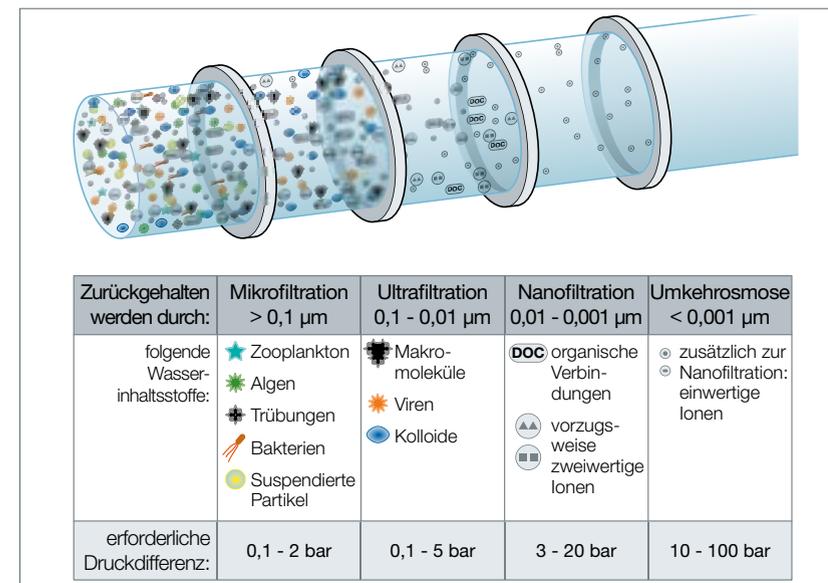


Abb. 112: Membrantrennstufen

[1] T. Melin, R. Rautenbach (2007), Springer 3. Aufl., Membranverfahren

Das Rückhaltevermögen von Membranen kennzeichnet, welche Stoffe eine Membran passieren können bzw. zurückgehalten werden. Sie werden in die Trennstufen Mikro-, Ultra- und Nanofiltration unterteilt. Bei der Umkehrosmose handelt es sich um ein Diffusionsverfahren, welches zufließendem Trinkwasser sämtliche Bestandteile bis hin zu einwertigen Ionen entzieht und ein für die menschliche Gesundheit unzuträgliches Permeat liefert, welches nicht mehr der Trinkwasserverordnung entspricht und damit beispielsweise nicht mehr für Spül- und Waschmaschinen eingesetzt werden darf. Nanofiltration kommt zum Beispiel zur Abscheidung organischer Verbindungen aus verunreinigten Gewässern zum Einsatz.

Im Gegensatz zur Mikrofiltration bietet Ultrafiltration mit einer Porengröße von ca. 0,02 µm den Vorteil, dass mikrobielle Bestandteile im Trinkwasser, bis auf wenige virale Bestandteile, vollkommen zurückgehalten werden (> 99,99 % - Log 6). Darüber hinaus scheiden Ultrafiltrations-Membranen Trübstoffe sowie partikuläre, organisch gebundenen Kohlenstoff (TOC) ab und können je nach Art der Nährstoffe damit reduzierend auf die Nährstoffbasis von Bakterien wirken. Die Mikrofiltration ist mit einer Porengröße von > 0,1 µm für dieses Verfahren ungeeignet.

Membrankonstruktion für UFC-Module

Ultrafiltrationsmembranen, die im Trinkwasserbereich zum Einsatz kommen, werden als strangartige, poröse Hohlfasermembranen industriell hergestellt. Die Bauform der 7-Poren-Membran^[1] hat sich aufgrund ihrer statischen Eigenschaften als vorteilhaft erwiesen, da sie relativ unempfindlich gegen mechanische Belastungen (z. B. Druckstöße) sind. Für Membranmodule werden Bündel von Hohlfasermembranen mit Faseraußendurchmessern von 4–6 mm verarbeitet.

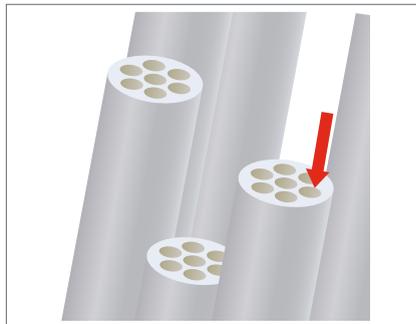


Abb. 113: Multibore[®]-UF-Membranfaser^[2]

[1] inge.basf.com/ev/internet/inge/en/content/inge/Produkte/Multibore_Membran
[2] INGE AG

Die Bündel werden in Mantelrohre aus Kunststoff oder Metall eingearbeitet und an den Modulenden mit Kunstharzen verklebt, sodass zu- und abströmendes Trinkwasser (Feed und Permeat) vollkommen voneinander getrennt sind. Die Modulgröße richtet sich nach der gewünschten Kapazität, gemessen als Durchfluss in Litern pro Stunde.

Die UF-Module werden von einer Seite angeströmt. Indem auf der Gegenseite ein Ventil geschlossen wird, entsteht ein Staudruck im Modul, der das Trinkwasser durch die Membranwandungen hindurch in Richtung des Ablaufs treibt (In-Out-Betrieb). Die zurückgehaltenen Bakterien und Stoffe müssen periodisch fortgespült werden, um einen permanenten Durchfluss zu gewährleisten. Der transmembrane Widerstand zwischen Feed- und Permeatseite von UF-Membranen, die für UFC-Anlagen Verwendung finden, liegt bei 0,1–0,4 bar und kann mit einfacher Pumpentechnik überwunden werden.



Abb. 114: Membranmodul mit Fließrichtungen

Die Abscheidung ist damit ein rein mechanischer Vorgang ohne chemische oder physikalische Vor- und Nachbehandlung. Es entstehen in UFC-Anlagen keine gefährlichen Stoffe oder Konzentrationen von unerwünschten Bestandteilen aus dem Trinkwasser.

Während der Konstruktion und des Betriebs muss beachtet werden, dass Membranen und deren Verklebungen mit Modulen infolge von mechanischen, chemischen und physikalischen Belastungen einem Alterungsprozess unterliegen und sich im Verlauf eines Einsatzes Kapillaren bilden können, die für Bakterien und andere Bestandteile des Trinkwassers durchgängig sind, was im Rahmen der Instandhaltung nach dem herstellereigenen Intervall (in der Regel jährlich) einen regelmäßigen Austausch notwendig macht.



Einbauorte für Ultrafiltrations-Module in Trinkwasserinstallationen

Aus Sicht der Anwender von Ultrafiltrations-Technologien in Trinkwasserinstallationen kommen folgende Einsatzpunkte für Ultrafiltrationsmodule infrage:

- 1 Hauseingang Point of Entry (POE). Auslegung auf den Spitzenvolumenstrom für Trinkwasser kalt und Trinkwasser warm. Einsatztemperatur ca. 10 °C–20 °C. Technisches Ziel: mikrobieller Rückhalt 99,99 %. Filtrationsstufe Ultrafiltration.
- 2 Zirkulations-Bypass Position der UFC. Auslegung auf Teilvolumenstrom. Einsatztemperatur mind. 45 °C. Technisches Ziel: kontinuierliche mikrobielle Reduktion als Senke. Filtrationsstufe Ultrafiltration.
- 3 Point of Use (POU) Spezialfilter für Entnahmestellenbetrieb (z. B. Duschen). Einsatztemperatur ca. 40 °C. Technisches Ziel: mikrobieller Rückhalt 99,99 %. Filtrationsstufe Ultrafiltration.

Die Einbauweise der Ultrafiltrations-Technologie im Bypass (2) wurde vor rund zwölf Jahren entwickelt und stellt aus technischen und hydraulischen Gründen die von Viega bevorzugte Einsatzposition dar.

Potenzielle Gefährdungen durch Modulgrößen

| Einsatzort | Auslegung | Einsatztemperatur | Gefährdungspotential aufgrund der Modulgröße |
|----------------------|---------------------|-------------------|--|
| 1 Hauseingang POE | Spitzenvolumenstrom | ca. 10–20 °C | +++++ |
| 2 PWC-C Bypass (UFC) | Schutzvolumenstrom | mind. 45 °C | ++ |
| 3 Point of Use | Nutzung | ca. 40 °C | + |

Tab. 28: Einsatzorte und potenzielle Gefährdungen

Mikrobielles Wachstum und Biofilmbildung innerhalb von Trinkwasserinstallationen ist unvermeidlich, d. h., mit jeder Vergrößerung von Membranoberflächen wächst auch die ansiedlungsfähige Fläche an. Daher müssen Membranen bzw. Membrananlagen innerhalb von Trinkwasserinstallationen als potenzielle Verkeimungsquellen angesehen werden. Dieses Risiko wird durch die angewendete UFC-Technologie im Bypass und spezieller Spültechnik wie auch Online-Überwachung minimiert, so das ein stabiler hygienischer Betrieb möglich ist.

Anwendung von UF-Membrananlagen

Für den Einsatz von Ultrafiltrationsmodulen innerhalb der Trinkwasserinstallation hat sich die Position im Bypass der Warmwasserzirkulation als die beste Alternative herausgestellt. Diese Position bietet unter den komplexen Anforderungen an eine temperaturunabhängige hygienische Stabilisierung von Trinkwasser besondere Vorteile:

- hydraulische Verhältnisse des Systems für Trinkwasser warm werden nicht beeinflusst;
- Betrieb der UFC-Module unter kontrollierten technischen Bedingungen;
- wirkungsvoller Schutzmechanismus gegen Membranbesiedelung;
- flexibel einstellbarer Reduktionsbetrieb mit kleinen Modulgrößen;
- keine Störanfälligkeit für die Nutzung des Warmwassers.

Während der Einsatz der Membrantechnik für die Trinkwassergewinnung in Normen geregelt und die Verwendung spezieller Membranfilter zum Zurückhalten von mikrobiellen Verunreinigungen an Entnahmestellen (z. B. Duschfilter) sogar unter klinischen Bedingungen zulässig ist, blieb der Membraneinsatz an allen anderen Einsatzpunkten bisher unberücksichtigt.

Der prinzipielle Einsatz von Ultrafiltration (Cross-Flow-Verfahren) im Trinkwasser in Gebäuden ist grundsätzlich seit 2007 schon durch die gültige europäische Norm DIN EN 14652 möglich, die in den Niederlanden angewendet wird, wie auch zur dortigen Zertifizierung (KIWA). In Österreich z. B. gibt es mittlerweile seit April 2023 sogar zusätzliche normative Vorgaben (ÖNORM B 1921), die eine Temperaturabsenkung mit Einsatz der Ultrafiltration ermöglichen. In der europäisch gültigen Norm ist dabei auch die generelle Absicherung des Moduls nach Flüssigkeitskategorie 2 beschrieben.

In Deutschland gab es bisher dazu keine weitere nationale Regelung, wie auch keine Verschärfung in der DIN 1988-100, die nur Filter (Dead-End) kleiner 80 µm regelt aber schon bei spezieller Aufbereitung Cross-Flow für Osmose bisher schon die Flüssigkeitskategorie 4 festgelegt hat, für UF im Crossflow gab es keine weiteren Anforderungen.

Für den Betrieb von Ultrafiltrationsanlagen gibt es zusätzlich eine Übergangsregelung in der Einleitung Absatz 7 der § 20-Liste, die erst mal in dieser Form bis 2031 weiter gültig ist.

Die Diskussionen der Fachwelt über die UFC-Bypass-Lösung waren bisher geprägt von Vorbehalten, die entweder auf wenig Kenntnissen über den Stand der Membrantechnik oder auf Fehlinterpretationen einzelner Passagen des Regelwerks beruhten. Um den Einsatz der, aus hygienischer Sicht, am weitesten entwickelten Bypass-UFC vorerst zu ermöglichen, wurden individuelle Zusatzregularien geschaffen.

Hierzu zählen insbesondere die „Leitplanken“ von aufsichtführenden Behörden der Bundesländer Niedersachsen und Schleswig-Holstein, die auch in anderen Bundesländern (Hamburg, Berlin, Hessen) Verwendung finden, sowie die daraus entwickelten DVGW-Rahmenbedingungen zum Einsatz von Membranfiltration in Modellprojekten und die Viega UFC-Herstellerrichtlinie für Pilotprojekte mit Einsatz von AquaVip Solutions mit UFC zur Absenkung der PWH-Temperatur in der Trinkwasserinstallation, die den kontrollierten Einsatz von UFC-Membrananlagen in einer Übergangsregelung ermöglichen.

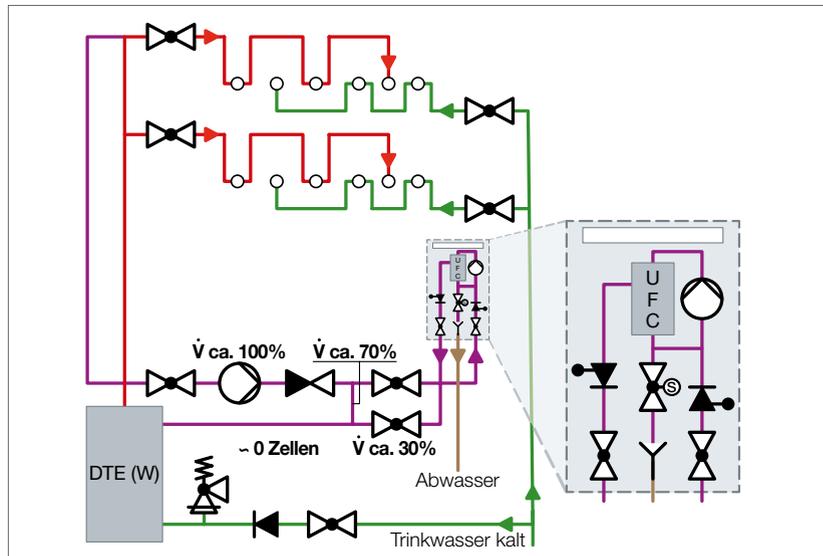


Abb. 115: Funktionsprinzip des UFC-Moduls (vereinfachte Darstellung) im Bypass des Zirkulationsrücklaufs eines PWH-C-Systems

Betrieb von AquaVip Solutions mit UFC

Die Temperaturabsenkung im Trinkwasser warm mit Hilfe von UFC-Modulen im Bypass basiert auf dauerhafter Einhaltung gesetzlich zulässiger mikrobieller Grenzwerte innerhalb des zentralen zirkulierenden Systems für Trinkwasser warm.

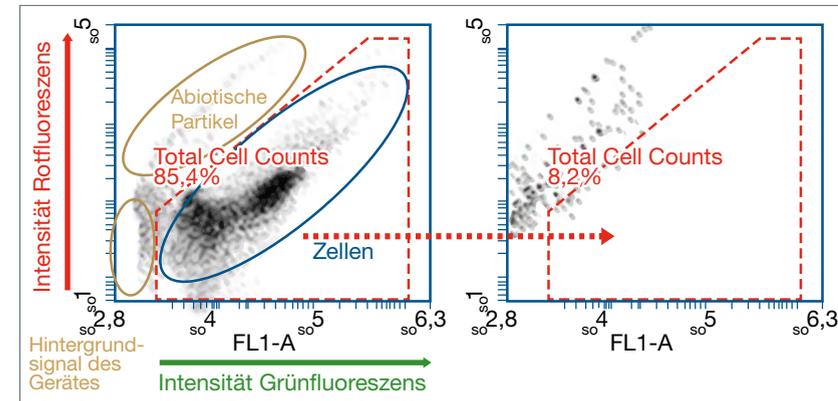


Abb. 116: Analytischer Nachweis durch GZZ

Einen wichtigen Beitrag zur Betriebssicherheit der UFC-Module leistet die am Institut für Infektionsmedizin am Uniklinikum (UKSH) Kiel für die Routineanwendung weiterentwickelte mikrobiologische Analysemethode der Zytometrie. Es handelt sich dabei um ein digitales, lasergestütztes Nachweisverfahren zur Bestimmung der Zellzahlen (GZZ) im Trinkwasser, welche die kulturelle Analytik in idealer Weise ergänzt.

Die Anzahl der Zellen (Bakterien) wird zur Kontrolle der Reduktionsleistungen vor und nach einem Filtermodul von UFC-Modulen bestimmt. Darüber hinaus wird mithilfe von gezielten Probenahmen innerhalb der Trinkwasserinstallation die Reduktion von mikrobiellen Verunreinigungen kontrolliert und gegebenenfalls durch Nachjustierung der UFC angepasst.

Bisherige Erfahrungswerte in allen Pilotprojekten zeigen, dass bei einem kontinuierlichen Betrieb mit normaler Nutzung des Warmwassers in der Trinkwasserinstallation im Schnitt 80–90 % der aus der Hauseinspeisung eingebrachten mikrobiellen Belastung aus einem zirkulierenden System für Trinkwasser warm entfernt werden. Diese Abreinigung setzt sich in peripheren Rohrleitungsabschnitten (z. B. Wohnungen) fort, sofern an diesen Stellen der gebäudespezifische bestimmungsgemäße Betrieb über die Entnahmematuration stattfindet.

Auslegung

Der Volumenstrom durch die UFC sollte 25–30 % des Gesamtvolumenstroms im Zirkulationssystem betragen. Bei Absenkung von Temperaturen bleibt der Volumenstrom innerhalb der gesamten Zirkulation gleich, lediglich die Spreizung ändert sich. Lag diese im Auslegungsfall bei 5 K, so wird diese bei Temperaturabsenkung nun geringer (siehe Kapitel „Zirkulation für Trinkwasser warm“ auf Seite 117). Bei einer angestrebten Temperaturabsenkung im Trinkwasser warm muss ein einmal geplantes UFC-Modul demnach nicht wieder baulich angepasst oder sogar neu ausgelegt werden.



Auslegungsbeispiel:

- Minstdurchfluss Zirkulationspumpe: 2,0 m³/h (Daten aus Rohrnetzdimensionierung)
- UFC Minstdurchfluss: 0,6 m³/h (objektspezifische Festlegung: 30 % des Volumenstroms wird über UFC geführt)

2

| Parameter | UFC 40 | UFC 70 | UFC 100 |
|--|---|-------------|-------------|
| Artikelnummer | 797034 | 797041 | 797553 |
| Abmessungen BxHxT | 550x1445x440 mm | | |
| Leergewicht | 44 kg | 45 kg | 46 kg |
| Material Gehäuse | EPP-Verkleidung (WLG 040) | | |
| Umgebungstemperatur | 5–50 °C | | |
| Relative Luftfeuchtigkeit | max. 75 % | | |
| max. Leistungsaufnahme | 183 W | | |
| Betriebsdruck | 0,25–0,6 MPa | | |
| Max. Betriebstemperatur | 60 °C | | |
| Luftdruck | 700–1200 hPa | | |
| Reinigungsleistung | 25–30 % des Zirkulationsvolumenstroms (DTE/UFC) | | |
| Durchflussmedien | Trinkwasser nach TrinkwV | | |
| Zulässige Wasserhärte | Max. 14° dH – Höhere Härte auf Anfrage | | |
| Max. Zirkulationsvolumenstrom | 27 l/min | 40 l/min | 60 l/min |
| Min. Filtervolumenstrom | 2,0 l/m | 2,5 l/m | 3,0 l/m |
| Max. Filtervolumenstrom | 8 l/min | 13 l/min | 16 l/min |
| Anschlussleitungen auf der Sekundärseite | | | |
| Überwurfmutter (flachdichtend) | | | |
| PWH | G1 | PWH G 1 ¾ | PWH G 1 ¾ |
| PWH-C | G1 | PWH-C G 1 ½ | PWH-C G 1 ½ |
| PWC | G1 | PWC G 1 ¾ | PWC G 1 ¾ |

Tab. 29: Technische Daten UFC-Module

$$\dot{V}_{UFC} = 0,6 \frac{m^3}{h} = 10 \text{ l/min}$$

▷ Auswahl UFC 70 (aus Tab. 29, max. Filterstrom, ermittelt)

2

Dokumentation von UFC-Betriebszuständen

Die Reduktionsleistung von Ultrafiltrationsmodulen als Senke im Bypass allein genügt nicht, um hygienische Sicherheit in zirkulierenden Systemen für Trinkwasser warm zu bieten. Die Prozesssicherheit von Ultrafiltration hängt von weiteren wesentlichen Rahmenbedingungen ab:

- gesicherte Trinkwasserqualität des Wasserversorgers,
- funktionierender hydraulischer Abgleich im Trinkwasser warm,
- Vermeidung von konstruktiven Verkeimungsquellen innerhalb von Trinkwasserinstallationen (z. B.: fehlende Sicherungseinrichtung, Totstrecken),
- ausreichender Wasseraustausch bis in die Peripherie durch objektspezifischen bestimmungsgemäßen Betrieb,
- Online-Überwachung (Temperaturen, UF-Funktion) und Störfallmanagement.

Modellprojekte und praktische Anwendung

Die UFC im Bypass wird seit 2016 eingesetzt, um Vorlauftemperaturen in Trinkwasser warm von 60/55 °C auf 53/50 °C und mittlerweile 47/45 °C oder weniger abzusenken, und damit neue Möglichkeiten für den Einsatz regenerativer Wärmeerzeugung und damit die Umsetzung der Wärmewende zu eröffnen. Erste Anlagen, die bereits seit 2013 eingesetzt werden, ohne aber die Vorlauftemperaturen abzusenken, liefern seitdem einwandfreie Ergebnisse. Die aktuellen assoziierten Pilotprojekte von Viega im Rahmen der schon erwähnten Forschungsvorhaben durchlaufen seit 2020 noch eine intensive technische Betreuung und werden daher als Modellprojekte in Abstimmung mit dem Gesundheitsamt geführt. Sie liefern auf dem Weg zur praktischen Anwendung wichtige Informationen für die aktuelle technische Entwicklung und wissenschaftliche Forschung (Stand der Wissenschaft und Technik).

In einem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) unterstützten Forschungsprojekt „Ultrafiltration als Element der Energieeffizienz in der Trinkwasser-Hygiene“ wird bis Ende 2023 (Abschlussbericht. 30.06.2023) in wissenschaftlich begleiteten Feldtests untersucht, ob ein hygienischer Betrieb bei abgesenkten Trinkwarmwasser-Temperaturen in nach der TrinkwV hygienisch unbelasteten Gebäuden systemisch gewährleistet werden kann, siehe „Klimaschutzziele und Energieeffizienz in der Trinkwasserinstallation“ auf Seite 76.

Zusammenfassung

Die im AquaVip Solution eingegliederte Ultrafiltrations-Technologie im Bypass der Zirkulation von Trinkwasser warm kann als ausgereifte Anwendung der Membrantechnik angesehen werden. Sie erfüllt die Anforderungen des UBA bezüglich des wissenschaftlichen Nachweises in der Praxis und bedarf eines technischen Umfelds, das auf die höchste Wirksamkeit der mechanischen Abscheidung von mikrobiellen Belastungen ausgelegt ist. Dazu gehört auf jeden Fall:

- Bedarfsgerechte zentrale Durchfluss-Trinkwassererwärmung,
- ein einwandfreier hydraulischer Abgleich des Zirkulationssystems für Trinkwasser warm,
- Trinkwasser kalt ohne mikrobielle Auffälligkeiten, insbesondere im Zulauf zum Trinkwassererwärmer,
- gebäudespezifisches Nutzungskonzept mit bedarfsabhängiger automatischer Spülung von Trinkwasser warm und kalt,
- kontinuierliche Überwachung der Betriebszustände,
- eigensichere Spülfunktion des Ultrafiltrationsmoduls,
- hochwertige technisch aufeinander abgestimmte Installationskomponenten,
- Service- und Dienstleistungen zur Unterstützung von Planern und Betreibern.

Bau, Betrieb und Instandhaltung

Lagerung und Montage

Alle Bauteile einer Trinkwasserinstallation müssen in hygienisch einwandfreiem Zustand auf der Baustelle angeliefert werden. In den Herstellungsprozessen werden inzwischen trockene Dichtheitsprüfungen bevorzugt, um ein mikrobielles Risiko in den Produkten ausschließen zu können. Nach einer Dichtheitsprüfung mit Wasser kann das Restwasser in einer Armatur gerade während langer Lagerungszeiten in den Sommermonaten eine Vermehrung von Mikroorganismen begünstigen. Rohre, Formstücke und Armaturen müssen immer so gelagert werden, dass das Eindringen von Schmutz und Schmutzwasser sicher ausgeschlossen werden kann. Durch die oft über längere Zeit andauernden Bauphasen ist sonst das Risiko groß, dass in den Komponenten noch vor der Inbetriebnahme der Anlage eine Verkeimung erfolgt.

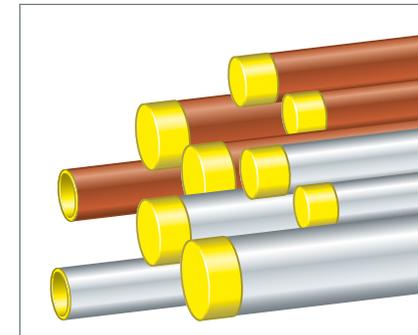


Abb. 117: Rohrstopfen als Hygieneschutz

Viega Rohre werden mit Stopfen verschlossen geliefert, sodass der Transport aus hygienischer Sicht als gesichert gelten kann. Diese Schutzstopfen sollten auch für den Verschluss von Steigleitungen während der Montage benutzt werden, weil dort immer mit dem Eindringen von trockenem Zementstaub oder ähnlichem gerechnet werden muss, besonders in Schächten. Obwohl solche Eintragungen üblicherweise mikrobiologisch als unkritisch zu bewerten sind, kann dennoch der Spülaufwand groß sein, um komplexe Rohrleitungsnetze für den späteren Betrieb von solchen Eintragungen zu befreien.

Im Gegensatz dazu können Reparaturen oder Anlagenerweiterungen hygienisch weitaus kritischer sein. Ein qualifizierter Monteur weiß, dass er sich nach Arbeiten mit Schmutzbelastung, z. B. an einem bestehenden Entwässerungssystem oder nach dem Besuch der Toilette, die Hände gründlich reinigt, bevor er an einer Trinkwasserinstallation weiterarbeitet. Die Risiken für die Trinkwasser-Qualität und damit für das Schutzziel „Gesundheit“ müssen während der Arbeit an Altanlagen oder bei Betriebsunterbrechungen deshalb kritischer bewertet werden als bei Installationsarbeiten im Neubau. In diesem Sinne muss auch die Anforderung an örtlich beschränkte Reparaturen (DIN EN 806-4, Punkt 6.3.5) bezüglich der Desinfektion von Bauteilen interpretiert werden, die in vorhandene Leitungen eingebaut werden.

So dürfen z. B. Pressverbinder erst unmittelbar vor Verwendung der Originalverpackung entnommen werden und bedürfen daher keiner Desinfektion.

Verschlusskappen von Apparaten wie z. B. Trinkwassererwärmer etc. müssen erst unmittelbar vor der Montage entfernt werden. So ist gewährleistet, dass eine Kontamination durch Kleintiere, die vor Montage diese Apparate als Behausung oder Nest nutzen, ausgeschlossen werden kann. Eine Kontamination durch die Kadaver von Kleintieren in einer Trinkwasserinstallation kann diese derart mit *Salmonellen*, *E. coli* oder *Enterokokken* belasten, dass nur noch eine Komplettsanierung Abhilfe schafft.

Dichtheitsprüfung trocken

Zum Erhalt der Trinkwasser-Hygiene sowie zum Korrosions- und Frostschutz soll ein Befüllen der Trinkwasserinstallationen erst unmittelbar vor Beginn des bestimmungsgemäßen Betriebs erfolgen. Lange Verweilzeiten des Wassers in einer befüllten oder teilweise befüllten Anlage haben negative Auswirkungen und müssen deshalb vermieden werden. Eine Dichtheitsprüfung mit Wasser nach den Vorgaben der DIN 1988-200 darf deshalb nur noch in bestimmten Fällen durchgeführt werden, z. B. wenn die Dichtheitsprüfung kurz vor der Inbetriebnahme erfolgt. Dabei muss beachtet werden, dass eine einmal mit Trinkwasser befüllte Trinkwasserinstallation sich in der Regel nicht wieder komplett entleeren lässt, was Risiken für die Trinkwasser-Hygiene mit sich bringen würde. Die trockene Dichtheitsprüfung ist damit unverzichtbar, um Risiken für die Trinkwasser-Hygiene auszuschließen. Die menschliche Gesundheit und damit eine einwandfreie Trinkwasser-Qualität muss als Schutzziel immer höher bewertet werden als die Prävention materieller Schäden. Auch der Planer, der die Materialauswahl für ein Objekt trifft, ist in das Thema einbezogen. So muss er im Vorfeld eine korrosionschemische Bewertung der Materialien für die Trinkwasserinstallation durchführen. Dabei muss er die DIN EN 12502 zum Korrosionsschutz berücksichtigen. Auch diese geht von einer trockenen Druckprobe aus.

Nach DIN EN 806-4 müssen Dichtheitsprüfungen trocken und die anschließende Belastungsprüfung nass durchgeführt werden. Im Anschluss an eine nasse Dichtheits- oder Belastungsprüfung muss sofort der bestimmungsgemäße Betrieb erfolgen, d. h. ein kompletter Wasseraustausch muss alle 3 Tage (nach VDI 6023 Blatt 1), aber spätestens nach 7 Tagen (nach DIN EN 806) erfolgen. Da dies in der Praxis für alle Teilstrecken kaum umzusetzen ist, werden Dichtheitsprüfungen mit trockener, ölfreier Druckluft oder inerten Gasen empfohlen und anschließend Belastungsprüfungen, die als Alternative zu einer Belastungsprüfung nass geeignet und zugelassen sind. Dazu müssen die Vorgaben der entsprechenden Merkblätter, z. B. des ZVSHK oder der BTGA Regel 5.001, beachtet werden, die auch konkrete Vorgaben für alternative Belastungsprüfungen beinhalten.

Bei der Belastungsprüfung nass muss der Prüfdruck entsprechend DIN EN 806-4 das 1,1-fache des maximalen Betriebsdrucks betragen. Die Prüfzeit bei metallenen Rohren beträgt nach Temperatenausgleich 10 min, bei Kunststoffen erfolgt die bekannte Vor- und Hauptprüfung.

Für alle Viega Installationssysteme ist grundsätzlich eine trockene Belastungsprüfung zulässig. Bei größeren Bauvorhaben wird eine Trinkwasserinstallation häufig in Teilschritten installiert, manchmal sogar aufgeteilt in mehrere Lose. Bei solchen Projekten ist die trockene Dichtheitsprüfung der Standard. Sie erfolgt mit Druckluft oder Inertgas mit 150 mbar Druck. Nach Erreichen des Prüfdrucks muss die Prüfzeit bei einem Rohrleitungsvolumen von bis zu 100 l mindestens 120 min betragen. Ist die Anlage größer, dann verlängert sich die Prüfzeit pro 100 l um jeweils 20 min. Die anschließende Belastungsprüfung muss ebenfalls trocken mit einem maximalen Betriebsdruck von 3 bar bei Nennweiten bis DN 50 bzw. 1 bar bei Nennweiten > DN50 über 10 min durchgeführt werden. Ganz wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass die Belastungsprüfung mit einer Sichtkontrolle aller Verbindungen auf Dichtheit kombiniert wird.^[1]

Weil die Sichtkontrolle in der Praxis aber nicht immer möglich bzw. unwirtschaftlich ist, gibt es gesonderte Regelungen für Verbindungssysteme, die die Eigenschaft „unverpresst undicht“ aufweisen. Das ist bei Pressverbindern mit der SC-Contur von Viega der Fall, die sowohl vom DVGW als auch vom Institut für Schadenverhütung und Schadenforschung der öffentlichen Versicherer geprüft wurden. Die SC-Contur ist eine Zwangsundichtheit des Pressverbinders über den gesamten Druckbereich von 22 mbar bis 3 bar trocken und von 1 bar bis 6,5 bar nass, unabhängig vom Dichtelement, sofern eines zur Abdichtung im Pressverbinder benötigt wird. Zudem schützt eine zylindrische Rohrführung die Dichtelemente in den Pressverbindern der Viega Metallrohrleitungssysteme. Die Rohrführung stellt sicher, dass bei der Montage das Rohr gerade in den Pressverbinder gesteckt und das Dichtelement nicht beschädigt wird. Versehentlich nicht verpresste Verbindungen fallen damit bei der Dichtheits- und Belastungsprüfung auf.

Gewindeverbindungen und Verschraubungen müssen zuvor von Hand kontrolliert werden. Eine Untersuchung hat gezeigt, dass diese Verbindungen, weder mit einer trockenen noch mit einer nassen Dichtheitsprüfung, weder bei niedrigen noch bei hohen Drücken, sicher zentral überprüft werden können.

Grundsätzlich muss auch die Erstbefüllung einer Trinkwasserinstallation, unabhängig von der Art der Dichtheitsprüfung, mit Trinkwasser erfolgen. Wird dieses nicht konsequent sichergestellt, ergeben sich häufig nachhaltige, mikrobiologische Belastungen. Protokolle und Dokumentationen über das Inbetriebnahmeverfahren sind deshalb sehr wichtig. Die Beprobung des Füllwassers wird dringend empfohlen (vgl. DIN 1988-200).

[1] Dichtheitsprüfungen von Trinkwasser-Installationen mit Druckluft, Inertgas oder Wasser, Merkblatt, Zentralverband Sanitär Heizung Klima, Januar 2011.



2

Inbetriebnahme

Mit der erfolgreich durchgeführten und dokumentierten Hygiene-Erstinspektion sowie der im Vorfeld durchgeführten trockenen Dichtheitsprüfung sind die Grundsteine der Inbetriebnahme geschaffen. Vielfach vergessen wird die Übergabe der für den bestimmungsgemäßen Betrieb notwendigen Dokumente, denn nur selten ist auch der spätere Betreiber an der Errichtung des Gebäudes beteiligt und ist daher nicht immer über die planerischen Festlegungen informiert. Da der Betreiber einer Trinkwasserinstallation das Anlagenbuch für den bestimmungsgemäßen Betrieb vorhalten muss, müssen ihm, in Anlehnung an die VDI 3810-2/6023-3, mit der Inbetriebnahme folgende Unterlagen übergeben werden:

Allgemeine Informationen

■ **Objektdateien**

Mit den Objektdateien werden die allgemeinen Spezifikationen des Gebäudes weitergegeben. Hier wird auf die generelle Nutzung eingegangen und welche baulichen Besonderheiten es gibt.

■ **Technische Daten der Trinkwasserinstallation**

Hier finden sich spezifischere Daten zur Trinkwasser-Installation wie beispielsweise die Art der Energiebereitstellung oder das verwendete Trinkwassererwärmungssystem.

Planungsunterlagen

■ **Raumbücher**

Im Bereich der Trinkwasser-Hygiene ist der Unternehmer oder sonstige Inhaber (Betreiber) für die Einhaltung der Parameter nach Trinkwasserverordnung verantwortlich. Um diesen Pflichten nachzukommen, ist neben den richtigen Temperaturen im Leitungsnetz auch eine an den Bedarf angepasste Dimensionierung unerlässlich sowie der bestimmungsgemäße Betrieb aller Entnahmestellen. Diese beiden Eigenschaften liegen aber zumeist nicht in seinem Einflussbereich, denn die Dimensionierung wird bei der Planung durch den Fachplaner vorgenommen, und im Bereich des bestimmungsgemäßen Betriebs ist nicht immer allein der Betreiber maßgeblich verantwortlich. Gerade für diese beiden letzten Punkte ist aber ein Raumbuch und das damit verbundene Nutzungskonzept des Gebäudes unabdingbar und von der VDI 6023 Blatt 1 bzw. der DIN 1988-200 und somit der VOB/B gefordert.

Die Beschreibung der Nutzergruppen und Wassernutzung im Gebäude ist dabei ein wesentlicher Bestandteil des notwendigen Nutzungskonzepts (siehe Beispiel Tab. 30).

| Raum | Nutzung | Bezeichnung Entnahmestelle | Beschreibung | Nutzung mind. alle 72 Stunden VDI 6023 Blatt 1 | |
|--------------|----------|----------------------------|---|---|----------------------------|
| Schulgebäude | Raum 003 | Küche | SR003-1 SR003-2 SR003-3 | Alle drei Kalt- und Warmwasseranschlüsse werden täglich genutzt; samstags und sonntags wird die Küche nicht genutzt (außer in den Ferien); mit der Trinkwasser-Installation verbundene endständige Geräte wurden gesondert erfasst | Ja |
| | Raum 004 | Kunstraum | SR004-1 | Der Kalt- und Warmwasseranschluss wird täglich genutzt (außer am Wochenende und in den Ferien) | Ja |
| | Raum 005 | Chemieraum | SR005-1 SR005-2-10 SR005-11 SR005-12 | Der Kalt- und Warmwasseranschluss am Tisch der Lehrer*Innen (SR005-1) wird täglich genutzt (außer am Wochenende und in den Ferien); die anderen Wasserhähne (SR005-2-10) werden nur etwa alle zwei Wochen genutzt; die vorhandene Notdusche (SR005-11) und das Gerät zur Spülung der Augen (SR005-12) werden fast nie genutzt. Ein Spülplan für die Not- und Augenduschen ist nicht vorhanden | Ja Nein Nein Nein |
| | Raum 006 | Teeküche | SR006-1 | Die Anschlüsse werden täglich genutzt (außer am Wochenende und in den Ferien) | Ja |
| | Raum 007 | Klassenzimmer | SR007-1 | Der Kaltwasseranschluss wird täglich genutzt (außer am Wochenende und in den Ferien); ein Warmwasseranschluss ist nicht notwendig | Ja/Nein |

Tab. 30: Beispiel eines Nutzungsplans in einer Schule^[1]

[1] Umweltbundesamt, Das Water Safety Plan (WSP)-Konzept für Gebäude, Oktober 2020.

2



Im Raumbuch kann der Betreiber mit dem Fachplaner dezidiert den späteren Bedarf an Zapfstellen, die erwartete gleichzeitige Nutzung mehrerer Entnahmestellen und die Art der Entnahmestellen festhalten. Dies hat für beide Seiten Vorteile, denn wenn der Bedarf bekannt ist, kann der Fachplaner die Trinkwasser-Installation exakt nach den Bedürfnissen auslegen und die Rohrleitungen unter Umständen kleiner bemessen. Außerdem entsteht für den Fachplaner nicht das Risiko, dass in der Ausführungsplanung Armaturen eingeplant werden, die mit ihrem Mindestfließdruck oder auch dem Berechnungsdurchfluss vom verwendeten Normwert abweichen.

Aus Hygienesicht unterstützt das Raumbuch den Planer bei dem Ziel, das hygienisch zu beherrschende Trinkwasservolumen auf das notwendige Mindestmaß zu reduzieren und unnötig große Leitungen zu vermeiden. Den Betreiber unterstützt das Raumbuch dabei, ein wirtschaftlich günstiges Installationssystem einzubauen und nachher im Betrieb die Sicherheit zu haben, im Rahmen seines Hygienekonzepts immer genau nur die Menge an Trinkwasser auszuspülen, die notwendig ist, um die Trinkwasser-Hygiene sicherzustellen.

Natürlich gibt es Installationen, in denen nicht von einer regelmäßigen Nutzung über alle Entnahmestellen ausgegangen werden kann, aber auch unterstützende Systeme wie Spülstationen können in einem solchen Raumbuch vermerkt werden, da sie dem Betreiber nochmals den Hinweis geben, dass in bestimmten Nutzungseinheiten das Spülvolumen über die Armatur deutlich reduziert werden kann, weil eine Spülstation bereits das vorgelagerte Leitungssystem abgesichert hat.

Raumbücher für Trinkwasser-Installationen können in unterschiedlichen Varianten erstellt werden. Es gibt Varianten, bei denen Trinkwasser mit anderen Gewerken wie Elektro-, Heizungs- oder Klimatechnik zusammengefasst ist oder es gibt Varianten, bei denen die Gewerke strikt getrennt sind. Beide Varianten erfüllen Ihren Zweck, aber grundsätzlich gilt, dass ein ausführliches Raumbuch bereits im Vorfeld zur Vermeidung von späteren hygienischen Problemen beiträgt.

Grundsätzlich sollte ein Raumbuch folgende Angaben enthalten:

- Entnahmestellen nach Art, Nutzungshäufigkeit, Ort und Anzahl
- Anforderung an die Rohrleitungsführung einschließlich erforderlicher Probenahmestellen und Löschwasserübergabestellen
- Art der Rohrleitungsführung
- Schutz des Trinkwassers und Listung entsprechend verbauter Sicherungseinrichtungen
- Notwendige Instandhaltungsmaßnahmen und deren Häufigkeit

| Ausstattung | | Kz | PWC | PWH | Ausführungsart | Anzahl [St] | Nutzung je Tag/ Woche | Verbrühungs- schutz | Inspektion- Wartung | Spülintervall automat. | Sonstiges |
|--------------------|------------------|-------|-----|-----|--------------------------|-------------|-----------------------|---------------------|---------------------|------------------------|-----------|
| Lfd | Objekt | | | | | | | | | | |
| 1 | Leitungsmaterial | | x | x | Mehrschicht- verbundrohr | 1 | täglich | | | | |
| Badezimmer | | | | | | | | | | | |
| 2 | Waschtisch | WT.01 | x | x | | 1 | täglich | nein | DIN 1988 | | |
| 3 | Dusche | DU.01 | x | x | | 1 | täglich | nein | DIN 1988 | | |
| 4 | Badewanne | BA.01 | x | x | | 1 | 1 x wöchentlich | nein | DIN 1988 | | |
| 5 | WC | WC.02 | x | x | | 1 | täglich | | DIN 1988 | 24 Std. | |
| Küche | | | | | | | | | | | |
| 6 | Spüle | SP.01 | x | | PHW mit el. DLE | 1 | täglich | nein | DIN 1988 | | |
| 7 | Spülmaschine | SpMa | x | | | 1 | 3 x wöchentlich | | DIN 1988 | | |
| Abstellraum | | | | | | | | | | | |
| 8 | Waschmaschine | WaMa | x | | | 1 | 3 x wöchentlich | | DIN 1988 | | |

Tab. 31: Beispielausschnitt aus einem Raumbuchblatt für Nutzungssegmente (Bereich Sanitär) – 1/3



| | |
|---------------------------------|--|
| Aufbau der Installation | Zuleitung über eine zentrale Einspeisung, die sich in die Kalt- und Warmwasserversorgungsnetze aufteilt. |
| | Die Kaltwasserversorgung innerhalb des Hauses erfolgt durch ungeschliffene Installation zu allen Verbrauchsstellen (Waschtische, WC's und Duschen). Das WC als letzter Verbraucher ist mit einer automatischen Spüleinrichtung ausgestattet. |
| | Die Warmwasserversorgung erfolgt ausgehend von der Heizzentrale mit einem zirkulierenden Leitungsnetz. Das Warmwasser wird analog zum Kaltwasser als durchgeschliffene Installation verteilt. Die Leitungen enden jeweils am letzten Verbraucher mit automatischer Spüleinrichtung. |
| | Bei Nichtbenutzung kühlt die Warmwasserleitung auf Raum- / Umgebungstemperatur ab. |
| | Die Warmwasserbereitung wird über einen zentralen Durchflusstrinkwassererwärmer mit Auslegung auf Normtemperaturen 60/55 °C realisiert. |
| Wartung Nutzung Sonstiges | Eine Kaltwasserzirkulation ist nicht vorhanden. Maximaltemperaturen werden über Spüleinrichtungen gehalten, indem zeit- oder temperaturgesteuert für automatische Spülungen gesorgt wird. |
| | Wartungsintervalle gemäß DIN EN 806-5 Tabelle A. 1 und Herstellerangaben |
| | Gleichzeitigkeit im Raum gemäß DIN 1988-300. Die Nutzungshäufigkeit ist abhängig von der Belegung durch Nutzer. Im Bereich von Nutzungseinheiten, in denen das Trinkwasser nicht permanent zirkuliert, kann davon ausgegangen werden, dass die Entnahmestellen täglich genutzt oder normativ gespült werden. Bei längerer Abwesenheit von Nutzern kann somit davon ausgegangen werden, dass der bestimmungsgemäße Betrieb sichergestellt wird. |
| | Hinweis zum bestimmungsgemäßen Betrieb: Gemäß TrinkwV und allgemein anerkannter Regeln der Technik, muss ein Wasseraustausch an allen Entnahmemarmaturen sichergestellt werden (72 h). Empfehlung: 24 h. Kann dies nicht durch die regelmäßige Benutzung gewährleistet werden, muss der bestimmungsgemäße Betrieb durch regelmäßiges Spülen an allen Entnahmestellen durch Personal auf Basis eines Spülplans sichergestellt werden (simulierte Entnahme). Alternativ kann die Entnahme mit automatischen Spüleinrichtungen erfolgen (z. B. WC-Spülkästen). |

Tab. 32: Beispielausschnitt aus einem Raumbuchblatt für Nutzungssegmente (Bereich Sanitär) – 2/3

| Sanitär/ Einrichtungs- gegenstände | Anzahl | Instand- haltungs- hinweis | Nut- zung 1/d | PWC | PWH | Σ PWC l/d | Σ PWH l/d |
|--|--------|----------------------------------|---------------------|---------|---------|--------------|--------------|
| Waschbecken: | | | | | | | |
| WC: | | | | | | | |
| Duschen: | | | | | | | |
| Spülbecken: | | | | | | | |
| Urinale: | | | | | | | |
| Ausgussbecken: | | | | | | | |
| Notdusche (Stk.): | | | | | | | |
| Augendusche (Stk.): | | | | | | | |
| Sonstiges: | | | | | | | |
| Summe Wasserverbrauch | | | | | | | |
| Ausstoßzeit | | | | | | | |
| Wasseraustausch sichergestellt über | | | | | | | |
| Sanitär/Sonstiges | Anzahl | Hersteller | Typ | | | | |
| Bodenablauf: | | | | | | | |
| Sonstiges: | | | | | | | |

Abb. 118: Beispielausschnitt aus einem Raumbuchblatt für Nutzungssegmente (Bereich Sanitär) – 3/3

Ein Raumbuch vermeidet aber nicht nur für die beiden beteiligten Parteien spätere Probleme in der Ausführung oder bei Anlagenbetrieb, denn aus einem Raumbuch können sich auch Anforderungen für andere Gewerke ergeben. Beispielhaft seien hier dynamisch regelnde Armaturen erwähnt, die in ihrer Funktion essenzielle Aufgaben in der Trinkwasser-Installation übernehmen und deswegen regelmäßig auf Funktion überprüft werden sollten. So sieht es auch die VDI 6023-3/3810-2 vor, aber häufig werden diese Bauteile in der Abhangdecke verbaut, ohne eine Revisionsöffnung zur regelmäßigen Kontrolle vorzusehen. Während der Raumbucherstellung kann auf solche Punkte bereits frühzeitig eingegangen und entsprechende Öffnungen vorgehalten werden.

Bei Raumbüchern ergibt sich neben der Bedeutung für hygienische Installationen auch eine erhöhte rechtliche Sicherheit, denn in Raumbüchern lässt sich neben der erwarteten Nutzung eine gewünschte Ausstoßzeit für Trinkwasser warm und mittlerweile immer wichtiger werdend auch für Trinkwasser kalt festlegen. Mit diesen Festlegungen und eventuellen Temperaturvorgaben lässt sich die Rohrleitungsführung entscheidend beeinflussen. Statt beispielsweise Ringleitungen für Trinkwasser warm oder kalt zu verwenden, kann es mitunter sinnvoll sein,

Reihenleitungen oder sogar einzelne Stichleitungen zu bestimmten Verbrauchern zu legen, um die geforderten kürzeren Ausstoßzeiten zu erreichen und zu realisieren. Hierbei bleibt die Frage offen, ob alle Verbraucher regelmäßig genutzt werden, um diese Art der Rohrleitungsführung entsprechend hygienisch abzusichern. In einem Mehrpersonenhaushalt ist es beispielsweise die Dusche, die durchaus mit einer Einzelzuleitung angebunden werden kann, da nicht zu erwarten ist, dass sie bei beispielsweise vier Personen von Stagnation betroffen ist. Wendet man hier die Komfortklasse III der VDI 6003 an, dann wird für die Dusche eine Ausstoßzeit von 7 s zum Erreichen einer Temperatur von 42 °C bei einem Mindestdurchfluss von 9 l/min vorgesehen, die im Falle der Dusche mit einer Einzelzuleitung von bis zu 10 m realisiert werden kann. Aufgrund der bereits angesprochenen häufigen Nutzung ist hier kein Einschleifen in eine Ring- oder Reihen-Installation notwendig, da der regelmäßige Wasseraustausch ein Wachstum der Bakterien effektiv verhindert.

■ **Berechnungen (vgl. Abschnitt 3.5.1 der DIN 18381)**

Mit diesen Dokumenten wird dem späteren Betreiber die Berechnung des Rohrnetzes übergeben, damit während des Betriebs überprüft werden kann, ob sich beispielsweise bauliche Ergänzungen hydraulisch ins System integrieren lassen oder ob größere Baumaßnahmen eingeplant werden müssen. Häufig vergessen werden die Einstellwerte für Zirkulationsreguliertventile (kv-Werte und Soll-Temperaturen), denn unabhängig von der Funktion fordert die DIN 18381 unter Abschnitt 3.5.1, dass der hydraulische Abgleich mit den rechnerisch ermittelten Einstellwerten durchgeführt werden muss. Nach Inbetriebnahme muss überprüft werden, ob sich die ermittelten Temperaturen an den Zirkulationsventilen auch tatsächlich einstellen. Die DIN 18381 ist insofern bedeutsam, da sie Bestandteil der VOB Teil C ist und damit Bestandteil der meisten Werkverträge.

■ **Pläne der Rohrleitungsnetze**

Grundsätzlich unabdingbar für den späteren Betrieb einer Trinkwasser-Installation sind die Pläne der Rohrleitungen, insbesondere das Strangschema und die Grundrisse, da nur hier ersichtlich ist, wo welche Leitungen vorgesehen und an welchen Stellen der Trinkwasser-Installation regelmäßige Instandhaltungsmaßnahmen erforderlich sind. Besonders letzterer Punkt spielt eine entscheidende Rolle, da nicht immer an der fertiggestellten Anlage ersichtlich ist, wo Tätigkeiten zur Instandhaltung tatsächlich notwendig sind. An diesen Stellen muss bei Inbetriebnahme geprüft werden, ob diese zugänglich sind und notwendige Revisionsöffnungen eingebaut worden sind (Armaturen und Apparate).

Inbetriebnahmedokumente

■ **Protokoll zur Hygiene-Erstinspektion**

In diesem Protokoll werden mehrere Punkte festgehalten, die bereits zu diesem Ausführungszeitpunkt vorliegen müssten und deren Vollständigkeit überprüft werden muss. Die Grundlage für die Hygiene-Erstinspektion findet sich in der VDI 6023 Blatt 1 im Abschnitt 6.9.2 und beinhaltet das Prüfen der Unterlagen auf Vollständigkeit, das Überprüfen der Anlage auf Einhaltung der Anforderungen des Raumbuchs und das Überprüfen der Verbindungen zu Nichttrinkwassersystemen und deren korrekte Systemtrennung.

■ **Druckprüfungsprotokolle**

Mit der Inbetriebnahme erfolgt auch die Übergabe der Druckprüfungsprotokolle, die im Idealfall eine mit trockener, ölfreier Druckluft oder inerten Gasen durchgeführte Prüfungen ausweisen.

■ **Analysenbericht zur Erstbeprobung**

Mit der Errichtung einer Anlage ist die Erstbeprobung verpflichtend und die dabei gewonnenen Untersuchungsergebnisse gehören zu den Unterlagen, die bei der Inbetriebnahme übergeben werden.

■ **Protokolle für Übergabe und Einweisungen**

Mit der Abnahme einer Trinkwasser-Installation erfolgt auch der Gefahrenübergang, der dokumentiert werden sollte, da zu diesem Zeitpunkt auch die Verpflichtung zum bestimmungsgemäßen Anlagenbetrieb vom Fachhandwerker auf den Betreiber der Anlage wechselt. Darüber hinaus sollte sich der Fachhandwerker nach der Fertigstellung seines Werks durch Unterschrift rückversichern, dass er die Mitarbeiter des Betreibers im hygienischen Umgang mit der Trinkwasser-Installation unterwiesen hat. Hierzu ist beispielsweise eine Schulung nach VDI-MT 6023 Blatt 4 Kat. C geeignet.

Herstellerunterlagen

■ **Gebrauchsanleitungen**

Als Grundlage für spätere Instandhaltungsunterlagen müssen bei der Übergabe der Trinkwasserinstallation die entsprechenden Gebrauchsanleitungen übergeben werden.

■ **Wartungshinweise**

Vielfach geben die Hersteller in ihren Dokumenten bereits wichtige Hilfestellungen, was im Rahmen von präventiven Maßnahmen unternommen werden kann, um mögliche Schäden an der Trinkwasserinstallation vorbeugend zu verhindern.

■ **Instandhaltungsanleitungen**

Sofern diese Unterlagen vom Hersteller der Produkte bereitgestellt werden, sollten diese übergeben werden, da sie es dem Betreiber erleichtern, eine Instandhaltungsplanung zu etablieren.

Betriebsbuch

■ Instandhaltungsunterlagen

Die Herstellerunterlagen im Bereich Instandhaltung ergänzt um die Unterlagen, die darüber hinaus vom Betreiber zur Durchführung der Instandhaltung erstellt wurden, stellen einen nicht unwesentlichen Teil des Betriebsbuchs dar. Durch die Sammlung dieser Unterlagen ist es dem Betreiber jederzeit möglich, seine Pflicht in Bezug auf die routinemäßige Instandhaltung nachzuweisen. Hier finden sich idealerweise Standardarbeitsanweisungen für jedes instandhaltungsrelevante Bauteil. Alle Armaturen und Apparate mit einer regelungstechnischen Aufgabe erfüllen eine Funktion, die regelmäßig überprüft werden sollten. Der Hygieneplan stellt eine Erweiterung des Instandhaltungsplans um Kontrolluntersuchungen des Trinkwassers auf festgelegte Parameter sowie Dokumentation der Durchführung aller Maßnahmen dar. Er kann Unterkapitel des Hygieneplans nach IfSG oder einer Hygieneverordnung sein.

■ Beschreibung des Störungs- und Energiemanagements

Auch der Punkt des Störungs- und Energiemanagements spielt für die Aufgaben des Planers primär keine Rolle, sorgt aber dafür, dass dieses Thema frühzeitig angegangen wird und nicht im Nachgang zur Ausführung ein kostenintensives Nachrüsten erfolgt.

■ Betriebsanweisungen

Das Bereitstellen der Betriebsanweisungen ist keine Aufgabe, die vom Planer allein bewerkstelligt werden muss, vielmehr muss bei der Erstellung dieser Unterlagen eine Zusammenarbeit mit dem zukünftigen Betreiber erfolgen. Je komplexer das System geplant wird, desto umfangreicher ist auch der anschließende Betrieb. Mit einfachen Rohrleitungsführungen und beherrschbaren Systemen lassen sich die Bauteilanzahl und somit auch der Personalaufwand im Betrieb deutlich reduzieren. Nichtsdestotrotz kann der Planer durch einfache sowie übersichtliche Installationen einen wirtschaftlichen Betrieb, wie nach DIN 1988 und DIN 18381 gefordert, realisieren, denn mit wartungsarmen Installationen lassen sich hohe Instandhaltungs- und Monitoringkosten vermeiden.

Bestimmungsgemäßer Betrieb

In Trinkwasserinstallationen, die nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik geplant, gebaut, in Betrieb genommen, betrieben und instandgehalten werden, ist eine mikrobiologisch einwandfreie Trinkwasser-Qualität an der Entnahmestelle sichergestellt. Für die einwandfreie Trinkwasser-Qualität spielt vor allem der hygienisch sichere Betrieb, definiert nach a. a. R. d. T. als „bestimmungsgemäßer Betrieb“, der Trinkwasserinstallation eine entscheidende Rolle. Darunter versteht man nach DIN 1988-200 Abschnitt B 1 und VDI 6023 Blatt 1 den „Betrieb der Trinkwasserinstallation über alle Entnahmestellen mit regelmäßiger Kontrolle auf Funktion sowie die Durchführung der erforderlichen Instandhaltungsmaßnahmen für den betriebssicheren Zustand unter Einhaltung der zur Planung und Errichtung zugrunde gelegten Betriebsbedingungen, gegebenenfalls durch simulierte Entnahme (manuelles oder automatisiertes Spülen)“. Aus hygienischer Sicht ist die manuelle und automatisierte Entnahme von Trinkwasser an den Entnahmestellen gleichwertig.

Eine regelmäßige Instandhaltung ist die Voraussetzung für den bestimmungsgemäßen Betrieb einer Trinkwasserinstallation. Er liegt dann vor, wenn:

- die Trinkwasserinstallation wie bei der Planung zugrunde gelegt betrieben wird,
- bedenkliche Stagnation in der gesamten Trinkwasserinstallation vermieden wird (u. a. regelmäßige Wasserentnahme),
- die Temperaturen für kaltes und erwärmtes Trinkwasser eingehalten werden und
- die Maßnahmen zum Schutz des Trinkwassers nach DIN EN 806-5, DIN EN 1717 und DIN 1988-100 sowie die Instandhaltungsintervalle, insbesondere die Wartungsintervalle, eingehalten werden.

Im Betrieb muss von Anfang an ein fehlender Wasseraustausch in nicht oder nicht hinreichend genutzten Trinkwasserleitungen unbedingt vermieden werden, ansonsten besteht durch den fehlenden Wasseraustausch die erhöhte Gefahr einer mikrobiellen Verunreinigung. Planungsziel der Auslegung muss sein, dass an jeder Stelle der Trinkwasserinstallation ein vollständiger Wasseraustausch durch Entnahme innerhalb von 72 Stunden, also spätestens alle drei Tage stattfindet, ansonsten gilt es als Betriebsunterbrechung. Falls notwendig müssen Nutzungsunterbrechungen wie Leerstand, Saisonbetrieb oder Schulferien des jeweiligen Gebäudes durch geeignete Maßnahmen an den Entnahmearmaturen kompensiert werden. In besonderen objektspezifischen oder baulich bedingten Fällen (z. B. Lebensmittelbetriebe, Krankenhäuser, Seniorenpflegeheime, verstärkte Fremderwärmung des Trinkwassers kalt – PWC) kann es notwendig sein, verkürzte Intervalle für den Wasseraustausch (≤ 24 Std.) zu definieren.

Bei längerer Verweilzeit des Wassers in der Trinkwasserinstallation kann die Wasserqualität durch Vermehrung von Mikroorganismen und in Lösung gehende Werk- und Betriebsstoffe beeinträchtigt werden. Die Beeinträchtigung hängt ab von der gelieferten Wasserqualität, den verwendeten Werkstoffen der Trinkwasserinstallation, den Betriebsbedingungen, der Trinkwasser-Temperatur und der Verweilzeit des Trinkwassers (Stagnation). Die Maßnahmen bei unvermeidbaren Betriebsunterbrechungen sind in Tab. 33 beschrieben.



| Dauer der Betriebsunterbrechung | Maßnahmen zu Beginn der Unterbrechung | Maßnahmen bei Rückkehr (Ende der Unterbrechung) |
|---------------------------------|---|--|
| ≥ 4 Stunden bis 3 Tage | keine | Stagnationswasser ablaufen lassen bis zur Temperaturkonstanz |
| > 72 Stunden bis maximal 7 Tage | Betriebsunterbrechung | |
| | Schließen der Absperrereinrichtung | Öffnen der Absperrereinrichtung, Wasser mindestens fünf Minuten an mehreren Entnahmestellen gleichzeitig fließen lassen |
| | bei selten genutzten Anlagenteilen, z. B. Gästezimmer, Garagen- oder Kelleranschlüsse regelmäßige, mindestens wöchentliche Erneuerung des Wassers in der Einzelzuleitung durch Entnahme an voll geöffneter Entnahmestelle | |
| bis maximal 4 Wochen | Schließen der Absperrereinrichtung | bei Wiederinbetriebnahme vollständiger Wasseraustausch an allen Entnahmestellen durch Spülung mit Wasser nach DVGW W 551-3 (A) |
| > 4 Wochen bis maximal 6 Monate | Schließen der Absperrereinrichtung, in befülltem Zustand belassen (wenn keine Frostgefahr) | bei Wiederinbetriebnahme nach DVGW W 551-3 (A) spülen, mikrobiologische Kontrolluntersuchungen gemäß TrinkwV (Trinkwasser, warm und kalt) und auf Legionellen (Trinkwasser, warm und kalt) durchführen |
| > 6 Monate | Anschlussleitung von der Versorgungsleitung durch WVU oder Fachmann abtrennen lassen | Benachrichtigung des WVU, Wiederinbetriebnahme gemäß DIN EN 806-4 durch eingetragenes Installationsunternehmen; bei Wiederinbetriebnahme nach DVGW W 551-3 (A) spülen, mikrobiologische Kontrolluntersuchungen gemäß TrinkwV (Trinkwasser, warm und kalt) und auf Legionellen (Trinkwasser, warm und kalt) durchführen |

Tab. 33: Maßnahmen bei Betriebsunterbrechung^[1]

Wenn es zu einer Änderung z. B. der

- Anzahl der Entnahmestellen,
- Entnahmehäufigkeiten,
- Gleichzeitigkeiten oder
- Spitzenvolumenströme

kommt, müssen die entsprechenden Teile des Anlagenbuchs (z. B. Raum- buch, Strangschemata, Bestandsdokumentation, Instandhaltungsplan) angepasst werden. Bei einer Änderung der Betriebsbedingungen oder der Nutzung muss die vorhandene Trinkwasserinstallation durch bauliche, organisatorische oder betriebstechnische Maßnahmen an die geänderten Betriebsbedingungen angepasst werden.

[1] VDI 3810 Teil 2 / VDI 6023 Teil 3, Betreiben und Instandhalten von Gebäuden und gebäudetechnischen Anlagen – Trinkwasser-Installationen / Hygiene in Trinkwasser-Installationen – Betrieb und Instandhaltung, Beuth Verlag, Berlin, 05/2020.

Ein bestimmungsgemäßer Betrieb einer Trinkwasserinstallation erfordert

- bedarfsorientierte Planung nach den Vorgaben der Raumbücher,
- Ausführung, Abnahme und Übergabe nach geltenden Normen und Richtlinien,
- dokumentierte Einweisung des Betreibers,
- ausreichend fachlich ausgebildetes Personal (Hygieneschulung z. B. nach VDI-MT 6023 Blatt 4 oder ZVSHK „Fachkraft für Trinkwasser-Hygiene“^[1],
- Verfügbarkeit relevanter Planungs- und Betriebsunterlagen (Anlagenbuch),
- klare Zuordnung der Verantwortlichkeiten (Eigentümer und/oder Betreiber).

Im Anlagenbuch werden alle relevanten Planungsunterlagen, Betriebsparameter und Prüfungen über den Lebenszyklus der Trinkwasserinstallation lückenlos dokumentiert. Das Betriebsbuch ist als Teil des Anlagenbuchs die Ablagestelle für alle relevanten Dokumente über Arbeiten an der Trinkwasserinstallation inklusive Analyseergebnissen von Trinkwasser-Untersuchungen und Instandhaltungsmaßnahmen. Grundlage des Betriebsbuchs ist der Instandhaltungs- oder Hygieneplan (vgl. Kapitel „Inbetriebnahme“ auf Seite 274).

Einen negativen Einfluss haben selten genutzte Entnahmestellen, die aufgrund ihrer Lage oder Verwendung nur selten frequentiert werden. Bei solchen Entnahmestellen muss bereits bei der Planung die tatsächliche Notwendigkeit geprüft werden, da mit jeder Entnahmestelle die Wahrscheinlichkeit einer Kontamination des Systems steigt. Wenn die Notwendigkeit einer solchen Entnahmestelle gegeben ist, dann sollten über den Hygieneplan bzw. den Spülplan Maßnahmen vorgesehen werden, um die ungewollte Stagnation zu verhindern. Zum Beispiel ist bei einem Ausgussbecken im Kellerbereich die einfachste Möglichkeit das regelmäßige manuelle Spülen der Entnahmestelle, wobei die Frage gestellt werden muss, wie realistisch die Annahme ist, dass eine solche Entnahmestelle dann auch im Realbetrieb ordnungsgemäß gespült wird.

Eine weitere Möglichkeit, solche Entnahmestellen bis zur Wandscheibe abzusichern, bietet die Einbindung in eine Reihen- oder Ringleitung angrenzender Nutzungsbereiche. Wenn in den anderen Nutzungsbereichen aufgrund der häufigen Frequentierung Wasser gezapft wird, dann wird das Rohrleitungsvolumen vor der Wandscheibe der jeweiligen selten genutzten Entnahmestelle ausgetauscht. Ringleitungen bei Trinkwasser kalt empfehlen sich immer dann, wenn es sich um eine Installation handelt, die häufig von mehreren Benutzern gleichzeitig genutzt wird. Hier stehen bei einer Ring-Installation mehr Druckreserven zur Verfügung als beispielsweise bei einer Reihen-Installation bei gleicher Nennweite. Außerdem besteht nicht zwingend das Problem, dass es Stagnationsbereiche zwischen zwei Entnahmestellen gibt, da die Entnahmestellen eher gleichzeitig als vereinzelt genutzt werden.

[1] VDI 3810 Teil 2 / VDI 6023 Teil 3, Betreiben und Instandhalten von Gebäuden und gebäudetechnischen Anlagen – Trinkwasser-Installationen / Hygiene in Trinkwasser-Installationen – Betrieb und Instandhaltung, Beuth Verlag, Berlin, 05/2020.

Reihenleitungen bieten sich für Nutzungseinheiten oder Installationen an, in denen Entnahmestellen eher sequenziell statt gleichzeitig genutzt werden. Bedingt durch die eventuell gleichzeitige Nutzung der Entnahmestellen muss die Leitung zwar größer dimensioniert werden als bei einer Ring-Installation, aber der Weg der wasserführenden Rohrleitung verringert sich und somit auch das stagnationsgefährdete Volumen.

Instandhaltung

Der Begriff der Instandhaltung bezeichnet grundsätzlich alle technischen und administrativen Tätigkeiten, die dem Erhalt oder der Wiederherstellung des funktionsfähigen Zustands dienen und damit die geforderte Funktion des Bauteils ermöglichen. Hierzu zählen auch Tätigkeiten des Managements, das grundsätzlich die Planung und Koordination der Arbeiten übernehmen muss, damit auch alle Bauteile einer Installation regelmäßig überprüft werden. Der Begriff der Instandhaltung^[1] gliedert sich grundsätzlich in vier Bereiche:

1. **Wartung**

Die Wartung ist eine präventive Tätigkeit, die dazu dient, einen Schaden zu verhindern, bevor er überhaupt entsteht. Demnach erfolgt eine Wartung in regelmäßigen Abständen, bevor es zu einer Funktionsbeeinträchtigung kommt. Aus hygienischer Sicht wird demnach der hygienisch einwandfreien Soll-Zustand bewahrt.

2. **Inspektion**

Bei der Inspektion wird das Bauteil durch Messung, Beobachtung und Funktionsprüfung auf seine maßgeblichen Merkmale untersucht. Ziel der Inspektion ist, die eigentliche Funktion des Bauteils zu überprüfen und die Notwendigkeit einer Instandsetzung festzustellen. Der hygienische Ist-Zustand wird festgestellt und beurteilt.

3. **Instandsetzung**

Die Instandsetzung umfasst das Wiederherstellen der Funktion eines defekten Bauteils, damit es seine ursprüngliche Aufgabe wieder ausführen kann. Der hygienisch einwandfreie Soll-Zustand wird somit wiederhergestellt.

4. **Verbesserung**

Die Verbesserung dient dazu, die Zuverlässigkeit, Instandhaltbarkeit oder auch Sicherheit eines Systems zu erhöhen und somit den Wert einer Anlage zu erhöhen. Die Sicherheit einer hygienisch einwandfreien Trinkwasser-Installation wird damit erhöht.

Die Instandhaltung hat generell das Ziel, den Zustand eines Systems, in diesem Fall das der Trinkwasserinstallation, zu erhalten oder sogar zu verbessern. Allen Maßnahmen gemein ist die Tatsache, dass besonders regelnde und aktive Bauteile in die routinemäßige Instandhaltung eingebunden werden müssen. Besonders bei diesen Bauteilen liegen die kritischen Komponenten einer Trinkwasserinstallation, denn jede Art von beweglichem Bauteil kann durch Verschleiß, Schmutz und Kalk von Funktionsausfall betroffen sein.

[1] DIN 31051 Grundlagen der Instandhaltung

Im Rahmen der Verkehrssicherungspflicht ist der Unternehmer oder sonstige Inhaber einer Trinkwasserinstallation verpflichtet, den Nutzern seiner Installation einwandfreies Trinkwasser zur Verfügung zu stellen. Damit dies fortlaufend gewährleistet ist, muss die Trinkwasserinstallation in Stand gehalten werden, wobei es besonders wichtig ist, auf die Zugänglichkeit zu achten. Nicht ohne Grund fordert die VDI 6023-3/3810-2 deshalb bereits in der Grundrissplanung, die Zugänglichkeit für Instandhaltungsmaßnahmen zu berücksichtigen. Auch wenn Bauteile von Herstellern als wartungsfrei angeboten werden, sollte in jedem Fall kritisch die Frage gestellt werden, ob es Komponenten in oder an dem Bauteil gibt, die von Funktionsausfall betroffen sein können und ob es eventuell notwendig sein könnte, entgegen den Herstellerinformationen eine regelmäßige Instandhaltung durchzuführen und bereits bei der Planung entsprechende Zugänge oder Freiflächen vorzusehen.

Die Verantwortung für die Instandhaltung trägt der Betreiber einer Trinkwasserinstallation, weswegen er ein Interesse daran haben sollte, zu prüfen, ob Maßnahmen notwendig werden. Ebenso trifft ihn die Verantwortung, Verbesserungen an der bestehenden Anlage durchzuführen, um erkannte oder mittlerweile bekannte Schwachstellen ausschließen zu können. Hierzu zählt beispielsweise der hydraulische Abgleich von Zirkulationsleitungen, um die im DVGW-Arbeitsblatt W 551 geforderten Temperaturen wieder einzuhalten.

Ein weiterer Punkt, der im Bereich der Instandhaltung häufig zu wenig Beachtung findet, ist die Inspektion. Entgegen dem weit verbreiteten Verständnis beinhaltet eine Inspektion nicht alleine nur eine Sichtkontrolle des Bauteils auf augenscheinliche Beschädigungen oder Veränderungen, sondern auch die Prüfung auf Funktion des entsprechenden Bauteils. Gerade hier spielen nicht nur die Zugänglichkeit zum Produkt, sondern auch Überprüfungsmöglichkeiten eine wichtige Rolle. Neben der manuellen Kontrolle bei thermostatischen Zirkulationsventilen kann das elektronische Zirkulationsventil neben seiner Temperaturmessung auch eigenständig Funktionskontrollen durchführen. Werden diese Fragen unter anderem bei der Planung einer Trinkwasserinstallation berücksichtigt, ist die Instandhaltung im späteren Betrieb deutlich einfacher (Vorsorgeprinzip).

Festlegung der Probenahmestellen

Beim Betrieb von öffentlichen oder gewerblichen Gebäuden ist der Betreiber grundsätzlich verpflichtet, Probenahmen durchzuführen, um den Nachweis einer einwandfreien Trinkwasser-Hygiene zu führen. Um dieser Verpflichtung nachkommen zu können, muss nach § 41 Abs. 4 TrinkwV bereits bei der Errichtung des Gebäudes auf die Festlegung der Probenahmestellen geachtet werden. Trinkwasserproben müssen grundsätzlich an der Stelle der Einhaltung der Anforderungen nach § 10 der TrinkwV genommen werden (§ 41 Abs. 1 TrinkwV) Nicht jede Stelle in einer Trinkwasserinstallation eignet sich gleich gut zur Beprobung auf mikrobiologische und chemische Parameter, und häufig werden äußere Einflussfaktoren vernachlässigt.

Als Beispiel sei hier eine in die Warmwasserzirkulation eingebundene Armatur genannt, denn hier kann es in Folge der Wärmeleitung über die Armatur zu einer Erwärmung der Kaltwasserseite kommen und infolgedessen zu einem Aufkeimen pathogener Mikroorganismen. Nach dem Vorsorgeprinzip sollte hier eine Beprobung auf Legionellen stattfinden, da es durch die Aufwärmung des Kaltwasseranschlusses zu einem vermehrten Wachstum von beispielsweise *Legionella species* kommen kann. Dem Verständnis der Trinkwasserverordnung folgend wäre nun eine Gesundheitsgefahr zu befürchten und es müssten Abhilfemaßnahmen getroffen werden. In der Praxis wird dies allerdings nur selten gemacht, da die Gefahr einer Entdeckung von Legionellen und der damit verbundene Aufwand gescheut wird. Hierbei wird häufig die Empfehlung des DVGW in seiner Wasserinformation Nr. 90 vernachlässigt, die nochmals eindeutig darauf hinweist, dass bei Anzeichen einer Kaltwassererwärmung die Kaltwasserseite ebenfalls beprobt werden muss.

Ganz allgemein gelten für die Festlegung von Probenahmestellen zwei Bedingungen:

1. Der Festlegende muss hygienisch-technische Erfahrungen mit entsprechender Berufsausbildung besitzen.
2. Das Gesundheitsamt muss der Festlegung der Probenahmestellen zustimmen.

Was Punkt 1 betrifft, gibt es unterschiedliche Arten der Qualifizierung bzw. des Nachweises einer hygienisch-technischen Erfahrung. Nach der Empfehlung des Umweltbundesamts zur Beprobung auf Legionellen gilt: „Die Festlegung der Probenahmestellen liegt in der Verantwortung des Betreibers und ist durch hygienisch-technisch kompetentes Personal mit nachgewiesener Qualifikation zu treffen. Hinsichtlich der Anforderungen für eine ausreichende Qualifikation wird auf die Empfehlung des Umweltbundesamtes zur Durchführung einer Gefährdungsanalyse verwiesen.“

Demnach gelten z. B. als kompetent:

- gemäß DIN EN ISO 17020 akkreditierte technische Inspektionsstellen für Trinkwasser-Hygiene,
- Planungs- und Ingenieurbüros (Planer) und
- Handwerksbetrieben des Installationshandwerks (Vertragsinstallationsunternehmen nach AVBWasserV)^{[1],[2]}.

Das DVGW-Arbeitsblatt W 551 beinhaltet in der Rangfolge der einschlägigen Normen zum Thema Probenahmestellen die ungenauesten Angaben, denn hier wird von Probenahmestellen für Trinkwasser warm in der Peripherie gesprochen. Etwas konkretisiert wird die Aussage des Arbeitsblatts durch die Aussage, dass jede Steigleitung durch die Proben erfasst werden muss,

[1] Empfehlung des Umweltbundesamtes (UBA), Systemische Untersuchungen von Trinkwasser-Installationen auf Legionellen nach Trinkwasserverordnung – Probenahme, Untersuchungsangabe und Angabe des Ergebnisses, 18. Dezember 2018.

[2] Empfehlung des Umweltbundesamtes (UBA), Empfehlungen für die Durchführung einer Gefährdungsanalyse gemäß Trinkwasserverordnung, 14. Dezember 2012.

sofern er nicht hydraulisch identisch zu anderen Steigleitungen ist. Dies bedeutet nicht zwangsläufig, jede Steigleitung beproben zu müssen, sofern sichergestellt ist, dass die beprobten Steigleitungen eine Aussage über die nicht beprobten Steigleitungen zulassen. Dies kann sich in der Praxis als schwierig erweisen, da ein pumpenferner Strang nicht zwangsläufig der hydraulisch ungünstigste sein muss. Ein pumpennaher Strang kann also durchaus der hydraulisch ungünstigste sein.

Je geringer die Anzahl der Steigleitungen allgemein ist, desto geringer ist demnach auch der Aufwand bei der Festlegung der Probenahmestellen, denn wenige Stränge lassen sich nicht nur hydraulisch besser beherrschen, sondern auch vom Sachverständigen leichter auf Funktion überprüfen. Eine weitere Herausforderung bei der Festlegung der Probenahmestellen ergibt sich aus der Historie des DVGW-Arbeitsblatts W 551, denn in diesem Arbeitsblatt werden nur Steigleitungen im klassischen Sinn behandelt. Die klassische Steigleitung bestehend aus einer Warmwasserleitung, die vertikal verläuft, lässt sich aber nicht mehr mit der Installationsform vereinen, bei der einzelne Nutzungseinheiten in die Warmwasserzirkulation eingebunden werden. Überträgt man das System der Steigleitungen auf solche Systeme, die teilweise aus hunderten einzelner Zirkulationskreise bestehen, wird klar, dass jeder einzelne Zirkulationskreis als eigene Steigleitung gesehen werden muss, da er einzeln eingeregelt werden muss. Auch hier muss jede Steigleitung beprobt werden. Einzig wenn die hydraulische Ähnlichkeit mehrerer Steigleitungen vorliegt, lässt sich eine Einschränkung des Probenahmeschemas vornehmen.

Eine hydraulische Herausforderung ergibt sich aus der Lage des Rückflussverhinders im Gesamtsystem, der normalerweise zentral vor der Pumpe angeordnet ist. Für jeden einzelnen Zirkulationskreis bedeutet dies, dass bei einer Zapfung innerhalb der Nutzungseinheit der Großteil des Trinkwassers warm aus der Warmwasserleitung kommt, aber immer auch ein Anteil aus der Zirkulationsleitung, da diese eine Art Ringleitung bildet. Besonders im Zusammenspiel mit der DIN ISO 5667 Teil 5 wird dieser Punkt nochmals bedeutsam, denn dort heißt es, dass immer dort eine Probe genommen werden muss, wo zwei verschiedene Wässer zusammenfließen. In dem Fall der einzelnen Zirkulationskreise müssten somit für jeden Regelkreis mindestens zwei Proben genommen werden, um die einzelnen Teileinspeisungsmengen zu beproben.

Die DIN EN ISO 19458 berücksichtigt vorgenannten Punkt ebenfalls, denn dort heißt es im Kapitel 3 „Probenahmestelle“: „Die Heterogenität des hydraulischen Systems berücksichtigen.“ Unter den aufgeführten Beispielen heißt es dann weiter, dass Probenahmestellen, die von zwei Quellen gespeist werden, das Probenahmeergebnis durchaus beeinflussen, wenn nicht sogar verfälschen können. Alleine deswegen sollten die beiden Teileinspeisungsmengen separat überprüft werden. Auch Bereiche, in denen der Durchfluss geringer ist als bei einer eigentlichen Nutzung, müssen explizit bei der Wahl der Probenahmestelle berücksichtigt werden. Besonders in komplexen Systemen, bei denen die Warmwasserzirkulation den Wasseraustausch

ersetzen soll, kann es aufgrund der niedrigen Durchflussgeschwindigkeiten im Zirkulationsbetrieb zu einem lockeren Biofilmwachstum (siehe „Durchströmung“ auf Seite 74) kommen. Da dieser bei einer späteren Nutzung abreißen kann, müssen besonders diese Systeme beprobt werden.

Generell sollten Systeme, die mit unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeiten betrieben werden, beispielsweise beim Einsatz von Bauteilen nach dem Venturi-Prinzip oder in durch den reinen Zirkulationsbetrieb abgesicherten Warmwasserleitungen, einer genauen Betrachtung unterzogen und die einzelnen Teileinspeisungsmengen überprüft werden. Besonders im Bereich des Warmwassers können Kalkausfällungen und Schmutzeinträge die Funktion von regelungstechnischen Bauteilen erheblich einschränken und somit zu Verschiebungen im eigentlichen Anlagenbetrieb führen.

Als letztes enthält auch die DIN ISO 5667 Teil 5 Angaben zur Wahl der Probenahmestellen. Im Kapitel 5 dieser Norm wird eine Empfehlung zum Einbau von Probenahmestellen aufgelistet. Demnach sollten Probenahmestellen folgende Eigenschaften besitzen:

1. Die gewählten Probenahmestellen sollten Proben ermöglichen, die für das System als Ganzes oder für dessen Hauptanlagenteile repräsentativ sind.
2. In Systemen mit Wasser aus mehr als einer Herkunft sollten die Probenahmestellen die entsprechenden Teileinspeisungsmengen [...] widerspiegeln.
3. Die Probenahmestellen sollten über das Rohrnetzwerk verteilt sein, wobei die Anzahl der Anschlüsse und Verzweigungen proportional sein muss.
4. Die Probenahmestellen sollten auch Orte einschließen, die für die ungünstigsten Herkünfte repräsentativ sind und die als anfällig für Kontaminationen gelten, wie Krümmungen, Niederdruckzonen und das Ende von Systemen.
5. Werden Wässer unterschiedlicher Herkunft innerhalb eines komplexen Leitungssystems vermischt, sollten die Probenahmestellen die Identifizierung der jeweiligen Anteile aus den betreffenden Einspeisungen ermöglichen.

Auch wenn manche Punkte sich dem Wortlaut nach eher auf den Bereich der Wasserversorgung beziehen, heißt es im Eingangstext, in dem der Einsatzbereich beschrieben wird, explizit: „Speziell dieser Teil von ISO 5667 gilt auch für Wasser in jedem Verwendungsstadium, das einer Verbrauchsstelle in einem Verteilersystem kontinuierlich zugeführt wird. [...] Das bedeutet, dass auch Verteilung innerhalb großer Gebäude eingeschlossen ist [...]“. Mit diesen Sätzen wird deutlich, dass sich die Empfehlungen zu den Probenahmestellen eindeutig auf alle Trinkwasserinstallationen innerhalb von Gebäuden bezieht.

Punkt 1 findet sich so sinngemäß auch im DVGW-Arbeitsblatt W 551 wieder, denn auch dort gilt als Grundsatz für die Wahl der Probenahmestellen, dass die Proben einen Überblick über die gesamte Installation geben sollen. Wie oben bereits angesprochen, wird dies allerdings bei komplexen Installationen, bei denen teilweise mehrere Ring-Installationen in Reihe angeordnet wurden, immer schwieriger zu beurteilen, denn die Frage ist immer, welche Zirkulationskreise den größten Einfluss auf das beprobte Trinkwasser haben. Eine belastbare Aussage zu diesem Thema kann vom Sachverständigen nur ausreichend genau getroffen werden, wenn er die exakten hydraulischen Zustände innerhalb des Systems kennt und zudem noch den Einfluss der einzelnen Zirkulationskreise auf die Gesamt-Installation einschätzen kann. Ohne genaue Kenntnisse des Systems und dessen Regelverhalten heißt das per se zunächst, dass alle Zirkulationskreise einer Warmwasser-Installation beprobt werden müssen.

Eine weitere Besonderheit ergibt sich durch den Teilsatz „oder für dessen Hauptanlagenteile“. Im Bereich der Warmwasser-Installation besteht einer der Hauptanlagenteile aus dem Warmwasserbereiter, darum muss vor und hinter dem Warmwasserbereiter beprobt werden. Dies ergibt sich allein durch die Tatsache, dass viele Warmwasserbereiter in Form eines Trinkwasserspeichers große Mengen Trinkwasser bevorraten und damit auch ein erhöhtes Risiko für eine Legionellenvermehrung darstellen. Aber auch für dezentrale Trinkwassererwärmer ergibt sich diese Verpflichtung, denn auch hier kann es nach Aussage des Umweltbundesamts zu einer Legionellenvermehrung kommen. Dezentrale Trinkwassererwärmer müssen in die Suche nach der Ursache für Legionellenbefall einbezogen werden. Es sind also explizit alle Erwärmer gemeint, vom zentralen Speicher bis hin zum kleinen dezentralen Trinkwassererwärmer, denn besonders bei letzteren hat sich in letzter Zeit herausgestellt, dass diese Systeme nicht pauschal unbedenklich sind.

Punkt 2 beschäftigt sich, wie bereits die DIN EN ISO 19458, mit der Schwierigkeit von Ring-Installationen bei der Beprobung. Bei Ring-Installationen strömt Wasser immer aus zwei Richtungen in nicht immer gleichem Verhältnis zur Entnahmestelle und legt dabei auch unterschiedliche Wege zurück. Durch die Untersuchungen beider Einspeisemengen werden nachteilige Beeinflussungen des Trinkwassers auf einem der beiden Fließwege identifiziert und eine genaue Fehleranalyse sowie rechtzeitige und zielgerichtete Gefahrenabwehr möglich. Damit steigt in einer Ring-Installation, auch in solchen mit Bauteil nach Venturi-Prinzip oder in Warmwasserzirkulationskreisen, die Zahl der zu entnehmenden Proben auf mindestens zwei, da beide Fließrichtungen separat beprobt werden müssen.

Punkt 3 nimmt diese Eigenschaft bei der Probenahme ebenfalls auf, denn auch hier soll abhängig von der Anzahl der Verzweigungen und Abgängen die Anzahl der zu nehmenden Proben angepasst werden, insbesondere, da weit verzweigte Systeme eine höhere Anfälligkeit für Kontamination haben. Um dies auszuschließen bzw. mit der routinemäßigen Probenahme nachzuweisen, sollte die Wahl der Probenahmestellen so genau wie möglich die unterschiedlichen Kontaminationspfade abdecken. Für Ringleitungen, die über

eine Venturi-Düse in die Trinkwasserinstallation eingebunden sind, ergeben sich allein aufgrund der Anzahl der Anschlüsse zwei Probenahmestellen innerhalb der Ring-Installation. Analog ergibt sich diese Forderung auch für einzelne Zirkulationskreise, beispielsweise wenn einzelne Nutzungseinheiten in die Zirkulation eingebunden werden. Aber auch auf angeschlossene Systeme lässt sich diese Anforderung übertragen, denn wenn eine Enthärtungsanlage in das System eingebunden wird, dann stellt dies eine Abzweigung dar, und da das enthärtete Wasser nachher mit dem unbehandelten Trinkwasser verschnitten wird, ergibt sich vor und hinter jeder Wasserbehandlungsanlage jeweils eine Probenahmestelle, um die hygienische Unbedenklichkeit im Betrieb solcher Anlagen nachzuweisen.

Punkt 4 der DIN ISO 5667 Teil 5 deckt sich in seiner Aussage mit der des DVGW-Arbeitsblatts W 551, denn dort werden Proben in der Peripherie gefordert, die in den allermeisten Fällen die Probenahme am Ende des Systems vorsehen. Je weiter die Entnahmestelle in Richtung zentraler Verteilung liegt, desto wahrscheinlicher ist, dass zumindest das Wasser in der Zuführung ausgetauscht wird. Bei endständigen Entnahmestellen besteht diese Möglichkeit nicht, weswegen probenahmetechnisch diese Stellen besonders im Fokus stehen.

Punkt 5 beschäftigt sich mit dem Zusammenfließen verschiedener Trinkwasser und wird besonders in hydraulisch komplexen Anlagen interessant, da besonders hier lokale Kontaminationen weit in das Trinkwassernetz verteilt werden können und damit eine lokale Kontamination zu einer systemischen werden kann. Für Systeme, die aus mehreren kleinen Zirkulationskreisen bestehen, heißt dies, grundsätzlich zwei Probenahmestellen vorzusehen. Zum einen am Zirkulationsreguliertventil, um das in die Sammelleitung fließende Trinkwasser zu beproben, und zum anderen vor dem Vereinigungspunkt von Sammelzirkulations- und Zirkulationsleitung. Im Gegensatz zum DVGW-Arbeitsblatt W 551 sieht die DIN ISO 5667 Teil 5 keine Vereinfachung des Probenahmeschemas vor, sofern Rohrleitungsabschnitte hydraulisch identisch sind. Somit bestimmt sich die Anzahl der zu nehmenden Probenahmestellen allein durch die Anzahl der Zirkulationsleitungen, die im Gebäude installiert sind. Analog gilt dies auch für Venturi-Düsen, denn auch hier fließen zwei Ströme ineinander und ermöglichen keine klare Identifizierung des eigentlichen Fließwegs. Für so aufgebaute Installationen ergeben sich somit ebenfalls zwei Probenahmestellen: einmal an der Hauptleitung vor der Venturi-Düse und in dem Teil der Ringleitung, in der das Wasser wieder in die Hauptleitung zurückfließt.

Für die **Punkte 3 und 4** schreibt die DIN ISO 5667 Teil 5 explizit vor, dass diese auch in komplexen Gebäuden wie Hotels oder Bürogebäuden angewendet werden müssen. Bei den anderen aufgeführten Punkten wird dieses Vorgehen nicht vorgegeben, sollte aber aufgrund der oben aufgeführten Erklärungen dennoch Anwendung finden. Die Begründung ist eigentlich naheliegend, denn warum sollte etwas, das für große Trinkwasserinstallationen in Form von Wasserversorgungen hilfreich bei der Lokalisation von Kontaminationen ist, nicht auch in Trinkwasserinstallationen angewendet

werden. Auch hier gilt der Schutz der menschlichen Gesundheit als oberstes Ziel, und besonders die DIN ISO 5667 Teil 5 bildet hierbei eine wichtige Grundlage, denn allein für die Proben von chemischen Parametern wird vom Gesetzgeber vermutet, dass die allgemein anerkannten Regeln der Technik eingehalten werden, wenn diese Norm eingehalten wird.

Zusammenfassend können demnach folgende Probenahmestellen festgehalten werden:

| Ort der Probenahmestelle | Normative Grundlage |
|---|-------------------------------------|
| Vor der Wasserbehandlungsanlage/Filter | DIN ISO 5667-5 |
| Nach der Wasserbehandlungsanlage/Filter | DIN ISO 5667-5 |
| Vor dem Warmwasserbereiter | DIN ISO 5667-5 |
| Nach dem Warmwasserbereiter | DIN ISO 5667-5, W 551 |
| Wiedereintritt der Zirkulation in den Warmwasserbereiter | W 551 |
| Eintritt in die Warmwasserleitung | DIN ISO 5667-5, W 551 |
| Probe innerhalb jeder Nutzungseinheit -> Bei Ring-Installationen je eine Probe pro Fließweg | DIN ISO 5667-5/ DIN EN ISO 19458 |
| Probe vor dem Eintritt in die Zirkulation | DIN ISO 5667-5 |
| Probe vor dem Beimischpunkt | DIN ISO 5667-5 |
| Nach jeder Venturi-Düse | DIN ISO 5667-5, DIN EN ISO 19458 |
| Vor dem Wiedereintritt der Ringleitung in die Hauptleitung | DIN ISO 5667-5, DIN EN ISO 19458 |

Tab. 34: Probenahmestellen



WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

Teil 2 – Produkte für AquaVip Solutions

- „AquaVip Solutions“ auf Seite 879

Software

viega.de/software

Für weitere Informationen siehe

- „Viptool Engineering“ auf Seite 1046
- „Viptool Master“ auf Seite 1048

Konfiguratoren

Druckgefälle-Rechner

druckgefalle-rechner.viega.de

Für weitere Informationen siehe „Druckgefälle-Rechner“ auf Seite 1054.

AquaVip DTE/UFC Planer

av-dteufc-planer.viega.de

Für weitere Informationen siehe „AquaVip DTE/UFC Planer“ auf Seite 1055.

Produktdaten

BIM-Daten

viega.de/BIM

Für weitere Informationen siehe „BIM-Daten“ auf Seite 1057.

Ausschreibungstexte

viega.de/ausschreibungstexte

Für weitere Informationen siehe „Ausschreibungstexte“ auf Seite 1057.

Viega Website

Anwendungsbereich Trinkwasser

viega.de/trinkwasser

Viega Seminarangebote

viega.de/seminare



VORWANDTECHNIK

INHALT

| | |
|---|------------|
| Einleitung _____ | 299 |
| Gesetzliche und normative Grundlagen _____ | 300 |
| Planerische Grundlagen _____ | 301 |
| Sanitärplanung _____ | 301 |
| Sanitärbedarf in Wohnungen _____ | 301 |
| Sanitärobjekte _____ | 302 |
| Anordnung von Sanitärobjekten, Bewegungsflächen und Abstandsmaße _____ | 303 |
| Achs- und Wandabstände _____ | 305 |
| Elektroplanung _____ | 314 |
| Grundlagen _____ | 314 |
| Potenzialausgleich _____ | 314 |
| Zusätzlicher Schutz durch Fehlerstrom- Schutzeinrichtungen _____ | 314 |
| Schutzbereiche _____ | 314 |
| Schutzbereich 0 _____ | 314 |
| Schutzbereich 1 _____ | 314 |
| Schutzbereich 2 _____ | 315 |
| Besonderheiten beim Stromanschluss _____ | 316 |
| IP-Schutzarten _____ | 316 |
| Öffentliche Sanitärräume _____ | 317 |
| Barrierefreie Sanitärräume _____ | 321 |
| Planungskriterien – Sanitärobjekte _____ | 321 |
| WCs _____ | 322 |
| Urinale _____ | 322 |
| Waschtische _____ | 322 |
| Duschen _____ | 323 |
| Bewegungsflächen nach DIN 18040-2 _____ | 323 |
| Belastungsanforderungen an Sanitärobjekte _____ | 324 |
| Installationsbeispiel – barrierefreies WC _____ | 325 |
| Schallschutz _____ | 326 |

| | |
|--|------------|
| Feuchtigkeitsabdichtung | 326 |
| Kondenswasserbildung | 326 |
| Bestimmung der maximal zulässigen relativen Raumluftfeuchtigkeit | 327 |
| Kondenswasser-Bildungstemperatur in Ab- hängigkeit von Raumtemperatur und relativer Luftfeuchtigkeit | 328 |
| Feuchtigkeitsabdichtung | 328 |
| Abdichtung von Innenräumen – Abdichtung mit flüssig zu verarbeitenden Abdichtstoffen im Verbund mit Fliesen und Platten (AIV-F) | 329 |
| Übergang zwischen Boden/Decke und Wand sowie in Wandecken | 329 |
| Anschlüsse an Durchführungen und Einbauteile | 329 |
| Rohrdurchführung mit Abdichtungsmanschette | 331 |
| Lüftung | 332 |
| Prevista WC-Elemente mit Geruchabsaugung | 332 |
| Varianten | 332 |
| Installationshinweise | 332 |
| Technische Info | 332 |
| Einsatzbereiche | 333 |
| Massivwand (Nassbau) | 333 |
| Leichtbauwand (Trockenbau) | 333 |
| Installationswand (Systemwand) | 333 |
| Einbaumaße | 334 |
| Spültechnik WC | 339 |
| 2-Mengen-Spülauslösung | 339 |
| Hygienespülung | 339 |
| Manuelle Spülauslösung | 339 |
| Elektronische Spülauslösung | 339 |
| Externe Spülauslösung | 339 |
| Spültechnik Urinal | 342 |
| Verdeckte Spülauslösung | 342 |
| Hygienespülung | 342 |
| Manuelle Spülauslösung | 342 |
| Elektronische Spülauslösung | 342 |
| Vorfertigung | 345 |
| Weiterführende Informationen | 346 |

EINLEITUNG

Der Engländer Sir John Harington baute bereits im Jahr 1596 eine Art der Wasserspülung im Auftrag von Königin Elisabeth I. Beachtung fand diese Erfindung jedoch erst 1775 durch Alexander Cumming, der als Erfinder des modernen WCs gilt. Er erweiterte die Idee von Harington und entwickelte sie um ein s-förmiges Abgangsrohr weiter, um den Geruch einzudämmen. Der erste Geruchverschluss war entstanden. Dieses Prinzip wird bis heute verwendet.

Thomas William Twyford, ein englischer Töpfer, entwickelte 1870 die ersten WCs aus Keramik. Die Unterputz-Spültechnologie, wie wir sie kennen und einsetzen, ist seit den 1960er-Jahren ein fester Bestandteil der Technischen Gebäudeausrüstung und hat sich bis heute zum Standard in der Ver- und Entsorgung von Sanitärobjekten entwickelt. Gleich in welchem Sanitärraum, ob Haupt- oder Gästebad, ob klein oder groß, ob hoch, niedrig oder schräg, das Rückgrat für den Einbau von Sanitär-Installationselementen ist die Vorwandtechnik. Sie ermöglicht individuelle Raumgestaltung und Ablagen mit unterschiedlichen Höhen und Tiefen in Nischen.

Die einzelnen Sanitär-Installationselemente sind heute in der Regel in drei verschiedenen Varianten am Markt erhältlich. Waren dies anfänglich ausschließlich Elemente für den Nassbau zum Ein- und Ausmauern, sind heute Elemente für den konventionellen Trockenbau oder herstellerspezifische Installationswände marktführend. Das Sortiment umfasst alle Sanitärobjekte in Bad oder Küche in einer Installationswand, wie z. B. WC, Waschtisch, Urinal, Bidet, Ausgussbecken oder Armaturenräger.

Die heutige Vorwandtechnik erfüllt neben der Statik alle weiteren baurechtlichen Anforderungen hinsichtlich Brand-/Schallschutz und Feuchtigkeitsabdichtung. Einsatz findet die Vorwandtechnik bei allen Bauaufgaben im privaten Wohnungsbau wie auch im öffentlichen Bereich bei Krankenhäusern und Pflegeeinrichtungen, Hotel- und Gastronomiebetrieben, Schulen und weiteren Bildungseinrichtungen. Besonders im öffentlichen Bereich haben diese Themen eine große Bedeutung, denn die geforderten Schutzmaßnahmen sind baurechtliche Grundanforderungen und fest im Bauordnungsrecht verankert und normativ vorgeschrieben.

Die Viega Sanitär-Installationselemente und Vorwandkomponenten werden stetig weiterentwickelt, neben der Einhaltung der normativen Vorgaben und anerkannten Regeln der Technik wird ein Hauptaugenmerk auf eine einfache Montage und Bedienung gelegt. Auch die Digitalisierung hält Einzug in diesem Bereich, da Spülsysteme und Armaturen untereinander vernetzt und in moderne Hausautomatisierungen eingebunden werden können.



GESETZLICHE UND NORMATIVE GRUNDLAGEN

Folgende Normen und Richtlinien sind prägend für die Vorwandtechnik:

- VDI 6000-1 für Sanitärplanung
- DIN VDE 0100-701 für die Schutzbereiche bei der Elektroplanung
- VDI 3818 für öffentliche Sanitärräume
- DIN 18040 Teil 1 und 2 und VDI-Richtlinie 6008 Blatt 2 für barrierefreie Sanitärräume
- DIN 4109 und VDI 4100 für Schallschutz
- DIN 1646 Teil 6 für Lüftungskonzepte

3



PLANERISCHE GRUNDLAGEN

Sanitärplanung

Sanitärbedarf in Wohnungen

Es ist wirtschaftlich und technisch sinnvoll, das Badezimmer, das Gäste-WC, die Küche und den Hausarbeitsraum so anzuordnen, dass Ver- und Entsorgung über gemeinsame Systeme erfolgen können. Daher sollten diese Räume bei mehrgeschossigen Bauten übereinanderliegend angeordnet werden. Des Weiteren sollten Sanitärobjekte, die Geräusche erzeugen, nicht an Wänden platziert werden, die an Schlaf-, Wohn-, und Aufenthaltsräume grenzen. Wenn möglich sollten Vorwand-Elemente verwendet werden, um die Geräuschemission zu minimieren.

Sanitärräume werden abhängig von der Anzahl nutzender Personen und der gewünschten Komfortstufe bemessen. Wohnungen für mehr als eine Person sollten, zusätzlich zum eigentlichen Badezimmer, ein weiteres WC besitzen. In Wohnungen für mehr als drei Personen sollte ein Doppelwaschtisch installiert werden. Ist eine Person auf einen Rollstuhl angewiesen, empfiehlt Viega ein weiteres WC mit Waschtisch, um die gegebenenfalls längeren Badzeiten zu berücksichtigen.

Die Auslegung von Badezimmern lässt sich in drei Komfortstufen umsetzen:

- Einfache Komfortstufe (Mindeststandard)
- Durchschnittliche Komfortstufe (allgemein anerkannter Standard)
- Gehobene Komfortstufe (individualisierte Lösungen im oberen Preissegment)

3

Viega empfiehlt folgende Bedarfszahlen je Komfortstufe für geläufige Haushaltsgrößen:

| Personen | WC | Urinal | Waschtisch | Dusche | Badewanne |
|--|----|--------|------------|--------|-----------|
| Wohnungsbau mit minimalem Ausbaustandard | | | | | |
| 1-2 | 1 | — | 1 | 1 | |
| 3-4 | 2 | — | 1 | 1 | 1 |
| 5-7 | 2 | — | 2 | 1 | 1 |
| Wohnungsbau mit durchschnittlichem Ausbaustandard | | | | | |
| 1-2 | 1 | — | 1 | 1 | 1 |
| 3-4 | 2 | — | 2 | 1 | 1 |
| 5-7 | 3 | — | 3 | 1 | 1 |
| Eigentumswohnung oder Eigenheim mit erhöhtem Ausbaustandard | | | | | |
| 1-2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| 3-4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| 5-7 | 3 | 1 | 3 | 2 | 1 |

Tab. 25: Bedarfszahlen je Komfortstufe für geläufige Haushaltsgrößen

Sanitärobjekte

Sanitärobjekte müssen die rechtlichen, funktionellen und persönlichen Anforderungen an Hygiene, Maße, Form und Design erfüllen. Bei ihrer Planung und Installation müssen verschiedenste Vorgaben eingehalten werden. Dazu zählen vor allem:

- Vorgaben der Ständerwerkplanung
- Schallschutzbestimmungen
- Auflagen des baulichen Brandschutzes
- Vorgaben zur Feuchtigkeitsabdichtung
- Einhaltung von Mindestdämmschichtdicken bei wasserführenden Rohrleitungen
- Vorgaben an die Elektroplanung
- Belüftungsanforderungen

Schlitz verursachen bei nichttragenden, gemauerten Wänden oft eine Unterschreitung der für den Schallschutz benötigten Wandstärken. Daher wird eine Trennung der Installation von Wand-, Fußboden- und Deckenbauteilen notwendig, die durch Verwendung von Installationssystemen im Nass- oder Trockenbau erreicht werden kann. Während im Nassbau Vorwandblöcke eingesetzt werden, lassen sich die Vorgaben im Trockenbau durch entsprechende Installationselemente für Vor- und Inwandmontage einhalten. Die Installationen müssen so bemessen sein, dass ihre Funktion auch unter folgenden Gewichtsbelastungen nicht eingeschränkt wird:

- Wand-WC 400 kg
- Waschtisch 150 kg
- Urinal 150 kg
- Bidet 400 kg
- Stütz- und Haltegriffe 100 kg

In den entsprechenden Kapiteln des Viega Planungswissens finden Sie weitere detaillierte Informationen über die themenspezifischen Aspekte der Planung.

Bei der Planung von Sanitäreinrichtungen müssen außerdem die folgenden Charakteristika beachtet werden:

- schallschutztechnische Verbesserungen durch Einsatz von Schallschutzmatten und -profilen sowie körperschallentkoppelte Aufstellung
- Trennung der Randanschlüsse von Baukörpern durch Hinterfüterung und elastisches Fugenmaterial
- rutschhemmende Oberflächen und leichte Zugänglichkeit von Bade- und Duschwannen
- niedrige Bauhöhen von Duschwannen (eventuell ebenerdig)
- reicht eine Waschtisch-Montagehöhe von 850 mm aus?
- Vorzug von wandhängenden WCs und Bidets für die leichte Reinigung
- aus hygienischen Gründen: berührungslose Spüleinrichtungen
- Empfohlen: Einbau von Absaugurinalen
- Empfohlen: Einsatz von Selbstverschlussventilen
- Empfohlen: Individuell höhenverstellbare Waschtisch- und WC-Elemente
- aus optischen Gründen: Wandeinbau-Spüleinrichtungen für WC und Urinal verwenden.
- bedingt nicht empfehlenswert: Einsatz von 4,5-Liter-WC-Becken-Spüleinrichtungen mit Kurzspülungen unter 3 Liter

In barrierefreien Sanitäreinrichtungen beachten:

- Dusche stufenlos für Rollstuhlbenutzer befahrbar
- Waschtisch flach und unterfahrbar, in einer Höhe von mind. 800 mm montiert
- WC-Beckenausladung von 700 mm (Höhe 460 mm ohne Sitz)
- i. d. R. weitere Anpassungen nach individuellen Anforderungen

Vertiefende Informationen zu barrierefreien Sanitäräumen finden Sie im entsprechenden Kapitel.

Anordnung von Sanitärobjekten, Bewegungsflächen und Abstandsmaße

Bei der Sanitärraumplanung beziehen sich alle angeführten Maße auf die Fertigmaße des Raums von Oberkante Fertigfußboden bis zur Decke. Ist eine parallele Nutzung von Sanitärobjekten wahrscheinlich, müssen Überschneidungen der Bewegungsflächen vermieden und der Bewegungsradius geöffneter Fenster und Türen berücksichtigt werden.

Eine Empfehlung zur Größe der Bewegungsflächen und zum Platzbedarf und Achs-/Wandabständen von Sanitärobjekten finden Sie in den nachfolgenden Tabellen.



| Sanitärobjekte | Einzelwaschtisch | Doppelwaschtisch | Einbauwaschtisch mit einem Becken | Einbauwaschtisch mit zwei Becken | Handwaschtisch | Sitzwaschtisch | WC-Keramik, Spülung vor der Wand | WC-Keramik, Spülung für Wandeinbau | Urinal-Keramik | Duschwanne | Badewanne | Waschmaschine, Trockner | Aussgussbecken | Spüle (Einfach-/Doppel-) |
|--|--|------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------|----------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------|------------|-----------|-------------------------|----------------|--------------------------|
| Kurzbezeichnung | WT | DWT | EWT | EDWT | HWT | SWT | WCa | WCu | UR | DU | BW | WM TR | AB | SP |
| Maße von sanitären Ausstattungsgegenständen | | | | | | | | | | | | | | |
| Breite (b) | 60 | 120 | 70 | 140 | 45 | 40 | 40 | 40 | 40 | 80 | 170 | 60 | 50 | 90 120 |
| Tiefe (t) | 55 | 55 | 60 | 60 | 35 | 60 | 75 | 60 | 40 | 80 | 75 | 60 | 40 | 60 |
| Min. Bewegungsflächen | | | | | | | | | | | | | | |
| Breite (b) | 90 | 150 | 90 | 150 | 70 | 80 | 80 | 80 | 60 | 80 70 | 90 | 90 | 80 | 90 120 |
| Tiefe (t) | 55 | 55 | 55 | 55 | 45 | 60 | 60 | 60 | 60 | 75 | 75 | 90 | 55 | 120 |
| Bei gegenüberliegender Anordnung von sanitären Ausstattungsgegenständen einen Abstand von 750 mm vorsehen. | | | | | | | | | | | | | | |
| Montagehöhe über Fertigfußboden | 85 90 | 85 90 | 85 90 | 85 90 | 85 90 | 42 | 42 | 42 | 65 | | | | 65 | 85 92 |
| Min. seitliche Abstände a zu anderen sanitären Ausstattungsgegenständen, Wänden und Stellflächen | | | | | | | | | | | | | | |
| WT | | | | | | 25 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | | |
| DWT | | | | | | 25 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | | |
| EWT | | | | | | 25 | 20 | 20 | 20 | 15 | 15 | 20 | | |
| HWT | | | | | | 25 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | | |
| SWT | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | | |
| WCa/WCu | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 25 | | | 20 | 20 | 20 | 20 | | |
| UR | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 25 | 20 | 20 | | 20 | 20 | 20 | | |
| DU | 20 | 20 | 15 | 15 | 20 | 25 | 20 | 20 | 20 | | | 3 | | |
| BW | 20 | 20 | 15 | 15 | 20 | 25 | 20 | 20 | 20 | | | 3 | | |
| WM/TR | 20 | 20 | 15 | 15 | 20 | 25 | 20 | 20 | 20 | 3 | 3 | | | |
| Wand | 20 | 20 | | | 20 | 25 | 20 | 20 | 20 | | | 20 | | |
| | | | | | | 25 | 25 | 25 | | | | | | |
| Türbereich | Abstand zu Türöffnungen/Türleibungen min. 100 mm | | | | | | | | | | | | | |

Tab. 26: Empfohlene Maße von sanitären Ausstattungsgegenständen, Bewegungsflächen und Abstände nach VDI 6000 (Maße in Zentimetern)



Achs- und Wandabstände

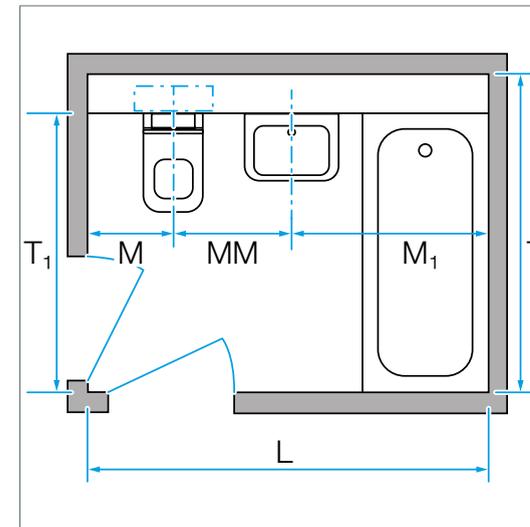


Abb. 105: Achs- und Wandabstände WC, Waschtisch und Badewanne

- T - T₁: Vorwandtiefe teilhoch/raumhoch ist je nach Schachtbelegung mehr als 250 mm
- L: Raumlänge
- T: Raumtiefe
- T₁: Raumtiefe im Vorwandbereich
- M, M₁: Abstand Wand-Sanitärobjektmitte
- MM: Sanitärobjektmitte-Sanitärobjektmitte
- MD: Durchschnitsmaß
- MI: Mindestmaß
- MK: Komfortmaß

| Maße | MD | MI | MK |
|----------------|-----|-----|-----|
| L | 220 | 205 | 255 |
| T | 195 | 185 | 205 |
| T ₁ | 170 | 160 | 180 |
| M | 45 | 40 | 55 |
| MM | 60 | 55 | 75 |
| M ₁ | 115 | 110 | 125 |

Tab. 27: Achs- und Wandabstände WC, Waschtisch und Badewanne

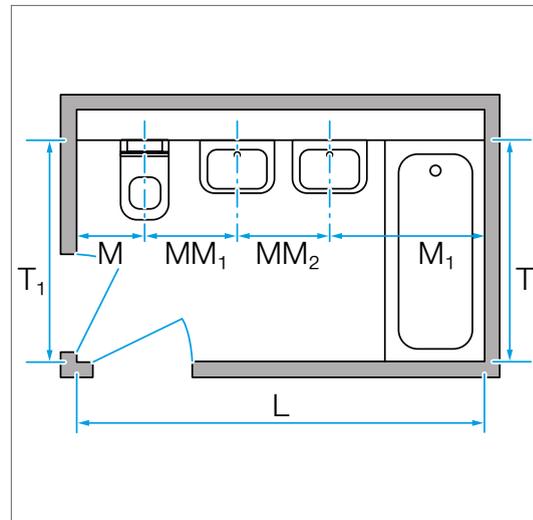


Abb. 106: Achs- und Wandabstände WC, Doppelwaschtisch und Badewanne

- T - T₁: Vorwandtiefe teilhoch/raumhoch ist je nach Schachtbelegung mehr als 250 mm
- L: Raumlänge
- T: Raumtiefe
- T₁: Raumtiefe im Vorwandbereich
- M, M₁: Abstand Wand-Sanitärobjektmitte
- MM₁, MM₂: Sanitärobjektmitte-Sanitärobjektmitte
- MD: Durchschnittsmaß
- MI: Mindestmaß
- MK: Komfortmaß

| Maße | MD | MI | MK |
|----------------------|-----|-----|-----|
| L | 285 | 265 | 330 |
| T | 195 | 185 | 205 |
| T₁ | 170 | 160 | 180 |
| M | 45 | 40 | 55 |
| MM | 115 | 110 | 125 |
| M₁ | 65 | 60 | 75 |
| M₂ | 60 | 55 | 75 |

Tab. 28: Achs- und Wandabstände WC, Doppelwaschtisch und Badewanne

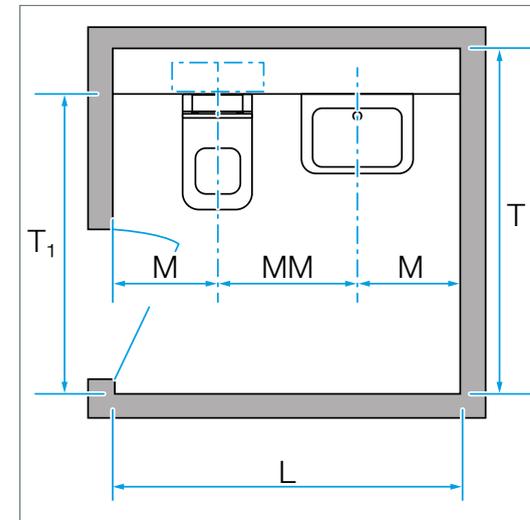


Abb. 107: Achs- und Wandabstände WC und Waschtisch

- T - T₁: Vorwandtiefe teilhoch/raumhoch ist je nach Schachtbelegung mehr als 250 mm
- L: Raumlänge
- T: Raumtiefe
- T₁: Raumtiefe im Vorwandbereich
- M: Abstand Wand-Sanitärobjektmitte
- MM: Sanitärobjektmitte-Sanitärobjektmitte
- MD: Durchschnittsmaß
- MI: Mindestmaß
- MK: Komfortmaß

| Maße | MD | MI | MK |
|----------------------|-----|-----|-----|
| L | 150 | 135 | 185 |
| T | 175 | 165 | 185 |
| T₁ | 150 | 140 | 160 |
| M | 45 | 40 | 55 |
| MM | 60 | 55 | 75 |

Tab. 29: Achs- und Wandabstände WC und Waschtisch

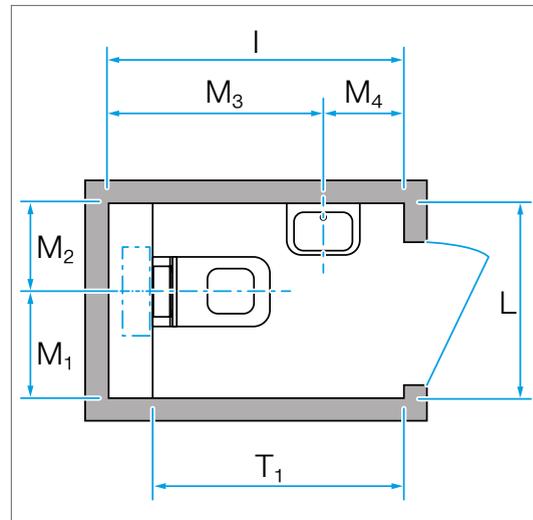


Abb. 108: Achs- und Wandabstände WC und Waschtisch

- T - T₁: Vorwandtiefe teilhoch/raumhoch ist je nach Schachtbelegung mehr als 250 mm
- L: Raumlänge
- T: Raumtiefe
- T₁: Raumtiefe im Vorwandbereich
- M₁–M₄: Abstand Wand–Sanitärobjektmitte
- MM: Sanitärobjektmitte–Sanitärobjektmitte
- MD: Durchschnichtsmaß
- MI: Mindestmaß
- MK: Komfortmaß

| Maße | MD | MI | MK |
|----------------------|-----|-----|-----|
| L | 100 | 90 | 110 |
| T | 175 | 160 | 190 |
| T₁ | 150 | 135 | 165 |
| M₁ | 55 | 50 | 60 |
| M₂ | 45 | 40 | 50 |
| M₃ | 135 | 125 | 145 |
| M₄ | 40 | 35 | 45 |

Tab. 30: Achs- und Wandabstände WC und Waschtisch

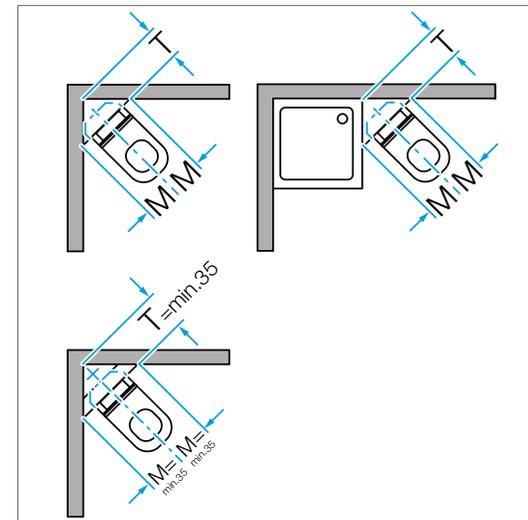


Abb. 109: Achs- und Wandabstände Eck-WC

- T - T₁: Vorwandtiefe teilhoch/raumhoch ist je nach Schachtbelegung mehr als 250 mm
- L: Raumlänge
- T: Raumtiefe
- T₁: Raumtiefe im Vorwandbereich
- M: Abstand Wand–Sanitärobjektmitte
- MM: Sanitärobjektmitte–Sanitärobjektmitte
- MD: Durchschnichtsmaß
- MI: Mindestmaß
- MK: Komfortmaß

| Maße | MD | MI | MK |
|----------|----|----|----|
| T | 35 | 30 | 40 |
| M | 35 | 30 | 40 |
| T | 35 | 35 | 40 |
| M | 35 | 35 | 40 |

Tab. 31: Achs- und Wandabstände Eck-WC

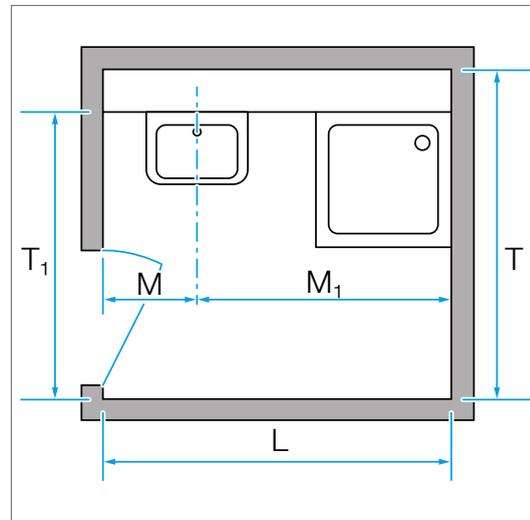


Abb. 110: Achs- und Wandabstände Dusche und Waschtisch

- T - T₁: Vorwandtiefe teilhoch/raumhoch ist je nach Schachtbelegung mehr als 250 mm
- L: Raumlänge
- T: Raumtiefe
- T₁: Raumtiefe im Vorwandbereich
- M: Abstand Wand-Sanitärobjektmitte
- MM: Sanitärobjektmitte-Sanitärobjektmitte
- MD: Durchschnichtsmaß
- MI: Mindestmaß
- MK: Komfortmaß

| Maße | MD | MI | MK |
|----------------------|-----|-----|-----|
| L | 180 | 160 | 205 |
| T | 185 | 175 | 195 |
| T₁ | 160 | 150 | 170 |
| M | 45 | 40 | 55 |
| M₁ | 135 | 120 | 150 |

Tab. 32: Achs- und Wandabstände Dusche und Waschtisch

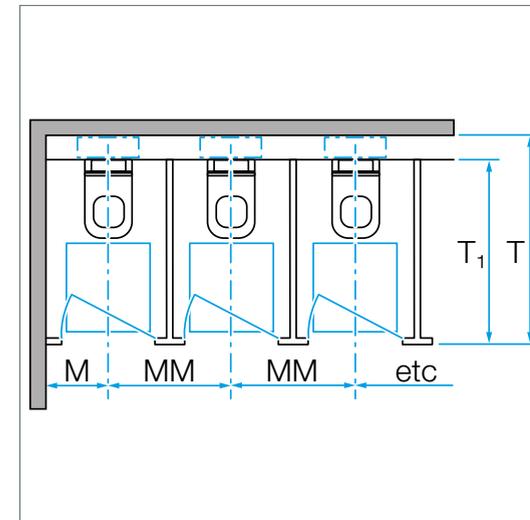


Abb. 111: Achs- und Wandabstände Reihenanlage WC

- T - T₁: Vorwandtiefe teilhoch/raumhoch ist je nach Schachtbelegung mehr als 250 mm
- L: Raumlänge
- T: Raumtiefe
- T₁: Raumtiefe im Vorwandbereich
- M: Abstand Wand-Sanitärobjektmitte
- MM: Sanitärobjektmitte-Sanitärobjektmitte
- MD: Durchschnichtsmaß
- MI: Mindestmaß
- MK: Komfortmaß

| Maße | MD | MI | MK |
|----------------------|-----|-----|-----|
| T | 165 | 155 | 175 |
| T₁ | 140 | 130 | 150 |
| M | 45 | 40 | 50 |
| MM | 90 | 85 | 100 |

Tab. 33: Achs- und Wandabstände Reihenanlage WC

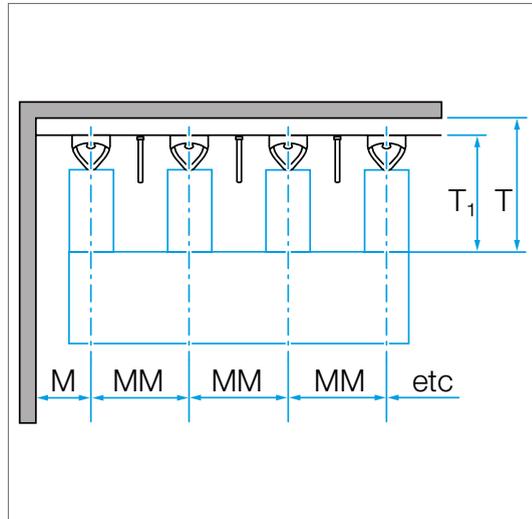


Abb. 112: Achs- und Wandabstände Reihenanlage Urinal

- T - T₁: Vorwandtiefe teilhoch/raumhoch ist je nach Schachtbelegung mehr als 250 mm
- L: Raumlänge
- T: Raumtiefe
- T₁: Raumtiefe im Vorwandbereich
- M: Abstand Wand-Sanitärobjektmitte
- MM: Sanitärobjektmitte-Sanitärobjektmitte
- MD: Durchschnittsmaß
- MI: Mindestmaß
- MK: Komfortmaß

| Maße | MD | MI | MK |
|----------------------|-----|-----|-----|
| T | 110 | 100 | 120 |
| T₁ | 90 | 80 | 100 |
| M | 40 | 35 | 45 |
| MM | 70 | 65 | 80 |

Tab. 34: Achs- und Wandabstände Reihenanlage Urinal

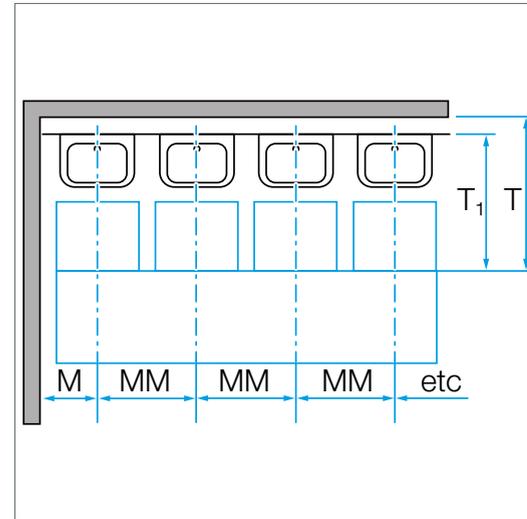


Abb. 113: Achs- und Wandabstände Reihenanlage Waschtisch

- T - T₁: Vorwandtiefe teilhoch/raumhoch ist je nach Schachtbelegung mehr als 250 mm
- L: Raumlänge
- T: Raumtiefe
- T₁: Raumtiefe im Vorwandbereich
- M: Abstand Wand-Sanitärobjektmitte
- MM: Sanitärobjektmitte-Sanitärobjektmitte
- MD: Durchschnittsmaß
- MI: Mindestmaß
- MK: Komfortmaß

| Maße | MD | MI | MK |
|----------------------|-----|-----|-----|
| T | 110 | 100 | 120 |
| T₁ | 90 | 80 | 100 |
| M | 40 | 35 | 45 |
| MM | 70 | 65 | 80 |

Tab. 35: Achs- und Wandabstände Reihenanlage Waschtisch

Elektroplanung

Grundlagen

Der elektrische Anschluss von Geräten und das Arbeiten an elektrischen Anlagen dürfen nur von folgenden Personengruppen durchgeführt werden:

- Heizungs- und Sanitärfachkräfte mit Zusatzqualifizierung in Elektrotechnik
- Elektro-Fachhandwerker

Der Einbau von Viega Produkten muss unter Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik und der Viega Gebrauchsanleitungen erfolgen.

Potenzialausgleich

Die Einrichtungsbestimmung für Räume mit Badewannen und/oder Duschen besagt, dass elektrisch leitfähige Rohrleitungen in Neubauten (metallene Installations- und Abwasserrohre) mit einem Potenzialausgleich versehen werden müssen – für Wannen und Duschen ist er nicht mehr zwingend gefordert.

Die Trinkwasser-Installationssysteme Sanfix Fosta und Raxofix sind aus Kunststoff und nicht elektrisch leitfähig. Diese Systeme benötigen deshalb keine Erdung.

Zusätzlicher Schutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen

In Räumen mit Badewanne oder Dusche müssen alle Stromkreise mit mindestens einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (Bemessungsdifferenzstrom max. 30 mA) geschützt sein.

Schutzbereiche

DIN VDE 0100-701 weist Duschräumen und Badezimmern Schutzbereiche zu.

Schutzbereich 0

Der Bereich 0 ist das Innere der Bade- oder Duschwanne/ des Duschbereichs.

Schutzbereich 1

Schutzbereich 1 ist begrenzt

- durch die Oberfläche Fertigfußbodens und durch die waagerechte Fläche
 - in Höhe des höchsten fest angebrachten Duschkopfs oder der höchsten fest angebrachten Entnahmestelle oder
 - in 2250 mm Höhe über der Oberfläche des Fertigfußbodens, je nachdem was höher ist
- durch die senkrechten Flächen
 - an den Außenkanten der Bade- oder Duschwanne
 - in einem Abstand von 1200 mm vom Zentrum des fest angebrachten Duschkopfs oder der fest angebrachten Entnahmestelle an der Wand oder an der Decke bei Duschen ohne Wanne.

In Schutzbereich 1 dürfen Verbindungs- und Anschlussdosen für Stromkreise von zulässigen, fest angebrachten und fest angeschlossenen Verbrauchsmitteln installiert werden. Dazu zählen:

- Warmwasserbereiter
- Whirlpools
- Abwasserpumpen
- elektrische Handtuchtrockner
- Wassererwärmer
- Badlüfter (Herstellerinformationen beachten. □ Schutzbereich 1 und 2 möglich)

Schutzbereich 2

Schutzbereich 2 ist begrenzt

- durch die Oberfläche des Fertigfußbodens und durch die waagerechte Fläche
 - in Höhe des höchsten fest angebrachten Duschkopfs oder der höchsten fest angebrachten Entnahmestelle oder
 - in 2250 mm Höhe über der Oberfläche des Fertigfußbodens, je nachdem was höher ist,
- durch die senkrechten Flächen an der Grenze des Bereichs 1 und die dazu parallelen senkrechten Flächen in 600 mm Abstand von der Grenze des Schutzbereichs 1.

Bei einem befließten Duschbereich entfällt Schutzbereich 2 und Schutzbereich 1 wird in seiner quadratischen Abmessung auf 1200 mm vergrößert.

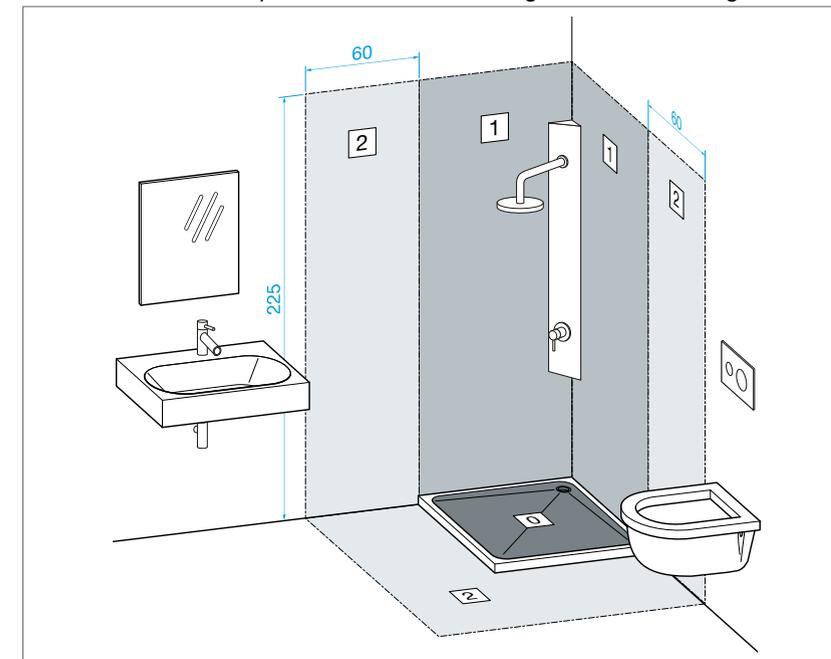


Abb. 114: Schutzbereich für Duschräume und Badezimmer, DIN VDE 0100-701

Besonderheiten beim Stromanschluss

Beim Anschluss von

- Dusch-WC-Keramiken
- elektrischen WC-Elementen und
- Urinal-Betätigungsplatten

muss ein Stromanschluss vorgesehen werden. Der Stromanschluss kann in einer geeigneten Verbindungsdose hinter der Vorwand untergebracht werden. Alternativ kann der Anschluss über eine Steckdose erfolgen, die sich auf der Vorwand befindet. Die Steckdose muss sich außerhalb von Schutzbereich 2 befinden.

IP-Schutzarten

Der Internationale Protection Code (IP-Code) gibt an, gegen welches Eindringen ein elektrisches Gerät geschützt ist. Den Buchstaben IP werden zwei Ziffern angehängt, die den Schutzzumfang anzeigen.

| Schutz gegen Berührung | 1. Ziffer | 2. Ziffer | Schutz gegen Wasser |
|---|-----------|-----------|---|
| kein Schutz | 0 | 0 | kein Schutz |
| Geschützt gegen den Zugang mit dem Handrücken | 1 | 1 | Schutz gegen Tropfwasser |
| Geschützt gegen den Zugang mit einem Finger | 2 | 2 | Schutz gegen fallendes Tropfwasser, wenn das Gehäuse bis zu 15° geneigt ist |
| Geschützt gegen den Zugang mit einem Werkzeug | 3 | 3 | Schutz gegen fallendes Sprühwasser bis 60° gegen die Senkrechte |
| Geschützt gegen den Zugang mit einem Draht | 4 | 4 | Schutz gegen allseitiges Spritzwasser |
| vollständiger Schutz gegen Berührung | 5 | 5 | Schutz gegen Strahlwasser (Düse) aus beliebigem Winkel |
| vollständiger Schutz gegen Berührung | 6 | 6 | Schutz gegen starkes Strahlwasser |
| | | 7 | Schutz gegen zeitweiliges Untertauchen |
| | | 8 | Schutz gegen dauerndes Untertauchen |

Tab. 36: IP-Schutzarten

Öffentliche Sanitärräume

In der Planung für Sanitärräume sollen Hinweise wie Bedarfszahlen für Sanitärobjekte, Mindestabstände, Bewegungsflächen vor Sanitärobjekten und geeigneten Armaturen berücksichtigt werden.

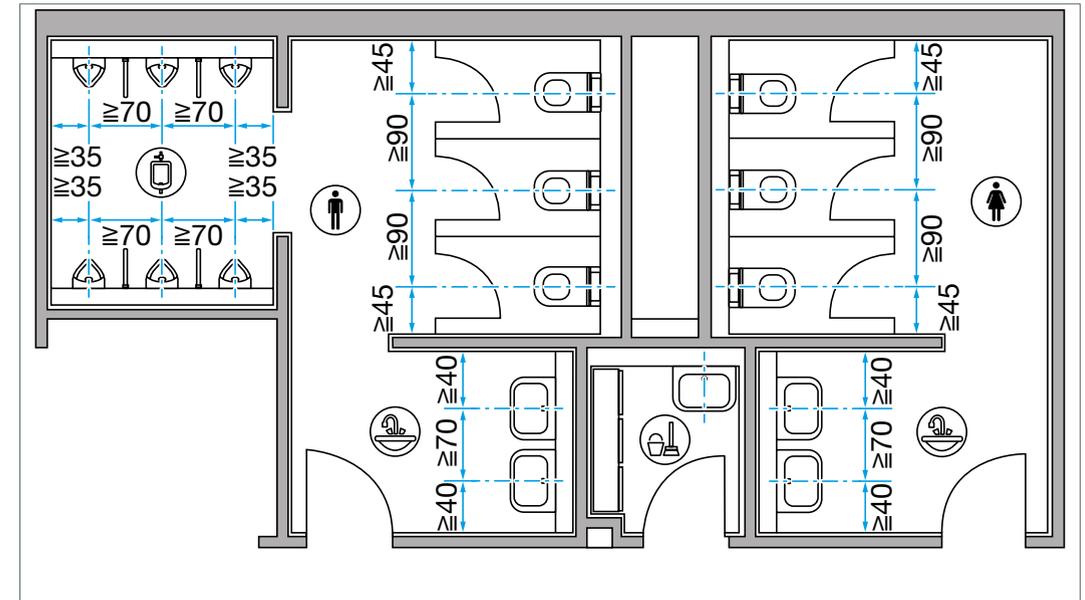


Abb. 115: Beispiel Toiletten-Anlage im öffentlichen Bereich

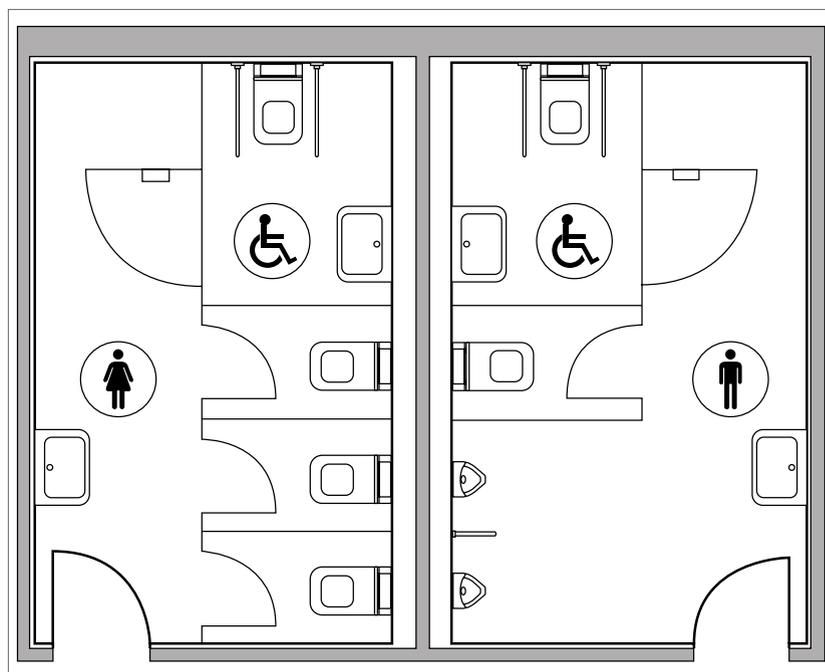


Abb. 116: Beispiel rollstuhlgängiger WC-Raum

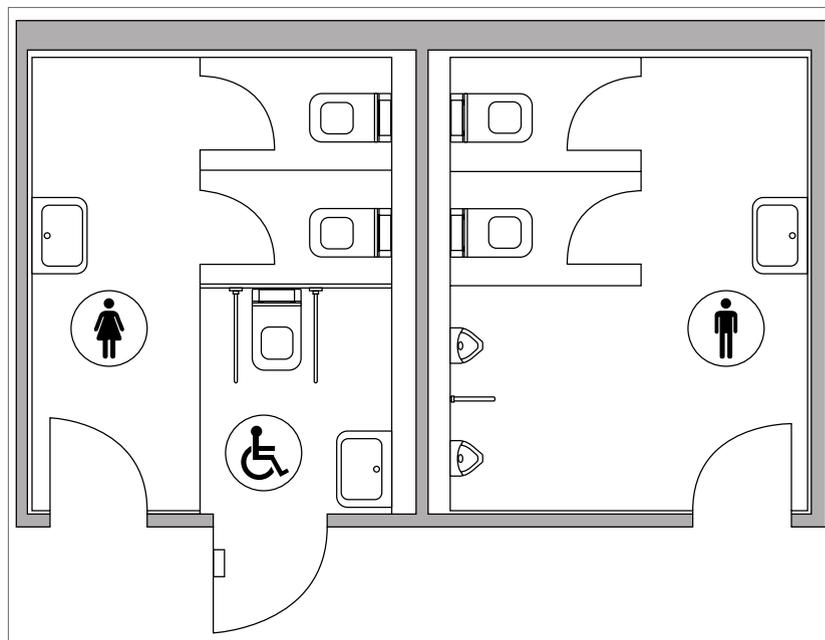


Abb. 117: Beispiel Toiletten-Anlage im öffentlichen Bereich

| | Breite [mm] | Tiefe [mm] |
|--|----------------|---------------|
| Toilettenkabine | 900 | 1250 |
| Toilettenkabine mit einem auf der Seitenwand angeordneten Handwaschbecken | 1150 | 1250 |
| Toilettenkabine mit WC und Handwaschbecken nebeneinander angeordnet | 1550 | 1250 |
| Urinalbereich | 800 | 1100 |
| Duschkabine | 900 | 1600 |
| Raumtiefe vor den Kabinen | | 1550 |
| Raumtiefe vor den Kabinen (Vorraum) bei Toilettenanlagen mit gegenüberliegenden Urinalbecken | | 2050 |
| Raumtiefe vor den Kabinen (Vorraum) bei gegenüberliegenden Toilettenanlagen | | 2050 |

Tab. 37: Maße von Kabinen und Vorräumen nach VDI 3818



| Sanitärobjekte | Einzelwaschtisch | Handwaschtisch | Reihenwaschtisch | WC-Keramik Spülung für Wandinbau | WC-Keramik mit Kabine | Hock-WC | Urinal-Keramik mit Spritzschutz | Duschplatz | Aussussbecken | Waschtisch, barrierefrei | WC-Keramik, barrierefrei |
|---|---|----------------|------------------|----------------------------------|-----------------------|------------|---------------------------------|------------|---------------|--------------------------|--------------------------|
| Kurzbezeichnung | WT | HWT | RWT | WC | WCK | HK | UR | DP | AB | WBc | WCb |
| Empfohlene Maße von Sanitärobjekten | | | | | | | | | | | |
| Breite (b) | 60 | 45 | 70 | 40 | 90 | 70 40 | | 90 | 50 | 60 | 40 |
| Tiefe (t) | 50 | 35 | 50 | 60 | 130 | 70 40 | | 90 | 40 | 50 | 70 |
| Min. Bewegungsflächen | | | | | | | | | | | |
| Breite (b) | 80 | 70 | 70 | 80 | 90 | 80 100 | x | 80 | 150x150 | | |
| Tiefe (t) | 70 | 60 | 70 | 60 | 70 | 60 | x | 55 | | | |
| Verkehrsfläche | Verkehrsfläche ist die Breite der Bewegungsfläche x Tiefe | | | | | | | | | | |
| Montagehöhe über Fertigfußboden | 85 | 85 | 85 | 42* | 42* | 65–70 | | | 65 | 82 | 46 |
| Für Kinder | 65–75 | 65–75 | 65–75 | 35* | 35* | 50 | | | | | |
| Mindesttiefe | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | | 120 150 | 120 150 |
| Seitliche Mindestabstände zu anderen Sanitärobjekten, Wänden und Stellflächen | | | | | | | | | | | |
| WT | | | | 20 | 20 | 20 | 20 | | | | |
| HWT | | | | 20 | 20 | 20 | 20 | | | | |
| WC | 20 | 20 | | | | 20 | 20 | | | | |
| UR | 20 | 20 | | 20 | 20 | | 20 | | | | |
| DP | 20 | 20 | | 20 | 20 | 20 | | | | | |
| Wand | 20 | 20 | | 20 25** | 20 25** | 20 25** | | | 20 25** | 20 | 95 |
| Türbereich | Abstand zu Türöffnungen/Türlaibungen min. 100 mm | | | | | | | | | | |

^{*)} Oberkante Sanitärobjekt bei wandhängender Ausführung
^{**)} bei Wänden auf beiden Seiten

Tab. 38: Maße von Sanitärobjekten, Bewegungsflächen und Abständen nach VDI 3818

Barrierefreie Sanitärräume

Vor dem Hintergrund des demografischen Wandels wird das Thema „Barrierefreie Bäder“ bei der Planung und Ausführung von Neubauten und Renovierungen immer wichtiger. Die zu berücksichtigenden baulichen Maßnahmen für Menschen mit körperlichen Einschränkungen sind in DIN 18040 Teile 1 und 2 und in der VDI-Richtlinie 6008 Blatt 2 festgelegt. Planungsziel ist die Gestaltung barrierefreier Lebensräume in privaten und öffentlichen Bereichen, die von Menschen mit und ohne körperliche Einschränkungen weitestgehend gemeinsam genutzt werden können.

Eine optimale Planung von Sanitärräumen ist nur dann möglich, wenn detaillierte Angaben vorliegen über die Art der Nutzung und das anzunehmende Nutzungsverhalten. Es sind Lösungen zu finden, die möglichst viele dieser Anforderungen erfüllen, auch im Hinblick darauf, dass sich die Nutzungsart von Gebäuden und Gebäudeteilen auf langer Sicht ändern kann. Dazu empfiehlt Viega, die individuellen Rahmenbedingungen vor Planungsbeginn in einem Raumbuch festzuhalten, in dem die zu erwartende bestimmungsgemäße Verwendung dokumentiert ist. Nur mithilfe der verbindlichen Nutzungsbeschreibungen ist es dem Planer möglich, geeignete Bauteile zu bestimmen, die das Erreichen der Planungsziele sicherstellen.

Planungskriterien – Sanitärobjekte

Bei der Auswahl von Sanitärobjekten folgende Kriterien berücksichtigen:

- Materialart und Bemessung der Rohrleitungssysteme
- Statische Berechnung von Wänden und Vorwand-Installationen, die für die Befestigung von Haltesystemen und Stütz-/Klappgriffen geeignet sind.
- Ermittlung des Mindestplatzbedarfs als Summe von Stell-, Bewegungs- und Verkehrsflächen und Vorwand-Installationen
- Festlegung der Montagehöhen

WCs

- WC-Keramik
 - Ausladung 700 mm
 - Rückenstütze
 - Sitzhöhe 460-480 mm
- Bewegungsflächen: Freiraum links/rechts neben dem WC 900 mm; Freiraum vor dem WC 1500 x 1500 mm
- beidseitig hochklappbare Stütz-/Klappgriffe
- Spülauslösung berührungslos oder mit Druckknopf in Reichweite

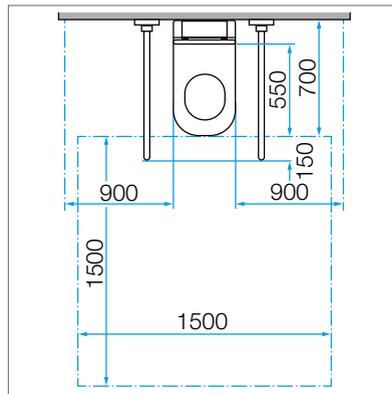


Abb. 118: Toiletten-Anlage

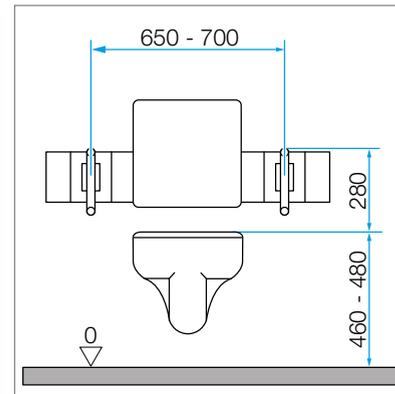


Abb. 119: Toiletten-Anlage - Maße

Urinale

- vertikale Haltegriffe in geeigneter Höhe
- berührungslose Spülauslösung

Waschtische

- unterfahrbare Ausführung mit Kniefreiheit: Tiefe 300 mm/Höhe 670 mm
- Oberkante Fertigfußboden/Oberkante WT 800 mm
- Bewegungsfläche: Freiraum vor dem WT 1500 x 1500 mm
- Spiegel mit Höhe 1000 mm unmittelbar über dem WT

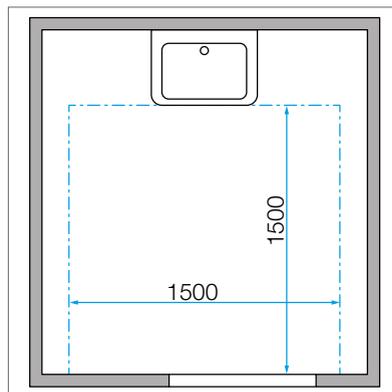


Abb. 120: WT-Anlage

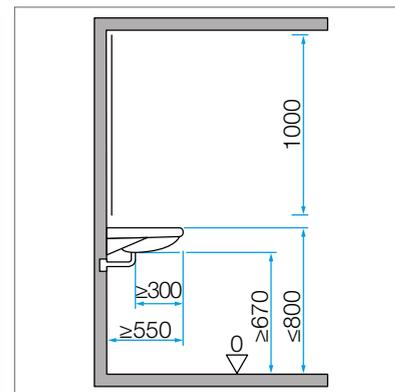


Abb. 121: WT-Anlage - Maße

Duschen

- Ausführung bodengleich ohne Schwellen
- Bodenbelag rutschhemmend
- Haltegriffe horizontal und vertikal in geeigneter Höhe
- Duschklapsitz mit Rückenlehne und beidseitigen Stütz-/Klappgriffen
- Bewegungsfläche für rollstuhlbefahrene Bereiche: Freiraum vor der Dusche 1500 x 1500 mm

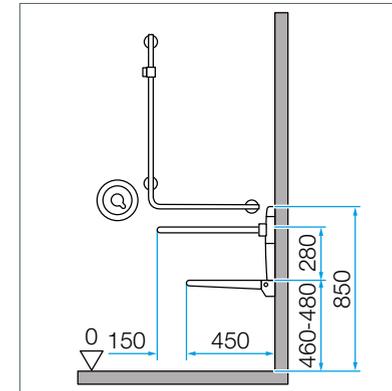


Abb. 122: Dusche - Maße 1

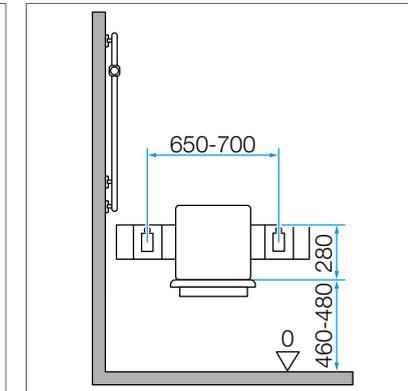


Abb. 123: Dusche - Maße 2

Bewegungsflächen nach DIN 18040-2

Bewegungsflächen innerhalb eines Sanitärraums dürfen sich überlagern.

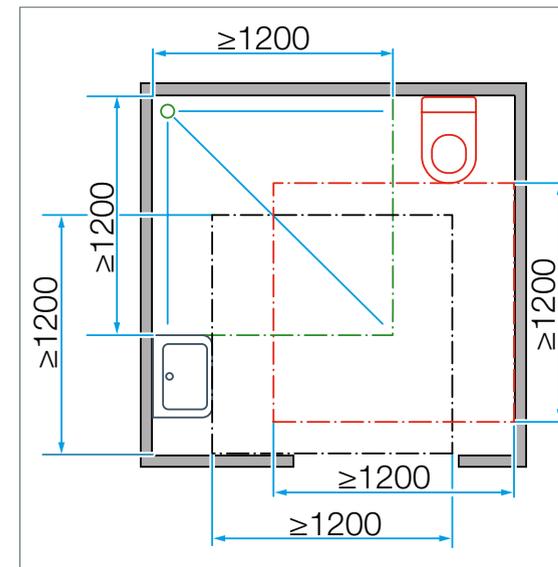


Abb. 124: Sanitärraum - Bewegungsflächen

- Bewegungsfläche WC
- Bewegungsfläche Waschtisch
- Bewegungsfläche Dusche

Belastungsanforderungen an Sanitärobjekte

In Anlehnung an die Anforderungen der DIN 18040-2 wurden bei Viega Typenprüfungen durchgeführt, die die Standsicherheit von Installationswänden belegen.

Maximalbelastung Mitte Sanitärobjekt bei Viega Versuch:

- WC/Bidet – 400 kg
- Waschtisch und Urinal – 150 kg
- Befestigungs-Element, z. B. Stütz-/Klappgriff 100 kg

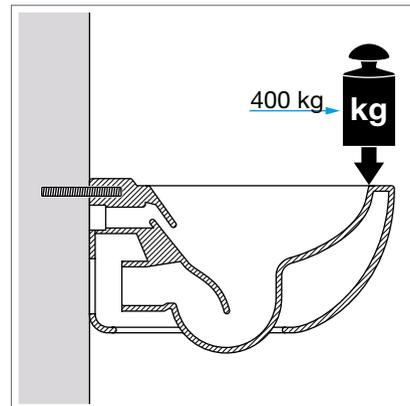


Abb. 125: WC, Belastungstest

Installationsbeispiel – barrierefreies WC

Mit allen Viega Vorwandssystemen können barrierefreie Toiletten-Anlagen erstellt werden, z. B.:

Barrierefreie WC-Installation (beidseitig Stütz-/Klappgriffe) mit elektronischer Betätigungsplatte (inkl. Viega Hygiene-Funktion).

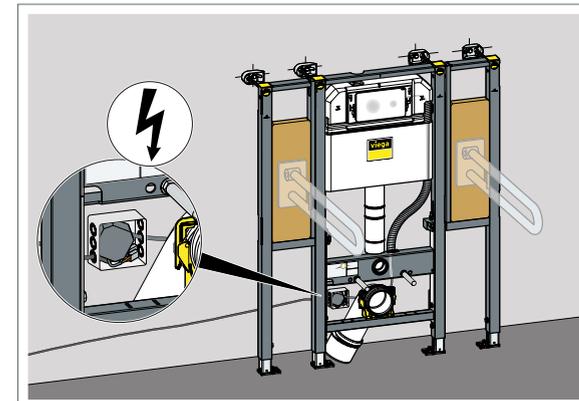


Abb. 126: Installationsbeispiel für barrierefreies WC mit Prevista Dry

| Menge | Bezeichnung | Modell | Art.-Nr. |
|-------|--|---------|----------|
| 1 | Prevista Dry-WC-Element mit Dusch-WC-Anschluss, Keramikhöhe verstellbar, 1120 mm | 8521 | 771 997 |
| 1 | Prevista Dry-Befestigungs-Element für Stützklappgriffe, 1120 mm | 8570.32 | 776 473 |
| 1 | Prevista Dry-Befestigungs-Element für Stützklappgriffe, 1120 mm | 8570.32 | 776 480 |
| 2 | Prevista Dry-Befestigungsset universal | 8570.36 | 776 619 |
| 1 | WC-Betätigungsplatte für Prevista Visign for Style 25, sensitive | 8615.1 | 774 356 |
| 1 | Zubehörset elektronisch | 8655.11 | 783 952 |
| 1 | Abzweigdose | 8570.62 | 786 274 |
| 2 | Stützklappgriffe (bauseitig) | | |

Tab. 39: Installationsbeispiel barrierefreies WC mit Prevista Dry – Materialliste

Weitere Informationen zu den Viega Vorwand-Produkten siehe „Teil 2 – Produkte“ ab Seite 898.

Schallschutz

Die Schallschutzwerte für verschiedene Einbausituationen finden Sie in unseren ausführlichen Unterlagen oder online auf viega.de.

Feuchtigkeitsabdichtung

Kondenswasserbildung

Kondenswasser entsteht, wenn Wasserdampf an einer kühlen Oberfläche abkühlt und sich dann als Wasser dort niederschlägt. Bei Betrieb der Rohrleitungen kann sich aufgrund der niedrigen Temperaturen an der Kaltwasserleitung Kondenswasser bilden. Um Kondenswasser und seine Folgen zu verhindern, müssen Rohrleitungen richtig installiert und isoliert werden.

Die Taupunktunterschreitung ist abhängig von der relativen Luftfeuchtigkeit, der Raumtemperatur und der Temperatur der Rohrleitung, des Ständerwerks oder der Wandoberfläche. In der folgenden Tabelle befinden sich verschiedene Temperatur- und Feuchtigkeitswerte für verschiedene Räume:

| | Raumtemperatur t in °C | Relative Feuchteit RF in % |
|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Wohnräume | 20 | 55-60 |
| Schlafzimmer | 18 | 65 |
| Küchen | 20 | 60-80 |
| Badezimmer | 22-24 | 80-90 |
| Kellerräume | 10-15 | 40-70 |
| Garagen | 5 | 50 |
| Arbeitsräume, Büro | 18-20 | 50-70 |
| Archive | 15 | 50-60 |
| Turnhallen | 15-18 | 50-80 |
| Schulräume | 20 | 60 |
| Schwimmbäder | 22-28 | 65-90 |
| Duschräume | 20-25 | 70-90 |
| Restaurants | 20 | 60 |
| Kino, Theater | 20 | 60-70 |
| Werkstätten | 18-22 | 50-55 |
| Druckereien | 20-24 | 60-80 |
| Molkereien | 25 | 80 |
| Reifekeller für Käse, je nach Art | 5-18 | 80-100 |
| Kühlhäuser für Obst und Gemüse | 0-6 | 80-95 |
| Messehallen | 15 | 50 |
| Ställe | 5 | 70-80 |

Tab. 40: Temperatur- und Feuchtigkeitswerte für verschiedene Räume

Bestimmung der maximal zulässigen relativen Raumlufffeuchtigkeit

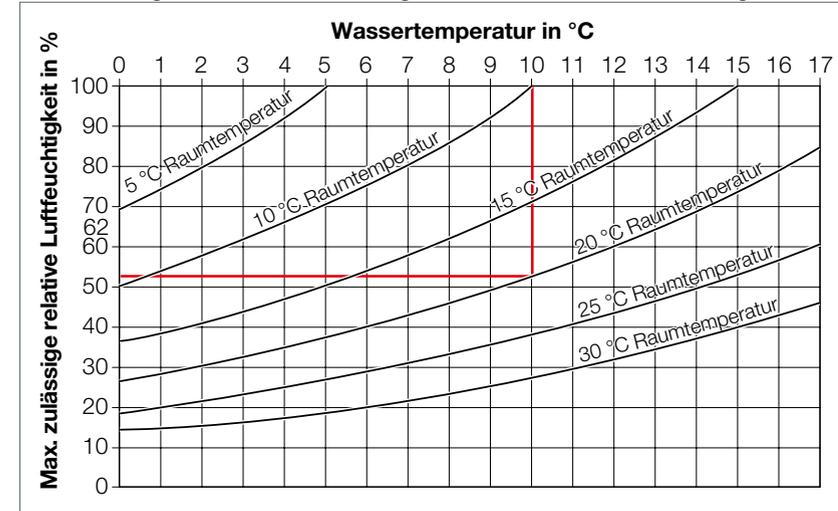


Abb. 127: Beispiel zur Bestimmung der maximal zulässigen relativen Raumlufffeuchtigkeit

Ausgangslage: Raumtemperatur +20 °C

Wassertemperatur +10 °C

Ergebnis: Wenn die relative Raumlufffeuchtigkeit größer als 54 % ist, dann bildet sich Kondenswasser auf der Rohroberfläche.

Gegenmaßnahme: Rohrleitung mit Wärmedämmung dämmen.

Kondenswasser-Bildungstemperatur in Abhängigkeit von Raumtemperatur und relativer Luftfeuchtigkeit

| Raumtemperatur °C | Zulässige Abkühlung der Luft in °C bis zur Kondenswasserbildung bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von: | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|---|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 30% | 35% | 40% | 45% | 50% | 55% | 60% | 65% | 70% | 75% | 80% | 85% | 90% | 95% |
| -5 | 13,4 | 11,7 | 10,3 | 9,0 | 7,9 | 6,8 | 5,8 | 5,0 | 4,1 | 3,3 | 2,6 | 1,9 | 1,2 | 0,6 |
| 0 | 13,9 | 12,2 | 10,7 | 9,3 | 8,1 | 7,1 | 6,0 | 5,1 | 4,2 | 3,5 | 2,7 | 1,9 | 1,3 | 0,7 |
| 2 | 14,3 | 12,6 | 11,0 | 9,7 | 8,5 | 7,4 | 6,4 | 5,4 | 4,6 | 3,8 | 3,0 | 2,2 | 1,5 | 0,7 |
| 4 | 14,7 | 13,0 | 11,4 | 10,1 | 8,9 | 7,7 | 6,7 | 5,8 | 4,9 | 4,0 | 3,1 | 2,3 | 1,5 | 0,7 |
| 6 | 15,1 | 13,4 | 11,8 | 10,4 | 9,2 | 8,1 | 7,0 | 6,1 | 5,1 | 4,1 | 3,2 | 2,3 | 1,5 | 0,7 |
| 8 | 15,6 | 13,8 | 12,2 | 10,8 | 9,6 | 8,4 | 7,3 | 6,2 | 5,1 | 4,2 | 3,2 | 2,3 | 1,5 | 0,8 |
| 10 | 16,0 | 14,2 | 12,6 | 11,2 | 10,0 | 8,6 | 7,4 | 6,3 | 5,2 | 4,2 | 3,3 | 2,4 | 1,6 | 0,8 |
| 12 | 16,5 | 14,6 | 13,0 | 11,6 | 10,1 | 8,8 | 7,4 | 6,3 | 5,3 | 4,3 | 3,3 | 2,4 | 1,6 | 0,8 |
| 15 | 17,2 | 15,3 | 13,5 | 11,8 | 10,3 | 8,9 | 7,7 | 6,5 | 5,4 | 4,3 | 3,4 | 2,5 | 1,6 | 0,8 |
| 18 | 17,8 | 15,7 | 13,8 | 12,1 | 10,6 | 9,2 | 7,9 | 6,7 | 5,6 | 4,5 | 3,5 | 2,6 | 1,7 | 0,8 |
| 20 | 18,1 | 15,9 | 14,0 | 12,3 | 10,7 | 9,3 | 8,0 | 6,8 | 5,6 | 4,6 | 3,6 | 2,6 | 1,7 | 0,8 |
| 30 | 19,5 | 17,1 | 15,1 | 13,2 | 11,6 | 10,1 | 8,6 | 7,3 | 6,1 | 5,0 | 3,8 | 2,8 | 1,8 | 0,9 |
| 40 | 20,9 | 18,4 | 16,1 | 14,2 | 12,4 | 10,8 | 9,3 | 7,9 | 6,5 | 5,3 | 4,1 | 3,0 | 2,0 | 1,0 |

Tab. 41: Differenztemperatur zur Raumtemperatur zur Bestimmung der Kondenswasser-Bildungstemperatur

Beispiel

Ausgangslage: Relative Luftfeuchtigkeit RF = 80 %

Raumtemperatur t (Badezimmer) = 20 °C

Ergebnis: 20 °C - 3,6 °C = 16,4 °C

Die Kondenswasserbildung beginnt bei einer Temperatur von 16,4 °C auf der Rohroberfläche.

Feuchtigkeitsabdichtung

Für häusliche Bäder sind einfache Gipskarton-Verkleidungsplatten nicht geeignet, stattdessen müssen imprägnierte Gipskarton-Verkleidungsplatten verwendet werden. Für die Verarbeitung gilt: Armaturendurchführungen und Fugen im Dusch- und Wannenbereich müssen besonders sorgfältig abgedichtet werden. Durch diese Vorgehensweise kann der Installateur in Abstimmung mit dem Fliesenleger die Schnittstelle optimal ausführen.

Im Rahmen einer gesundheitlichen Gesamtbetrachtung der Hygiene in Sanitärräumen muss auch die Hygiene der Umfassungsflächen eines Sanitär-raums betrachtet werden. Die Einhaltung der hygienischen Vorkehrungen ist eine laufende Aufgabe der Fachplanung und Umsetzung im Bauwerk, u. a.:

- Das Eindringen von Feuchtigkeit in die Bauteile muss verhindert werden. Feuchtraumgeeignete Trockenbauwerkstoffe und die Verwendung von Flächenabdichtungen schützen vor der Durchfeuchtung.
- Die Armaturen von WC-/Urinal-Betätigungen sowie Bauteilanschlüsse müssen ebenfalls abgedichtet werden.

Durch diese Maßnahmen wird ebenfalls eine verdeckte Schadstoffbelastung vermieden.

Abdichtung von Innenräumen – Abdichtung mit flüssig zu verarbeitenden Abdichtstoffen im Verbund mit Fliesen und Platten (AIV-F)

Übergang zwischen Boden/Decke und Wand sowie in Wandecken

Am Übergang der Abdichtung zwischen Boden/Decke und Wand sowie in vertikalen Wandecken müssen in das flüssig zu verarbeitende Abdichtungsmaterial Stoffe wie z. B. Vliese, Abdichtungsbänder (ggf. mit Schnittschutz) hinterlaufsicher eingearbeitet werden. Dazu Materialien nach ETA oder dem abP verwenden. Für rechtwinklige Innen- und Außenecken in diesem Bereich sollten vorgefertigte Formstücke verwendet werden. Sofern die Abdichtungsbänder oder -manschetten an der Oberfläche mit ggf. feuchtigkeitsleitenden Fasern (z. B. haftvermittelnde Textilien oder Vliese) versehen sind, müssen diese entsprechend der Herstellerinformation vollständig mit der Abdichtungsschicht bzw. dem Klebstoff wasserdicht überarbeitet werden. Fugen bei beweglichen Übergängen (z. B. Estrich/Wand, Materialwechsel) dehnfähig ausführen.

Anschlüsse an Durchführungen und Einbauteile

Für Rohrdurchführungen und Anschlüsse an Einbauteile Abdichtungsbänder oder Abdichtungsmanschetten mit flexiblen Dichtlippen nach ETA oder abP verwenden. Die Abdichtungsbänder oder Abdichtungsmanschetten dann in die Abdichtungsschicht wasserdicht einbinden (Beispiele siehe Abb. 128–Abb. 130). Die Abdichtungsmanschette muss die Rohrleitung wasserdicht umschließen. Wenn die Rohrleitung nicht über die Abdichtungsschicht hinausreicht, muss vorher durch Anbringen eines Distanzstücks die Rohrleitung über die Abdichtungsschicht hinaus verlängert werden.

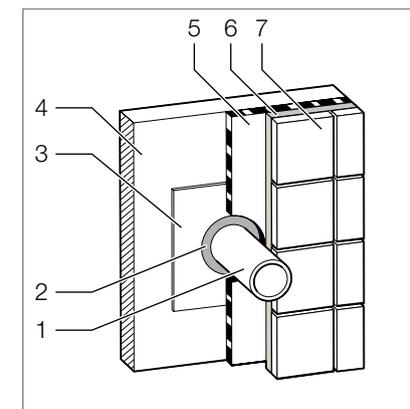


Abb. 128: Anschluss an Durchführung

- 1 Durchführung
- 2 Dichtlippe
- 3 Abdichtungsmanschette (eingebettet in 5)
- 4 Untergrund
- 5 Abdichtungsschicht der AIV-F
- 6 Dünnbettmörtel
- 7 Fliesenbelag

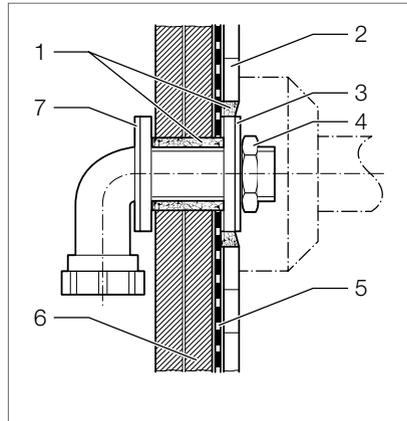


Abb. 129: Anschluss an Einbauteil

- 1 elastischer Fugenverschluss
- 2 Fliesenbelag
- 3 Klemmring/Losflansch (Dichtring)
- 4 Anpressmutter
- 5 Abdichtungsschicht der AIV-F
- 6 Trockenbauwand
- 7 Fliesenbelag

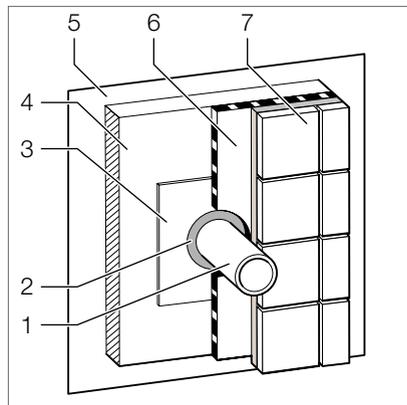


Abb. 130: Abdichtung mit plattenförmigen Abdichtungsmaterialien im Verbund mit Fliesen und Platten (AIV-P)

- 1 Durchdringung
- 2 Dichtlippe
- 3 Abdichtungsmanschette
- 4 Abdichtungsschicht der AIV-P
- 5 Untergrund
- 6 Dünnbettmörtel
- 7 Fliesenbelag

Rohrdurchführung mit Abdichtungsmanschette

Die Mindestbreite der Verklebung bzw. der Überlappung der Abdichtungsbänder oder -manschetten in die Abdichtungsschicht beträgt je Seite 50 mm. Sie sind auf der plattenförmigen Abdichtung bzw. dem Untergrund zu verkleben. Die Stoßverbindungen mindestens 50 mm überlappend ausführen und verkleben.

Rinnen und Bodenabläufe können bereits werkseitig in die plattenförmige Abdichtung eingerichtet sein, z. B. Duschbodenelemente mit Ablauf. Alternativ können Rinnen und Bodenabläufe lagesicher in die dafür vorgesehene plattenförmige Abdichtung bauseitig am tiefsten Punkt eingebaut werden. Zum bauseitigen Eindichten von Rinnen und Bodenabläufen werden ebenfalls Stoffe wie Dichtkleber oder flüssig zu verarbeitendes Abdichtungsmaterial ggf. in Kombination mit Vliesen, Abdichtungsbändern, Abdichtungsmanschetten u. Ä. in die plattenförmige Abdichtung eingearbeitet. Um die Entwässerung sicherzustellen, Flansche von Bodenabläufen/Rinnen vertieft in die plattenförmige Abdichtung einbauen.

Sofern das Abdichtungsband oder die -manschette an der Oberfläche mit ggf. feuchtigkeitsleitenden Fasern (z. B. haftvermittelnde Textilien oder Vliese) versehen sind, müssen diese entsprechend der Herstellerinformation vollständig mit der Abdichtungsschicht bzw. dem Dichtkleber wasserdicht überarbeitet werden. Das Abdichtungsband oder die -manschette muss hinterlaufsicher an den plattenförmigen Abdichtstoff angeschlossen werden.

Lüftung

Prevista WC-Elemente mit Geruchabsaugung

Geruchbelästigungen in innen liegenden Bädern und stark genutzten Toiletten-Anlagen können durch Einbau von Spülrohrbögen mit direktem Anschluss an das Belüftungssystem erheblich reduziert werden. Beim Anlaufen der Lüfter werden Gerüche unmittelbar abgesaugt und machen eine kosten-treibende Belüftung über Fenster oder Belüftungsöffnungen überflüssig.



Die Geruchabsaugung der Abluft (über Ventilator) ist bei fast allen gängigen Wand-WC-Keramiken möglich. Ausnahme: Wand-WC-Modelle mit integriertem Spüleinflauchschauch (Spülwasser steht im Spülrohr). Eine Geruchabsaugung ist in diesen Fällen nicht gegeben.

Varianten

- Prevista WC-Element, Modell 8521 oder 8522 in Kombination mit Spülrohrbogen Modell 8580.19 (EAN 786342)
- Prevista Pure WC-Block, Modell 8512.31 in Kombination mit Spülrohrbogen Modell 8580.58 (EAN 789480)

Installationshinweise

Bis 100 mm oberhalb des WC-Spülkastens muss der Anschluss des Spülrohrbogens an den Nebenanschluss des Einzel- oder Raumentlüfters wasserdicht ausgeführt werden, z. B. mit HT-Rohr DN 50 (siehe Abb. 131), damit entstehendes Kondensat in die WC-Keramik abgeführt werden kann. Der direkte Anschluss des Spülrohrbogens mit Aluflex- oder Wickelfalzrohr ist nicht zulässig.

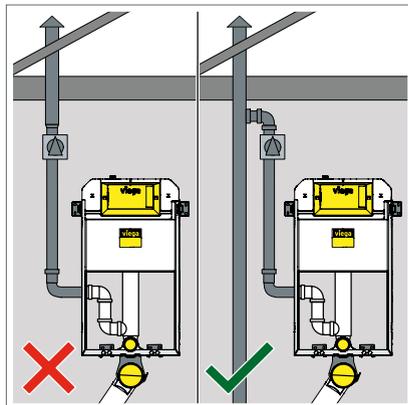


Abb. 131: Fehlerhafter und korrekter Anschluss

Technische Info

Absaugleistung max. 15 m³/h

Einsatzbereiche

Wandkonstruktionen und Ständerwerke, an denen Vorwand-Elemente montiert werden sollen, müssen den folgenden Regelwerken entsprechen:

- geeignete gemauerte Wände EN 1996-1-1
- geeignete betonierte Wände DIN 1045
- geeignete Ständerwerke DIN 18183

Massivwand (Nassbau)

Massivbau ist oftmals Regionen abhängig. Die WC-Blöcke von Viega sind nicht selbsttragend und können somit nicht in Leichtbauwände eingebaut werden. Sie sind ausschließlich für das Ausmauern und Montieren an einer Massivwand geeignet.

Für eine Reihenmontage von Nassbau-Blöcken eignen sich die Prevista Dry Plus-Montageschiene und die Prevista Dry Plus-Schienenverbinder. Im Nassbau gibt es WC-, Urinal-, Bidet- und Waschtisch-Blöcke.

Leichtbauwand (Trockenbau)

Für den Trockenbau gibt es selbsttragende Elemente, welche direkt an der Massivwand oder in einer Leichtbauwand montiert werden können. Hier gibt es verschiedene Modelle und Bauhöhen von WC, WT, Bidet und Urinal. Sie können einzeln oder in Reihe montiert werden. Für Abstände zwischen zwei Elementen größer 500 mm eignet sich hier eine Zwischenkonsole.

Für weitere Informationen zu den Einbaumaßen siehe „Prevista Dry“ auf Seite 899.

Installationswand (Systemwand)

Die Installationswand ist eine Erweiterung der selbsttragenden Elemente von Viega. Diese Elemente können mithilfe einer Montageschiene und einem Schienenverbinder verarbeitet werden, um sowohl Vor- und Trennwände als auch freistehende Wände errichten zu können. Der Installateur ist auf kein weiteres Gewerk angewiesen, bis hin zur fliesenfertigen Oberfläche. Dieses System bietet die größtmögliche Gestaltungsfreiheit.

Einbaumaße

In den nachfolgenden Tabellen sind unterschiedliche Vor- und Trennwände aufgeführt, einseitig oder beidseitig belegt. Alle Maße basieren auf einer Sammelleitung in DN100.

- T₁: halbhohle Vorwand mit rückseitiger Wandanbindung
- T₂: Raumteiler halbhoch, freistehend, einseitige Belegung
- T₃: raumhohe Trennwand einseitig befestigt, zweiseitige Belegung
- T₄: raumhohe Trennwand beidseitig befestigt, zweiseitige Belegung

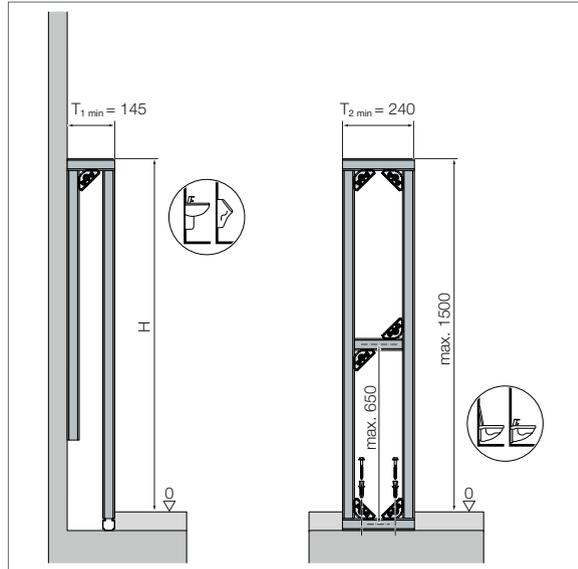


Abb. 132: Halbhohle Vorwand

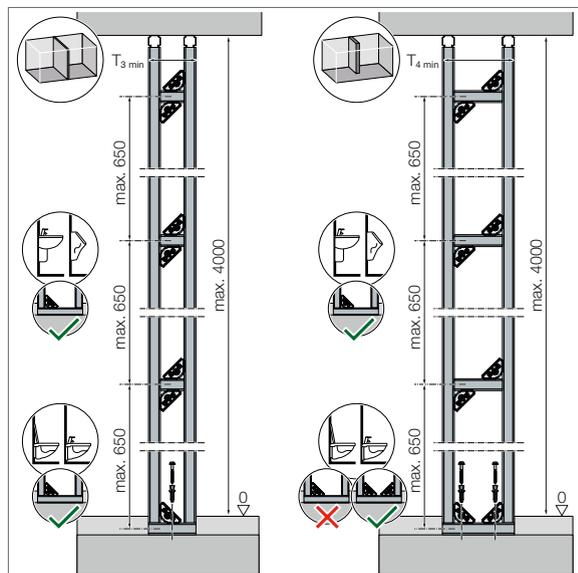


Abb. 133: Trennwand

| | Modell | Art.-Nr. | H Standard [mm] | T1 min. [mm] | T2 min. [mm] | T3 raumhoch min. [mm] | T4 raumhoch min. [mm] | |
|---------------|-------------------|--------------------|-----------------|--------------|--------------|-----------------------|-----------------------|-----|
| WC | 8522 | 771 980 | 1120 | 150 | 240 | 210 | 210 | |
| | 8521 | 771 997 | 1120 | 150 | 240 | 210 | 210 | |
| | 8521.32 | 772 024 | 1120 | 215 | 240 | 300 | 300 | |
| | 8522.31 | 772 031 | 1120 | 200 | 240 | 260 | 260 | |
| | 8522.33 | 772 048 | 1120 | 150 | 240 | 210 | 210 | |
| | 8530 | 772 000 | 980 | 150 | 240 | 210 | 210 | |
| | 8530.1 | 824 174 | 980 | 150 | 240 | 210 | 210 | |
| | 8533 | 772 017 | 820 | 150 | 240 | 210 | 210 | |
| | Waschtisch | 8540 | 776 220 | 1300 | 145 | 240 | 165 | 145 |
| | | 8540.31 | 776 237 | 1300 | 145 | 240 | 165 | 145 |
| 8540.33 | | 776 039 | 1300 | 145 | 240 | 165 | 145 | |
| 8535 | | 776 183 | 1120 | 145 | 240 | 165 | 145 | |
| 8536 | | 776 046 | 1120 | 145 | 240 | 165 | 145 | |
| 8535.33 | | 776 776 776 206 | 1120 | 145 | 240 | 165 | 145 | |
| 8535.32 | | 776 213 | 1120 | 145 | 240 | 165 | 145 | |
| 8535.31 | | 776 190 | 820-980 | 145 | 240 | 165 | 145 | |
| 8536.31 | | 776 251 | 820-980 | 145 | 240 | 165 | 145 | |
| 8537 | | 776 268 | 1120 | 145 | 240 | 165 | 145 | |
| 8537.31 | | 776 275 | 1120 | 145 | 240 | 165 | 145 | |
| 8538 | | 789 329 | 1120 | 145 | 240 | 165 | 145 | |
| 8540.33 | | 776 282 | 1300 | 145 | 240 | 165 | 145 | |
| Urinal | | 8560 | 776 404 | 1300 | 145 | 240 | 165 | 145 |
| | | 8560.32 | 776 411 | 1120-1300 | 145 | 240 | 165 | 145 |
| | 8560.31 | 776 428 | 1120-1300 | 145 | 240 | 165 | 145 | |
| Bidet | 8568 | 776 442 | 1120 | 145 | 240 | 210 | 145 | |

Tab. 42: Einbautiefen für Prevista Dry-Elemente



Zweiseitige Belegung, bei Raumteiler halbhoch, T2 min.

Alle Angaben beziehen sich auf Installationswandtiefen ohne Beplankung und Fliesen.

| Modell | Art.-Nr. | Bauhöhe H | WC | | Waschtisch | Urinal | | Bidet | Armaturent Träger | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|----------|-----------|---------|---------|------------|---------|---------|-------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | | 771 980 | 772 000 | | 776 220 | 776 237 | | | 776 039 | 776 282 | 776 268 | 776 275 | 776 329 | 776 183 | 776 046 | 776 206 | 776 213 | 776 190 | 776 251 | 776 299 | 776 305 |
| WC | 8522 | 771 980 | 300* | - | - | - | - | 300* | 240 | | | | | | | | | | | | | |
| | 8521 | 771 997 | 300* | - | 280 | 240 | 240 | 300* | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8530 | 772 000 | 980 | 300* | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8533 | 772 017 | 820 | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | |
| Waschtisch | 8540 | 776 220 | 1300 | - | 240 | - | 240 | - | 240 | | | | | | | | | | | | | |
| | 8540.31 | 776 237 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8540.32 | 776 039 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8540.33 | 776 282 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8537 | 776 268 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8537.31 | 776 275 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8538 | 789 329 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8535 | 776 183 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8536 | 776 046 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8535.33 | 776 206 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8535.32 | 776 213 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8535.31 | 776 190 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8536.31 | 776 251 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8545 | 776 299 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Urinal | 8545.31 | 776 305 | - | 280 | 240 | - | 240 | 240 | 240 | | | | | | | | | | | | | |
| | 8545.32 | 776 312 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8560 | 776 404 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8560.32 | 776 411 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8560.31 | 776 428 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8565 | 776 435 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bidet | 8568 | 776 442 | 1120 | - | - | - | - | - | 240 | | | | | | | | | | | | | |
| | 8555 | 776 329 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Armaturen-träger | 8555.31 | 776 336 | - | - | 240 | - | 240 | - | 240 | | | | | | | | | | | | | |
| | 8555.32 | 776 343 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8555.33 | 776 350 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8555.34 | 776 367 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8555.38 | 776 374 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8558 | 776 558 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8555.35 | 776 381 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8555.36 | 776 398 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 776 398 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 776 381 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 776 558 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

* mit WC-Doppelbogen 285 mm



Zweiseitige Belegung, bei Trennwand raumhoch, T3 min./T4 min.

Alle Angaben beziehen sich auf Installationswandtiefen ohne Beplankung und Fliesen.

| Modell | Art.-Nr. | Bauhöhe H | WC | | Waschtisch | Urinal | | Bidet | Armaturent Träger | | | | | | | | |
|------------------|----------|-----------|-----------|---------|------------|---------|---------|-------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | | 771 980 | 771 997 | | 772 000 | 776 220 | | | 776 237 | 776 039 | 776 268 | 776 275 | 776 329 | 776 183 | 776 046 | 776 206 |
| WC | 8522 | 771 980 | 300* | - | - | - | - | 300* | 240 | | | | | | | | |
| | 8521 | 771 997 | 300* | - | 280 | 240 | 240 | 300* | | | | | | | | | |
| | 8530 | 772 000 | 980 | 300* | - | - | - | - | | | | | | | | | |
| | 8540 | 776 220 | 1300 | - | - | - | - | - | | | | | | | | | |
| Waschtisch | 8540.31 | 776 237 | 1120 | - | 240 | - | 240 | - | 240 | | | | | | | | |
| | 8540.32 | 776 039 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8540.33 | 776 282 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8537 | 776 268 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8537.31 | 776 275 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8538 | 789 329 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8535 | 776 183 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8536 | 776 046 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8535.33 | 776 206 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8535.32 | 776 213 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8560 | 776 404 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Urinal | 8560.32 | 776 411 | 1120-1300 | 280 | 240 | - | - | - | 240 | | | | | | | | |
| | 8560.31 | 776 428 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bidet | 8565 | 776 435 | 1120 | - | - | - | - | - | 240 | | | | | | | | |
| | 8568 | 776 442 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Armaturen-träger | 8555 | 776 329 | - | - | 240 | - | 240 | - | 240 | | | | | | | | |
| | 8555.31 | 776 336 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8555.32 | 776 343 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8555.33 | 776 350 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8555.34 | 776 367 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8555.38 | 776 374 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8558 | 776 558 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8555.35 | 776 381 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8555.36 | 776 398 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 776 398 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 776 381 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 776 558 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

* mit WC-Doppelbogen 285 mm

| Prevista Dry Plus + Prevista Dry Elemente | Art.-Nr. | Zeit [min] |
|---|---|------------|
| pro m ² -Tragewerk ohne Beplankung | | 11 |
| pro m ² -Beplankung inkl. Verspachteln | | 25 |
| pro Element/Modul zusätzlich für Beplankung | | 10 |
| WC-Element 1120 | 771 997 | 10 |
| WC-Element 980 | 772 000 | 10 |
| WC-Element 840 | 772 017 | 10 |
| WC-Element 1120 individuell verstellbar | 772 024 | 25 |
| WT-Element 1120 | 776 183 | 10 |
| WT-Element 820–980 | 776 190 | 10 |
| WT-Element 1120 individuell verstellbar | 776 213 | 25 |
| Urinal-Element 1120–1300 | 776 411/ 776 428 | 10 |
| Urinal-Element 1300 | 776 404 | 10 |
| Bidet-Element 1120 | 776 442 | 10 |
| Armatureträger allgemein | 776 329 776 558 776 336 776 350 776 367 776 343 776 374 776 381 776 398 | 5 |
| Waschtisch-Modul | 776 299 | 10 |
| Urinal-Modul | 776 435 | 10 |
| Befestigungs-Element | 776 527 776 510 | 5 |
| Schichtholzplatte | 776 503 | 5 |

Tab. 43: Montagezeiten Prevista Dry Plus und Prevista Dry-Elemente

| Beispiel 5 m ² zu beplankendes Ständerwerk mit WC- und WT-Element | Zeit [min] |
|--|------------|
| Montagezeit für 5 m ² -Tragewerk* | 55 |
| + Montagezeit WC-Element (Art.-Nr. 771 997) | 10 |
| + Montagezeit WT-Element (Art.-Nr. 776 183) | 10 |
| Montagezeit Vorwand | 75 |
| + Montagezeit Beplankung inkl. Verspachtelung | 125 |
| + zusätzliche Beplankung der Elemente | 20 |
| Gesamtmontagezeit | 220 |
| *Die Montagezeit für das Tragwerk setzt den Einsatz der Prevista Dry Plus-Schienenstanze voraus. | |

Tab. 44: Beispiel für benötigte Montagezeit von WC- und WT-Element mit Beplankung

Spültechnik WC

2-Mengen-Spülauslösung

Die 2-Mengen-Spülauslösung ist besonders geeignet für kontrolliertes Wassersparen.

Hygienespülung

In Trinkwasserleitungen können sich durch Stagnation Keime (z. B. Legionellen) bilden. Um die Keimbildung zu verhindern, ist es wichtig, Leitungen regelmäßig durchzuspülen. Betätigungsplatten mit der Viega Hygiene-Funktion lösen bei ausbleibender Nutzung Spülungen aus, sodass ein bedarfsgerechter Wasseraustausch erfolgt.

Manuelle Spülauslösung

Manuelle Betätigungsplatten werden besonders gerne in Privatgebäuden/-häusern verbaut. Sie sind leichtgängig und mit wenig Druck zu betätigen.

Elektronische Spülauslösung

Die elektronische Spülauslösung dient zur Auslösung der Spülkästen durch Fremdenergie und ermöglicht eine Designfreiheit in der Plattengestaltung. WCs in barrierefreien Sanitärräumen müssen mit Spülauslösungen ausgestattet sein, die von Nutzern und Pflegepersonal leicht zu erreichen sind. Der Viega UP-Spülkasten kann mit elektronischen Spülauslösungen kombiniert werden, deren funkgesteuerte oder kabelgebundene Taster an den Haltegriffen des WCs oder an beliebiger Stelle im Raum installiert werden können. Bei der Planung darauf achten, dass im Bereich des UP-Spülkastens ein Stromanschluss vorhanden ist.

Externe Spülauslösung

Spülungen müssen nicht zwingend über die Betätigungsplatte ausgelöst werden. Die Spülauslösung kann auch über externe Auslöser wie z. B. einen bauseitigen Schalter, eine Lichtschranke oder per Funk erfolgen. Durch die Möglichkeit, die Spülauslösung frei zu positionieren, können Bäder individueller gestaltet und ein höherer Grad bei der Barrierefreiheit erreicht werden. So kann z. B. ein Funksender an einem Stütz-/Klappgriff angebracht werden, oder eine Spülung automatisch beim Verlassen eines Raums erfolgen.

3

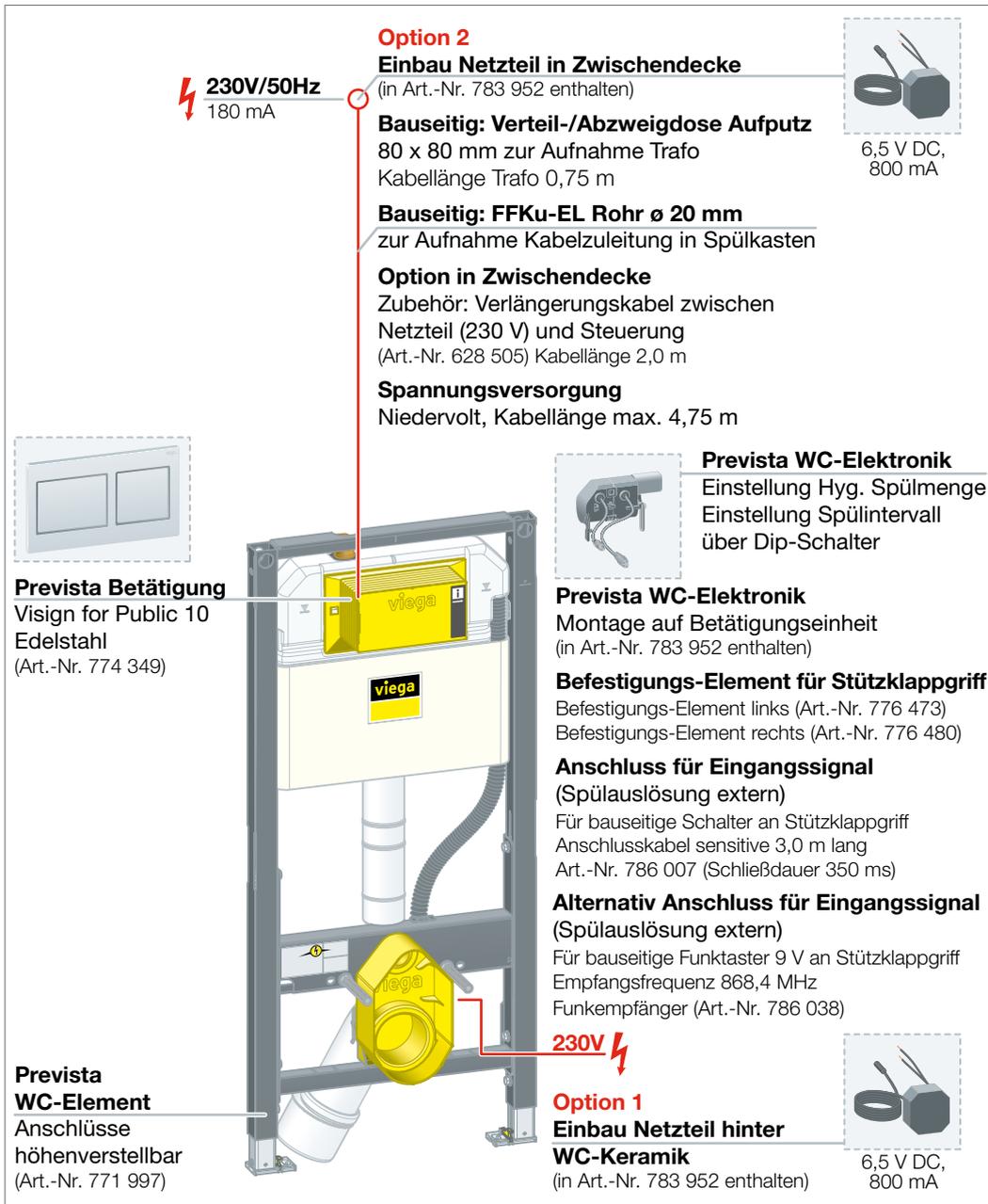


Abb. 134: Anwendungsbeispiel 1: barrierefreies WC mit automatisierter Spülung

3

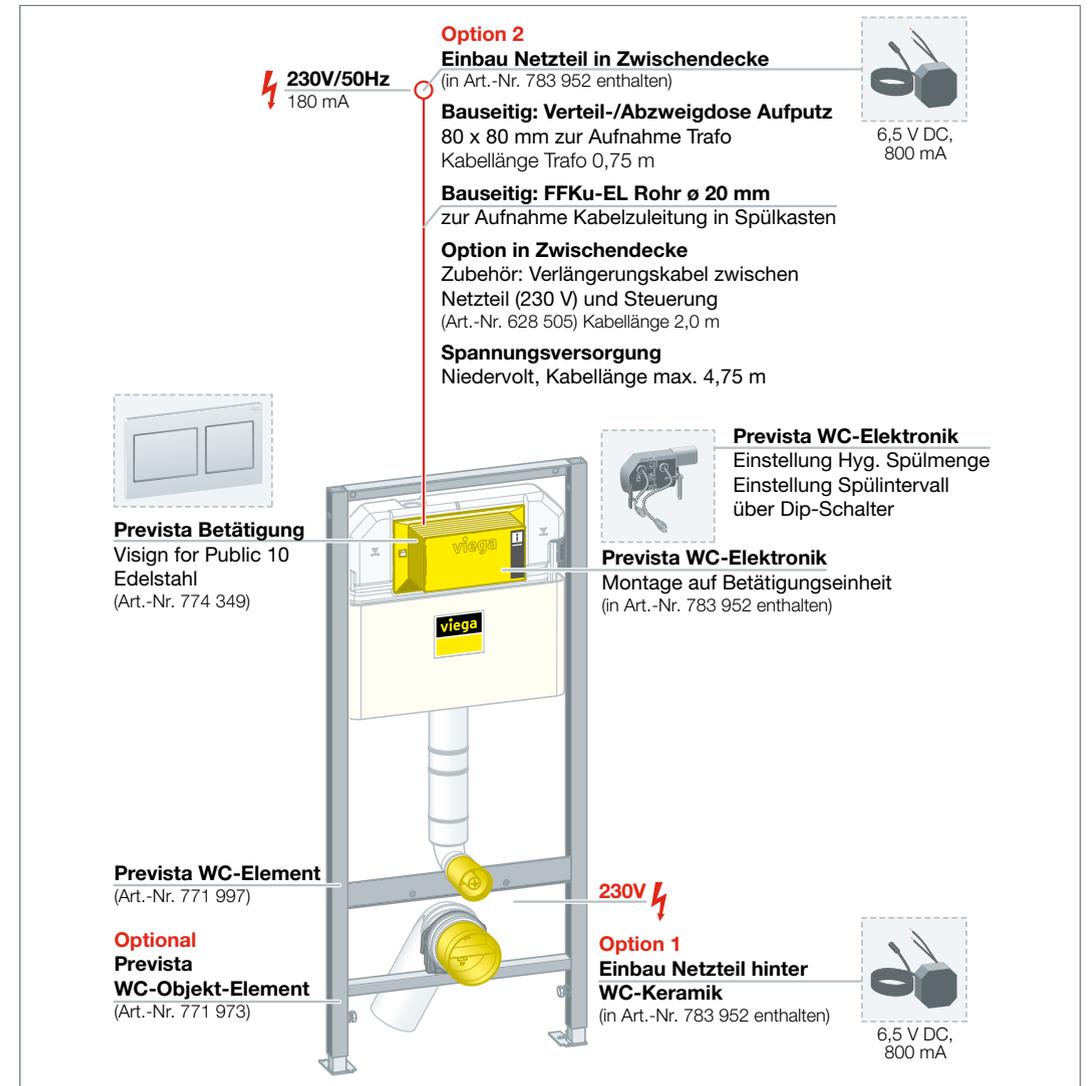


Abb. 135: Anwendungsbeispiel 2: WC mit automatisierter Spülung

Spültechnik Urinal

Verdeckte Spülauslösung

Eine verdeckte Spülauslösung bietet im öffentlichen Bereich Sicherheit vor Vandalismus. Im privaten Bereich lässt sich so ein puristisches Design ohne Betätigungs- oder Abdeckplatte umsetzen. Ein im Inneren des Urinal-Geruchverschlusses sitzender Sensor registriert die bei der Benutzung entstehenden Strömungs- und Temperaturänderungen und löst automatisch eine Spülung aus.

Hygienespülung

In Trinkwasserleitungen können sich durch Stagnation Keime (z. B. Legionellen) bilden. Um die Keimbildung zu verhindern, ist es wichtig, Leitungen regelmäßig durchzuspülen. Urinal-Betätigungsplatten mit einer 24-h-Hygienespülung lösen bei einer ausbleibenden Nutzung von 24 Stunden Spülungen aus. Diese ausgelösten Spülungen beugen das Austrocknen des Geruchverschlusses vor und spülen als Nebeneffekt auch die Wasserleitungen durch.

Manuelle Spülauslösung

Manuelle Spülauslösung funktioniert ohne Fremdenergie und die Spülauslösung hat einen minimalen Hubweg. Die innen liegende Kartusche ermöglicht eine individuelle Spülmengenregulierung (1–6 l).

Elektronische Spülauslösung

In einer elektronischen Spülauslösung befindet sich ein mit Fremdenergie gespeister Infrarot-Sensor. Der Sensor erkennt einen Nutzer und spült das Urinal nach einer vorgegebenen Verweilzeit und nach dem Verlassen des Erfassungsbereichs.



Abb. 136: Anwendungsbeispiel 1: Urinal mit Betätigung

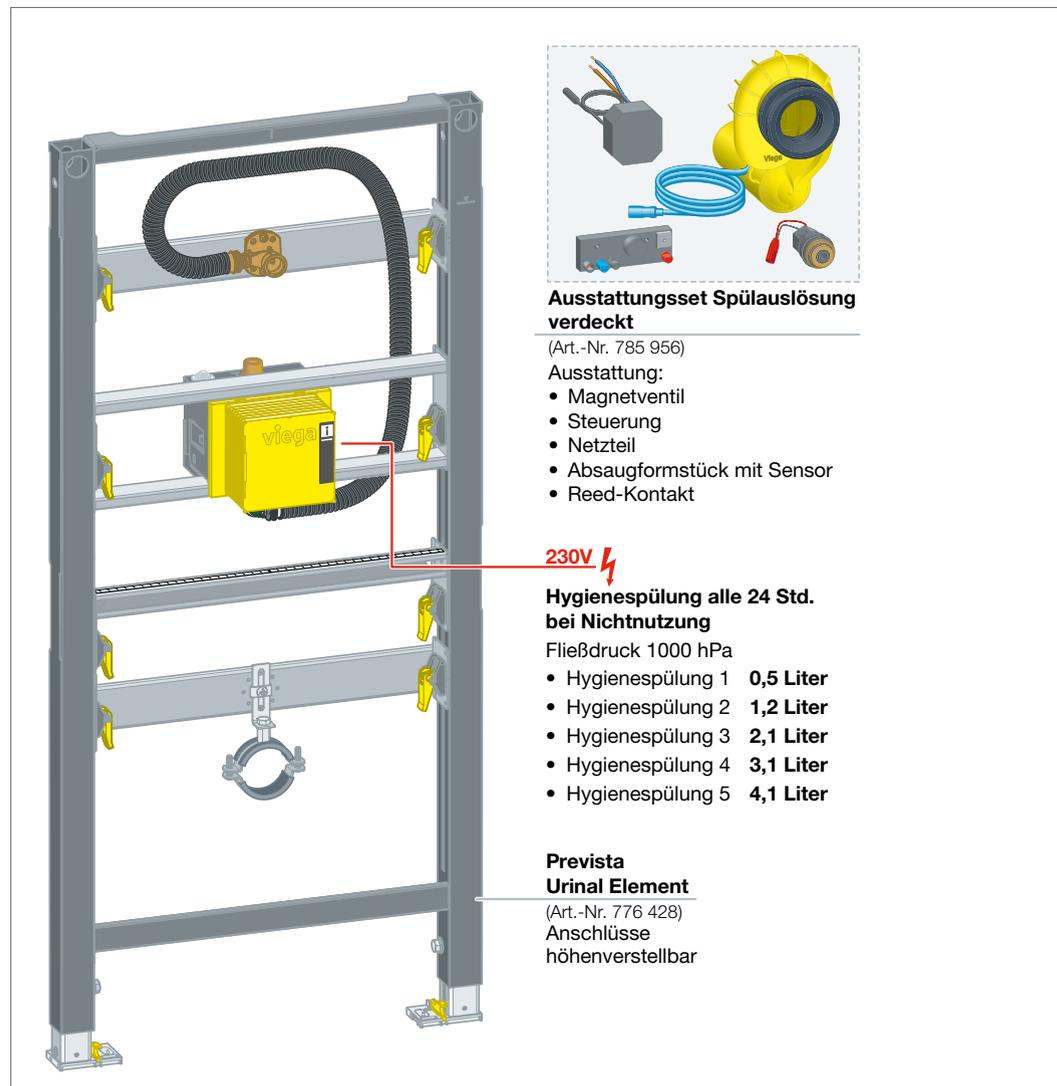


Abb. 137: Anwendungsbeispiel 2: Urinal mit automatisierter Spülung via Siphon-Sensortechnik

Vorfertigung

Die Vorfertigung ermöglicht eine große Zeitersparnis für das ausführende Unternehmen, das die Möglichkeit erhält, durch gute Planung und Absprache mit den Kunden die Vorwand in den Bädern zu planen und den Kundenwünschen entsprechend vorzufertigen.

Durch die Vorfertigung wird die komplette Rohrleitungs-Installation für die Sanitärobjekte bereits in der Vorwand platziert. Am Installationsort sind nur der Anschluss an die Versorgungsleitungen und ggf. geringfügige Anpassungen erforderlich.



WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

Teil 2 – Produkte für die Vorwandtechnik

- „Vorwandtechnik“ ab Seite 898
- BIM-Daten (VDI 3805 Blatt 21 und Autodesk Revit Families) und Ausschreibungstexte siehe „Produktdaten“ ab Seite 1057.

Software

viega.de/software

Für weitere Informationen siehe

- „Viptool Master“ auf Seite 1048
- „Viptool Assistant“ auf Seite 1048

Konfiguratoren

Betätigungsplatten-Konfigurator

betaetigungsplatten.viega.de

Für weitere Informationen siehe „Betätigungsplatten-Konfigurator“ auf Seite 1052.

Prevista Dry Plus-Konfigurator

prevista-dry-plus.viega.de

Für weitere Informationen siehe „Prevista Dry Plus-Konfigurator“ auf Seite 1056.

Produktdaten

BIM-Daten

viega.de/BIM

Für weitere Informationen siehe „BIM-Daten“ auf Seite 1057.

Ausschreibungstexte

viega.de/ausschreibungstexte

Für weitere Informationen siehe „Ausschreibungstexte“ auf Seite 1057.

Viega Website

Anwendungen der Vorwandtechnik

viega.de/de/produkte/anwendungen/vorwandtechnik.html

Online-Katalog

viega.de/de/produkte/Katalog/Vorwand-Spieltechnik.html

Für weitere Informationen zum Online-Katalog siehe „Online-Katalog“ auf Seite 1059.

Praxiswissen Vorwandtechnik

viega.de/prw-vwt

3



3



BRAND- UND SCHALLSCHUTZ

INHALT

| | |
|--|------------|
| Brandschutz _____ | 351 |
| Normative und gesetzliche Grundlagen _____ | 351 |
| Brandschutzgrundlagen _____ | 352 |
| Weiterführende Informationen _____ | 356 |
| Schallschutz _____ | 357 |
| Grundlagen _____ | 357 |
| Schallübertragung durch Sanitär-Installationen _____ | 357 |
| Haustechnische Anlagen _____ | 358 |
| Die neue DIN 4109:2018 _____ | 359 |
| Weiterführende Informationen _____ | 360 |

BRANDSCHUTZ

Normative und gesetzliche Grundlagen

Die Anforderungen an den Brandschutz entwickeln sich vom Grundgesetz über das Ordnungsrecht, das Baurecht, Bauaufsichts- und Bauplanungsrecht. Die konkreten Anforderungen finden sich in den/der:

- Landesbauordnungen einschließlich der Ausführungsregeln zu den Landesbauordnungen, wie Durchführungsverordnungen und Ausführungsverordnungen mit der Grundlage der Musterbauordnung (MBO) 2002, zuletzt geändert: September 2022
- Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB 2023/1)
- Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen (MLAR 2015), zuletzt geändert: September 2020
- Muster-Richtlinie über die brandschutztechnischen Anforderungen an Lüftungsanlagen (MLüAR 2005), zuletzt geändert: September 2020
- Muster-Richtlinie über die brandschutztechnischen Anforderungen an Feuerungsanlagen (MFeuVO 2007), zuletzt geändert: Januar 2016 und September 2017
- DIN 18017-3 Lüftung von Bädern und Toilettenräumen ohne Außenfenster mit Ventilatoren
- DIN 4102-4 Klassifizierung von Bauteilen und Befestigungen
- DIN 4102-4 und DIN 4102-6 Lüftungsleitungen
- DIN 4102-9 Elektrische Leitungen
- DIN 4102-11 Rohrleitungen
- DIN 4102-4 und DIN 4102-11 Installationsschächte und -kanäle

Brandschutzgrundlagen

Jahr für Jahr brennen in Deutschland 70.000 Gebäude. Etwa 800 Menschen kommen dabei ums Leben (Tendenz sinkend). Tausende werden verletzt und tragen zum Teil für den Rest ihres Lebens gesundheitliche Spätfolgen davon. Durch Brände wird in Deutschland Jahr für Jahr ein volkswirtschaftliches Vermögen von mehreren Milliarden Euro vernichtet. Jeder dritte Brand in der Industrie führt nach Angaben der Versicherungswirtschaft zu Sachschäden von mehr als 500000 Euro. Und jeder einzelne Fall hat oft sehr weitreichende Folgen für das betroffene Unternehmen. Die Spätfolgen eines Brandes – der dauerhafte Verlust von Kunden und Marktanteilen ebenso wie von qualifizierten Mitarbeitern – wird oft unterschätzt, Existenzverlust droht. Die Belastungen für die Umwelt sind ebenfalls beträchtlich.

Daraus resultieren für den vorbeugenden Brandschutz folgende Fragen:

- Wie können die Ausbreitung von Bränden und die damit verbundenen immensen Schäden verhindert werden?
- Welche Schutzziele müssen erreicht werden?
- Welche gesetzlichen Anforderungen und Anforderungen nach den anerkannten Regeln der Technik werden gestellt?

Grundsatzanforderungen der MBO

Die wesentlichen Anforderungen werden in der Musterbauordnung (MBO) benannt. Sie bildet die Grundlage für die jeweiligen Landesbauordnungen.

§ 3 Allgemeine Anforderungen

(1) Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden.

In § 14 der MBO werden die Schutzziele an eine bauliche Anlage definiert, um die brandschutztechnischen Anforderungen zu erfüllen.

§ 14 Brandschutz

Bauliche Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch (Brandausbreitung) vorgebeugt wird und bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren sowie wirksame Löscharbeiten möglich sind.

Daraus ergeben sich die folgenden übergeordneten Schutzziele:

- die Entstehung eines Brandes vorbeugen
- die Ausbreitung von Feuer und Rauch verhindern
- die Rettung von Menschen und Tieren ermöglichen
- wirksame Löscharbeiten sicherstellen

Schwerpunkte des Brandschutzes

Der Brandschutz gliedert sich in folgende Schwerpunkte:

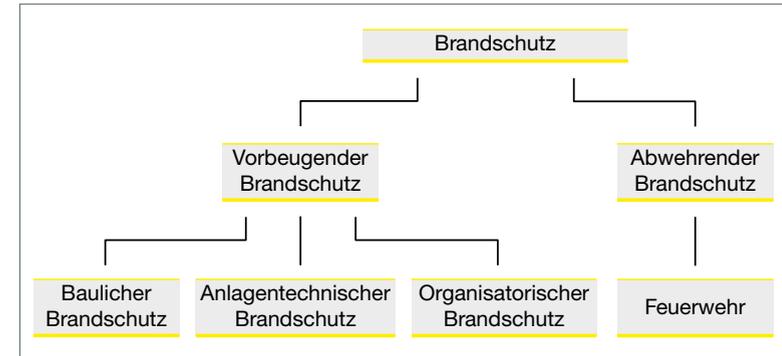


Abb. 140: Brandschutzziele

Baulicher Brandschutz

Bauliche Maßnahmen sind erforderlich, um der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch vorzubeugen. Um dies zu erreichen unterteilt man die Gebäude in Rauch- bzw. Brandabschnitte. Brandwände, feuerwiderstandsfähige Trennwände und Decken kommen zum Einsatz (F 30, F 60, und F 90 (alt) bzw. EI30, EI60 und EI90 (neu)).

Öffnungen sind in Brandwänden, feuerwiderstandsfähigen Trennwänden und Decken nur zulässig, wenn sie auf die für die Nutzung erforderliche Zahl und Größe beschränkt sind; sie müssen feuerbeständige (bei Trennwänden mind. feuerhemmende), dicht- und selbstschließende Abschlüsse haben. Die Abschlüsse für Öffnungen werden in der Regel durch den Einbau von klassifizierten Türen, Klappen und Toren (T 30 bis T 90 (alt) bzw. EI₂ 30-S_a-C bis EI₂ 90-S_a-C (neu)) erstellt. Leitungsdurchführungen und Abschottungen innerhalb von Wänden und Decken mit Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer werden in § 40 „Leitungsanlagen“ der MBO geregelt und auf die Anforderungen der Leitungsanlagen-Richtlinie verwiesen. Es kommen wahlweise geprüfte Abschottungen (S 30 bis S 90, R 30 bis R 90) oder Leitungsdurchführungen nach den Erleichterungen der Leitungsanlagen-Richtlinie (LAR/RbALei) zum Einsatz. Lüftungsabschottungen innerhalb von Wänden und Decken mit Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer werden in § 41 „Lüftungsanlagen“ der MBO geregelt und auf die Anforderungen der Lüftungsanlagenrichtlinie verwiesen. Der Einsatz nichtbrennbarer Baustoffe und der Einsatz feuerwiderstandsfähiger Konstruktionen verbessert in der Regel das Niveau des baulichen Brandschutzes.

Anlagentechnischer Brandschutz

Anlagentechnische Maßnahmen sind erforderlich, um dem Entstehen eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch entgegenzuwirken bzw. frühzeitig zu erkennen. Die Entstehung eines Brandes lässt sich mit moderner Anlagentechnik bereits frühzeitig detektieren. Hierfür kann, angepasst auf die möglicherweise zu erwartenden Brandentstehungsszenarien, eine Vielzahl von Brandmeldern wie z. B. Rauch-, Thermo- und Flammmeldern verbunden mit einer Brandmeldeanlage (BMA) eingesetzt werden.

Mit Hilfe von automatischen Löschanlagen können Entstehungsbrände begrenzt oder gelöscht werden. Zu diesem Zweck steht ein breites Spektrum von automatischen Löschanlagen, z. B. Wasserlöschanlagen (Sprinkler), Gaslöschanlagen und Feinsprühnebellöschanlagen, zur Verfügung, die entsprechend dem zu erwartenden Brandereignis geplant und montiert werden. Die Ableitung von Rauch und Wärme erfolgt über natürliche oder über maschinelle Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA). Diese Anlagen reduzieren die Rauch- und Wärmebelastung im Brandfall und verbessern die Möglichkeiten des Löschangriffs.

Organisatorischer Brandschutz

Der organisatorische Brandschutz beinhaltet sämtliche vorbereitenden Maßnahmen, um den Ausbruch eines Brandes und die Brandausbreitung zu verhindern. Die Erstellung und Aktualisierung von Rettungswegplänen, Bereitstellung und Wartung von Feuerlöschern und Selbsthilfeeinrichtungen sind weitere Aufgaben des organisatorischen Brandschutzes.

Die Umsetzung erfolgt durch konsequente und wiederkehrende Brandschutzbelehrungen und Anweisungen der ortskundigen Nutzer von entsprechenden Anlagen und Gebäuden. Der organisatorische Brandschutz zeichnet weiterhin verantwortlich für die Sicherung (Brandlastenfrehaltung und Räumung) der Flucht- und Rettungswege im laufenden Betrieb.

Wenn Brandschutzanweisungen wie z. B. das Schließen der Türen zum Brandraum nicht eingehalten werden, dann kann sich der Brand im gesamten Gebäude ausbreiten. Der organisatorische Brandschutz ist eine wesentliche Voraussetzung für die Rettung von Menschen und Tieren und dient zur Vorbereitung wirksamer Löscharbeiten.

Abwehrender Brandschutz durch wirksame Löscharbeiten

Hierunter fallen alle Maßnahmen des abwehrenden Brandschutzes wie

- Geräte der Feuerwehr (z. B. Fahrzeuge, Leitern, Ausrüstung)
- Zutrittsmöglichkeiten für die Feuerwehr (z. B. Feuerwehrschrüsseldepot, Schlüsselrohr)
- Löschmittelversorgung (z. B. Hydranten, Wasser, Schaum)
- Informationen für die Feuerwehr im Einsatzfall (z. B. Feuerwehrpläne, Laufkarten)
- Flächen für die Feuerwehr (z. B. Zu- und Umfahrten, Bewegungs- und Aufstellflächen)

Anforderungen an die am Bau Beteiligten

Nach § 14 MBO werden aus brandschutztechnischer Sicht folgende Anforderungen an die Gewerke gestellt:

„bauliche Anlagen sind so anzuordnen ...“

Der Architekt, Planer oder Fachplaner muss die Belange des Brandschutzes in der Planung und Ausschreibung berücksichtigen. Die VOB-C 2019 schreibt in den Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen (ATV) der Gewerke die detaillierte Ausschreibung aller Maßnahmen für den vorbeugenden baulichen Brandschutz und den Schallschutz in Menge und Beschaffenheit als eigenständige Leistungsposition „besondere Leistung“ vor. Eine Ausschreibung der Abschottungsmaßnahmen im Rahmen der Vorbemerkungen ist somit nicht mehr der VOB-C entsprechend.

„bauliche Anlagen sind so zu errichten ...“

Hier wird deutlich, dass der Errichter, z. B. ausführende Installateure und Isolierer einer Anlage oder eines Gebäudes, in gleicher Weise wie der Architekt, Planer oder Fachplaner für die Sicherstellung des Brandschutzes verantwortlich ist. Der Errichter hat auf fehlende oder falsche Angaben zum Brandschutz hinzuweisen und ggf. Bedenken anzumelden. Zur eigenen Rechtssicherheit sollte diese Hinweispflicht stets schriftlich wahrgenommen werden.

„bauliche Anlagen sind so zu ändern ...“

Architekten, Planer, Fachplaner und Errichter müssen bei Änderungen im Bestand die Belange des Brandschutzes berücksichtigen. Bei genehmigungspflichtigen Nutzungsänderungen kann für den Brandschutz in der Regel kein Bestandsschutz geltend gemacht werden. Gehen vom Bauwerk und dessen Teilen oder Anlagen Gefahren für Leib und Leben aus, kann kein Bestandschutz in Anspruch genommen werden. In diesem Fall muss der Architekt, Planer, Fachplaner, Ausführende, aber auch der Betreiber umgehend handeln und die konkreten Gefahren für Leib und Leben beseitigen. Brandschutztechnische Maßnahmen müssen immer auf dem aktuellen Stand des Baurechts und den angewandten Regeln der Technik erstellt werden, wenn wesentliche Eingriffe in den Bestand des Gebäudes und deren Teile erfolgen, z. B. Austausch einer Entwässerungs- oder Trinkwasserleitung.

„bauliche Anlagen sind so instand zu halten ...“

Der Gebäudebetreiber wird hier in die Verantwortung genommen. Bei konkreten Gefahren von Leib und Leben muss der Gebäudebetreiber umgehend handeln und darf sich nicht auf den Bestandsschutz berufen. Eng verbunden mit der Verpflichtung für den Brandschutz ist der § 319 im Strafgesetzbuch (StGB). Wer bei der Planung, Leitung, Ausführung oder bei Abbruch eines Bauwerks gegen die allgemein anerkannten Regeln der Technik verstößt und dadurch Leib und Leben eines anderen Menschen gefährdet, wird mit Freiheitsstrafe bis zu fünf Jahren oder mit Geldstrafe bestraft.

Weiterführende Informationen

Ausführliche Informationen zu Brandschutz finden Sie in unseren ausführlichen Unterlagen oder über die unten angegebenen Links.

Konfiguratoren

Brandschutz-Konfigurator
brandschutz.viega.de

Für weitere Informationen siehe „Brandschutz-Konfigurator“ auf Seite 1053.

Viega Website

Brandschutz
viega.de/de/produkte/anwendungen/brandschutz.html

Downloads rund um Brand- und Schallschutz
viega.de/de/produkte/anwendungen/brandschutz/brandschutzdokumentation.html

Viega Seminarangebote
viega.de/de/service/Seminare.html



SCHALLSCHUTZ

Grundlagen

Die Bauakustik behandelt den Schutz vor Luft- und Körperschallübertragung zwischen verschiedenen Räumen, den Schutz vor Geräuschen von haustechnischen Anlagen und Installationen sowie den Schutz vor Außenlärm. An moderne Gebäude werden hohe Anforderungen an die Schutzziele gestellt, die meist nur durch eine rechtzeitige planerische Berücksichtigung erreicht werden können.

Die Bauakustik beschäftigt sich im Wesentlichen mit der Luftschall- und der Körperschallübertragung von Bauteilen und durch Bauteile hindurch. Während sich die Luftschallwellen als Druckschwankungen im Raum ausbreiten, pflanzt sich der Körperschall, meist in Form von Biege-Wellen, entlang der Baukonstruktion fort. Biege-Wellen wiederum bewirken Luftschallabstrahlung und werden somit hörbar. Wenn in einem Raum Luftschall erzeugt wird, dann werden seine Wände und Decken in Schwingungen versetzt, die ihrerseits Luftteilchen des Nachbarrums in Schwingungen, d. h. also zu Luftschall, versetzen. Bei der Übertragung des Luftschalls von einem Raum zum anderen Raum spricht man von Luftschallübertragung. Davon zu unterscheiden ist die Körperschalleinleitung. Wenn z. B. mit einem Hammer an eine Wand geklopft wird, dann wird die Wand dadurch ebenfalls in Schwingungen versetzt. Diese Schwingungen führen wiederum zu entsprechenden Schwingungen der Luftteilchen im Nachbarraum (Luftschall). Man spricht in diesem Fall von einer Körperschallübertragung in den Nachbarraum. Neben der Berechnung der Schalldämmung sind auch messtechnische Untersuchungen ein Bestandteil von Bauphysik und Bauakustik.

Schallübertragung durch Sanitär-Installationen

Neben den klassischen Gebieten Luftschallschutz (Schalldämmung: Schalldämmmaß) und Trittschallschutz (Trittschalldämmung: Norm-Trittschallpegel) hat das gesamte Gebiet des Körperschalls eine bedeutende Rolle bekommen.

Zu den „modernerer“ Bereichen/Themen der Bauakustik zählen vor allem die Schallentstehung und -übertragung durch Sanitär-Installationen und die genaue Vorherberechnung des zu erwartenden Schallschutzes mittels analytischer (mathematisch-physikalische Herleitung) oder numerischer (zum Beispiel finite Elemente) Verfahren. Früher wurden in der Regel empirische Verfahren entwickelt, die aus messtechnischen Untersuchungen stammten. Zur praktischen Anwendung und zur Auslegung von Bauteilen liegen neben zahlreichen Regelwerken die DIN 4109:2018-01, die DIN EN 12354:2016-03 und die VDI-Richtlinie 4100:2012-10 vor.

Die Bauakustik ist eng mit der Raumakustik verbunden, da der Schalldruckpegel in einem Raum von den raumakustischen Eigenschaften (Nachhallzeit) abhängt.

Haustechnische Anlagen

Für den Schallschutz relevante haustechnische Anlagen sind:

- Wasser-Installationen
- Heizungen
- Aufzüge
- Müllschlucker
- Abluftschächte
- Klima- oder Belüftungsanlagen etc.

Die von diesen Einrichtungen erzeugten Schallpegel dürfen nach DIN 4109 im nächstgelegenen fremden Wohn- bzw. Schlafräum nicht mehr als 30 dB(A), in Unterrichts- und Arbeitsräumen maximal 35 dB(A) erzeugen. Das heißt, hier wird kein bestimmtes Dämmmaß wie beim Luft- und Trittschallschutz vorgegeben, sondern nur ein einfacher A-bewerteter Schalldruckpegel, wobei es sich hier um das Kurzzeitgeräusch ohne die Berücksichtigung einzelner Geräuschspitzen handelt. Um 5–10 dB(A) niedrigere Grenzwerte als in DIN 4109 sind in der VDI-Richtlinie 4100:2012-10 für die Schallschutzklassen II und III genannt, sie sollten zumindest für Wohnungen mit erhöhten Ansprüchen eingehalten werden.

Bei der Planung ist oft schwer abschätzbar, wie die Einhaltung der Anforderungen aus den Normen gewährleistet werden kann. Diese Planungsschwierigkeiten bestehen aufgrund der sehr komplizierten Anregung und Ausbreitung der oben genannten Geräusche in einem Bauwerk. Um Störungen durch haustechnische Anlagen zu vermeiden, sollten einige Grundsätze eingehalten werden:

- Einschalige Wände, an denen Armaturen oder Wasser-Installationen einschließlich Abwasserleitungen montiert sind, müssen eine flächenbezogene Masse von mindestens 220 kg/m² haben.
- Alternativ geräuscharme Armaturen und Anlagen verwenden, bei Wasser-Installationen sind das Armaturen der Gruppe 1, die unter definierten Laborbedingungen weniger als 20 dB(A) erzeugen, während normale Armaturen häufig lauter sind.
- Grundrisse so planen, dass der räumliche Abstand zwischen haustechnischen Anlagen und schutzbedürftigen Räumen möglichst groß ist (keine Armatur an der Schlafzimmerwand des Nachbarn).
- Zur Entkopplung von Körperschallanregung elastische Zwischenlagen verwenden.
- Möglicherweise die gesamte Sanitär-Installation auf eine Extra-Wand entkoppelt vom übrigen Bauwerk montieren, sogenannte Vorwand-Installation (insbesondere beim Trockenausbau, z. B. Prevista Dry Plus).
- Abluftschächte für jede Wohnung getrennt anordnen oder mit Schalldämpfern versehen.
- Aggregate wie Fahrstuhlmotoren, Ventilatoren oder Pumpen elastisch lagern, um den ins Bauwerk eingeleiteten Körperschall zu vermindern. Es kann jedoch vorkommen, dass die Hauptübertragung des Schalls direkt über die Luft erfolgt, was die Bemühungen der Körperschallisolierung zum Teil wieder aufhebt. In solchen Fällen muss das Aggregat gekapselt und gegebenenfalls elastisch gelagert werden.

Die neue DIN 4109:2018

§ 15 MBO Wärme-, Schall-, Erschütterungsschutz

(2) Gebäude müssen einen ihrer Nutzung entsprechenden Schallschutz haben. Geräusche, die von ortsfesten Einrichtungen in baulichen Anlagen oder auf Baugrundstücken ausgehen, sind so zu dämmen, dass Gefahren oder unzumutbare Belästigungen nicht entstehen.

§ 15 der MBO legt die Grundlagen für die Anforderungen im Schallschutz in den Gebäuden fest.

Der Schallschutz muss: „der Nutzung entsprechen“. Verhindert werden müssen: „Gefahren“ und „unzumutbare Belästigungen“. Wie sind diese Ziele konkret zu erreichen?

Bislang ergab sich die konkret anzuwendende Norm aus den Bauregellisten und der Liste der jeweils eingeführten technischen Baubestimmungen. Hier wurde bislang auf die DIN 4109:1989-11 abgestellt. Diese Listen gaben den Rahmen für den gesetzlichen „Mindestschallschutz“ vor.

Neuer Weg zur neuen Norm

An die Stelle der Bauregellisten und der Liste der Technischen Baubestimmungen ist die normkonkretisierende Verwaltungsvorschrift „Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB)“ gemäß § 85a MBO getreten.

Diese Änderung im System der Bauordnungen setzt die Forderungen aus dem Urteil des EuGH vom 16.10.2014 in der Rechtssache C-100/13 um.

Mit dem Inkrafttreten resp. Fortschreiben der Muster Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmung (MVV TB) löst sie das alte System der Bauregellisten in allen Bundesländern ab.

Die neue DIN 4109

Nach 27 Jahren ist die DIN 4109:1989-11 abgelöst und durch die neue Ausgabe, die DIN 4109-2018-01, ersetzt worden. Die DIN 4109:1989-11 kann nun nicht mehr angewendet werden, Ausnahme MVV TB Anlage A5.2/2 Massivbau.

Was ist neu in der DIN 4109:2018-01?

Mit der Überarbeitung der DIN 4109 aus dem Jahr 1989 sind zum Teil erhebliche Veränderungen verbunden. Es werden mehr Anforderungen an den Mindestschallschutz festgelegt, der erhöhte Schallschutz wird im Rahmen der DIN 4109:2018-01 nicht mehr definiert.

Das Anforderungsniveau hat sich jedoch nicht grundlegend geändert. Bezüglich der Nachweisverfahren wird im Zuge der Überarbeitung die europäische Norm DIN EN ISO 12354 umgesetzt. Die deutsche Norm verweist hier auf das sogenannte vereinfachte Verfahren auf Basis von Einzahlgaben. Dieser Normenteil wird durch einen Bauteilkatalog (Normteile 4109-31 bis 4109-36) ergänzt, in dem Zahlenwerte und Berechnungsvorschriften für verschiedene Baukonstruktionen enthalten sind. In DIN 4109-4 werden die Eignungsprüfungen am Bau definiert.

Neu eingeführte DIN 4109:2018 aus VV TB

A 5.2 Technische Anforderungen hinsichtlich Planung, Bemessung und Ausführung an bestimmte bauliche Anlagen und ihre Teile gemäß § 85a Abs. 2 MBO

| Kenn./ Lfd. Nr. | Anforderungen an Planung, Bemessung und Ausführung gem. § 85a Abs. 2 MBO | Technische Regeln/ Ausgabe | Weitere Maßnahmen gem. § 85a Abs. 2 MBO |
|--------------------|---|-------------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| A 5.2.1 | Schallschutz im Hochbau | DIN 4109-1:2018-01 | Anlage A 5.2/1–A 5.2/4 |

Tab. 45: DIN 4109:2018 aus MVV TB

Weiterführende Informationen

Weitere Informationen zu Schallschutz finden Sie in unseren ausführlichen Unterlagen oder über den unten angegebenen Link.



Downloads rund um Brand- und Schallschutz

viega.de/de/produkte/anwendungen/brandschutz/brandschutzdokumentation.html

ENTWÄSSERUNGSTECHNIK

INHALT

| | |
|--|------------|
| Einleitung _____ | 362 |
| Gesetzliche und normative Grundlagen _____ | 364 |
| Regelwerke _____ | 365 |
| Planung _____ | 367 |
| Anforderungen an Abläufe _____ | 368 |
| Ablaufleistung _____ | 369 |
| Schallschutz _____ | 370 |
| Brandschutz _____ | 370 |
| Abdichtung _____ | 371 |
| Wartung und Inspektion _____ | 373 |
| Planerische Grundlagen _____ | 374 |
| Planerische Grundlagen Entwässerungstechnik _____ | 374 |
| Software-Lösungen für die Planung _____ | 374 |
| Werkstoffe _____ | 375 |
| Geruchverschlüsse _____ | 376 |
| Zu-/Ablaufleistungen _____ | 378 |
| Rohrunterbrecher _____ | 380 |
| Planerische Grundlagen Bodenentwässerung _____ | 381 |
| Ablaufleistung von Abläufen und Einflussfaktoren _____ | 381 |
| Rohrleitungsgefälle und Estrichdicke _____ | 383 |
| Abdichtungen _____ | 387 |
| Rostabdeckungen und Oberflächen _____ | 389 |
| Rückstauverschlüsse _____ | 391 |
| Abwasser- und Sicherungsarten _____ | 393 |
| Weiterführende Informationen _____ | 394 |

EINLEITUNG

Längst hat sich das Badezimmer von der funktionellen „Nasszelle“ zum persönlichen Rückzugsort gewandelt, zu einer Wellness-Oase, in der Ruhe, Entspannung und Lebensqualität möglich sind. Umgeben von anspruchsvollem Design und hochwertigen Materialien als auch wegweisender Technik, die das Komfortbad der neuen Generation erst möglich macht.

Bei der Auswahl der geeigneten Produkte müssen in der Planungsphase so viele Auswahlkriterien berücksichtigt werden, dass leicht der Überblick verloren gehen kann.

Die Viega Entwässerungstechnik für Bad und Boden repräsentiert heute eine der Kernkompetenzen des Unternehmens. Sie basiert auf der Verbindung durchdachter Lösungen in Funktion, Innovation, Komfort und Design. Über 100 Jahre Erfahrung stecken bei Viega in der Entwässerungstechnik. Sowohl für funktionelle Produkte als auch für designorientierte Bäder ist Viega heute der Ansprechpartner.

Damit Sie schnell und unkompliziert das passende Produkt für Ihre Anforderung finden, hat Viega diverse Konfiguratoren entwickelt, die Ihnen eine wertvolle Hilfe anbieten. Die Konfiguratoren visualisieren alle Modellvarianten in der individuellen Einbausituation. Abschließend erstellen die Konfiguratoren eine Zusammenfassung aller notwendigen Informationen.

Von Viega bereitgestellte Informationen und Services für die Planung von Entwässerungstechnik:

- STP-Dateien
- Datenormtexte
- BIM-Daten
- Maßzeichnungen
- Leistungsverzeichnis
- Konfiguratoren
- Viptool
- Service Center
- Planerberater

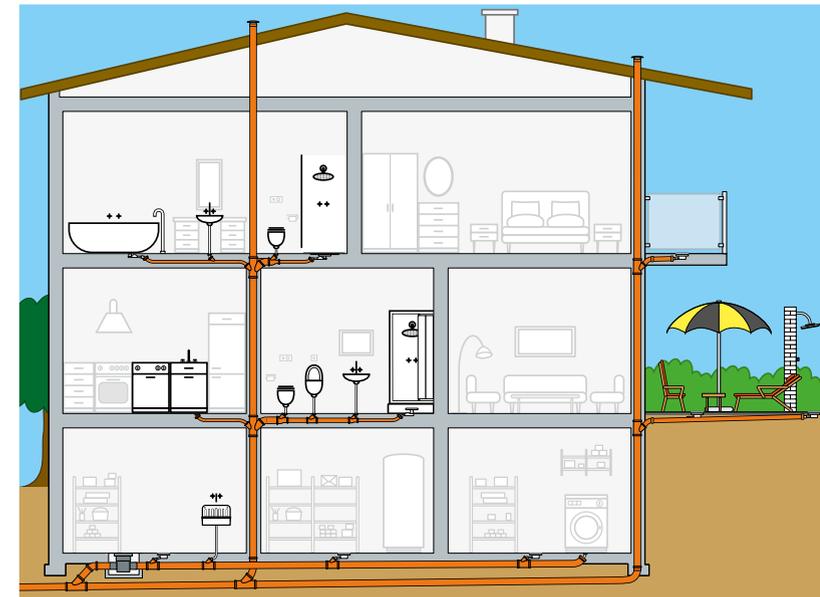


Abb. 141: Das „Viega EWT-Haus“

Das Haus ist in verschiedene Raum- und Einsatzbereiche unterteilt, aus denen die passenden Produktbereiche resultieren, z. B.:

- Kellerräume (z. B. Rückstauverschlüsse)
- Bad (z. B. Duschrinne, Badewannenablauf)
- Küche (z. B. Küchengeräte)
- Dachentwässerung (Terrassenablauf)

GESETZLICHE UND NORMATIVE GRUNDLAGEN

Bzgl. Funktion und Hygiene müssen Entwässerungssysteme folgende grundlegende Anforderungen erfüllen:

- Wasser- und Gasdichtheit aller Installationsbauteile – Kanalgase dürfen nicht in Gebäude gelangen.
- Unterhalb der Rückstauenebene liegende Objekte müssen gegen Überflutung geschützt sein.
- Das Übergreifen von Bränden in benachbarte Räume durch Wand- und Deckendurchbrüche muss verhindert bzw. verzögert werden.

Viega Produkte wurden für häusliche Anwendungen konzipiert und sind für die Einleitung anderer und chemisch aggressiver Flüssigkeiten nicht geeignet.

Die in diesem Kapitel vorkommenden Entwässerungsbauteile haben sehr unterschiedliche Funktionen und Einsatzbereiche. Bei allen Bauteilen müssen die beiliegenden Gebrauchsanleitungen beachtet werden.

Die verwendeten Materialien sind grundsätzlich nur für Belastungen der häuslichen Nutzung geeignet.

Einsatzgrenzen

- Nur haushaltsübliches Abwasser mit einer Maximaltemperatur von kurzzeitig 95 °C darf über die Abläufe abgeführt werden.
- Zur Beseitigung von Rohrverstopfungen dürfen keine chemischen Reinigungsmittel verwendet werden.
- Die Reinigung von Oberflächen mit Chrom- oder Farbbeschichtungen darf nur mit milden Reinigungsmitteln erfolgen.
- Rückstauverschlüsse dürfen nur in den für sie geltenden Einsatzbereichen verwendet werden.
- Abrasive und chemisch aggressive Flüssigkeiten dürfen nicht eingeleitet werden.

Die Nutzung der Produkte der Entwässerungstechnik für andere als in diesem Kapitel beschriebenen Einsatzbereichen müssen mit dem Viega Service Center abgestimmt werden.

Regelwerke

Die wichtigsten Hinweise auf die fachgerechte Verwendung mechanischer Bauteile finden sich in folgenden Regelwerken:

DIN EN 274 Ablaufgarnituren für SanitärAusstattungsgegenstände

Diese Norm legt Anforderungen fest an Maße, Leistung, Werkstoffe und Kennzeichnung für Ablaufventile, Geruchverschlüsse und Überläufe für Küchenspülen, Duschwannen, Waschtische, Bidets und Badewannen, die an Schwerkraft-Entwässerungssysteme angeschlossen sind, unabhängig vom Zweck des Gebäudes.

DIN EN 1253 Abläufe für Gebäude

Diese Europäische Norm klassifiziert Bodenabläufe für den Einsatz innerhalb von Gebäuden, gibt eine Anleitung hinsichtlich der Einbauorte und legt Anforderungen an folgende Punkte fest:

- Konstruktion
- Ausführung
- Funktion und Kennzeichnung von werkmäßig hergestellten Abläufen für Gebäude, unabhängig vom Werkstoff, zur Verwendung in Entwässerungssystemen, mit Geruchverschluss mit einer Geruchverschlusshöhe von 50 mm, reduzierter Sperrwasserhöhe oder mechanischer Geruchsperre.

Seit Juni 2023 ist die DIN EN 1253 um weitere drei Teile ergänzt worden, welche die Verwendung von Geruchverschlüssen mit reduzierter Sperrwasservorlage, mit Geruchverschlüssen von kombinierter reduzierter Sperrwasservorlage und mechanischem Geruchverschluss und auch den Einsatz von rein mechanischen Trockengeruchssperren ermöglicht und regelt. Die Teile 6, 7, und 8 der DIN EN 1253 regeln alle Einsatzbereiche von Geruchverschlüssen mit Sperrwasserhöhen von weniger als 50 mm und Trockengeruchverschlüssen. Ein wichtiger Aspekt für den Planer ist, dass der Einsatz dieser neuen Geruchverschlussvarianten ohne zusätzliche Maßnahmen auf eine Geschosshöhe von 4 Etagen begrenzt ist. Auch über diese Geschosshöhe hinaus ist der Einsatz möglich, bedarf jedoch aufgrund der hydraulischen Herausforderungen Maßnahmen wie Zusatzlüftungen, welche in den entsprechenden Normteilen definiert sind.

DIN EN 12056 Schwerkraftentwässerung innerhalb von Gebäuden

Diese Europäische Norm gilt für Entwässerungssysteme, die unter Schwerkraft betrieben werden. Sie gilt für Entwässerungssysteme innerhalb von Wohngebäuden, Geschäfts-, Instituts- und industriellen Gebäuden.

DIN 1986-100 Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke

Diese Norm gilt für Entwässerungssysteme zur Ableitung von Abwasser in allen Gebäuden und auf Grundstücken in Verbindung mit DIN 1986-3, DIN 1986-4, DIN 1986-30, DIN EN 12056-1 bis DIN EN 12056-5, DIN EN 752 sowie DIN EN 1610, die überwiegend mit Freispiegelleitungen betrieben werden. Die Norm legt im Interesse der öffentlichen Sicherheit einheitliche

technische Bestimmungen für Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung von Entwässerungssystemen zur Ableitung von Abwasser in Gebäuden und auf Grundstücken fest.

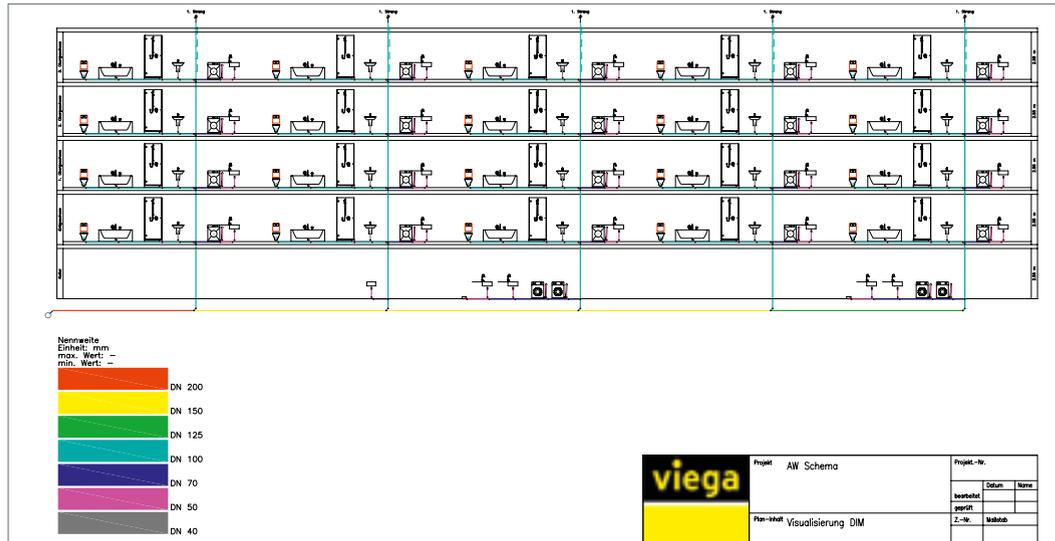


Abb. 142: Strangschema Abwasserberechnung

DIN 18534 Abdichten von Innenräumen

Dieses Dokument gilt für die Planung, Ausführung und Instandhaltung der Abdichtung von Boden- und Wandflächen in Innenräumen mit bahnenförmigen und flüssig zu verarbeitenden Abdichtstoffen gegen Wasser mit einer planmäßigen Anstauhöhe bis 10 cm.

Beispielanwendungen sind Flächen, auf die Spritz-, Brauch- und Reinigungswasser einwirken, wie in

- Badezimmern,
- gewerblich genutzten Küchen,
- Schwimmbeckenumgängen,
- Duschanlagen,
- Produktions- und Gewerbeflächen sowie
- Bodenflächen mit Ablauf.

Elektroplanung

Siehe „Elektroplanung“ auf Seite 314.

DIN EN 13564 Rückstauverschlüsse für Gebäude

Diese Europäische Norm legt Bauarten und Anforderungen an Werkstoffe, Funktion, Ausführung, Konstruktion und die Kennzeichnung für werkmäßig hergestellte Rückstauverschlüsse für fäkalienhaltiges und/oder fäkalienfreies Abwasser zur Verwendung in Schwerkraft-Entwässerungssystemen innerhalb von Gebäuden nach EN 12056-1 fest.

Planung

Allgemeine Bauaufsichtliche Prüfzeugnisse und jährliche Qualitätskontrollen durch externe Prüfanstalten stellen die Qualität der Viega Produkte sicher. Aber auch der verantwortliche Planer ist in der Pflicht die individuellen Rahmenbedingungen in Planung und Ausführung zu berücksichtigen. Hierzu gehören:

- Auswahl geeigneter Abläufe und deren Zubehör
- Realistische Einschätzung der Beanspruchungsklasse
- Koordination/Überwachung der Arbeitsabläufe der Gewerke im Zusammenspiel zwischen Installateur, Estrichleger und Fliesenleger

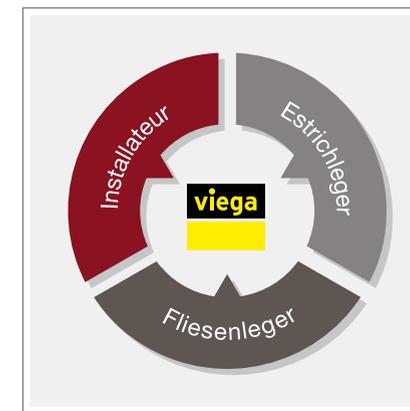


Abb. 143: Viega und Zusammenspiel von Installateur, Estrichleger und Fliesenleger

Bei Bodenabläufen sind vor allem dauerhaft dichte Lösungen gefordert. Ein koordinierter Montageablauf ist dafür unabdingbar.

Die Bauleitung bestimmt die Reihenfolge der Arbeiten und überwacht die Gewerke, besonders bei den nachfolgenden Montageschritten:

- Herstellen des Deckendurchbruchs, bzw. der Kernbohrung für den Einsatz des Ablaufs
- Platzieren und Anschließen des Ablaufkörpers
- Fertigstellen der Estricharbeiten
- Abdichten des Aufstockelements/Flansches
- Erstellen des Fertigfußbodens
- Einpassen des Ablaufrosts
- dauerelastisches Verfugen aller Anschlussstellen

Anforderungen an Abläufe

Der Oberbegriff „Abläufe“ in der Entwässerungstechnik umfasst folgende Produktgruppen:

- Bodenabläufe/Duschrinnen
- Badabläufe
- Kellerabläufe
- Dachabläufe
- Balkon-/Terrassenabläufe

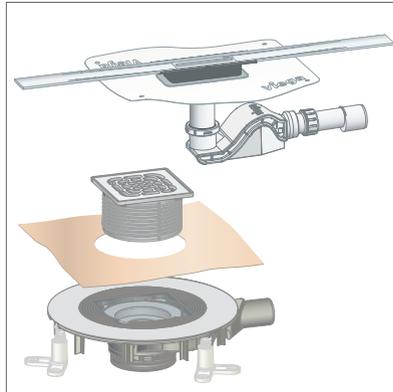


Abb. 144: Cleviva-Duschrinne und Bodenablauf

Abläufe erleichtern die Reinigung von Bodenflächen mit Wasser und leiten das Abwasser aus Duschen oder von Dächern, Balkonen und Terrassen direkt in das Entwässerungssystem. Integrierte Geruchverschlüsse mit Sperrwasser oder Rückstauklappen verhindern dabei, dass Kanalgase in Aufenthaltsräume gelangen.

In der Nähe jeder Trinkwasser-Entnahmestelle muss ein Ablauf vorhanden sein, damit ausfließendes Wasser jederzeit ohne Schaden ablaufen kann. In Hausanschlussräumen sind Bodenabläufe obligatorisch.

Auch in öffentlichen Sanitärräumen, wie WCs in Schwimmbädern, Hotels, Schulen, Sporthallen etc., sind Bodenabläufe aus hygienischer Sicht unverzichtbar.

Anforderung der DIN 1986-100:

- Der durch den Abflussvorgang verursachte Sperrwasserverlust darf die Geruchverschlusshöhe (Sperrwasserhöhe) um nicht mehr als 25 mm reduzieren.
- Das Sperrwasser darf weder durch Unterdruck abgesaugt noch durch Überdruck herausgedrückt werden.

Physikalische Anforderungen an Abläufe für Gebäude regelt DIN EN 1253.

Vorgaben bestehen unter anderem für

- Geruchverschlüsse und deren Ausführungen,
- die Belastbarkeit der Roste,
- die Ablaufleistung,
- die Temperaturbeständigkeit und die Dichtheit.

Abläufe müssen allerdings nicht nur den Anforderungen der Regelwerke entsprechen, sondern auch in vielen Einbausituationen funktional „passen“. Dazu wurden Viega Abläufe für die in der Anwendungspraxis typischen Einbausituationen optimiert und werden ständig auf dem Stand der Technik gehalten.

Die Ausstattungsvarianten umfassen:

- Abläufe mit waagerechten und senkrechten Abgangsrohren für den Abwasseranschluss „auf“, „in“ oder „unter“ der Decke
- Größen und Nennweiten für alle geforderten Ablaufleistungen
- Flanschausführungen für alle Einbau- und Abdichtungsvarianten
- Rahmen- und Rostvarianten aus verschiedenen Materialien und Designs
- Geruchverschlussarten
- Sperrwasserhöhen

Ablaufleistung

Mindestablaufleistungen (Abflusswerte) von Bodenabläufen regelt die DIN EN 1253-1. Aufgrund baulicher Gegebenheiten können diese Vorgaben allerdings nicht immer eingehalten werden – geringe Bodenhöhen erfordern oft Sonderlösungen. Solche Sonderlösungen bestehen oft aus besonders flachen Ablaufmodellen, die wegen der kleineren Rohrquerschnitte geringere Ablaufleistungen vorweisen. Um den passenden Ablauf bestimmen zu können, ist es entscheidend, die genaue Leistung der vorhandenen Zulaufarmaturen zu kennen.

Diese Leistung ist maßgeblich für die Auslegung des Ablaufs, auch wenn die dazugehörige Mischarmatur eine nominell höhere Leistung hat. Wenn keine weiteren Zuläufe beteiligt sind, kann in diesem Fall ein flacher Ablauf mit einer „nicht normgerechten“ Ablaufleistung verwendet werden.

Ablaufleistungen für Abläufe mit einem oder mehreren Zuläufen stehen in DIN EN 1253-1 Absatz 4.8.1.

Bei Verwendung eines Bodenablaufs ohne seitliche Anschlüsse für die Ableitung des Abwassers eines einzelnen Duschkopfs muss das Mindestabflussvermögen 0,4 l/s betragen. Die Ablaufleistung wird bei einer Stauhöhe von 20 mm ermittelt.

Schallschutz

Bodenabläufe können schalltechnisch eigentlich als unkritisch betrachtet werden. Werden jedoch besondere Schallschutzanforderungen nach DIN 4109 oder VDI 4100 an sie gestellt, sind durch Schallschutzgutachten oder Prüfberichte nachweisbare Schallwerte erforderlich. Wichtig ist hierbei, dass die Schallwerte nur eingehalten werden können, wenn die Bodenkonstruktionen und deren Materialien denen der Prüfaufbauten gleich sind.

Weitere Informationen siehe „Schallschutz“ auf Seite 357.

Brandschutz

Bei der Planung und beim Bau von Gebäuden steht Sicherheit an oberster Stelle. Wir bei Viega haben darum Systemlösungen entwickelt, die Ihre Installationen durch besonders flexibel einsetzbare Komponenten abnahmesicher machen.

Mit der allgemeinen Bauartgenehmigung (aBG) und den entsprechenden Advantix-Bad- und Bodenabläufen Brandschutz R120 sowie den Advantix-Rohrdurchführungen Brandschutz R120 gilt die Errichtung der Abschottung als Bauart zum Verschließen von Öffnungen in feuerwiderstandsfähigen Decken als nachgewiesen.

Des Weiteren bietet Viega die entsprechenden Kennzeichnungsschilder an.



Abb. 145: Modell 4926.20



Abb. 146: Modell 4923.5

Weitergehende Informationen zum Thema Brandschutz finden Sie auf viega.de/brandschutz.



Abdichtung

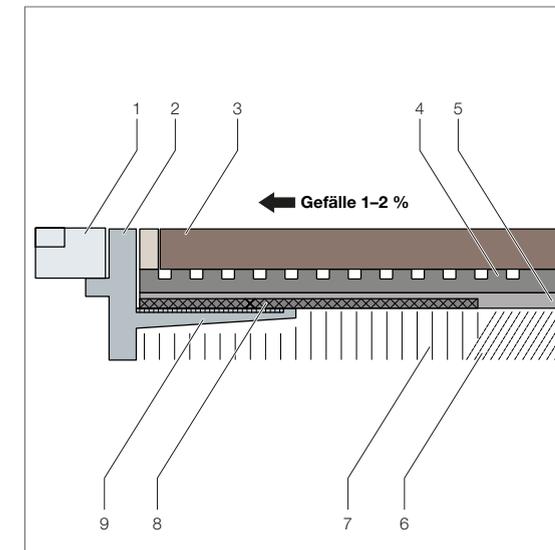


Abb. 147: Verbundabdichtung

- 1 Rost
- 2 Aufsatzstück Klebeflansch
- 3 Fliese
- 4 Dünnbettmörtel
- 5 Verbundabdichtung
- 6 Estrich
- 7 Abdichtungsmanschette
- 8 Vlies
- 9 Klebeflansch

Die Regelungen zum Abdichten von Innenräumen, sind in der DIN 18534 wie folgt gegliedert:

- Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze
- Teil 2: Abdichtung mit bahnenförmigen Abdichtungsstoffen
- Teil 3: Abdichtung mit flüssig zu verarbeitenden Abdichtungsstoffen im Verbund mit Fliesen und Platten (AIV-F)
- Teil 4: Abdichtung mit Gussasphalt oder Asphaltmastix
- Teil 5: Abdichtung mit bahnenförmigen Abdichtungsstoffen im Verbund mit Fliesen und Platten (AIV-B)
- Teil 6: Abdichtung mit plattenförmigen Abdichtungsstoffen im Verbund mit Fliesen und Platten (AIV-P)

Wie bei den anderen DIN-Normen befinden sich auch hier sämtliche allgemeine Regeln in Teil 1. Dieser kommt also in Kombination mit den anderen Teilen für die entsprechende Situation zur Anwendung. Wurde in der alten Norm die Intensität der Wassereinwirkung nur in „mäßig“ und „hoch“ unterteilt, wird nun in vier Bereiche differenziert (siehe Tab. 46).

| Wasser- einwirkungs- klasse | Wassereinwirkung |
|-----------------------------------|---|
| W0-I | Gering: Flächen mit nicht häufiger Einwirkung aus Spritzwasser. |
| W1-I | Mäßig: Flächen mit häufiger Einwirkung aus Spritzwasser oder nicht häufiger Einwirkung aus Brauchwasser, ohne Intensivierung durch anstauendes Wasser. |
| W2-I | Hoch: Flächen mit häufiger Einwirkung aus Spritzwasser und/oder Brauchwasser, vor allem auf dem Boden zeitweise durch anstauendes Wasser intensiviert. |
| W3-I | Sehr hoch: Flächen mit sehr häufiger oder lang anhaltender Einwirkung aus Spritz- und/oder Brauchwasser und/oder Wasser aus intensiven Reinigungsverfahren durch anstauendes Wasser intensiviert. |

Tab. 46: Neue Beanspruchungsklassen nach DIN 18534 – Innenraumabdichtung

Bei der Planung von Boden- oder Wandflächen, bei welchen die maximale Anstauhöhe 10 cm beträgt, findet die DIN 18534 Anwendung.

Beispiele dafür sind Duschanlagen, Produktions- und Gewerbeflächen, Badezimmer, gewerbliche Küchen und Bodenflächen mit Ablauf.

Auch Bodenflächen von untergeordneten Verkehrsflächen (wie z. B. Kleingaragen) fasst die Norm zusammen, soweit diese nicht nach DIN 18532 geplant oder abgedichtet wurden.

Um stehendes Wasser auf den Abdichtungen und dadurch Undichtigkeit zu vermeiden, legt die DIN 18534 Wert auf ein Gefälle. Im Normalfall wird das Gefälle von den Türen weg zum Ablauf angelegt.

Duschrinnen und Bodenabläufe müssen wie alle anderen Bauteile, die Abdichtungsschichten durchdringen, dauerhaft dicht ausgeführt werden.

Durchgesetzt hat sich die Abdichtung mit Flüssigfolie auf dem Estrich, direkt unterhalb der im Dünnbett geklebten Fliese.

Die Verbundabdichtung hat hier die Verwendung von Bitumen- oder EPDM-Abdichtungsbahnen weitestgehend abgelöst.

Insbesondere für die Abdichtung von Balkonen, Terrassen, Bodenplatten und Kellerböden hat sich die Verwendung von Bitumen- oder EPDM-Abdichtungsbahnen jedoch bewährt. Darüber hinaus werden Abdichtungsbahnen häufig als zusätzliche zweite Abdichtungsschicht unterhalb einer Verbundabdichtung verlegt. Viele Viega Abläufe können in Bitumen-, EPDM- oder andere Kunststoff-Abdichtungsbahnen eingebunden werden. Weil Feuchtigkeit in Estrich und Dämmschicht gelangen kann, empfiehlt Viega eine solche Konstruktion jedoch nicht bei bodengleichen Duschen.

Wartung und Inspektion

Nach DIN 1986-100 sowie DIN EN 12056 trägt der Betreiber eines Entwässerungssystems dafür Sorge, dass nur Abwässer eingeleitet werden, die nicht durch Schadstoffe belastet sind und die öffentliche Abwasseranlagen nicht beschädigen können. Um die ständige Betriebsbereitschaft aller Bauteile sicherzustellen, müssen regelmäßig Wartungen und Reparaturen durchgeführt werden. Entwässerungssysteme sollten alle sechs Monate inspiziert und auf Dichtheit überprüft werden. Dies schließt die Wartung der Bodenabläufe und die Kontrolle der Wasserstände in den Geruchverschlüssen mit ein.

Auch für Dusch-, Badewannen- und Waschtischabläufe empfiehlt Viega eine regelmäßige Inspektion und Wartung. Auch wenn Viega Abläufe konstruktiv strömungstechnisch optimiert sind und gute Selbstreinigungseigenschaften vorweisen, kann besonders durch Haare, Seifenreste oder andere Feststoffe eine bestimmungsgemäße Funktion gestört werden.



PLANERISCHE GRUNDLAGEN

Für die Planung und Ausführung barrierefreier Sanitäranlagen werden bodengleiche Abläufe benötigt, die sich in Bodenkonstruktionen integrieren lassen. Die Anforderungen an die technische Ausstattung der Abläufe und deren Ablaufleistung sind hoch. Hinzu kommt der Wunsch von Architekten und Nutzern nach individuellen Gestaltungsmöglichkeiten. Aus diesem Spannungsfeld ist ein umfangreiches Produktsortiment mit ausreichend Spielraum für Technik und Design entstanden.

Um alle Vorteile dieser neuartigen Entwässerungssysteme nutzen zu können, sind Kenntnisse von Produkten und deren Verarbeitung wichtig:

- Für die Planung – Kenntnis der notwendigen Ab- und Zulaufleistungen und die Anforderungen an den Schall- und Brandschutz
- Für den Einbau – Wissen für die korrekte Auswahl und die fachgerechte Montage der Ablaufkomponenten, einschließlich der fachgerechten Abdichtung zum Fußbodenaufbau

Planerische Grundlagen Entwässerungstechnik

Software-Lösungen für die Planung

Eine exakte Planung haustechnischer Installationen ist heute unerlässlich. Ein wichtiges Hilfsmittel sind Software-Lösungen, die bei der Planung und täglichen Arbeit sinnvoll unterstützen. Sie sorgen für größtmögliche Planungssicherheit und gewährleisten so hygienische, energieeffiziente und v. a. wirtschaftliche Installationen. Zusätzlich ermöglichen sie eine optimale Angebotserstellung, bei der bereits an viele Details gedacht wurde.

Mit dem Modul Abwasserberechnung nach DIN 12056/DIN 1986-100 werden Schwerkraft-Entwässerungssysteme für Schmutz- und Regenwasser innerhalb von Gebäuden berechnet und bemessen. Dieses ist für das gesamte Gebäude, aber auch für einzelne Bäder einsetzbar (siehe Abb. 148).

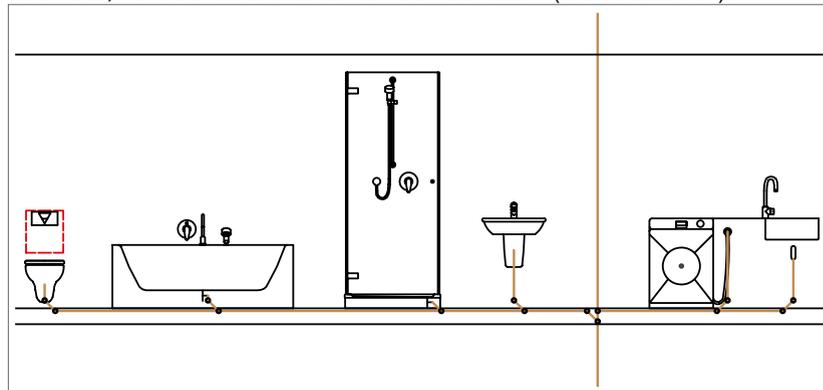


Abb. 148: Abwasser-Installation im Bad (Screenshot aus Viptool)



Werkstoffe

| Kunststoff/Material | Verwendung in | Eigenschaften |
|---|---|--|
| PP (Polypropylen) | Rohre, Gehäuse Ablaufkörper | Kurzzeitig heißwasserbeständig bis 95 °C |
| ABS (Acrylnitril-Butadien-Styrol) | Designteile galvanisiert, klebbare Bauteile | |
| ASA (Acrylnitril-Styrol-Acrylester) | Lackierte Designteile | Kurzzeitig heißwasserbeständig bis 100 °C |
| POM (Polyoxymethylene) | Befestigungsbauteile, Federelemente | Mechanisch belastbar |
| PE (Polyethylen) | Bauschutz, Baustopfen | Hohe Beständigkeit gegen Säuren, Laugen und weitere Chemikalien |
| PA (Polyamid) | Betätigungshebel | Hochfest |
| Edelstahl | Designbauteile, Roste, Schrauben | |
| Messing verchromt | Designbauteile | |
| EPDM (Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuke) | Dichtungen | Dauerelastisch Hohe UV-Beständigkeit |
| NBR (Acrylnitril-Butadien-Kautschuk) | Dichtungen | Kurzzeitig heißwasserbeständig bis 95 °C Hohe Beständigkeit gegen Mineralöle, Fette |

Tab. 47: Werkstoffe: Einsatzbereiche und Eigenschaften

Zur Herstellung der Abläufe in der Entwässerung hat sich Polypropylen (PP) bewährt im Einsatz von handelsüblichen Abwässern mit einem pH-Wert > 4. Polypropylen ist ein Kunststoff mit besonderen Eigenschaften:

- hervorragende Temperaturbeständigkeit, kurzzeitig 95 °C
- sehr gute Beständigkeit gegen Fette und Chemikalien
- sehr gute Verarbeitbarkeit
- glatte Wandungen

Geruchverschlüsse

Geruchverschlussarten

Der Geruchverschluss hat sich als Schutz gegen eindringende Kanalgerüche bewährt. Er zeichnet sich aus durch hohe Zuverlässigkeit bei geringem Pflegeaufwand.

Geruchverschlüsse unterscheiden sich nach Bauart in

- Röhren- und Wellengeruchverschluss mit Sperrwasservorlage, die einfachste Bauart mit u-förmigem Verlauf des Abgangsrohrs
- Flaschen- und Tassengeruchverschluss mit Sperrwasservorlage: Der senkrechte Ablauf taucht in einen Becher ein, der sich zunächst füllt, bevor das Wasser über den Rand des Bechers in den eigentlichen Ablauf abläuft.
- Glockengeruchverschluss
- Mechanischer Geruchverschluss mit reduzierter Sperrwasservorlage: Enthält zusätzlich eine mechanische Zusatzsicherung wie z. B. eine Membran oder Pendelklappe, die das Austrocknen des Geruchverschlusses bei Nichtbenutzung des Ablaufs verhindert.
- Trockengeruchverschluss: Arbeitet ohne Sperrwasser mit z. B. einer Membran oder Pendelklappe, um das Austreten von Kanalgasen zu verhindern.

Sperrwasserhöhen, Funktionsprinzip

Um die grundsätzliche Anforderung der Wasser- und Gasdichtheit aller Installationsbauteile in Gebäuden zu erfüllen, müssen im Entwässerungssystem Schutzmaßnahmen getroffen werden, um das Austreten von Kanalgasen in das Gebäude bzw. den Nutzerraum zu verhindern.

Aus diesem Grund müssen alle Abläufe und Entwässerungsgegenstände mit Geruchverschlüssen oder anderen speziellen Sicherungseinrichtungen ausgestattet sein. Grundsätzlich bieten Abläufe mit 50 mm Sperrwasserhöhe ausreichenden Schutz zur Vermeidung von Geruchbelästigungen in Gebäuden.

Anforderung der DIN 1986-100 an Abläufe siehe „Anforderungen an Abläufe“ auf Seite 368.

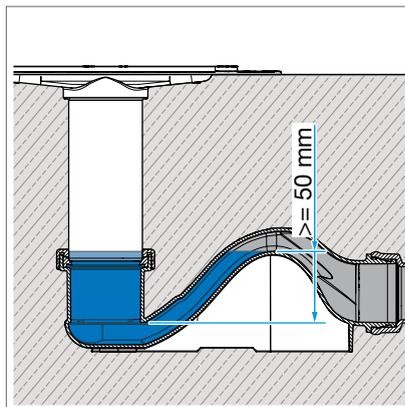


Abb. 149: Prinzip Sperrwasserhöhe

Als Sperrwasserhöhe wird nicht die Gesamthöhe der Wassersäule im Geruchverschluss bezeichnet, sondern die Höhe der Wassersäule, die tatsächlich das Austreten von Kanalgasen verhindert.

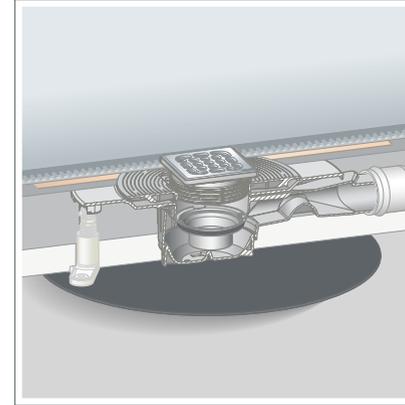


Abb. 150: Advantix Top-Ablauf mit einstellbarer Sperrwasserhöhe 35 mm, 40 mm und 50 mm

Wenn angemessene Nutzungsintervalle nicht gegeben sind oder die Geruchsicherheit der Entwässerungsgegenstände mit wirtschaftlichen Interessen zusammenhängt (Hotel), dann ist es ratsam, Abläufe mit zusätzlichen Geruchsperrern einzusetzen. Hier sind die Durchlaufklappen im wasserlosen Geruchverschluss ebenfalls verschlossen und blockieren den Großteil der Kanalgerüche.

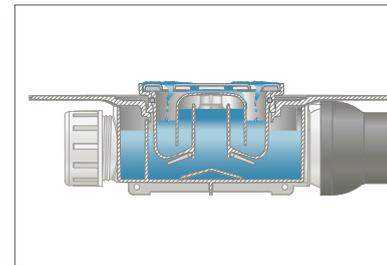


Abb. 151: Modell 4936.4: Flacher geruchssicherer Ablauf für den Einbau in die Verbundabdichtung (hier im Betriebszustand)

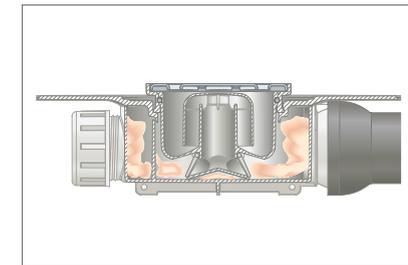


Abb. 152: Modell 4936.4 mit ausgetrocknetem Geruchverschluss und verschlossenen Durchlaufklappen



Aufgrund der Frostgefahr im Winter und der damit verbundenen möglichen Zerstörung der Abläufe kommen in Außenbereichen keine Geruchverschlüsse mit Sperrwasservorlage zum Einsatz. In den meisten Fällen werden Dach-, Balkon- und Terrassenabläufe ohne Geruchverschluss betrieben. Bei Mischsystemen kann es jedoch bei Abläufen oder Regenrohren, die vor Dachfenstern enden, zu Geruchbelästigungen kommen. Hier empfiehlt Viega den Einbau von mechanischen Geruchsperrern, die wirkungsvoll das Ausströmen der Kanalgase blockieren.

Zu-/Ablaufleistungen

Die Auswahl eines Abflufs mit einer angemessenen Ablaufleistung ist für die Sanitärplanung eine der wichtigsten Eingangsgrößen. Im besten Fall liegt die Ablaufleistung des Abflufs ca. 0,1 l/s höher als die Zulaufleistung der Armatur und dies bei niedrigst messbarer Wasserstauhöhe. Bei bodengleichen Duschen sind dies 10 mm.

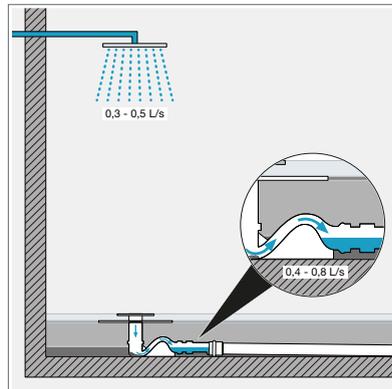


Abb. 153: Verhältnis von Zulaufleistung zu Ablaufleistung

Bei einem Abfluss mit zu großer Ablaufleistung wird bei geringerem Wasserzulauf unter Umständen der Geruchverschluss nicht mehr ausreichend durchspült und es kommt zu Verschmutzungen. Wenn die Ablaufleistung zu gering ist, kommt es zu Wasserstau und im schlimmsten Fall auch zu Wasserschäden. Deshalb ist es zwingend erforderlich, einen auf die Zulaufleistung abgestimmten Abfluss zu planen.



Ablaufleistungen nach DIN

Die Mindestablaufleistungen (Abflusswerte) von Abläufen regeln die DIN EN 1253-1 und die DIN EN 274. Um möglichst geringe Anstauhöhen bei bodengleichen Duschen zu gewährleisten, werden neben den Ablaufleistungen bei 20 mm Anstauhöhe zusätzlich auch die Ablaufleistungen bei 10 mm Anstauhöhe angegeben. Bei Bade- und Duschwannengarnituren, Duschrinnen und Bodenabläufen werden unter dem Zufluss folgender Wasserstauhöhen die Ablaufleistungen gemessen.

| Ablaufgarnitur/ Bauteil | Abläufe für Waschtische und Bidets | Abläufe für Bade- wannen | Küchen- spüle | Duschwanne mit Ablaufloch- Durchmesser 52 oder 62 mm | Duschwanne mit Ablaufloch- Durchmesser 90 mm |
|---|--|--------------------------------|------------------|---|---|
| Ablaufventil* | 0,60 | 1,00 | 0,70 | – | – |
| Ablaufventil mit Geruchverschluss* | 0,50 | 0,80 | 0,60 | 0,40 | 0,40 |
| Geruchverschluss allein* | 0,60 | 0,85 | 0,70 | – | – |
| Überlauf* | 0,25 | 0,60 | 0,25 | 0,35 | – |
| Gemessen bei Wasserstauhöhe | 120 mm | 300 mm | 120 mm | 120 mm | 120 mm |

* Normative Anforderungen an Ablaufleistungen in l/s

Tab. 48: Ablaufleistungen von Ablaufgarnituren gemäß DIN EN 274

| Duschrinnen, Bad- und Bodenabläufe* | | Dach-, Balkon- und Terrassenabläufe* | |
|-------------------------------------|------|--|------|
| DN 32 | 0,40 | DN 50 | 0,9 |
| DN 40 | 0,60 | DN 63 | 1,00 |
| ab DN 50 | 0,80 | DN 75 | 1,70 |
| ab DN 100 | 1,40 | DN 80 | 2,60 |
| ab DN 125 | 2,80 | DN 90 | 3,00 |
| ab DN 150 | 4,00 | DN 100 | 4,50 |
| | | DN 125 | 7,00 |
| | | DN 150 | 8,10 |
| Gemessen bei Wasserstauhöhe 20 mm | | Gemessen bei Wasserstauhöhe 35 mm bzw. 45 mm | |

* Normative Anforderungen an Ablaufleistungen in l/s

Tab. 49: Ablaufleistungen von Duschrinnen, Bad- und Bodenabläufen sowie Dach-, Balkon- und Terrassenabläufen gemäß DIN EN 1253

Bei Verwendung eines Bodenabflufs oder einer Duschrinne ohne seitliche Anschlüsse für die Ableitung des Abwassers eines einzelnen Duschkopfs muss das Mindestabflussvermögen 0,4 l/s betragen. Die Ablaufleistungen der einzelnen Produkte sind in "Teil 2 - Produkte" ab Seite 1030 aufgeführt.

Rohrunterbrecher

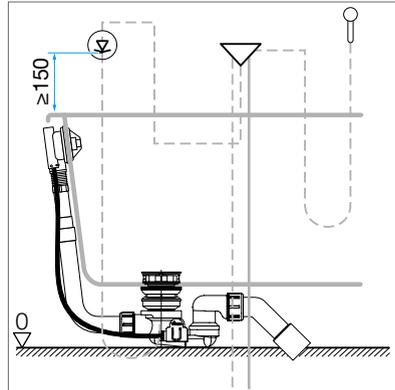


Abb. 154: Positionierung Rohrunterbrecher

DIN EN 1717 schreibt vor, Trinkwasseranlagen so auszuführen, dass sich die Wasserqualität im System nicht verschlechtern kann. Verunreinigungen aller Art müssen deshalb vermieden werden, wobei Trinkwasser bereits als verunreinigt (Nicht-Trinkwasser) gilt, sobald es die Installation verlassen hat. Um das Eindringen von Nicht-Trinkwasser durch Zurückdrücken (Waschmaschinen, Hochdruckreiniger) oder Ansaugen (Druckabfall in Steigleitungen) zu vermeiden, müssen an gefährdeten Entnahmestellen Sicherungsarmaturen, wie Rohrunterbrecher zwischen Mischarmatur und Zulauf, eingebaut werden (siehe Abb. 154). Befinden sich Zulaufarmaturen von Badewannen oder Duschen auf annähernd demselben Höhenniveau wie deren Abläufe oder sogar darunter, sind Rohrunterbrecher vorgeschrieben, die das Ansaugen von Nicht-Trinkwasser zuverlässig ausschließen.

Um das Eindringen von Nichttrinkwasser in Trinkwasserleitungen zu verhindern, werden UP-Rohrunterbrecher zwischen der Mischbatterie und einem Zulauf installiert. Wenn bei der Installation folgende Punkte sichergestellt sind, können die Viega UP-Rohrunterbrecher als Sicherungseinrichtung DB verwendet werden:

- Die Fließrichtung verläuft von schräg nach unten bis senkrecht nach unten. Leitungen nach dem Rohrunterbrecher dürfen nicht ansteigen.
- Der Rohrunterbrecher muss mindestens 150 mm über dem höchstmöglichen Nichttrinkwasserspiegel installiert sein.
- Hinter dem Rohrunterbrecher darf keine Absperrung sein.
- Den Rohrunterbrecher nicht mit eingebauter Membran in eine Druckprobe einbeziehen, da die Membran bei einer Druckprobe zerstört wird und der Rohrunterbrecher seine Funktion verliert. Wenn eine Druckprobe erforderlich ist, den Einsatz mit der Membran gegen ein Anschlussstück Modell 6161.83 austauschen.
- Rohrunterbrecher nur zusammen mit kompatiblen Bauteilen verwenden.

Um die Funktionstüchtigkeit des Rohrunterbrechers dauerhaft zu gewährleisten:

- Kalkablagerungen regelmäßig durch Fachpersonal entfernen.
- Einsatz und Membran bei sehr starken Kalkablagerungen durch Fachpersonal austauschen.

Planerische Grundlagen Bodenentwässerung

Ablaufleistung von Abläufen und Einflussfaktoren

Damit die spätere Ablaufleistung des Bodenablaufs oder der Duschrinne auch unter Betriebsbedingungen, aber vor allem nach langjähriger Nutzung noch ausreichend ist, müssen folgende Eingangswerte berücksichtigt werden:

- die Wasserzulaufleistung aus der Armatur
- Ist ein Wasserstau möglich oder ausgeschlossen?
Wandbündige oder wandnahe Einbauten von Duschrinnen verzeihen eher einen Wasseranstau als Rinnen, die sich im Eingangsbereich von Duschen befinden. Bei diesem Einbau muss eine Überlaufkante von min. 2 cm vorgesehen werden.
- bei bodengleichen Duschen das örtliche Gefälle:
Das Gefälle muss ausreichend sein. Ein Fußbodengefälle von 1–2 % sollte nicht unterschritten werden. Zu viel Gefälle kann ein Ausrutschen begünstigen oder erschwert das Handling von z. B. Rollstühlen.
- die Rauigkeit und der Fugenteil im Bodenbelag beeinflussen die Abflussgeschwindigkeit auf dem Bodenbelag.
- bei Bodenabläufen und Duschrinnen die exakte Herstellerinformation bezüglich der Verhältnisse von Ablaufleistung bei Wasserstauhöhe 10 mm oder 20 mm
- Ist die Ablaufleistung mit oder ohne Schmutzfängsieb gemessen?

Einen weiteren Einfluss auf die Ablaufleistung hat die Aufbauhöhe des Fußbodens, in dem der Ablauf eingebaut ist. Hier gibt es zwei unterschiedliche Systeme:

- Einteilige Abläufe, bei denen keine Höhenanpassung zwischen Ablauf und Abdichtungsflansch möglich ist.
- Zweiteilige Abläufe, bei denen eine Höhenanpassung zwischen Ablauf und Abdichtungsflansch möglich ist.

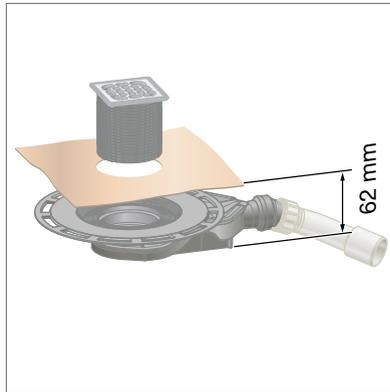


Abb. 155: Einteiliger superflacher Badablauf 4980.61, Bauhöhe 62 mm



Abb. 156: Advantix-Duschrinne mit in der Höhe fixem Ablauf ab 70 mm Bauhöhe

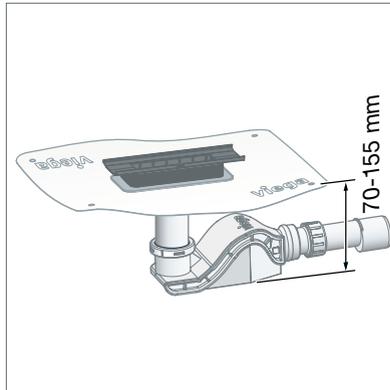


Abb. 157: Cleviva-Duschrinne mit flexibler Bauhöhe 70–155 mm

Bei den einteiligen Abläufen werden die Ablaufleistungen im niedrigsten Einbaufall ermittelt. D. h., das Aufsatzstück wird vor den Messungen auf ca. 15 mm heruntergekürzt. Eine bauseitig höhere Einbausituation des Aufsatzes, die sich günstig auf die Ablaufleistung auswirkt, sollte jedoch nicht in die Planung mit einfließen und als Sicherheitszuschlag angesehen werden. Anders ist es bei den zweiteiligen Abläufen wie z. B. Duschrinnen. Bei zweiteiligen Abläufen ist eine Höhenanpassung planmäßig vorgesehen und bei den Ermittlungen der Ablaufleistungen auch berücksichtigt. Hier geben Ablaufdiagramme detailliertere Auskünfte darüber, wie sich die höhere Wasserstauhöhe im Ablauf auswirkt. Unter Verwendung der niedrigsten Rinneneinbauvariante wird hierbei der Wasserzulauf im Prüfbecken kontinuierlich erhöht und dabei gemessen, wie viel Wasser in l/s abläuft.

Bei der Auswahl der passenden Advantix Ablauflösung empfiehlt Viega, einen Sicherheitszuschlag von 10–20 % zu berücksichtigen.

Rohrleitungsgefälle und Estrichdicke

Damit sich für die jeweilige Fußbodenkonstruktion die passende Ablauflösung findet, müssen neben der verfügbaren Aufbauhöhe des Fußbodens noch weitere Faktoren berücksichtigt werden.

Die Faktoren sind:

- die Art der Anschlussleitung
 - belüftet: 0,5 cm pro Meter Mindestgefälle
 - unbelüftet: 1 cm pro Meter Mindestgefälle
- die Länge der Anschlussleitung
- die Höhe der Anschlussstelle, z. B. Abzweig der Falleitung
- die konstruktive Höhe des Anschlussstutzens am Ablauf
- das benötigte Estrichgefälle bei bodengleichen Duschen

Aus diesen Faktoren ergibt sich die zur Verfügung stehende Bauhöhe der Ablauflösung. In vielen Fällen reicht die Aufbauhöhe nicht für Lösungen mit 50 mm Sperrwasser aus. Zusätzlich muss die Estrichmindestüberdeckung der verschiedenen Estricharten beachtet werden.

Soll im Bereich der Anschlussleitung dennoch eine Estrichdicke über der Anschlussleitung nach der Estrichnorm DIN 18560 erstellt werden, muss dies vom Fachplaner rechtzeitig berücksichtigt werden und in die Badplanung mit einfließen. In Bezug auf den Einsatz von unterschiedlich großen Bodenfliesen gilt folgende Aussage:

Bei der späteren Verwendung von großformatigen Fliesen $\geq 100 \times 100$ mm (siehe Abb. 158) sind ab einer Mindestüberdeckung von 15 mm keine weiteren Maßnahmen notwendig.

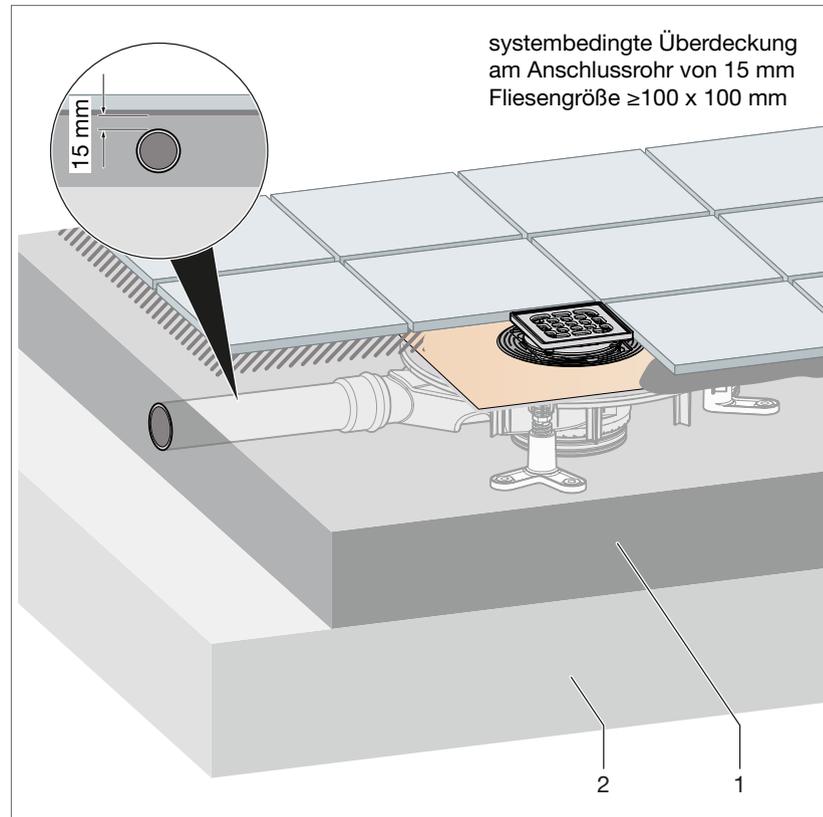


Abb. 158: Verwendung von großformatigen Fliesen $\geq 100 \times 100$ mm

- 1 Estrich
- 2 Rohfußboden

Bei kleinformatischen Fliesen $< 100 \times 100$ mm mindestens den Estrich im Bereich von 150 mm um den Ablaufanschluss mit Epoxidharz als Verstärkung anreichern. Wenn danach kein unmittelbarer Versprung der Anschlussleitung möglich ist, sodass die geforderte Estrichdicke nicht eingehalten werden kann, dann muss die Anwendung so lange erfolgen, bis die Estrichdicke entsprechend der Estrichart die Mindestüberdeckung aufweist. Hier bieten verschiedene Hersteller der Bauchemie alle nötigen Materialien an. Bei Verwendung von kleinformatischen Fliesen $< 100 \times 100$ mm mit Versprung der Anschlussleitung (siehe Abb. 159) mindestens den Estrich im Bereich von 150 mm um den Ablaufanschluss mit Epoxidharz als Verstärkung anreichern, bis die Estrichdicke entsprechend der Estrichart die Mindestüberdeckung aufweist.

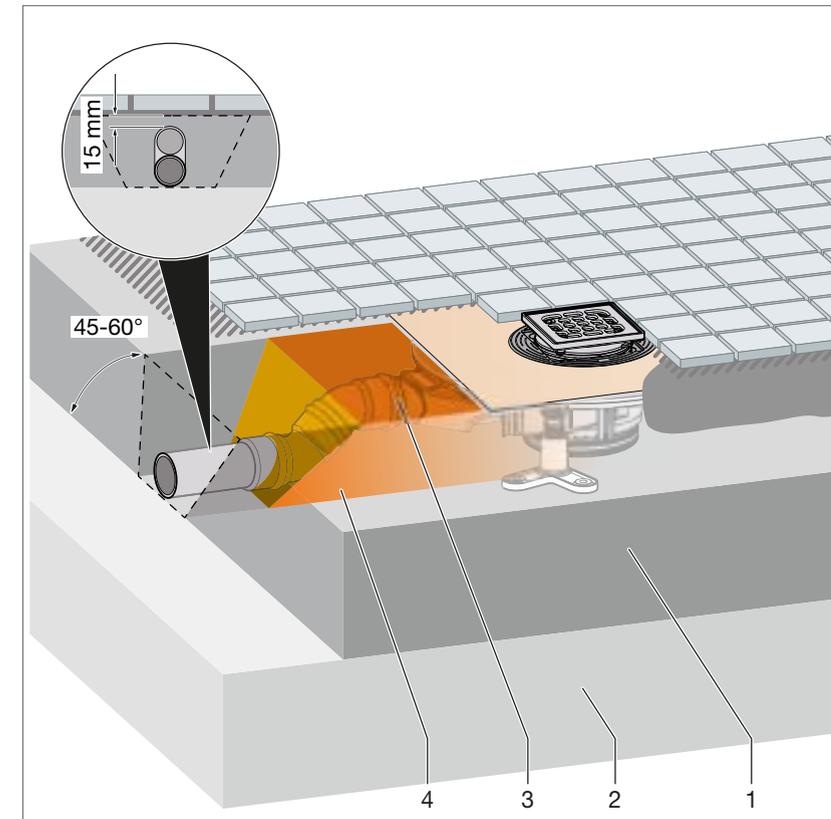


Abb. 159: Verwendung von kleinformatischen Fliesen $< 100 \times 100$ mm mit Versprung der Anschlussleitung

- 1 Estrich
- 2 Rohfußboden
- 3 Füllung: Die Ausführung muss rechtzeitig vor Baubeginn mit dem jeweiligen Bauchemiepartner geklärt werden.
- 4 Grundierung: Die Ausführung muss rechtzeitig vor Baubeginn mit dem jeweiligen Bauchemiepartner geklärt werden.

Bei Verwendung von kleinformatischen Fliesen <100 x 100 mm ohne Versprung der Anschlussleitung (siehe Abb. 160) den Estrich so lange mit Epoxidharz als Verstärkung anreichern, bis die Estrichdicke über dem Abschlussrohr wieder entsprechend der Estrichart die Mindestüberdeckung aufweist.

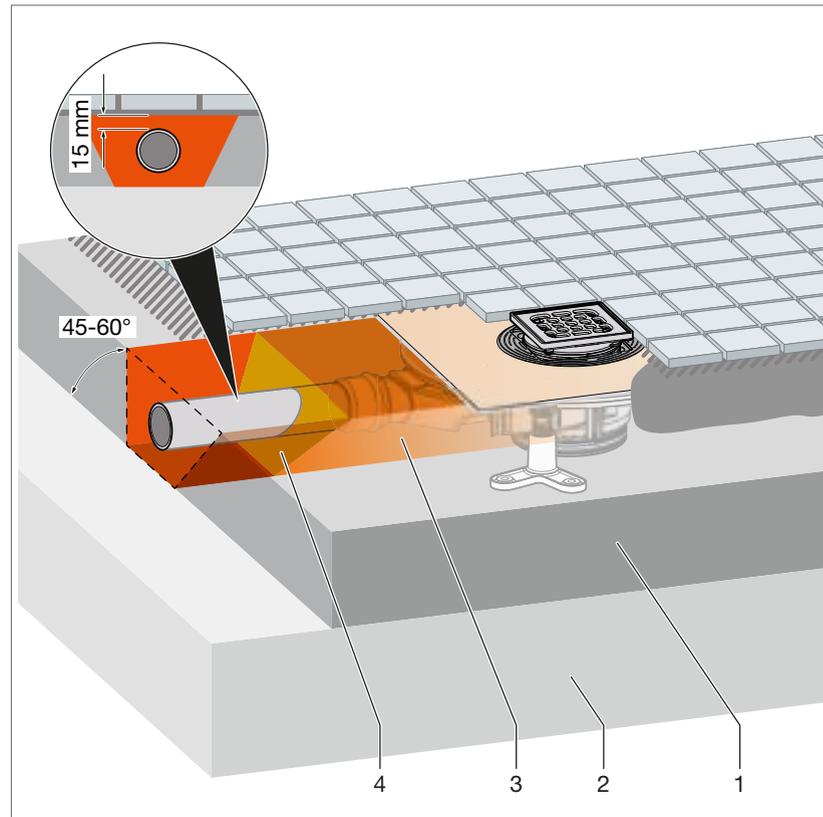


Abb. 160: Verwendung von kleinformatischen Fliesen <100 x 100 mm ohne Versprung der Anschlussleitung

- 1 Estrich
- 2 Rohfußboden
- 3 Füllung: Die Ausführung muss rechtzeitig vor Baubeginn mit dem jeweiligen Bauchemiepartner geklärt werden.
- 4 Grundierung: Die Ausführung muss rechtzeitig vor Baubeginn mit dem jeweiligen Bauchemiepartner geklärt werden.

Abdichtungen

Konventionelle Abdichtung

Insbesondere für die Abdichtung von Balkonen, Terrassen, Bodenplatten und Kellerböden hat sich dieses Verfahren bewährt, das mithilfe von Abdichtungsbahnen aus Bitumen oder EPDM durchgeführt wird. Dabei wird die Abdichtung direkt auf dem Rohbeton oder der Wärmedämmung verlegt, wobei sie auch als zusätzliche zweite Abdichtungsschicht unterhalb einer Verbundabdichtung erfolgen kann. Alle Viega Abläufe, die einen Abdichtungsflansch haben, können in Bitumen-, EPDM- oder andere Kunststoff-Abdichtungsbahnen eingebunden werden. Der Klemmring mit Abdichtungsmanschette verhindert dabei die Beschädigung des Ablaufkörpers bei Schweiß- oder Klebearbeiten und sorgt für einen sicheren Übergang zwischen Ablauf und Abdichtungsbahn.

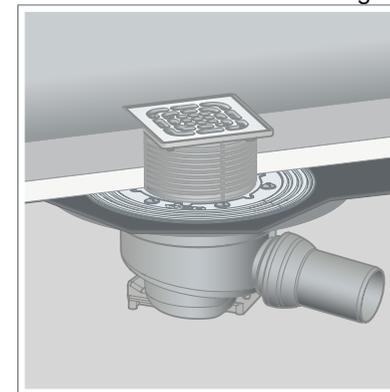


Abb. 161: Bodenablauf in Rohbeton

Verbundabdichtungen

Räume mit Feuchtigkeitsbeanspruchung erhalten in der Regel Beläge aus Fliesen oder Platten. Ein solcher Belag stellt jedoch keine Abdichtung dar. Bei Nassräumen müssen feuchtigkeitsbelastete Flächen (z. B. bodenebene Duschen) eine wirksame Abdichtung zum Baukörper aufweisen. Weil Bodenabläufe und Duschrinnen als Bauteildurchführungen die gesamte Bodenkonstruktion einschließlich der Abdichtungsschicht und der Fliesen durchdringen, erfordert die Produkt- und Materialauswahl sowie die Montage große Aufmerksamkeit. Durchgesetzt hat sich die Verbundabdichtung mit Flüssigfolien oder Abdichtungsbahnen auf dem Estrich, direkt unterhalb der im Dünnbett geklebten Fliese. Die Verbundabdichtungstechnik wird primär in der DIN 18534 und in verschiedenen Merkblättern erklärt und wird speziell im Gewerk Fliesen und Platten erfolgreich eingesetzt.



Planung und Schnittstellen

Auch der verantwortliche Planer ist in der Pflicht, die individuellen Rahmenbedingungen in Planung und Ausführung zu berücksichtigen. Hierzu gehören die realistische Einschätzung der Beanspruchungsklasse, die Auswahl geeigneter Abdichtungen und Abläufe und deren Zubehör und die Koordination/Überwachung der Arbeitsabläufe der Gewerke im Zusammenspiel zwischen Installateur, Estrichleger und Fliesenleger.

Die Bauleitung bestimmt die Reihenfolge der Arbeiten und überwacht die Gewerke, besonders bei den folgenden Montageschritten:

- Herstellen des Deckendurchbruchs, bzw. der Kernbohrung für den Einsatz des Ablaufs
- Platzieren und Anschluss des Ablaufs bzw. der Duschrinne und die Fixierung am Baukörper
- Durchführen der Estricharbeiten inkl. gutem Unterfüttern des Ablaufs
- Einarbeiten des Ablaufs in die Verbundabdichtung
- Erstellen des Fertigfußbodens inkl. Einpassen des Ablaufrosts
- dauerelastisches Verfugen aller Anschlussstellen

Auswahl von Material und Ablauflösung

Die Bestimmung der Beanspruchungsklasse, des Untergrunds und die Auswahl der Verbundabdichtung muss nach DIN 18534 durchgeführt werden. Bei flüssig zu verarbeitenden Abdichtungen garantieren nur zugelassene Verbundabdichtungen eine ausreichende mechanische, chemische und thermische Belastbarkeit. Je nach Anwendungsfall sind dies Kunststoff-Zement-Mörtel-Kombinationen oder Reaktionsharze.

Die Anforderungen an die technische Ausstattung der Abläufe und deren Ablaufleistung sind hoch. Viega bietet für jede Einbausituation die entsprechende Lösung, denn nur Abläufe, die sich in Bodenkonstruktionen integrieren und mit der jeweiligen Abdichtung verbinden lassen, garantieren die notwendige Sicherheit.

Neben den technischen Anforderungen wünschen sich Architekten und Nutzer zunehmend individuelle Gestaltungsmöglichkeiten und einen ausreichenden Spielraum für das Rost-Design.

Aus diesem Spannungsfeld ist über viele Jahre das Advantix-Produktsortiment entstanden. Das Sortiment erfüllt nicht nur alle Anforderungen der einschlägigen Normen und Merkblätter, sondern überzeugt durch erstklassige Technik und höchste Flexibilität. Zertifikate, Allgemeine Bauaufsichtliche Prüfzeugnisse und jährliche Qualitätskontrollen durch externe Prüfanstalten stellen die Qualität der Viega Produkte für Verbundabdichtungen sicher. Im Sortiment der Advantix-Bodenentwässerung stehen grundsätzlich drei verschiedene Produktlösungen zur Auswahl:

- Bad- und Bodenabläufe als mittige Punktentwässerung
- Duschrinnen als linienförmige Entwässerung über die gesamte Duschkabinebreite
- Wandabläufe als linienförmige Entwässerung über die gesamte Duschkabinebreite



Bad- und Bodenabläufe

Bad- und Bodenabläufe werden vorzugsweise mittig im Duschplatz verbaut. Das Bodengefälle erfolgt über alle vier Seiten einheitlich hin zum Ablauf.

Die Vorteile: Einfacher Einbau und je nach vergleichbarem Duschrinnenmodell bessere Reinigung und Hygiene.

Die Nachteile: Aufwändigere Gefälleföhrung des Fußbodens, viele Fugenteile und das Duschwasser entwässert zum mittigen Nutzungsbereich, was bei Wasseranstau unangenehm sein kann.

Duschrinnen (Advantix, Advantix Vario und Advantix Cleviva)

Duschrinnen werden vorzugsweise im Wandbereich verbaut, aber auch mittig oder im Türbereich ist der Einbau möglich.

Die Vorteile: Das Duschwasser wird über die gesamte Länge aufgenommen und dem mittig angeordneten Ablauf zugeführt. Das Bodengefälle kann ohne Gefälleschnitte einheitlich zur Rinne ausgebildet werden.

Die Nachteile: Im Vergleich zum Punktablauf kann die Montage etwas aufwändiger sein. Die Investitionskosten liegen meist über denen der Punktabläufe und je nach Modell ist die spätere Reinigung etwas aufwändiger.

Weitere Produktinformationen zu den Duschrinnen finden Sie auf Seite 1019.

Wandabläufe (Advantix Vario)

Wandabläufe werden ausschließlich in der Wand verbaut.

Die Vorteile: Sie sind fast unsichtbar und der Bodenbelag kann bis zur Wandschnittlinie verlegt werden.

Die Nachteile: Im Vergleich zum Punktablauf kann die Montage etwas aufwändiger sein und die Investitionskosten liegen meist über denen der Punktabläufe.

Advantix Vario-Duschrinnen und -Wandabläufe werden mit Montagekleber und Abdichtungsband geliefert. Bei Advantix-Duschrinnen aus Edelstahl bietet der besandete Flansch einen optimalen Haftgrund für die Verbundabdichtung und die Cleviva-Duschrinne hat einen Abdichtungsflansch mit werkseitig angebrachter Abdichtungsmanschette.

Rostabdeckungen und Oberflächen

Belastbarkeit von Rosten

Die DIN EN 1253-1 schreibt unter 4.3.1: „Die Wahl der geeigneten Klasse liegt in der Verantwortung des Planers.“ Dementsprechend trägt der Planer dafür Sorge, dass bei Installationen eine ausreichende Lastklasse ausgewählt wird. Andernfalls kann es bspw. bei Rosten der Lastklasse K3 (300 kg) zu einer Verformung durch zu hohe Beanspruchung kommen. In diesem Fall sollte die nächst höhere Lastklasse L15 (1500 kg) gewählt werden.



| Klasse | Zu entwässernde Fläche | Maximalbelastung [kg] |
|--------|---|-----------------------|
| H1,5 | Flächen, auf denen keine Belastung erwartet wird | 150 |
| K3 | Flächen ohne Fahrzeugverkehr, wie Wohnungen, gewerbliche und einige öffentliche Gebäude | 300 |
| L15 | Flächen mit leichtem Fahrzeugverkehr, wie in gewerblich genutzten Räumlichkeiten und öffentlichen Bereichen | 1500 |

Tab. 50: Belastungsklassen nach DIN EN 1253

Rutschhemmung von Rosten

Um Unfällen durch Ausrutschen vorzubeugen, muss im privaten aber auch gewerblichen Bereich rechtzeitig bedacht werden, ob rutschhemmende Oberflächen von Fußböden sinnvoll sind.

Werden diese berücksichtigt und befindet sich ein Bodenablauf darin, gilt es den Ablaufrost ebenfalls in rutschhemmender Ausführung vorzusehen. Für den Einsatz im gewerblichen Bereich stehen in den GUV-Regeln (Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz) die Anforderungen an die Oberflächen.

Für die betreffenden Einsatzbereiche sind dies:

- GUV-R 181 Fußböden in Arbeitsräumen und Arbeitsbereichen mit Rutschgefahr
- GUV-I 8527 Bodenbeläge für nass belastete Barfußbereiche

In Arbeitsräumen und Bereichen werden die Oberflächen nach R-Klassen (R9 bis R13) bewertet.

In nass belasteten Barfußbereichen, wie Bodenbeläge in öffentlichen Schwimmbädern und Sanitärräumen, werden die Oberflächen nach Bewertungsgruppen A/B/C differenziert.

Anwendungsbeispiele von R-Klassenanforderungen in Arbeitsräumen und Arbeitsbereichen, in denen auch Advantix Kunststoffabläufe eingesetzt werden können:

- Allgemeine Sanitärräume wie z. B. Toiletten, Umkleide- und Waschräume R10
- Pausenräume wie z. B. Aufenthaltsräume und Betriebskantinen R9
- Sanitätsräume R9
- Toiletten und Waschräume in Schulen und Kindertagesstätten R10
- Küchen in Schulen und Kindertagesstätten R10

Anwendungsbeispiele von Bewertungsgruppen in nass belasteten Barfußbereichen, in denen auch Advantix Kunststoffabläufe eingesetzt werden können:

- Barfußgänge weitgehend trocken, Einzel- und Sammelumkleideräume sowie Sauna- und Ruhebereiche A
- Duschräume, Beckenumgänge, Sauna und Ruhebereiche B



Abb. 162: Aufsatz rutschhemmend, Modell 4933.7



Abb. 163: Rost rutschhemmend, Modell 4933.61

Advantix Ablaufroste für den Einsatz in rutschhemmenden Bodenbelägen:
 Modell 4933.7 Material Edelstahl 1.4404 1,5 mm gezogen, K3 R11/B
 Modell 4933.61 Material Edelstahl 1.4404, 5 mm massiv, L15 R13/C

Rückstauverschlüsse

Anforderungen

EN 12056-4 und DIN 1986-100 fordern, Entwässerungsgegenstände unterhalb der Rückstauenebene durch Rückstauverschlüsse nach EN 13564-1 gegen Rückstau aus dem Kanal zu sichern. Befinden sich nicht gesicherte Ablaufstellen unterhalb der Rückstauenebene, können Kellerüberflutungen mit Sachschäden, Verunreinigungen und daraus resultierende Krankheitsrisiken die Folge sein. Entwässerungsgegenstände, die oberhalb der Rückstauenebene liegen, sind nicht rückstaugefährdet. Unterhalb der Rückstauenebene sollten nur Entwässerungsgegenstände liegen, die an dieser Stelle unbedingt benötigt werden.

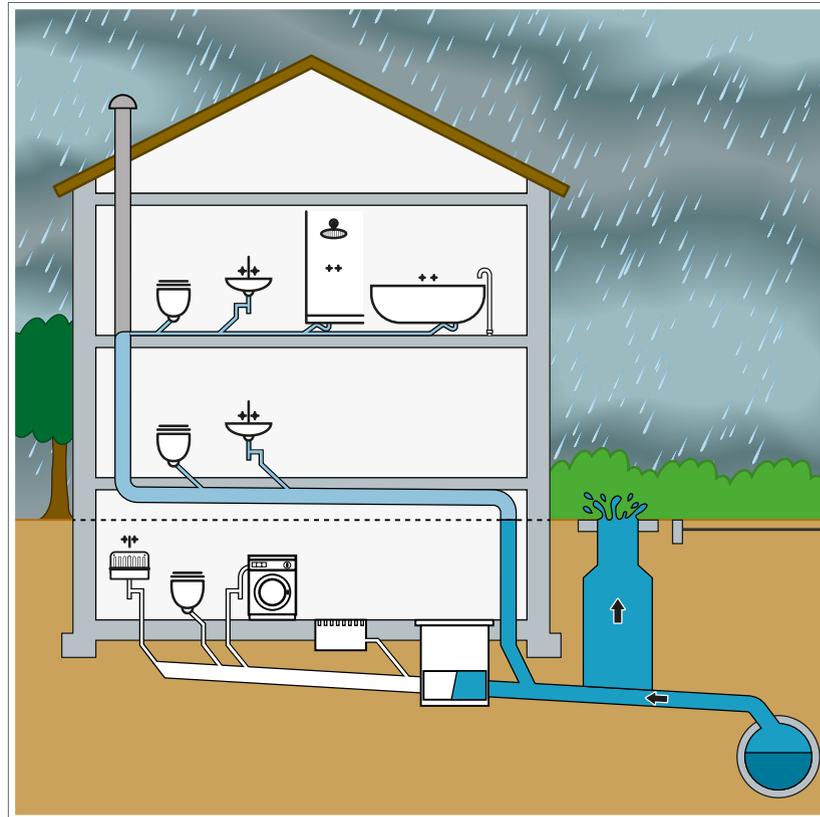


Abb. 164: Funktion einer Rückstausicherung

Unter Einhaltung bestimmter Nachweispflichten dürfen kleine Flächen bis ca. 5 m² außerhalb von Gebäuden mit an die Rückstausicherung angeschlossen werden. Rückstauverschlüsse dürfen lediglich Entwässerungsgegenstände unter der Rückstauenebene absichern. Demenspechend müssen alle Entwässerungsgegenstände oberhalb der Rückstauenebene nachgeschaltet in das Entwässerungssystem eingeleitet werden (siehe Abb. 164).

Die Anforderungen an Rückstausicherungen beschreiben die Normen DIN EN 13564-1 und DIN 1986-3. Wartungen müssen zweimal jährlich vorgenommen werden, Inspektionen monatlich.

Sämtliche Viega Rückstauverschlüsse sind güteüberwacht nach DIN EN 13564.



Abb. 165: Sperrfix

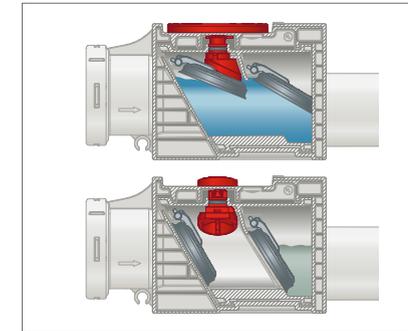


Abb. 166: Doppelte Rückstausicherung

Abwasser- und Sicherungsarten

Je nach Einsatzbedingung besteht die Möglichkeit, den Entwässerungsgegenstand standardmäßig oder vor Rückstau gesichert zu planen. Hier wird zwischen einer Sammelsicherung und einer Einzelsicherung unterschieden. Auch gilt es zu beachten, welche Art von Abwasser entwässert wird.

Man unterscheidet:

- fäkalfreies Abwasser – z. B. aus Duschen oder Waschmaschinen (Grauwasser)
- fäkaliereiches Abwasser – z. B. aus Urinalen oder Toiletten (Schwarzwasser)

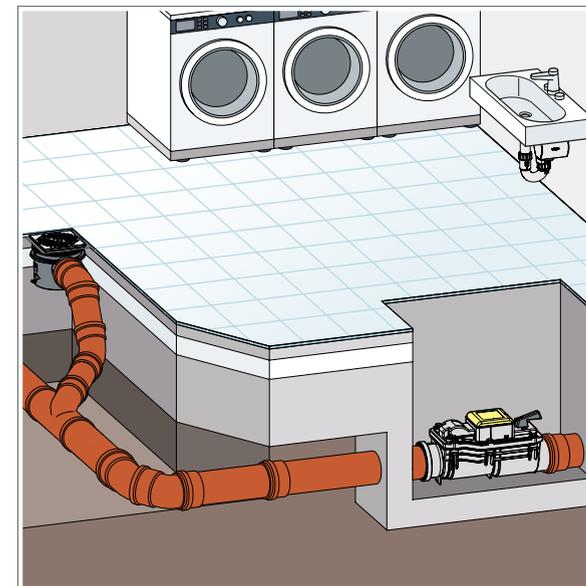


Abb. 167: Sicherung eines Waschrums mit Grundfix, Entwässerung mit dem Kellermeister



WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

Teil 2 – Produkte für die Entwässerungstechnik

- „Entwässerungstechnik“ auf Seite 1002

Software

viega.de/software

Für weitere Informationen siehe

- „Viptool Engineering“ auf Seite 1046
- „Viptool Master“ auf Seite 1048

Konfiguratoren

Advantix-Konfigurator

advantix.viega.de

Für weitere Informationen siehe „Advantix-Konfigurator“ auf Seite 1050.

Advantix Vario-Konfigurator

advantix-vario.viega.de

Für weitere Informationen siehe „Advantix Vario-Konfigurator“ auf Seite 1051.

Produktdaten

BIM-Daten

viega.de/BIM

Für weitere Informationen siehe „BIM-Daten“ auf Seite 1057.

Ausschreibungstexte

viega.de/ausschreibungstexte

Für weitere Informationen siehe „Ausschreibungstexte“ auf Seite 1057.



Viega Website

Anwendungen der Entwässerungstechnik

viega.de/de/produkte/anwendungen/entwaesserungstechnik.html

Online-Katalog

viega.de/de/produkte/Katalog/Entwaesserungstechnik.html

Für weitere Informationen zum Online-Katalog siehe „Online-Katalog“ auf Seite 1059.

Ersatzteile für die Entwässerungstechnik

viega.de/de/produkte/Ersatzteile/Entwaesserungstechnik.html



HEIZUNGS-INSTALLATION

INHALT

| | |
|---|------------|
| Einleitung _____ | 399 |
| Gesetzliche und normative Grundlagen _____ | 400 |
| Planerische Grundlagen _____ | 401 |
| Rohrnetzdimensionierung _____ | 401 |
| Hydraulischer Abgleich _____ | 404 |
| Hydraulische Schaltungen _____ | 406 |
| Drosselschaltung / Mengenregelung _____ | 407 |
| Verteilschaltung _____ | 408 |
| Beimischschaltung mit Dreiwege-Armatur _____ | 409 |
| Beimischschaltung mit Dreiwege-Armatur und Konstantbeimischung _____ | 410 |
| Einspritzschaltung mit Dreiwege-Armatur _____ | 411 |
| Einspritzschaltung mit Zweiwege-Armatur _____ | 412 |
| Hydraulische Weiche _____ | 413 |
| Auswahl von Umwälzpumpe und Regelungsart _____ | 415 |
| Thermostatventile / Volumenstrombegrenzung _____ | 419 |
| Heizleistung und Volumenstrom _____ | 420 |
| Druckhaltung _____ | 421 |
| Dämmung von Heizungsleitungen _____ | 422 |
| Druckproben _____ | 423 |
| Weiterführende Informationen _____ | 424 |

EINLEITUNG

Bessere Baustoffe und Anlagentechnik haben dazu geführt, dass seit 1978 der spezifische Wärmebedarf $[W/m^2]$ ständig abnimmt. Dennoch ist das Energie-Einsparpotenzial bei weitem noch nicht ausgeschöpft. Große Reserven liegen in der korrekten Auswahl und Kombination der Anlagenkomponenten. Nur ein in sich funktionierendes System kann effizient und wirtschaftlich betrieben werden, auch um den steigenden Energiekosten entgegenzuwirken.

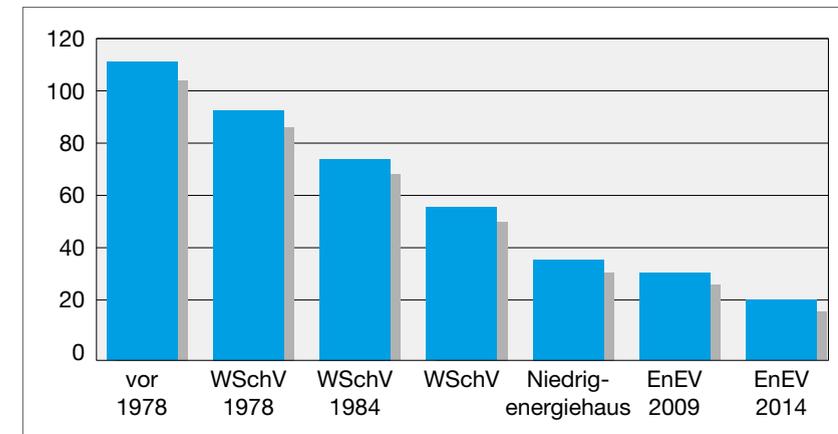


Abb. 1: Spezifischer Wärmebedarf

Zwischen Primärenergie und Nutzung (Übergabe) liegen große Energie-Einsparpotenziale, die bereits bei der Planung entdeckt und ausgenutzt werden müssen. Hat beispielsweise ein Wärmeerzeuger in der Übergangszeit des Jahres eine relativ zu hohe Leistung gegenüber dem tatsächlichen Bedarf, dann ist eine Speicherung sinnvoll. Längere Brennerlaufzeiten reduzieren Energieverluste, weil häufiges Herunter- und Hochfahren von Anlagen weitaus mehr Energie benötigt als der Betrieb von Umwälzpumpen.

GESETZLICHE UND NORMATIVE GRUNDLAGEN

Bei der Planung sind besonders folgende Regelwerke zu beachten:

- DIN EN 12828 – Heizungsanlagen in Gebäuden - Planung von Warmwasser-Heizungsanlagen
- DIN EN 12831 – Heizsysteme in Gebäuden - Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast
- DIN EN 12977 – Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile - Kundenspezifisch gefertigte Anlagen
- DIN 4109 – Schallschutz im Hochbau
- DIN EN 14336 – Heizungsanlagen in Gebäuden - Installation und Abnahme der Warmwasser-Heizungsanlagen
- Gebäudeenergiegesetz (GEG)
- VDI 2035 Vermeidung von Schäden in Warmwasser-Heizungsanlagen
- DIN 18380 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) Heizanlagen und zentrale Wassererwärmungsanlagen

6

PLANERISCHE GRUNDLAGEN

Rohrnetzdimensionierung

In der Heizungs-Installation hat das Rohrleitungsnetz die Aufgabe, die benötigten Massenströme optimal in der Anlage zwischen Erzeuger und Verbraucher zu verteilen und den Energiebedarf für die Umwälzpumpen gering zu halten.

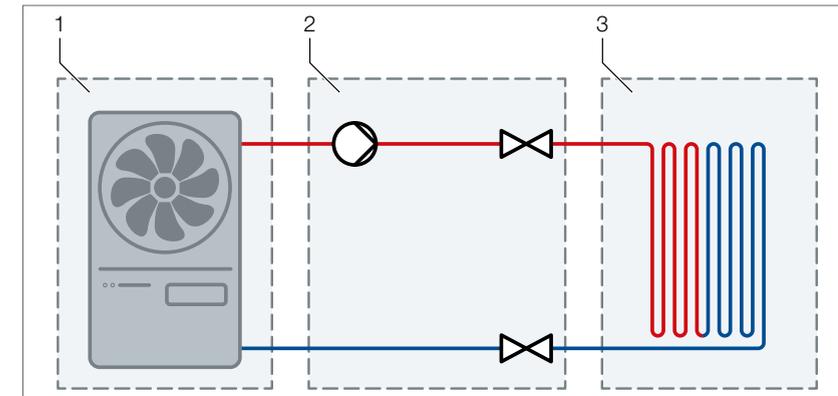


Abb. 2: Funktionsprinzip Heizungsanlage

- 1 Wärmeezeuger
- 2 Rohrleitungsnetz
- 3 Verbraucher

Pauschale R-Werte sind nicht mehr Stand der Technik. Vielmehr muss generell eine wirtschaftliche Betrachtung über die Lebenszykluskosten der spezifischen Anlage erfolgen. Dabei sind Fließgeschwindigkeiten und das mittlere Druckgefälle entscheidend. Als Richtwerte für die Fließgeschwindigkeiten gelten in den Hauptverteilungen bis 0,8 m/s und in den Heizkörperanschlussleitungen bis 0,5 m/s.

Primär wirkt sich das Rohrreibungsdruckgefälle auf den Pumpenenergiebedarf aus, der durch den ungünstigsten Fließweg definiert wird. Das Einbringen von Druckverlusten über Ventile ist beim hydraulischen Abgleich erforderlich, kann aber durch gezielte Verteilung der R-Werte im Rohrleitungsnetz reduziert werden und somit die Wirtschaftlichkeit steigern (vgl. Recknagel^[1]).

In kleineren Anlagen kann durch höhere R-Werte eine hydraulisch und wirtschaftlich abgestimmte Lösung erzielt werden. In großen Anlagen kann ein „dynamischer R-Wert“ sinnvoll sein. Dies bedeutet, dass abhängig von der Dimension jeweils ein R-Wert in einer Bandbreite von z. B. 50–200 Pa/m

[1] Recknagel – Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik

6



zugeordnet werden kann.

Für die differenzierte Rohrnetzdimensionierung von Bauvorhaben jeglicher Größenordnung, mit Funktionen zum hydraulischem Abgleich, der Planung hydraulischer Schaltungen, der Auslegung von Umwälzpumpen und der Einplanung benötigter Peripherie-Komponenten stellt Viega die CAD-basierte Software Viptool Engineering zur Verfügung.

Viptool Engineering

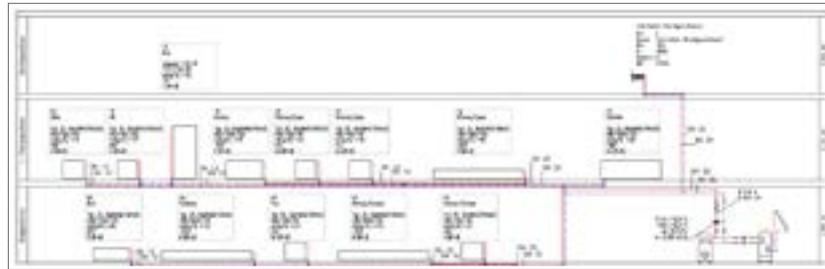


Abb. 3: Heizungsanlage mit Viptool Engineering planen

Für weitere Informationen siehe „Viptool Engineering“ auf Seite 1046.

Für die Rohrnetzdimensionierung nach gesetzlichen und normativen Vorgaben von Bauvorhaben bis zu zehn Wohneinheiten stellt Viega die Software Viptool Master zur Verfügung.

Viptool Master

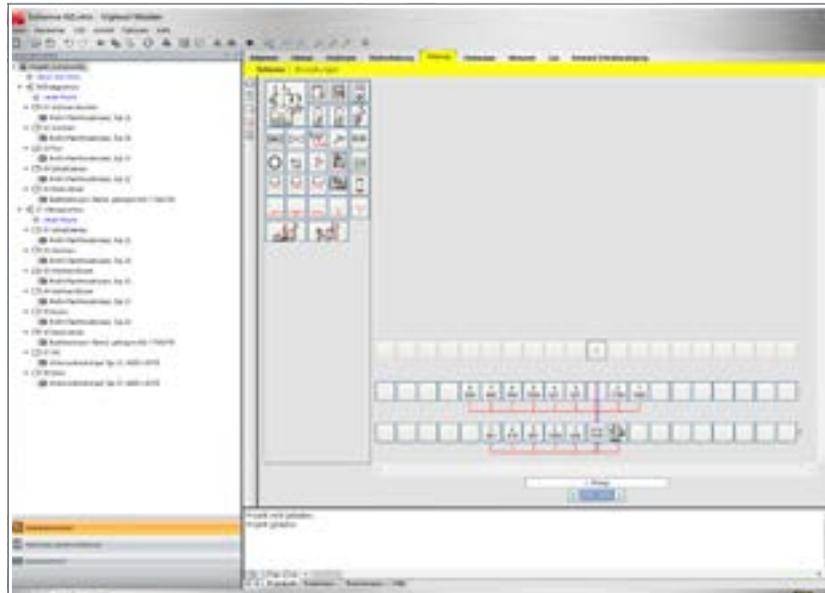


Abb. 4: Heizungsanlage mit Viptool Master planen

Für weitere Informationen siehe „Viptool Master“ auf Seite 1048.

Für die Bemessung einzelner Heizkreisläufe unter Berücksichtigung des präzisen Rohrreibungsdruckgefälles stellt Viega online einen Druckgefälle-Rechner zur Verfügung.

| DN | l | Δp _l | Δp _g | Δp _z | Δp _g | Δp _z |
|----|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 15 | 10,000 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 15 | 10,000 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 15 | 10,000 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 15 | 10,000 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 15 | 10,000 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 15 | 10,000 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 15 | 10,000 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 15 | 10,000 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 15 | 10,000 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 15 | 10,000 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Abb. 5: Werte-Ermittlung mit Druckgefälle-Rechner

Für weitere Informationen siehe „Druckgefälle-Rechner“ auf Seite 1054.

Hydraulischer Abgleich

Für das Erreichen der größtmöglichen Wirtschaftlichkeit im Anlagenbetrieb und zur Vermeidung von Betriebsgeräuschen ist ein fachgerecht durchgeführter hydraulischer Abgleich von Heizkörpern, Fußbodenheizung und Strängen unabdingbar. Dies gilt besonders für Wärmeerzeuger mit Brennwerttechnik, weil hier eine geregelte Rücklauftemperatur entscheidenden Einfluss auf den Wirkungsgrad der Wärmeerzeugung hat. Die Vorgehensweise ist in DIN EN 14336 beschrieben, nach der auch die Abnahme der Heizungsanlage erfolgen sollte.

DIN 18380 / 2019 VOB Teil C, („Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Heizanlagen und zentrale Wassererwärmungsanlagen“) Zitat: „Die Bauteile von Heizanlagen und Wassererwärmungsanlagen sind so aufeinander abzustimmen, dass die geforderte Leistung erbracht, die Betriebssicherheit gegeben und ein sparsamer und wirtschaftlicher Betrieb möglich ist. Korrosionsvorgänge und Steinbildung müssen weitgehend eingeschränkt werden. Das gilt insbesondere für Wärmeerzeuger, Beheizungseinrichtungen, Abgasanlagen, vorgesehene Brennstoffe oder Energiearten und die Eigenschaften des Energieträgers. Einflüsse durch Temperatur, Druck, Abgase und dergleichen sind zu berücksichtigen.“

Aus diesen Anforderungen ergeben sich die folgenden positiven Effekte:

- die Räume heizen sich gleichmäßig und schnell auf
- es werden keine Strömungsgeräusche in der Anlage erzeugt
- der Energieverbrauch durch reduzierte Pumpenförderleistung sinkt und die Vorlauftemperatur wird optimal genutzt
- durch die optimierte Wärmeübertragung von Fußboden- und Radiator-Heizungen verbessert sich die Temperaturverteilung
- die technischen Möglichkeiten der Anlage werden voll ausgenutzt bei höchstem Komfort und minimalen Betriebskosten für den Anwender

Um den hydraulischen Abgleich fachgerecht ausführen zu können, müssen in allen Anlagen (auch Kleinanlagen) voreinstellbare Thermostatventile oder einstellbare Rücklaufverschraubungen verwendet werden. Dies gilt auch für Heizkreisverteiler in Flächentemperiersystemen.

Strangreguliertventile werden in Anlagen mit konstantem Volumenstrom verwendet. Bei Anlagen mit variablem Volumenstrom zur Unterstützung der voreingestellten Thermostatventile und zur messtechnischen Erfassung des Strangvolumenstroms muss darauf geachtet werden, dass der Volumenstrom und der Differenzdruck des Reguliertventils im Teillastbetrieb nicht begrenzt sind.

Wenn die Druckdifferenz im Heizkreis ansteigt, dann steigt auch die Druckdifferenz über den Differenzdruckregler an, deshalb ergibt sich kein nennenswerter Druckanstieg am Thermostatventil.

Besonders in großen Anlagen ergänzen sich der Differenzdruckregler und die geregelte Umwälzpumpe, weil hier der Differenzdruck am Thermostatventil sehr schnell zu groß werden kann. Dies gilt auch für Heizkreisverteiler in Flächentemperiersystemen.

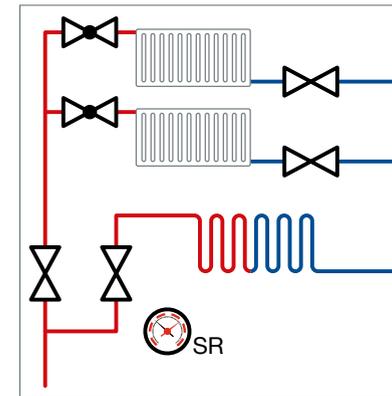


Abb. 6: Abgleich mit Reguliertventil

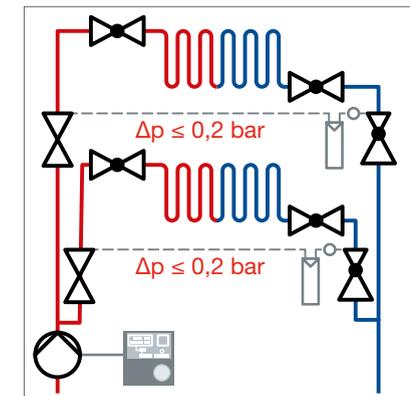


Abb. 7: Abgleich mit Differenzdruckregler

Der hydraulische Abgleich kann auf drei Arten erfolgen

- **Differenzdruckregelung**
Einfache und sichere Methode ohne spezielle Geräte.
- **Computergestützt mit Messgerät**
Zeitaufwand pro Ventil ca. 30 Minuten. Zunächst werden die Steigleitungen, danach das Hauptventil eingestellt.
- **Kompensationsmethode**
Aufwendig, mit drei Anlagenmechanikern, drei Funkgeräten und zwei Messgeräten. Zeitaufwand pro Ventil ca. 20 min.

Vorteile bietet der computergestützte hydraulische Abgleich mit digitaler Datenspeicherung, weil dieser dann weiterverwendet, ausgedruckt, aufbereitet und gespeichert werden kann.

Hydraulische Schaltungen

In der Heizungs- wie auch in der Kältetechnik werden hydraulische Schaltungen mit dem Ziel eingeplant, optimale Betriebsbedingungen in der Peripherie zwischen Erzeuger und Verbraucher herzustellen.

Bei hydraulischen Schaltungen werden zwei Stellgrößen zur Anpassung der Leistung herangezogen:

1. Volumenstrom wird verändert (bei konstanter Temperatur), Durchflussregelung (mengenvariabel)
2. Temperatur wird verändert (bei konstantem Volumenstrom); Mischregelung (mengenkonstant)

Es gibt jeweils zwei hydraulische Grundsaltungen.

Bei der Durchflussmengenregelung (mengenvariable Kreise) sind dies:

- Drosselschaltung
- Umlenkschaltung

Beide verändern die Leistung durch unterschiedlichen Volumenstrom über den Verbraucher. Sie benötigen eine vorgelagerte Pumpe, die den Volumenstrom über den Verbraucher fördert.

Bei der Mischregelung (mengenkonstante Kreise) sind dies:

- Beimischschaltung und Beimischschaltung mit fester Vormischung
- Einspritzschaltung mit Dreiweg- oder Durchgangsventil

Beide Mischregelungen verändern die Leistung durch unterschiedliche Eintrittstemperaturen in den Verbraucher. Sie beinhalten eine eigene Pumpe, die den Volumenstrom über den Verbraucher fördert.

Drosselschaltung / Mengenregelung

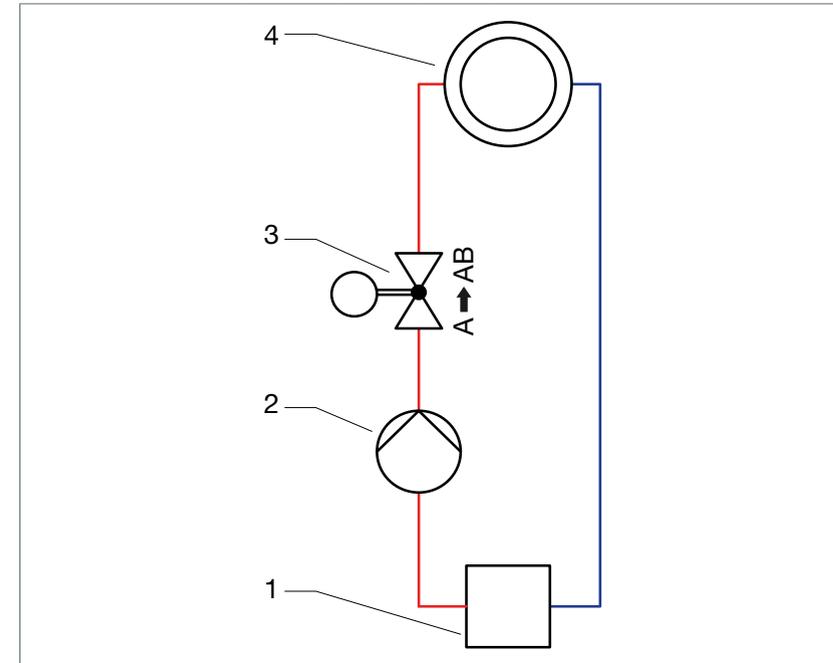


Abb. 8: Drosselschaltung / Mengenregelung – Funktionsprinzip

- 1 Wärmeerzeuger
- 2 Umwälzpumpe
- 3 Zwei-Wege-Armatur
- 4 Wärmeverbraucher

| Eigenschaften | Anwendung | Abgleich |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Grundsicherung zur Änderung des Durchflusses ■ Variabler Volumenstrom im Erzeuger- und Verbraucher-kreis ■ Niedrige Rücklauf-temperatur im Teillastbetrieb ■ Beim Anfahren zeitliche Verzögerung der Eintritts-temperatur in den Wärmeverbraucher ■ Bei geschlossenem Ventil kann die Pumpe überhitzen (Einsatz drehzahlge- reger Pumpen erforderlich) | <ul style="list-style-type: none"> ■ Luftkühler (kon- densierend) ■ Luftherhitzer ohne Einfriergefahr ■ Warmwasser- Speicherladung ■ Fernwärmehei- zung indirekt oder direkt ■ Brennwertkessel ■ Zonenregelung | <ul style="list-style-type: none"> ■ Nenndurch- fluss über das Drosselventil im Rücklauf einstellen |



Verteilschaltung

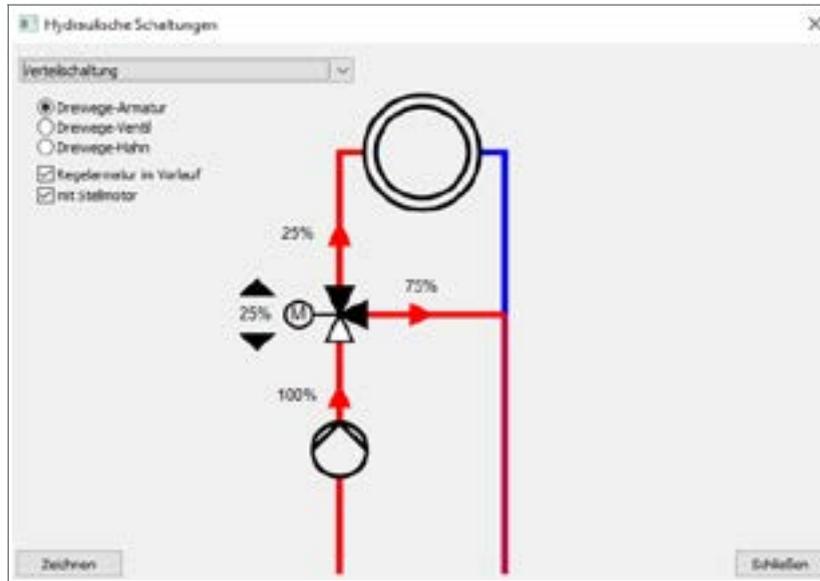


Abb. 9: Verteilschaltung – Funktionsprinzip

Beimischschaltung mit Dreizeige-Armatur

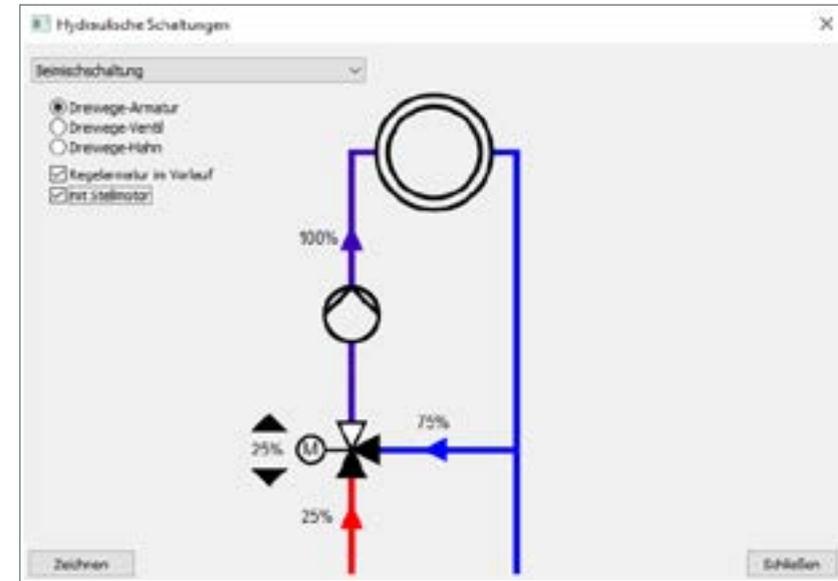


Abb. 10: Beimischschaltung mit Dreizeige-Armatur – Funktionsprinzip

| Eigenschaften | Anwendung | Einregulierung |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Grundschialtung zur Änderung des Durchflusses ■ Konstanter Volumenstrom im Erzeugerkreis ■ Variabler Volumenstrom im Verbraucherkreis ■ Pumpe arbeitet immer im gleichen Arbeitspunkt ■ Hohe Erzeuger-Rücklauftemperatur | <ul style="list-style-type: none"> ■ Luftkühler (kondensierend) mit Versorgung durch Kältemaschinen (konstanter Durchfluss) ■ Luftherhitzer ohne Einfriergefahr ■ Wärmerückgewinnung ■ Warmwasser-Speicherladung ■ Nicht geeignet für Anlagen mit Fernwärmeversorgung aufgrund hoher Rücklauftemperatur ■ Zonenregelung | <ul style="list-style-type: none"> ■ Das Regelventil auf Durchgang stellen und den Nenndurchfluss über das Drosselventil im Rücklauf einstellen (Differenzdruckmessung) ■ Regelventil auf Beimischung stellen und über das Ventil im Bypass Widerstand erhöhen, bis sich der Nenndurchfluss einstellt |

| Eigenschaften | Anwendung | Abgleich |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Grundschialtung zur Änderung der Vorlauftemperatur ■ Variabler Volumenstrom im Erzeugerkreis ■ Konstanter Volumenstrom im Verbraucherkreis ■ Gleichmäßige Temperaturverteilung über dem Wärmeverbraucher ■ Geringe Einfriergefahr bei Luftherhitzer ■ Die Schaltung ist nicht geeignet für Anlagen mit Distanzen über 20 m zwischen Bypass und Regelfühler (lange Transportzeit) ■ niedrige Rücklauftemperatur ■ Temperatur im Erzeuger- und Verbraucherkreis sollte annähernd gleich sein | <ul style="list-style-type: none"> ■ Heizkörpersysteme ■ Luftherhitzer mit Einfriergefahr ■ Brennkessel ■ Niedertemperaturkessel ■ Wärmepumpen | <ul style="list-style-type: none"> ■ Regelventil voll öffnen und Verbrauchervolumenstrom einstellen ■ Regelventil umstellen und Verbrauchervolumenstrom über Drossel im Bypass einstellen |

Beimischschaltung mit Dreivege-Armatur und Konstantbeimischung

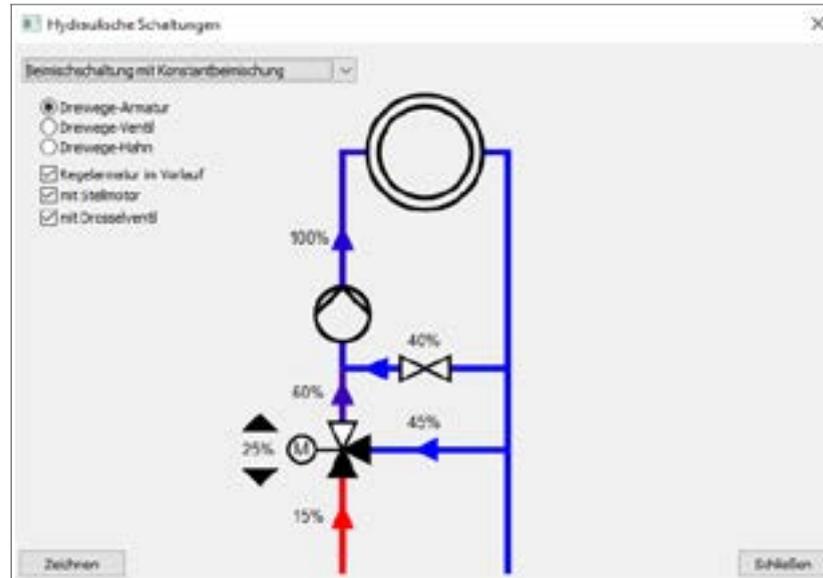


Abb. 11: Beimischschaltung mit Dreivege-Armatur und Konstantbeimischung – Funktionsprinzip

Einspritzschaltung mit Dreivege-Armatur

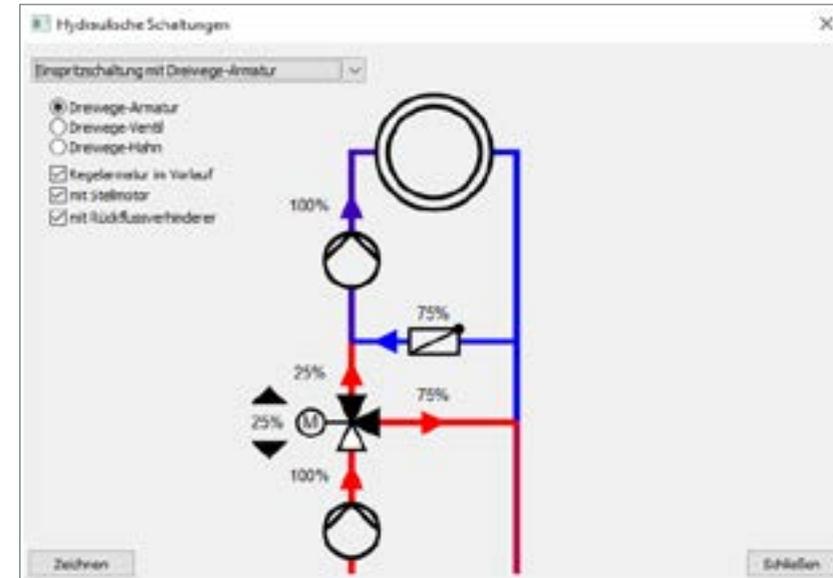


Abb. 12: Einspritzschaltung mit Dreivege-Armatur – Funktionsprinzip

| Eigenschaften | Anwendung | Abgleich |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Allgemein niedrige Rücklauf-temperatur ■ Variabler Volumenstrom im Erzeugerkreis ■ Konstanter Volumenstrom mit variabler Temperatur im Verbraucherkreis ■ Stellglied arbeitet über gesamten Hub ■ Die Schaltung ist nicht geeignet für Anlagen mit Distanzen über 20 m zwischen Bypass und Regelfühler (lange Transportzeit) | <ul style="list-style-type: none"> ■ Verbraucherkreise mit tieferen Vorlauf-temperaturen als der Erzeugervorlauf ■ Fußbodenheizung ■ Heizkörpersysteme mit hohen Temperaturen im Erzeugerkreis | <ul style="list-style-type: none"> ■ Bei voll geöffnetem Regelventil soll die maximale Verbraucher-temperatur nicht überschritten werden |

| Eigenschaften | Anwendung | Abgleich |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Grundschtung zur Änderung der Vorlauf-temperatur ■ Konstanter Volumenstrom im Erzeuger- und Verbraucherkreis ■ Hohe Rücklauf-temperatur ■ Gleichmäßige Temperaturverteilung über dem Wärmeverbraucher ■ Geringe Einfriergefahr bei Lufterhitzer | <ul style="list-style-type: none"> ■ Heizkörpersysteme ■ Fußbodenheizung ■ Lufterhitzer mit Einfriergefahr ■ Niedertemperaturkessel ■ Luftkühler ohne geregelte Entfeuchtung ■ Warmwasser-Speicherladung ■ Nicht geeignet für Anlagen mit Fernwärmeversorgung aufgrund hoher Rücklauf-temperatur | <ul style="list-style-type: none"> ■ Regelventil schließen und Verbrauchervolumenstrom einstellen ■ Regelventil umstellen und Erzeugervolumenstrom einstellen |

Einspritzschaltung mit Zweibege-Armatur

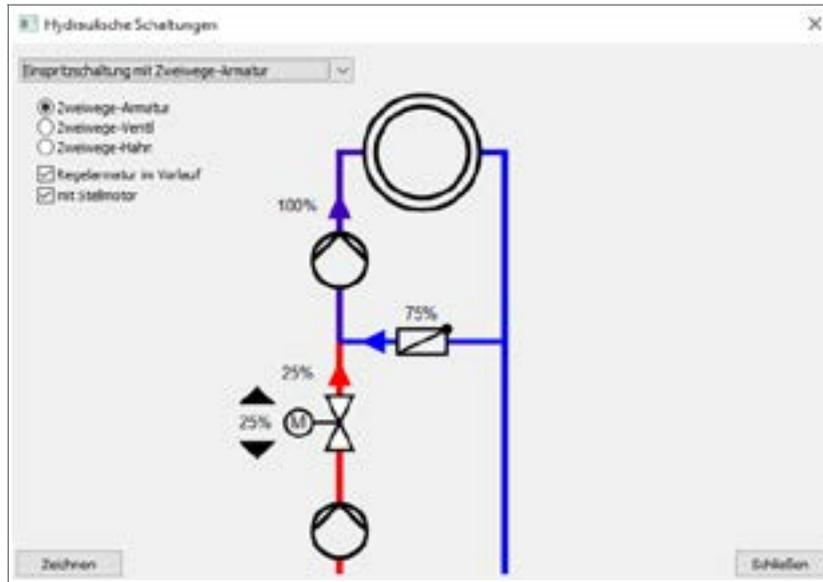


Abb. 13: Einspritzschaltung mit Zweibege-Armatur – Funktionsprinzip

Hydraulische Weiche

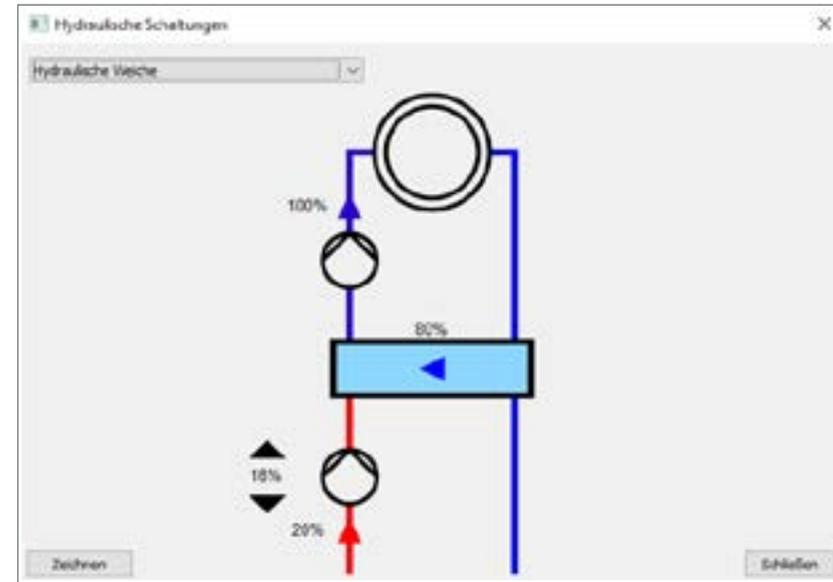


Abb. 14: Hydraulische Weiche – Funktionsprinzip

| Eigenschaften | Anwendung | Abgleich |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Grundschtaltung zur Änderung der Vorlauf-temperatur ■ Variabler Volumenstrom im Erzeugerkreis ■ Konstanter Volumenstrom im Verbraucherkreis ■ Niedrige Rücklauf-temperatur ■ Gleichmäßige Temperaturverteilung über dem Wärmeverbraucher ■ Geringe Einfrier-gefahr bei Luftherzern ■ Bei geschlossenem Ventil kann die Pumpe überhitzen (Einsatz drehzahl-ge-er-er Pumpen erforderlich) | <ul style="list-style-type: none"> ■ Niedertemperatur-kessel ■ Brennwertkessel ■ Fernwärmeheizung direkt ■ Heizkörpersysteme ■ Fußbodenheizung ■ Luftherzter ■ Wärmespeicher ■ Wärmepumpen ■ Nicht geeignet für Luftkühler mit Entfeuchungsregelung | <ul style="list-style-type: none"> ■ Regelventil schließen und Nenndurchfluss im Verbraucherkreis über Pumpe oder Drossel im Verbraucherkreis einstellen ■ Regelventil öffnen und Durchfluss im Erzeugerkreis über Drossel im Erzeugerkreis einstellen |

| Eigenschaften | Anwendung | Abgleich |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Hydraulische Entkopplung von Erzeuger- und Verbraucherkreis | <ul style="list-style-type: none"> ■ Mehrkesselanlagen ■ Einkesselanlagen mit geringem Wasserumlaufvolumen ■ Fußbodenheizung | <ul style="list-style-type: none"> ■ Vor- und Rückläufe beider Systeme sind mit geringem Strömungswiderstand miteinander verbunden ■ Alle Differenzdrücke zwischen Vor- und Rückläufen näherungsweise Null (hydraulischer Nullpunkt) |

i Die in diesem Kapitel aufgeführten hydraulischen Schaltungen können über die Planungssoftware Viptool Engineering berechnet werden. Die Implementierung kann, ausgenommen der Drosselschaltung (Grundschtaltung), durch einen Assistenten für hydraulische Schaltungen unterstützt werden.

Für weiterführende Informationen siehe „Viptool Engineering“ auf Seite 1046.





Anforderungen an Heizungswasser

Zur Vermeidung von Korrosion und Verkalkung in Heizungs-Installationen ist die Kontrolle der Beschaffenheit des Heizungs- und Ergänzungswassers von großer Wichtigkeit. Die Anforderungen bezüglich pH-Wert, Wasserhärte und Sauerstoffgehalt definiert VDI 2035 Blatt 1 („Vermeidung von Schäden in Warmwasser-Heizungsanlagen - Steinbildung in Trinkwassererwärmungs- und Warmwasser-Heizungsanlagen Ausgabe 2005“, Auszug siehe Tab. 1). Wenn die Tabellenwerte überschritten werden, dann müssen geeignete Maßnahmen (Demineralisierung, pH-Wert-Einstellung) durchgeführt werden. Es ist angeraten, bereits in der Planungsphase die geltenden Regelwerke zu sichten und eine Wasseranalyse beim Wasserversorgungsunternehmen (WVU) anzufordern.

| Gesamtheizleistung [kW] | Summe Erdalkalien [mol/m ³] | Gesamthärte [°d] |
|-------------------------|---|------------------|
| ≤ 50 | Keine Anforderungen ¹⁾ | |
| > 50 bis < 200 | ≤ 2,00 | ≤ 11,20 |
| > 200 bis ≤ 600 | ≤ 1,50 | ≤ 8,40 |
| > 600 | < 0,02 | < 0,11 |

¹⁾ Bei Anlagen mit Umlaufwasserheizern und für Systeme mit elektrischen Heizelementen beträgt der Richtwert für die Summe Erdalkalien ≤ 3,0 mol/m³, entsprechend 16,8 °d

Tab. 1: Anforderungen an Heizungswasser nach VDI 2035 Blatt 1

| | | Salzarm | Salzhaltig |
|-------------------------------------|-------|--------------------------------------|------------|
| Elektrische Leitfähigkeit bei 25 °C | µS/cm | < 100 | 100–1500 |
| Aussehen | | Frei von sedimentierenden Stoffen | |
| pH-Wert bei 25 °C | | min. 8,2 und max. 10,0 ¹⁾ | |
| Sauerstoff | mg/l | < 0,1 | < 0,02 |

¹⁾ Bei Aluminium und Aluminium-Legierungen ist der pH-Wert-Bereich eingeschränkt

Tab. 2: Allgemeine Anforderungen an Heizungswasser nach VDI 2035 Blatt 1



Auswahl von Umwälzpumpe und Regelungsart

Bei der Planung von Heizungs-Installationen ist die Auswahl geeigneter Umwälzpumpen für einen ökonomischen und technisch einwandfreien Betrieb bestimmend. Pumpenauslegungen erfolgen auf Basis der Heizlast- und Rohrnetzberechnungen.

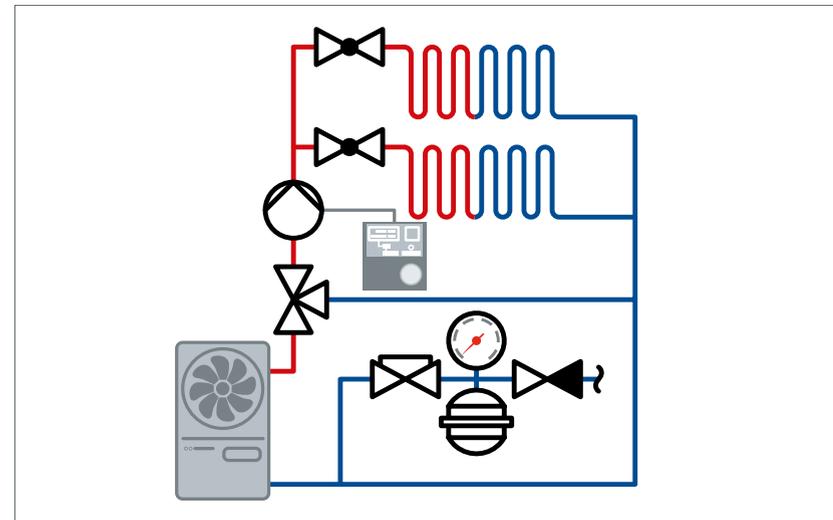


Abb. 15: Prinzipschaltbild Umwälzpumpe in einer Heizungsanlage

Aus Sicht der Technik sind elektronisch geregelte Umwälzpumpen zu bevorzugen, weil sie energiesparend die Leistung dem tatsächlichen Bedarf der Heizungsanlage anpassen und darüber hinaus alle gesetzlichen Anforderungen erfüllen. Bei Belastungsänderungen ermitteln sie sensorisch die aktuell benötigten Förderhöhen/Volumenströme und passen die Drehzahl nach einem Soll-/Ist-Wert-Vergleich stufenlos an. Ungeregelte Pumpen arbeiten ständig mit maximalem Förderstrom, obwohl jener nur ca. 2–6 % der Betriebszeit wirklich benötigt wird – störende Strömungsgeräusche, hoher Verschleiß der Bauteile und eine schlechte Energiebilanz sind die Folge.

Elektronisch geregelte Umwälzpumpen

Neuberechnungen von Altanlagen – ggf. mit Pumpenaustausch – können zu signifikant verbesserten Energiebilanzen führen.

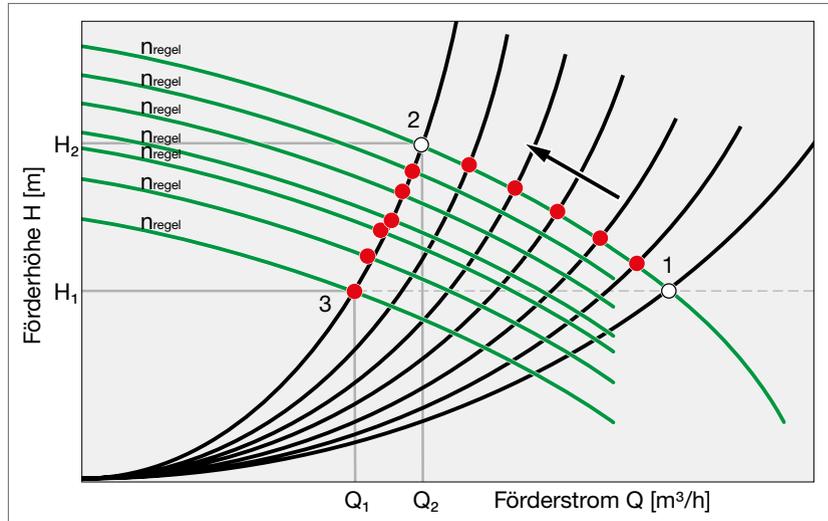


Abb. 16: Pumpenkennlinien elektrischer Umwälzpumpen

Pumpen-Förderleistungen können wie folgt ermittelt werden

- Ableitung aus der Spezifischen Heizlast, wenn die Werte für die beheizbare Nutzfläche nicht überschritten werden – nach Tab. 3
- Auslegung durch die überschlägige Ermittlung der Volumenströme – nach Tab. 4

Letztere hat den Vorteil, dass gleichzeitig die Voreinstellungen der Thermostatventile abgeleitet werden können.

| Baujahr | 1958 bis 1968 | 1969 bis 1973 | 1974 bis 1977 | 1978 bis 1982 | 1982 bis 1994 | 1995 bis 2004 | aktuell |
|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------|
| Einfamilienhaus | 170 | 150 | 115 | 95 | 75 | 60 | 40 |
| Reihenendhaus | 150 | 130 | 110 | 90 | 70 | 55 | 35 |
| Reihenmittelhaus | 130 | 120 | 100 | 85 | 65 | 50 | 30 |
| Mehrfamilienhaus | 127 | 116 | 83 | 72 | 66 | 50 | 33 |

Tab. 3: Spezifische Heizlasten von Gebäudetypen unterschiedlicher Altersklassen [W/m²]

| Wohngebäudetyp nach HeizAnIV | Spez. Heizlast je m² Nutzfläche Q _{spez} W/m² | Spez. Volumenstrom je m² Nutzfläche bei Δδ V _{spez} | | | | | |
|------------------------------|--|---|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| | | 30 K l/h | 25 K l/h | 20 K l/h | 15 K l/h | 10 K l/h | 5 K l/h |
| | | ≤ 2 Wohnungen | 100 | 2,9 | 3,4 | 4,3 | 5,7 |
| ≥ 3 Wohnungen | 90 | 2,6 | 3,1 | 3,9 | 5,2 | 7,7 | 15,5 |
| | 80 | 2,3 | 2,8 | 3,4 | 4,6 | 6,9 | 13,8 |
| | 70 | 2,0 | 2,4 | 3,0 | 4,0 | 6,0 | 12,0 |
| Niedrigenergiehausstandard | 60 | 1,7 | 2,1 | 2,6 | 3,4 | 5,2 | 10,3 |
| | 50 | 1,4 | 1,7 | 2,1 | 2,9 | 4,3 | 8,6 |
| | ≤ 40 | 1,1 | 1,4 | 1,7 | 3,4 | 3,4 | 6,9 |
| | 30 | 0,9 | 1,0 | 1,3 | 2,6 | 2,6 | 5,2 |

Tab. 4: Überschlägige Ermittlung der Volumenströme bei Heizlastberechnungen

Die überschlägige Ermittlung kann nur Richtwerte und Anhaltspunkte zur Auslegung liefern. Viega empfiehlt, eine differenzierte Betrachtung und Bedarfsermittlung und der daran orientierten gesamtheitlichen Systemauslegung vorzunehmen.

Dabei helfen die Viptool-Softwarelösungen Viptool Engineering und Viptool Master – von der Berechnung der Norm-Heizlast nach DIN 12831 über die wirtschaftliche Rohrnetzdimensionierung inkl. hydraulischem Abgleich bis hin zur differenzierten Pumpenauswahl können softwaregestützt erfolgen.

Für weitere Informationen siehe „Viptool Engineering“ auf Seite 1046.

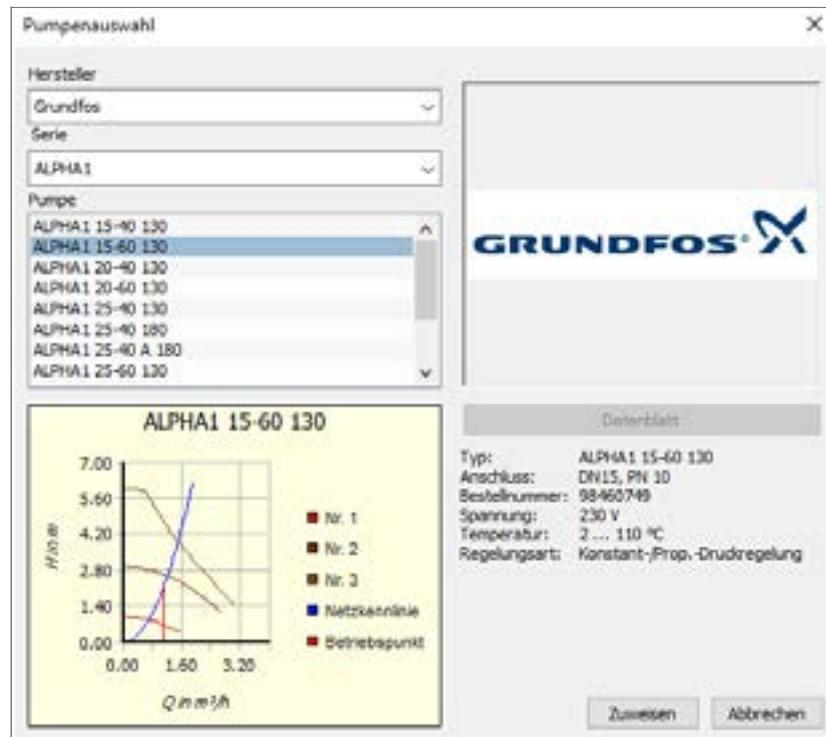


Abb. 17: Herstellerspezifische Pumpenauslegung in Viptool Engineering

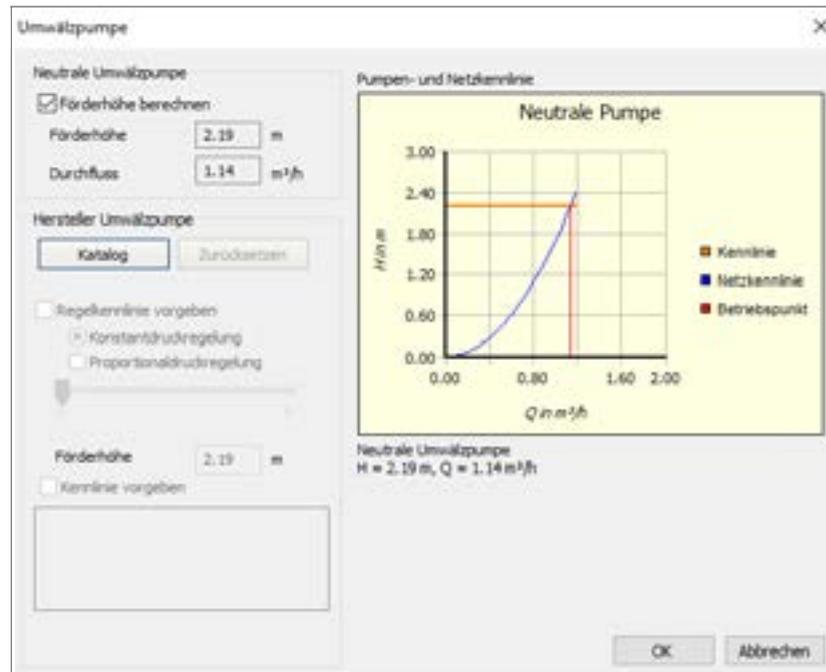


Abb. 18: Neutrale Pumpenauslegung in Viptool Engineering

Das Pumpensystem auswählen

- Volumenstrom aus der Norm-Heizlast (nach DIN EN 12831) oder gemäß dem spezifischen Wärmebedarf ermitteln.
- Pumpen anhand von Pumpenkennlinie auswählen – idealerweise elektronisch geregelte Pumpen berücksichtigen.
- Regelungsart Δp -c wählen, wenn der Rohrleitungswiderstand kleiner ist als der Widerstand der Regelarmaturen.
- Regelungsart Δp -v wählen, wenn der Widerstand der Regelarmaturen kleiner ist als der Rohrleitungswiderstand.
Bei dieser Regelungsart wird bei Nennlast auch dann das letzte Thermostatventil mit ausreichendem Druck versorgt, wenn alle anderen geschlossen sind – Energieeinsparung, Reduzierung der Geräusentwicklung.
- Pumpenlogik in der Heizkesselregelung aktivieren, z. B.: Außentemperatur > 18 °C = Pumpe ausschalten.
- Steilheit und Parallelität der Heizkennlinie prüfen, um zu hohe Vorlauftemperaturen auszuschließen – bei Brennwerttechnik zu hohe Rücklauftemperaturen.
- Automatischen Temperaturabsenkbetrieb der Pumpe aktivieren.

Thermostatventile / Volumenstrombegrenzung

Voreingestellte Thermostatventile oder einstellbare Rücklaufverschraubungen begrenzen den Volumenstrom des Heizkörpers auf den erforderlichen Wärmebedarf des zu beheizenden Wohnraums. Laut Energieeinsparverordnung sind diese Einstellungen eine wesentliche Voraussetzung für die Durchführung eines fachgerechten hydraulischen Abgleichs und können nicht durch den Einsatz einer geregelten Pumpe ersetzt werden. Es kommt vielmehr auf das Gesamtsystem an, das nur dann wirtschaftlich und effizient betrieben werden kann, wenn es im Gleichgewicht ist. Der hydraulische Abgleich sorgt dabei entscheidend für eine funktionierende Wärmeverteilung. Diese Festlegungen gelten in gleicher Weise für Einfamilienhäuser und für Großanlagen mit ausgedehnten Wärmeverteilnetzen, deshalb sind sie in den Regelwerken, Verordnungen und auch in der VOB Teil C zwingend vorgeschrieben.

Wärmeverteilung

Die Folgen eines unterlassenen oder falsch durchgeführten hydraulischen Abgleichs können sein:

- Ungleichmäßige Erwärmung der Räume
- Geräusentwicklung durch überdimensionierte Pumpen
- Verschlechterung des Wirkungsgrades von Brennwertheizungsanlagen durch Anhebung der Rücklauftemperatur
- Erhöhte Betriebskosten

Heizleistung und Volumenstrom

Ein nicht fachgerecht ausgeführter hydraulischer Abgleich führt meist zur Unterversorgung einzelner Rohrleitungsabschnitte und nicht zur Überhitzung einzelner Räume.

Heizleistung und Volumenstrom korrelieren. Messungen ergaben, dass ein zehnpromtlicher Anstieg des Volumenstroms an der Übergabestelle ca. 2 % mehr Heizleistung bringt. Umgekehrt bewirkt eine Verringerung des Volumenstroms um 50 % eine Reduzierung der Heizleistung auf 83 % – z. B. automatischer Temperaturabsenkbetrieb.

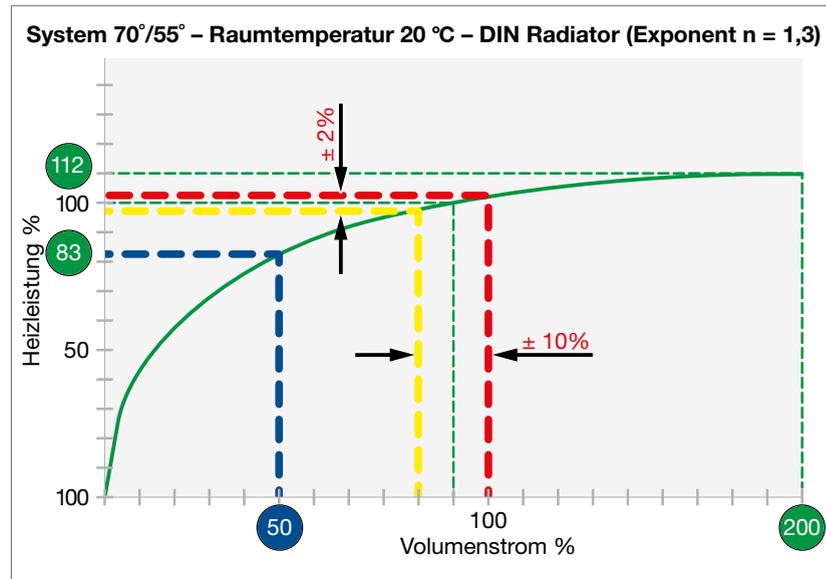


Abb. 19: Heizkörper-Heizleistung

Die Differenz zwischen der Sensor-Temperatur bei Nennvolumenstrom und beim Öffnungspunkt des Thermostatventils wird als Auslegungsregeldifferenz bezeichnet. Es sollten grundsätzlich nur Thermostatventile mit einer Regeldifferenz von maximal 1 K eingesetzt werden.

Druckhaltung

Fehlerhafte Druckhaltung und unzureichendes Entlüften führen zu Unterdruck und Lufteintrag ins System und können die Funktion der Entlüftungseinrichtungen beeinträchtigen.

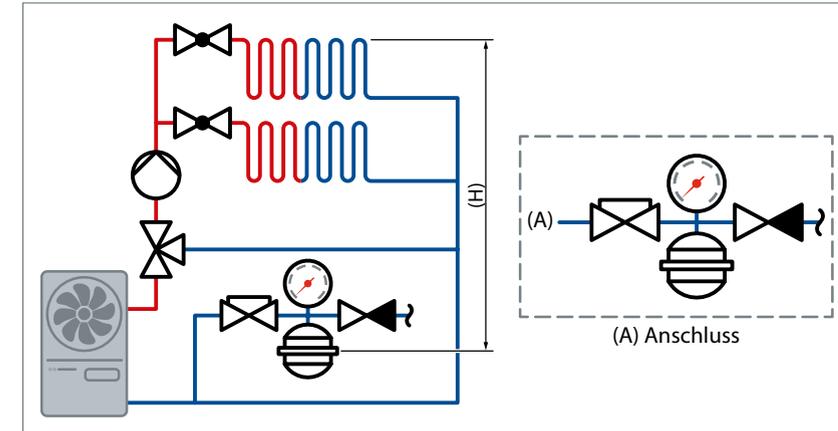


Abb. 20: Druckhaltung – Funktionsprinzip

Wenn bei Planung und Ausführung folgende Punkte berücksichtigt werden, können Funktionsstörungen und Korrosionsprozesse der Anlage vermieden werden:

- Membran-Druckausdehnungsgefäß (MAG) nach DIN EN 12828 bemessen
- MAG auf Pumpenansaugseite installieren
- MAG mit Absperr- und Entleerungsventil ausstatten
- Vordruck prüfen = statische Anlagenhöhe + 200 hPa (mbar)
- Fülldruck 300 hPa (mbar) über dem Vordruck des MAG einstellen (kalte Anlage)
- Druckhaltung im Rahmen der jährlichen Wartung überprüfen – Vermeidung von Lufteintrag in das System

Dämmung von Heizungsleitungen

Heizungsleitungen zählen zu Wärmeverteilungen.

Um den Energieverbrauch und damit verbundene CO₂-Emissionen zu reduzieren, müssen Rohrleitungen von Heizungs-Installationen nach EnEV 2014, Anlage 5 (zu §10 Absatz 2, §14 Absatz 5 und §15 Absatz 4) gedämmt werden.

| Art der Leitungen / Armaturen | Mindestdicke der Dämmschicht, bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(m·K) |
|---|---|
| 1 Innendurchmesser bis 22 mm | 20 mm |
| 2 Innendurchmesser über 22 bis 35 mm | 30 mm |
| 3 Innendurchmesser über 35 bis 100 mm | Gleich Innendurchmesser |
| 4 Innendurchmesser über 100 mm | 100 mm |
| 5 Leitungen und Armaturen nach den Zeilen 1 bis 4 in Wand- und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Leitungen, an Rohrverbindungen, bei zentralen Heizkreisverteilern | 50 % der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4 |
| 6 Leitungen von Zentralheizungen nach den Zeilen 1 bis 4, die nach Inkrafttreten dieser Verordnung in Bauteilen zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer verlegt werden | 50 % der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4 |
| 7 Leitungen nach Zeile 6 im Fußbodenaufbau | 6 mm |
| 8 Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen sowie Armaturen von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen | 6 mm |

Tab. 5: Mindestdämmschichtdicke nach EnEV, Anhang 5, Tabelle 1

Hinweise zur Tabelle:

- Dämmschichtdicken ggf. auf andere Wärmeleitgruppen umrechnen z. B. von WLG 035 auf WLG 040 ^[1]
- Zeile 1–4: Für direkt an die Außenluft grenzende Heizungsleitungen gelten doppelte Dämmschichtdicken (200 %)

Heizungsleitungen im Fußbodenaufbau

Die Verlegung von Heizungsleitungen im Fußbodenaufbau stellt für den Planer in konstruktiver Hinsicht eine besondere Herausforderung dar – der Gesetzgeber verlangt die Beachtung der Regelwerke für die Wärmedämmung und den Schallschutz, der Bauherr wünscht hohen technischen Standard bei geringen Kosten. Als Lösung kommen nur Fußbodenkonstruktionen infrage, die bei geringer Aufbauhöhe die geforderten Dämmschichtdicken aufnehmen können.

Durch den Einsatz exzentrisch vorgedämmter Rohre können beide Bedingungen erfüllt werden.

[1] Rechnung: $040/035 = 1,143$

d.h. bei 20 mm (alter Dämmschichtdicke bei WLG 035) $\times 1,143 = 22,86$ bzw. 23 mm (neue Dämmschichtdicke bei WLG 040)

Druckproben

Druckproben mit Wasser sind nach VOB Teil C, DIN 18 380, PKT. 3.4 werkvertragliche Nebenleistungen, die zur vertraglichen Leistung des Auftragnehmers gehören.

Hiernach wird die zu prüfende, fertiggestellte, jedoch noch nicht verdeckte Anlage mit einem Druck geprüft, der dem Ansprechdruck des Sicherheitsventils entspricht.

Bei Dichtheitsprüfungen mit ölfreier Druckluft oder inerten Gasen müssen detaillierte Leistungsbeschreibungen aufgestellt und werkvertraglich vereinbart werden.



Da sich Kunststoffrohre weiten, dürfen Metall- und Kunststoffrohre nicht zusammen geprüft werden.

Das Ergebnis der Druckprobe dokumentieren.

Druckprobenprotokolle

Verschiedene Druckprobenprotokolle finden Sie auf der Viega-Website im Download-Bereich. Nutzen Sie die Suchfunktion mit „Druckprobenprotokoll“ als Suchbegriff.

Für weitere Informationen siehe „Viptool Engineering“ auf Seite 1046.

Direktlinks zu den Druckprobenprotokollen:

- Druckprobeprotokoll für geschlossene Warmwasserheizungs- und Kühlanlagen - „Trocken“
- Druckprobeprotokoll für geschlossene Warmwasserheizungs- und Kühlanlagen - „Nass“



WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

Produkte für die Heizungs-Installation

- „Profipress“ auf Seite 929
- „Profipress S“ auf Seite 934
- „Prestabo“ auf Seite 939
- „Prestabo LF“ auf Seite 942
- „Megapress“ auf Seite 945
- „Megapress S“ auf Seite 947
- „Sanpress Inox“ auf Seite 952
- „Sanpress Inox LF“ auf Seite 955
- „Sanpress“ auf Seite 960
- „Temponox“ auf Seite 936
- „Raxofix“ auf Seite 971
- „Kugelhähne“ auf Seite 987
- „Schrägsitzventile“ auf Seite 991

Software

viega.de/software

Für weitere Informationen siehe

- „Viptool Engineering“ auf Seite 1046
- „Viptool Master“ auf Seite 1048

Konfiguratoren

Druckgefälle-Rechner

druckgefaelle-rechner.viega.de

Für weitere Informationen siehe „Druckgefälle-Rechner“ auf Seite 1054.

6



FLÄCHENTEMPERIERUNG

INHALT

| | |
|---|------------|
| Einleitung | 427 |
| Gesetzliche und normative Grundlagen | 429 |
| Heizlastberechnung | 429 |
| Gebäudeenergiegesetz (GEG) und Wärmeplanungsgesetz (WPG) | 430 |
| Fördermöglichkeiten | 432 |
| Planerische Grundlagen | 434 |
| Energiekonzept | 434 |
| Einsparpotenziale | 434 |
| Heizungs-Installationen | 434 |
| Heizen und Kühlen | 438 |
| Thermischer Komfort | 438 |
| Lage der Flächenheizung bzw. -kühlung | 442 |
| Bodenfläche | 442 |
| Wandfläche | 444 |
| Deckenfläche | 445 |
| Auswahltabelle | 446 |
| Aufbauten für Flächenheizung bzw. -kühlung | 447 |
| Nassbau (Estrich- bzw. Putzsysteme) | 447 |
| Trockenbau | 450 |
| Kurzbeschreibung der Systeme | 456 |
| Standard | 456 |
| Renovierung | 457 |
| Sondersysteme | 458 |
| Systemrohre | 459 |
| Sauerstoffdichtheit | 459 |
| Anwendungsklassen | 459 |
| Viega PB-Rohre | 461 |
| Viega PE-XC-Rohre | 463 |
| Viega PE-RT-Rohre | 465 |
| Viega MV-Rohre | 467 |

| | |
|---|------------|
| Planungsgrundlagen | 468 |
| Bauliche Voraussetzungen | 468 |
| Auslegungsgrundlagen | 471 |
| Estriche und Estrichzusatzmittel | 474 |
| Bauwerkfugen | 477 |
| Wärme – und Trittschalldämmung | 478 |
| Nutzlasten | 480 |
| Bodenbeläge | 481 |
| Brandschutz | 485 |
| Heizkreisverteiler | 488 |
| Regelungskomponenten | 489 |
| Hydraulischer Abgleich | 490 |
| Einzelraumregelung Fonterra Smart Control | 492 |
| Einzelraumregelung Fonterra Heat Control | 493 |
| Auslegungsberechnung | 494 |
| Ausschreibung | 495 |
| Montageplanung | 495 |
| Fonterra-Systeme | 496 |
| Fonterra Base Flat 12 | 497 |
| Fonterra Base | 505 |
| Fonterra Tacker | 524 |
| Fonterra Reno | 542 |
| Fonterra Side 12 | 556 |
| Fonterra Side 12 Clip | 565 |
| Fonterra Top 12 | 571 |
| Fonterra Industry | 578 |

| | |
|-------------------------------------|------------|
| Weiterführende Informationen | 586 |
|-------------------------------------|------------|

EINLEITUNG

Flächentemperierung, also Heizen und Kühlen über Fußboden, Wand oder Decke gewinnt stetig an Bedeutung. Neubauten werden heutzutage fast durchgängig mit einer Fußbodenheizung ausgestattet. Die niedrigen Vorlauftemperaturen in den Heizungsleitungen ermöglichen eine gleichmäßige und angenehme Erwärmung des Bodens. Dies senkt die Betriebskosten, da Wärmeerzeuger wie Wärmepumpen oder Brennwertkessel im energieeffizientesten Temperaturbereich betrieben werden.



Abb. 1: Flächenheizung

Die großflächige Wärmeübergabe sorgt ganzjährig für ein angenehmes, zugluftfreies Raumklima. Die Strahlungswärme, die von den Heizflächen ausgeht, wird als besonders wohltuend empfunden. Dabei entstehen im Vergleich zu Heizkörpern deutlich geringere Luftbewegungen, sodass weniger Staub oder andere Partikel aus der Luft aufgewirbelt werden. Zudem verringert Strahlungswärme das Austrocknen der Raumluft selbst bei lang anhaltendem Heizen. Die geringe Staubbelastung und der Erhalt der Luft-

feuchtigkeit wirken sich positiv auf Atemwege und Haut aus, was nicht nur Allergiker zu schätzen wissen.

Flächenheizen trägt zu einer deutlichen Energieeinsparung bei. Die Raumtemperatur kann durchschnittlich um ca. zwei Grad abgesenkt werden, ohne dabei Komforteinbußen zu verursachen. Das entspricht einer Einsparung von bis zu 12 % im Vergleich zur Konvektionswärme von Heizkörpern. Die Leistungsabgabe sowohl im Kühl- als auch im Heizbetrieb wird stark von Boden- bzw. Wandbelägen beeinflusst. Zur weiteren Energieeinsparung ist es also sinnvoll, Beläge mit einem niedrigen Wärmedurchlasswiderstand einzuplanen.

Weiterhin lassen sich bis zu 20 % Energiekosten durch hydraulisch abgegliche Systeme einsparen. Dies leistet Fonterra Smart Control oder auch Fonterra Heat Control als innovative und energieeffiziente Einzelraumregelung mit permanentem automatischen hydraulischem Abgleich.

Flächentemperiersysteme lassen sich auch in Wände und Decken installieren. So kann neben der Beheizung in der kalten Jahreszeit zusätzlich in der warmen Jahreshälfte die Raumluft gekühlt werden. Da jedoch der Wärmeübergangskoeffizient und die Kühlleistung sehr unterschiedlich ausfallen, eignet sich die Decke am besten für eine raumflächenintegrierte Kühlung, dann folgen Wand und Boden. Zwar kann dabei die Raumtemperatur nicht so weit reduziert werden wie bei einer konventionellen, luftgeführten Kühlung bzw. Klimatisierung. Dennoch bietet die Decke als großflächiges und



homogenes Bauteil systemische Vorteile: Während herkömmliche Klimaanlage die Raumwärme durch Luftaustausch entziehen, führen Kühldecken die Kühllast überwiegend mithilfe von Strahlung aus dem Raum ab. Für den sicheren Betrieb einer Flächenkühlung ist die Einhaltung bestimmter regelungstechnischer Aspekte ausschlaggebend. Im Wesentlichen bedeutet dies, dass die Wasserdampf-Taupunkttemperatur auf der kühlenden Raumfläche nicht unterschritten werden darf. Durch all diese Vorzüge wird die Flächenheizung und -kühlung nicht nur für den Wohnbereich interessant, sondern auch für Büro- und Industriegebäude.

Grundsätzlich können Flächentemperiersysteme im Boden, an der Wand oder in der Decke installiert werden. Für diese Einsatzbereiche stellt Viega diverse Nass- oder Trockensysteme zur Verfügung, siehe hierzu auch „Lage der Flächenheizung bzw. -kühlung“ auf Seite 442.



Bei Nasssystemen liegen die Rohrleitungen z. B. in Noppenplatten (Fonterra Base) oder auf Tackerplatten (Fonterra Tacker) und werden direkt im Estrich verlegt. Für besonders geringe Aufbauhöhen eignen sich Nasssysteme, die durch spezielle Zusatzmittel reduzierte Estrichdicken erlauben (Fonterra Base Flat).



Bei Trockensystemen für den Fußboden werden die Rohre in Trockenestrichplatten (Fonterra Reno) verlegt. Sie werden mit einer speziellen Vergussmasse bedeckt oder es wird direkt darauf gefliest. Unterhalb der Trockenestrichplatten kommen je nach Anforderung und Bodenaufbau verschiedene Dämmungen zum Einsatz. Trockensysteme zeichnen sich durch ein geringes Eigengewicht aus, dadurch können sie auf nahezu allen Deckenarten verlegt werden, selbst wenn diese für geringere Belastungen ausgelegt sind. Die geringen Aufbauhöhen und Trocknungszeiten sind ein weiterer Vorteil.



Die Wandheizung kann auf gemauerten Wänden, Fertigteil- und Betonwänden als Nasssystem (Fonterra Side Clip) montiert werden und wird mit handelsüblichen Putzen eingeputz. Als Trockenbausystem werden vorgefertigte Gipsfaserplatten (Fonterra Side) mit integrierten Rohrleitungen auf Trockenbauwänden in Ständerkonstruktion montiert. Wandheizungssysteme können im Sommer auch zur Kühlung verwendet werden.



Die Deckenheizung/-kühlung wird als Trockenbausystem mit vorgefertigten Gipsfaserplatten (Fonterra Top) und integrierten Rohrleitungen unter der vorhandenen Decke auf einer Metall-Unterkonstruktion installiert.



GESETZLICHE UND NORMATIVE GRUNDLAGEN

Zur Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden verfolgt die Bundesregierung diverse Strategien. Neben gesetzlichen Vorgaben, die seit 2002 u. a. durch die Energieeinsparverordnung (EnEV) geregelt waren und heute durch das Gebäudeenergiegesetz (GEG) in der aktuellsten Fassung vom 01.01.2024 festgelegt sind, wird das energiesparende Bauen auch mit verschiedenen Förderinstrumenten belohnt.

Seit Einführung der EnEV wurden bei der energetischen Bewertung von Gebäuden der bauliche Wärmedämmstandard und die Heizungsanlagen-technik verknüpft. Somit zeichneten sich für die Reduzierung des Jahres-Primärenergiebedarfs folgende heute noch gültige Maßnahmenziele ab:

- Wärmedämmstandard erhöhen
- Wirkungsgrad mit innovativer Heizungstechnik verbessern
- Passive bzw. regenerative Energie nutzen
- Wärmeverteilung optimieren
- Betriebssysteme energetisch sinnvoll auswählen

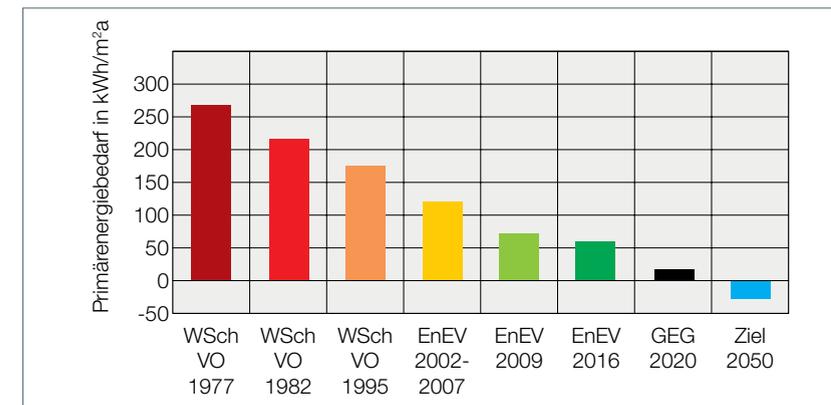


Abb. 2: Entwicklung des Jahres-Primärenergiebedarfs in Deutschland

Heizlastberechnung

Die DIN EN 12831-1 „Heizsysteme in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast, Teil 1: Raum-Heizlast“ liefert ein europaweites Berechnungsverfahren zur Ermittlung der notwendigen Wärmezufuhr, die unter Norm-Auslegungsbedingungen erforderlich ist, um die erforderliche Norm-Innentemperaturen zu erreichen.



Gebäudeenergiegesetz (GEG) und Wärmeplanungsgesetz (WPG)

Durch das am 01.11.2020 in Kraft getretene GEG wurde das EnEG, die EnEV und das EEWärmeG in einem Gesetz vereint.

Dadurch ergab sich ein einheitliches, aufeinander abgestimmtes Regelwerk für die energetischen Anforderungen an Neubauten und Bestandsgebäude. Ziel war ein möglichst sparsamer Einsatz von Energie und der Einsatz erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteversorgung von Gebäuden im Interesse des Klimaschutzes.

Das GEG – umgangssprachlich „Heizungsgesetz“ – enthält Anforderungen an die energetische Qualität von beheizten und klimatisierten Gebäuden, an die Erstellung und die Verwendung von Energieausweisen sowie an den Einsatz erneuerbarer Energien in Gebäuden.

Ein weiteres Gesetz, welches – wie die Novelle des GEG 2024 – ab dem 01.01.2024 in Kraft tritt, ist das WPG. Sein Ziel ist es zum einen, bis spätestens 2045 einen wesentlichen Beitrag für die Umstellung der Erzeugung und der Bereitstellung von Heiz- und Prozesswärme und Warmwasser auf erneuerbare Energien zu leisten. Darüber hinaus soll mithilfe des Gesetzes unvermeidbare Abwärme zu einer kosteneffizienten, nachhaltigen, sparsamen, bezahlbaren und treibhausgasneutralen Wärmeversorgung genutzt werden.

Beide Gesetze setzen durch die neuen Vorgaben wegweisende Maßstäbe, die zu einer Transformation des Wärmesektors führen sollen.

Die folgende Darstellung zeigt die allgemeine Struktur des GEG:

| | |
|---|--|
| Teil 1 Allgemeiner Teil | |
| Teil 2 Anforderungen an zu errichtende Gebäude | <ul style="list-style-type: none"> • Allgemeiner Teil • Jahres-Primärenergiebedarf und baulicher Wärmeschutz bei zu errichtenden Gebäuden (WG/NWG) • Berechnungsgrundlagen und -verfahren. • Nutzung von erneuerbaren Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung bei einem zu errichtenden Gebäude |
| Teil 3 Bestehende Gebäude | <ul style="list-style-type: none"> • Anforderungen an bestehende Gebäude • Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung bei bestehenden öffentlichen Gebäuden |
| Teil 4 Anlagen der Heizungs-, Kühl-, und Raumlufttechnik sowie der Warmwasserversorgung | <ul style="list-style-type: none"> • Aufrechterhaltung der energetischen Qualität bestehender Anlagen (Veränderungsverbot / Betreiberpflichten) • Einbau und Ersatz (Verteilungseinrichtungen und Warmwasseranlagen / Klimaanlagen und sonstige Anlagen der Raumlufttechnik / Wärmedämmung von Rohrleitungen und Armaturen / Nachrüstung bei heizungstechnischen Anlagen; Betriebsverbot für Heizkessel) • Energetische Inspektion von Klimaanlagen |
| Teil 5 Energieausweise | |
| Teil 6 Förd. der Nutzung EE für Erz. von Wärme/Kälte & E-eff.-maß | |
| Teil 7 Vollzug | |
| Teil 8 Bes. Geb., Bußgeldvorschriften, Anschluss- & Benutzungszwang | |
| Teil 9 Übergangsvorschriften | |

Tab. 1: Struktur des GEG



Das WPG legt die gesetzliche Grundlage für eine verbindliche und systematische Einführung einer großflächigen Wärmeplanung. Im Rahmen dieses Gesetzes werden alle Länder bzw. Kommunen dazu verpflichtet, Wärmepläne bis zum 30.06.2026 (Gemeindegebiete mit ≥ 100.000 Einwohnern) bzw. bis zum 30.06.2028 (Gemeindegebiete mit <100.000 liegenden Einwohnerzahlen) zu erstellen.

Die folgende Darstellung zeigt die allgemeine Struktur des WPG:

| | |
|---|--|
| Teil 1 Allgemeine Bestimmungen | |
| Teil 2 Wärmeplanung und Wärmepläne | <ul style="list-style-type: none"> • Pflicht zur Wärmeplanung • Allgemeine Anforderungen an die Wärmeplanung • Datenverarbeitung • Durchführung der Wärmeplanung • Wärmeplan • Entscheidung über die Ausweisung von Gebieten im Sinne des Gebäudeenergiegesetzes; Transformation von Gasnetzen |
| Teil 3 Anforderungen an Betreiber von Wärmenetzen | |
| Teil 4 Schlussbestimmungen | |

Tab. 2: Struktur des WPG

Das Ergebnis der Wärmeplanung sollten energetisch sinnvolle, sektorübergreifende, lokale Einheiten sein, die sich in sich im Gleichgewicht befinden, um maximale Systemeffizienz zu erreichen. Ziel ist die optimierte Verwaltung von Energieniveaus in der Energiebilanzhülle mit definierten Systemgrenzen in Abhängigkeit von Zeit, Ort und Menge, um ein Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage zu jedem Zeitpunkt zu gewährleisten.

Das vorliegende Gesetz ist als Novum zu sehen. Es ist das erste Gesetz, welches einen strukturierten, verbindlichen (Investitionssicherheit) und systematischen Ansatz für den Wärmesektor verfolgt. Durch diese systematische – auf die Gegebenheiten der Kommune – optimierte Planung werden sehr unterschiedliche Versorgungskonzepte entstehen, die lediglich durch die Vorgaben des GEG und WPG eingeschränkt werden.



Fördermöglichkeiten



Durch die **Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)** stehen diverse Fördermöglichkeiten für energieeffiziente Wohn- und Nichtwohngebäude zur Verfügung. Dabei werden auch Einzelmaßnahmen wie die Erneuerung des Wärmeerzeugers oder die Optimierung der Heizungsanlage gefördert. Einen Überblick über die Förderprogramme für Neubau oder Modernisierung können sie sich auf viega.de/Fonterra-Foerderung verschaffen.

PROGRAMM: „ANLAGEN ZUR WÄRMEERZEUGUNG“
(Austausch Wärmeerzeuger)

max. 70 %

Die Förderungen für **selbstnutzende** Eigentümer können auf bis zu 70 % addiert werden, ansonsten max. 55 %.

30 % **Einkommensabhängiger Bonus**
wird zusätzlich für selbstnutzende Eigentümer:innen mit einem zu versteuernden Gesamteinkommen bis zu 40.000 Euro pro Jahr gewährt.

20 % **Geschwindigkeitsbonus**
für selbstnutzende Eigentümer:innen bei einem Umstieg bis Ende 2028 auf Erneuerbares Heizen. Dies gilt für den Austausch von Öl-, Kohle- und Nachtspeicher-Heizungen sowie von Gasheizungen, die mindestens 20 Jahre alt sind.

30 % **Grundförderung**
erhält jeder, der seine fossil betriebene Heizung gegen eine Heizung aus erneuerbaren Energien austauscht. Dazu zählen unter anderem Wärmepumpen (+5 % bei Wärmequelle Erdreich, Wasser oder Abwasser), solarthermische Anlagen, Biomasseheizungen ab 5 kW, Brennstoffzellenheizung oder Wasserstofffähige Heizungen, inkl. aller erforderlichen „Umfeldmaßnahmen“ wie der Einbau einer Fonterra Flächenheizung.

Voraussetzung für die Förderung: der hydraulische Abgleich
Um eine Förderung zu erhalten, ist ein hydraulischer Abgleich der gesamten Heizungsanlage Pflicht. Die Viega Systeme **Fonterra Smart Control** oder **Fonterra Heat Control** übernehmen den hydraulischen Abgleich für die Flächenheizung vollautomatisch und permanent.

PROGRAMM: „HEIZUNGSOPTIMIERUNG“

Erhöhung der Energieeffizienz z.B. durch einen hydraulischen Abgleich, Pumpentausch, eine Einzelraumregelung oder den Einbau einer Flächenheizung mit 15 % Förderhöhe (zuzüglich eventuell +5% iSFP-Bonus) für Wohngebäude mit max. 5 Wohneinheiten

Abb. 3: BEG-EM 2024 für Bestandsgebäude

Durch Umsetzung der Maßnahmen aus dem **individuellen Sanierungsfahrplan (iSFP)** innerhalb von 15 Jahren kann die Förderung bei Sanierungen nochmals um 5 % erhöht werden.

Auch die Förderung der Fonterra Flächenheizungssysteme kann in allen oben genannten Programmen als „spezifische Umfeldmaßnahme“ inklusive Trittschalldämmung, Estrich und Bodenbelägen bzw. Wandverkleidung oder Putzarbeiten umgesetzt werden.

Die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) hat den Begriff „**Effizienzhaus**“ eingeführt, ein Energiestandard für Wohngebäude. Solche Gebäude zeichnen sich durch eine besonders energieeffiziente Bauweise und Gebäudetechnik aus.

So fördert z. B. die KfW-Bank die Sanierung von Wohngebäuden mit einem niedrigen Jahres-Primärenergieverbrauch zu einem Effizienzhaus durch das KfW-Programm 261 (Wohngebäude Kredit).

Zusätzliche Förderungen werden durch die sog. **EE-Klasse** gewährt, wenn erneuerbare Energien einen Anteil von mind. 65 % des für die Wärme- und Kälteversorgung des Gebäudes erforderlichen Energiebedarfs erbringen. Für die Förderung einer **NH-Klasse** wird ein Zertifikat benötigt, welches die Anforderungen des Qualitätssiegels „Nachhaltiges Gebäude“ bestätigt.

Der Neubau eines Effizienzhauses 40 wird mit einem zinsgünstigen Kredit der KfW-Bank durch die Programme 297, 298 (Klimafreundlicher Neubau - Wohngebäude) unterstützt.

PLANERISCHE GRUNDLAGEN

Energiekonzept

Einsparpotenziale

Das Grundprinzip der Gebäudeenergieeffizienz ist in drei Schritten aufgebaut. Eine sehr gut gedämmte Gebäudehülle senkt den Energiebedarf eines Gebäudes auf ein Minimum. Bei der Wahl der Heizung muss auf hohe Wirkungsgrade durch optimale Technik bei der Wärmeerzeugung, -speicherung und vor allem auf die Wärmeverteilung und -übergabe geachtet werden. Zusätzlich sollten erneuerbare Energien im Gebäudekonzept eingebunden werden, damit sich die Gesamteffizienz des Hauses verbessert und der Primärenergieverbrauch reduziert wird.

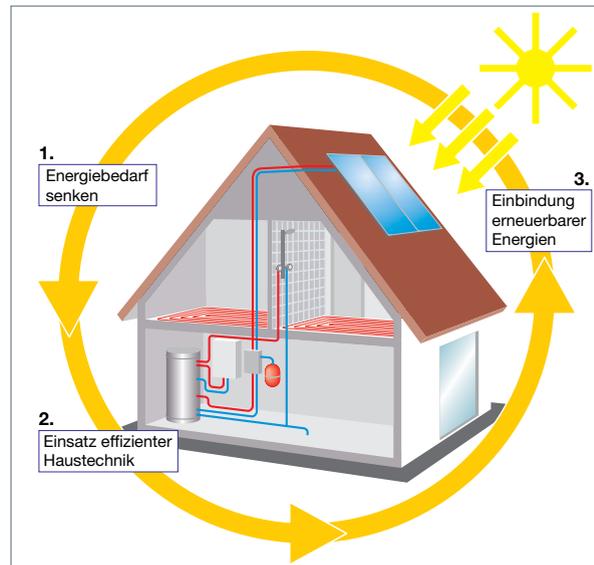


Abb. 4: Energieeffizienz als Grundlage zur Energieeinsparung

Heizungs-Installationen

Nach Berechnung der Heizlast (siehe Seite 429) sollte eine geeignete Heizungs-Installation anhand der vorhandenen Energieträger und der erforderlichen Heizungswassertemperaturen ausgewählt werden.

Hierzu stehen folgende besonders energieeffiziente und umweltschonende Systeme zur Verfügung.

Wärmepumpen

Zur effektiven Nutzung der Wärme aus der Umgebung bieten sich Wärmepumpen an, die über eine ausgereifte Technik und hohe Wirkungsgrade verfügen.

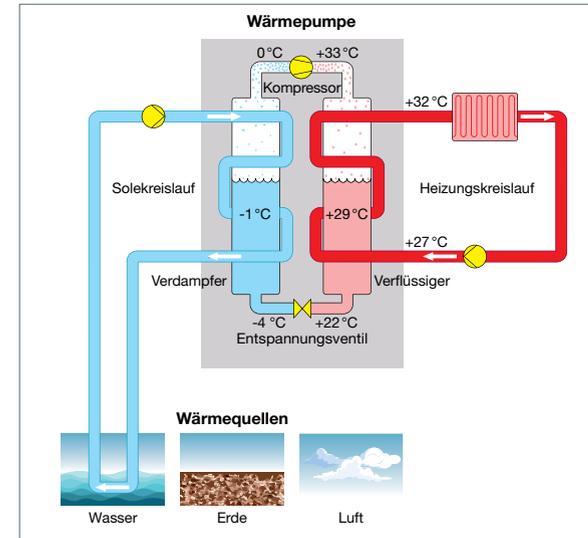


Abb. 5: Funktionsprinzip einer Wärmepumpe

Bei einer Jahresarbeitszahl einer Wärmepumpe von 4 bedeutet dies, dass für 4 kWh gewonnener Heizenergie 1 kWh an elektrischem Strom eingesetzt werden musste. Dies bedeutet, dass $\frac{3}{4}$ der Heizenergie von der Umwelt kostenlos zur Verfügung gestellt wird.

75 % Umweltenergie + 25 % elektrische Energie = 100 % Heizenergie

Die Jahresarbeitszahl JAZ bezieht sich auf den tatsächlichen Wärmepumpenbetrieb eines ganzen Jahres und ist damit im Hinblick auf den Wirkungsgrad die wichtigste Kennzahl bei Wärmepumpenanlagen, da sie auch die Leistungen der Umwälzpumpen und die Effizienz des Wärmeverteilungssystems berücksichtigt. Sie kann somit auch als Anlagennutzungsgrad verstanden werden.

Vorteile von Wärmepumpen

- Vollwertiges Wärmeerzeugungssystem (Heizen plus Warmwasser)
- Unabhängigkeit von Öl und Gas
- Optionale Gebäudekühlung mit Sole über Tiefenbohrung oder Brunnen
- Hohe Wirtschaftlichkeit (auch ohne staatliche Förderung)
- Energiegewinnung aus Wasser, Luft oder Erdreich möglich
- Ausgereifte Technik (COP- bzw. ESCOP- oder SCOP-Werte von Wärmepumpen)^[1]
- Hohes CO₂-Einsparpotenzial (Umweltschutz)

[1] Coefficient of Performance (COP) ist das Verhältnis zwischen der Wärmeleistung (kW), die ans Heiznetz abgegeben wird und der aufgenommenen elektrischen Leistung der Wärmepumpe unter Laborbedingungen. Messmethode nach DIN EN 255.

Solaranlagen

Die Weiterentwicklung der Solartechnik im Bereich der Solarkollektoren und Wärmespeicherung hat dazu geführt, dass Kombi-Heizkessel für die solare Brauchwasserbereitung und die Unterstützung der Raumheizung mithilfe von Speichern zur Verfügung stehen und in Verbindung mit Flächentemperiersystemen als sinnvoll erscheinen.

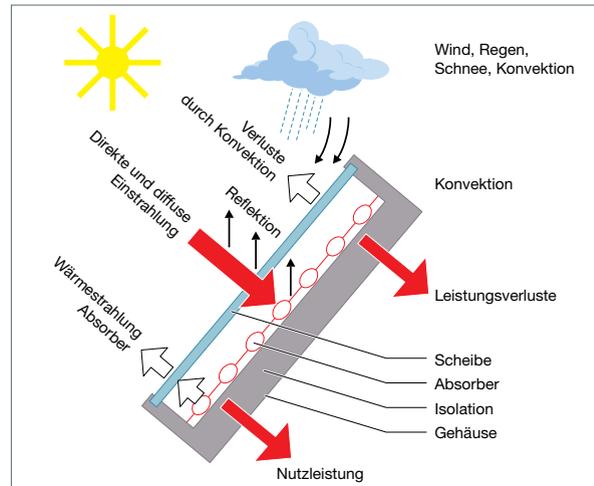


Abb. 6: Solaranlage: Aufbau und Funktion

Brennwerttechnik

Eine Untersuchung der Stiftung Warentest hat gezeigt, dass moderne Kombi-Heizkessel zur Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung bereits mit einer Solarkollektor-Fläche von ca. 10–15 m² bis zu 24 % des Energiebedarfs für Heizung und Warmwasser eines Niedrigenergiehauses mit Solarenergie abdecken.

Bei Brennwertkesseln kann der Wasserdampf an einem Wärmeüberträger im Abgasstrom kondensieren und somit seine Energie an den Heizungsrücklauf abgeben. Dieser Effekt lässt sich nur dann effizient nutzen, wenn die Rücklauftemperatur nur wenig oberhalb der Raumtemperatur liegt.

Das Diagramm stellt den Gewinn durch die Ausnutzung des Brennwerteffekts in Abhängigkeit von der Kondensationstemperatur dar. Die Kondensationstemperatur entspricht etwa der Rücklauftemperatur der Anlage. Es wird deutlich, dass bei einer Rücklauftemperatur von weniger als 30 °C, die von Fußboden und Wandheizungen in Neubauten im Jahresmittel noch unterschritten werden kann, ein Teil der Gebäudeheizung durch den Einsatz der Brennwerttechnik bereitgestellt wird. Gegenüber konventionellen Heizkesseln können bis zu 15 % eingespart werden.

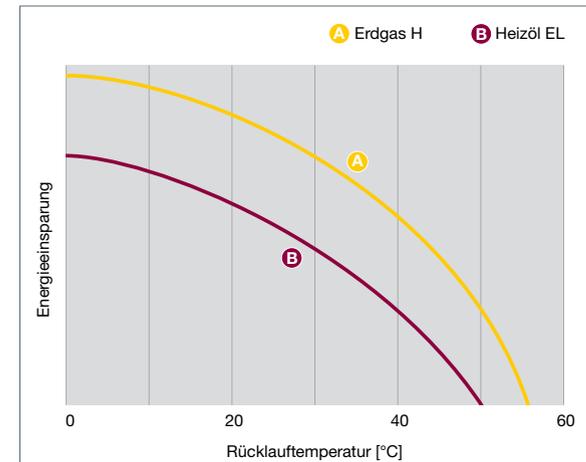


Abb. 7: Brennwerteffekt in Abhängigkeit von der Kondensationstemperatur

Biomasse

Eine weitestgehend CO₂-neutrale Wärmeversorgung kann mit einer Biomasseheizung mit Holz als Energieträger realisiert werden. Beim Brennstoff Holz wird davon ausgegangen, dass bei der Verbrennung nur so viel CO₂ freigesetzt wird, wie beim Baumwachstum gebunden wurde. Da es sich bei Holz um einen nachwachsenden Rohstoff handelt, der bei nachhaltiger Nutzung nie zur Neige geht, ist die Holzfeuerung ein wesentlicher Baustein einer umweltgerechten Energieversorgung. In Wohngebäuden haben sich inzwischen Holz-Pelletheizungen etabliert, wo geeignete Filtersysteme die Verbrennungsschadstoffe auf ein Minimum reduzieren. In Verbindung mit einem Flächentemperiersystem entsteht hier ein hocheffizientes Heizungskonzept, das die umwelttechnischen Vorteile mit ökonomischer Vernunft bestens verknüpft.



Heizen und Kühlen

Flächentemperiersysteme können im Sommer zur Flächenkühlung genutzt werden, wenn sie durch einen Kaltwassersatz oder z. B. über eine reversible Wärmepumpe versorgt werden. Gekühlt werden kann über Fußboden, Wand und/oder am besten über Deckenflächen.

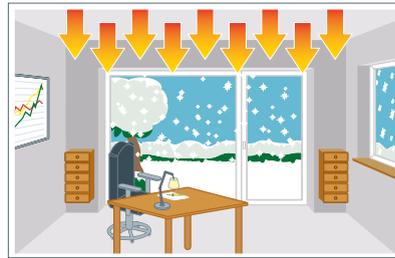


Abb. 8: Heizen und Kühlen ...

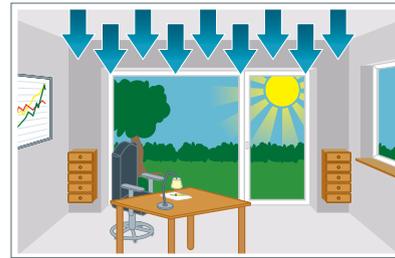


Abb. 9: ... mit einem System

Dabei müssen einige Eigenschaften beachtet werden. Das Temperiersystem im Boden bringt aufgrund der physikalischen Bedingungen eine erheblich geringere Kühlleistung. Bei Decken verhält es sich gerade umgekehrt, und bei Wandflächen liegt die Kühlleistung zwischen diesen beiden Werten.

Ein weiterer Vorteil ist, dass diese Art zu Kühlen erheblich preiswerter ist als mit Klimaanlage und zudem geräuschlos und zugluftfrei erfolgt.

Dieser Vorteil gilt auch für die Bauteilaktivierung, die schon in vielen Objekten realisiert wurde. Die Bauteilaktivierung erzielt sowohl beim Komfort als auch bei der Wirtschaftlichkeit erstklassige Ergebnisse.

Außerdem sollte bei einer Kühlfunktion der Flächenheizung auf eine geeignete Einzelraumregelung wie z. B. Fonterra Smart Control geachtet werden (siehe auch Seite 491).

Thermischer Komfort

Einflussfaktoren

Die Forderung nach einer angenehmen Temperierung, die über das gesamte Jahr für Behaglichkeit sorgt, wird immer stärker. Im Winter warm, im Sommer angenehm kühl, das ist das Ziel, das moderne Heizungs-Installationen erfüllen müssen. Dies jedoch unter Einbeziehung der Umweltfreundlichkeit, wirtschaftlicher Aspekte und der gestalterischen Freiheiten für den Architekten und Bauherrn.

Die meisten Menschen fühlen sich bei einer Raumtemperatur zwischen 20 °C und 22 °C am wohlsten. Weitere Faktoren, die das Raumklima beeinflussen, sind Lufttemperatur, Luftgeschwindigkeit, Luftaustausch, Strahlungstemperatur und Luftfeuchtigkeit.

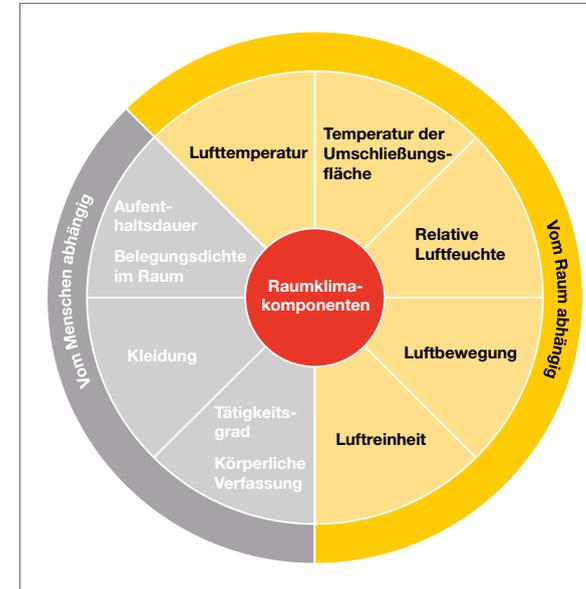


Abb. 10: Raumklima-Einflussgrößen

Bereits Mitte des 19. Jahrhunderts führten Wissenschaftler Versuche durch, die Parameter zur Beschreibung der Behaglichkeit liefern sollten. Viele Versuche mit wechselnden Rahmenbedingungen und verschiedenen Heizungs-Installationen, unter Berücksichtigung der subjektiven Empfindungen unterschiedlicher Personengruppen, haben zu der Erkenntnis geführt, dass Flächentemperiersysteme sich am besten dazu eignen, eine als individuell angenehm empfundene Raum-atmosphäre zu schaffen. Die thermische Behaglichkeit ist ein Qualitätskriterium für Heizungs-Installationen bzw. Klimaanlage. In DIN EN ISO 7730 sind entsprechende Vorgaben definiert. Hierbei ist die „operative Raumtemperatur“ neben dem „PPD“ (vorausgesagter Prozentsatz Unzufriedener) eine entscheidende Größe.

Behaglichkeit

Um eine thermisch behagliche Raum-atmosphäre zu schaffen, müssen sämtliche Bau-, Anlagen- und Regelungsbedingungen berücksichtigt werden.

Grundsätzlich positiv wirken sich aus:

- Strahlungssymmetrie und die Vermeidung von Zugluft
- Freihalten der Aufenthaltszone von eindringender kalter Luft aus dem Außenwandbereich durch Verwendung von Fußboden- und/oder Wandheizungen
- Eine starke, optimierte Wärmedämmung

Erfahrungsgemäß wird ein Raum als behaglich empfunden, wenn die Temperaturunterschiede im Raum gering sind und folgende Werte nicht überschreiten:

- Wandoberfläche und Raumluft 6 K
- Raumtemperatur Fuß- bis Kopfhöhe 3 K
- Verschiedene Wandoberflächen (Strahlungsasymmetrie) 5 K

Raumtemperatur

Ein wichtiger Behaglichkeitsfaktor ist die Raumtemperatur. Wann jedoch Behaglichkeit eintritt, hängt von Bekleidung, Tätigkeit und einer Reihe weiterer Faktoren ab. Wichtig ist somit, dass Raumtemperatur und die Umschließungsflächen-Temperatur (Außen und Innenwände, Decke, Fußboden, Fenster, Möbel) möglichst dicht zusammenliegen. Was der Mensch tatsächlich als Raumtemperatur empfindet, ist der Mittelwert beider Größen.

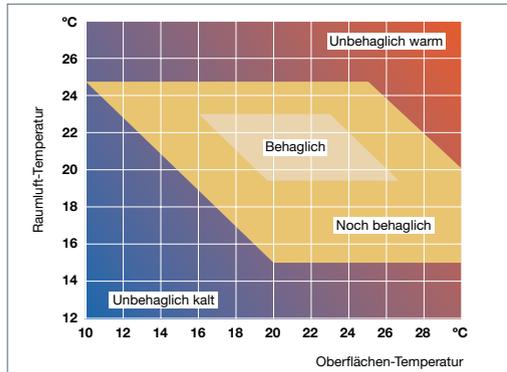


Abb. 11: Behaglichkeit in Abhängigkeit von der Umschließungsflächen-Temperatur

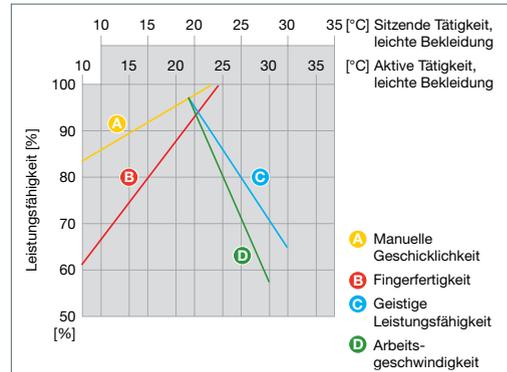


Abb. 12: Behaglichkeit in Abhängigkeit von der körperlichen Aktivität

Wenn Raumluft und die Umschließungsflächen-Temperatur stark unterschiedlich sind, wird keine Behaglichkeit erreicht.

Die positive Wirkung eines angenehmen Raumklimas auf den menschlichen Organismus ist mittlerweile durch medizinische Untersuchungen nachgewiesen.

Ein unbehagliches Raumklima vermindert die Leistungsfähigkeit des Menschen erheblich: Messungen ergaben bei operativen Raumtemperaturen von 28 °C eine Abnahme der Leistungsfähigkeit um 30 % aufgrund von Konzentrationsstörungen und Ermüdungserscheinungen. Das Optimum der Arbeitskapazität liegt laut diesen Untersuchungen bei einer operativen Raumtemperatur von ca. 22 °C.

Folgende Temperaturen werden empfohlen:

- Wohnräume 20–22 °C
- Schlafräume 16–18 °C
- Badezimmer 24–26 °C

Hygiene

Flächenheizungen mit ihren niedrigen Betriebstemperaturen – sie sind fast reine Strahlungsheizungen – liegen immer relativ nahe der Raumtemperatur. Dies führt automatisch auch zu besseren Hygienebedingungen. Die mild temperierte Fläche verursacht keine wesentliche Konvektion. Dazu kommt, dass sich auf einer beheizten Fläche keine feuchten Stellen bilden können und damit auch kein Schimmel.

Konvektion

Luftbewegungen können auch Staub und andere Verunreinigungen mitreißen, was zur Reizung der Schleimhäute führen oder Allergien auslösen kann. Dies kann durchaus bei Heizkörpern auftreten, die mit hohen Vorlauftemperaturen gefahren werden und durch den großen Temperaturunterschied eine Luftwalze bilden, die Reizstoffe transportiert.

Hier bieten Flächenheizsysteme mit ihren niedrigen Oberflächentemperaturen beste Voraussetzungen dafür, dass Konvektion nur minimal auftritt.

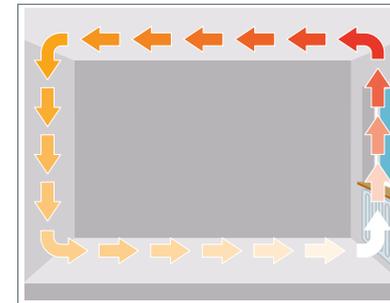


Abb. 13: Konvektion Heizkörper

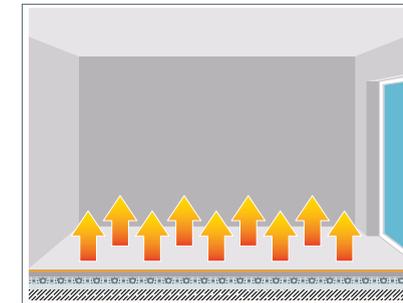


Abb. 14: Strahlung Fußbodenheizung

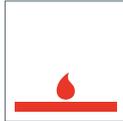
Der optimale Raum

Für einen langfristigen Aufenthalt, wie z. B. in Büroräumen, ist ein angenehmes Raumklima sehr wichtig und wird durch viele Faktoren beeinflusst.

Der optimale Raum sollte nur geringe Strahlungsasymmetrien aufweisen (z. B. Raumtemperatur zu Umschließungsfläche), keine Zugluft zulassen, eine mittlere Luftfeuchtigkeit besitzen und hygienisch unbelastet sein. Diese Vorgaben lassen sich sehr einfach mit den Fonterra-Flächentemperiersystemen realisieren. Besonders durch die Kombination von mehreren Systemen lassen sich hier optimale Ergebnisse erzielen.

Lage der Flächenheizung bzw. -kühlung

Erklärung der Symbole zur schnellen Zuordnung der Systeme

| | Boden | Wand | Decke |
|---------------|---|---|--|
| Nasssystem |  |  | |
| Trockensystem |  |  |  |



Bodenfläche

Voraussetzungen

- Aufbauhöhe und Eignung der Bodenfläche für das jeweilige System müssen vorhanden sein. Geforderte Nutzlasten müssen berücksichtigt werden.
- Mit Architekt klären, ob der Einbau einer Fußbodenheizung konstruktiv möglich ist (u. U. in Bürogebäuden wegen eines Doppelbodens nicht möglich).
- Es muss ausreichend Fläche zur Deckung der Heizlast vorhanden sein (ansonsten ist evtl. die Installation einer Wandheizung möglich).

Vorteile

- Energieeffiziente Bauweise möglich durch geringe Vorlauftemperatur und evtl. Nutzung regenerativer Energien.
- Hohe Behaglichkeit aufgrund optimaler Wärmeverteilung (keine Konvektion).
- Günstige raumlufthygienische Verhältnisse (keine Staubaufwirbelungen).
- Freie architektonische Gestaltung (keine störenden Heizkörper).
- Kostengünstige Installation durch passende Systemwahl.

Nass-/Trockenbau

- Estrichsysteme haben in der Regel eine höhere Speichermasse als Trockenbausysteme. Dafür sind Trockenbausysteme im Regelverhalten etwas schneller als Systeme mit größerer Rohrüberdeckung.
- Estrichaufbauten sind in der DIN 18560-2 geregelt und Trockenbausysteme werden in den meisten Fällen als Sondersystem geprüft.
- Die Trocknungszeit ist bei Nasssystemen in der Regel länger und kann bis zu 21 Tage dauern. Trockenbausysteme können unter Umständen sofort aufgeheizt werden.
- Trockenbausysteme benötigen in der Regel geringere Aufbauhöhen und werden hauptsächlich bei der Renovierung verwendet. Sie sind leichter und verursachen eine deutlich geringere Feuchtigkeitsbeanspruchung ins Gebäude.

Heiz-/Kühlleistung

- Die Heizleistung der Bodenfläche beträgt ca. $11 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, beim Kühlen sind es ca. $6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Die Bodenkühlung ist möglich, jedoch ist der Boden zum Heizen besser geeignet.
- Die erzielten Leistungen sind abhängig von den Heizungs- bzw. Kühlwassertemperaturen. Die Kühlwassertemperatur müssen so ausgewählt werden, dass Kondensation vermieden wird.
- Bodenbeläge spielen eine entscheidende Rolle bei der Höhe der übertragenden Leistung.
- Genauere Angaben zu den Systemen finden Sie im Kapitel „Fonterra-Systeme“ auf Seite 496.

Mögliche Bodenbeläge

- Alle Bodenbeläge, die vom Hersteller „für Fußbodenheizungen geeignet“ gekennzeichnet sind, können verwendet werden.
- Folgende Wärmeleitwiderstände sind als Beispiel aufgeführt:
 - Fliesen 5 mm: $0,02 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
 - Parkett 10 mm: $0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
 - Teppich 7 mm: $0,10 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
 - Teppich dick: $0,15 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$

Neubau/Renovierung

- Im Neubau werden überwiegend Estrichsysteme eingesetzt, da die Aufbauhöhen meist vorhanden sind und diese preislich attraktiver sind.
- Bei Renovierungen wird oft aufgrund der geringeren Aufbauhöhe, dem geringeren Gewicht und der reduzierten Feuchtigkeitsbeanspruchung ins Gebäude ein Trockenbausystem gewählt. Aufgrund der kürzeren Trocknungszeiten ist auch eine frühere Nutzung möglich.

Hinweise

- Bei der Planung des Verteilerstandorts muss berücksichtigt werden, dass der Verteiler zentral in der Wohnung platziert wird. Dies verhindert zu lange Anbindeleitungen, die durch sog. Transferräume verlegt werden müssen. Um einer Überhitzung der Transferräume durch eine Bündelung von Heizungsleitungen vorzubeugen, bietet Viega eine Lösung an, siehe „Zuleitungen Transferraum“ auf Seite 456.
- Vorschriften zur Wärme- bzw. Trittschalldämmung müssen beachtet werden.
- Dehnungs- und Bewegungsfugen müssen geplant und festgelegt werden.
- Genauere Angaben zu den Systemen finden Sie im Kapitel „Fonterra-Systeme“ auf Seite 496.
- Hilfe für die Koordination des Bauablaufs bietet die Schnittstellenkoordination des BVF (Bundesverband Flächenheizung/-kühlung) für Renovierung oder Neubau.
- Gerne unterstützt Viega Sie bei der Ausführung ihres Bauvorhabens.



Wandfläche

Voraussetzungen

- Die vorhandene Wandkonstruktion muss für den Einbau der Wandheizung geeignet sein (stabil, tragfähig und trocken).
- Die Möblierung sollte bei der Planung einer Wandheizung berücksichtigt werden (keine großflächigen, massive Schränke).

Vorteile

- Sehr gute und schnelle Wärmeübertragung durch die geringe Rohrüberdeckung und den geringen Abstand der Rohre zueinander (deutlich schneller als bei Fußbodenheizung).
- Wandheizung/-kühlung gilt als das behaglichste Flächenheiz- und -kühlsystem. Die Wärmestrahlung wirkt horizontal über die ganze Fläche und bestrahlt die ganze Seite des menschlichen Körpers.
- Räume mit Wandheizung können mit ein bis zwei Grad reduzierter Raumtemperatur beheizt werden, ohne Einbußen im Bereich der Behaglichkeit zu bekommen. Dies wiederum reduziert die Heizkosten um bis zu 6 % (3 % Ersparnis pro 1 °C reduzierter Raumtemperatur).
- Des Weiteren sind bei der Wandheizung höhere Vorlauftemperaturen als bei Fußbodenheizung möglich, da kein direkter Körperkontakt zum Menschen vorhanden ist (Kachelofeneffekt).
- Die Wandheizung ermöglicht die Entspannung und Regeneration für den Menschen, gleich eines Wärmebads ähnlich wie im Tepidarium.

Nass-/Trockenbau

- Eignung der gewünschten Putzart bei Nasssystem überprüfen.
- Bei der Montage von Trockenbauplatten ist eine Unterkonstruktion erforderlich.

Heiz-/Kühlleistung

- Die Wärmeabgabe in den Raum ist bei Trockenbauplatten geringfügig besser.
- Die Wärmeverluste durch die Wand nach außen sind vom U-Wert der Wand abhängig (evtl. Dämmung der Wand in Betracht ziehen).
- Die Heizflächentemperatur sollte 45–50 °C nicht überschreiten (wegen der Behaglichkeit und den Gipsanteilen in Putz und Systemplatte).

Mögliche Oberflächen

- Nasssysteme können nach dem Verputzen gestrichen, tapeziert oder gefliest werden.
- Trockenbauplatten weisen nach dem Verspachteln eine streichfähige Oberfläche für handelsübliche Farben vor. Diese Oberfläche kann auch nach Auftragen eines Haftgrunds bzw. einer Abdichtung bei wasserbeanspruchten Flächen verfliesen werden.

Neubau/Renovierung

- Bei Neubauten werden überwiegend Nasssysteme zum Einputzen verwendet.
- Bei Renovierungen eignen sich Trockenbauplatten wegen der geringen Feuchtigkeitsbeanspruchung und weil Unebenheiten der Wände durch die Unterkonstruktion ausgeglichen werden können.

Hinweise

- Wenn eine Wärmedämmung erforderlich ist, dann diese sorgfältig planen und die Taupunktverschiebung der Wandkonstruktion berücksichtigen.
- Dehnungs- und Bewegungsfugen der Bauteile beachten (besonders beim Aufeinandertreffen unterschiedlicher Materialien).
- Genauere Angaben zu den Systemen finden Sie im Kapitel „Fonterra-Systeme“ auf Seite 496.
- Hilfe für die Koordination des Bauablaufs bietet die Schnittstellenkoordination des BVF (Bundesverband Flächenheizung/-kühlung) für Renovierung oder Neubau.
- Gerne unterstützt Viega Sie bei der Ausführung ihres Bauvorhabens.

Deckenfläche

Voraussetzungen

- Eine tragfähige Deckenkonstruktion für die CD-Profile (ca. 25 kg/m²) muss vorhanden sein.
- Der Platz für den abgehängten Deckenhohlraum (min. 12 cm) muss eingeplant werden (auch zur Verlegung der Anbindeleitungen für die Heiz- bzw. Kühldecke).
- Um das System tragen zu können, muss die Decke statisch stabil sein.

Vorteile

- Kühldecken erzielen eine sehr gute und vor allem auch zugluftfreie Kühlleistung.
- Durch die geringe Überdeckung ist eine schnelle Reaktionsfähigkeit gegeben.

Trockenbau

- Fonterra Top 12 ist ein Trockenbausystem mit vorgefertigten Gipsfaserplatten in unterschiedlichen Abmessungen.
- Zur Montage muss bauseitig eine Metall-Unterkonstruktion mit CD-Profilen quer zur Längsachse der Gipsfaserplatten erstellt werden.

Heiz-/Kühlleistung

- Heizen ca. 60 W/m² bei üblichen Heiztemperaturen (HW 35/31 °C, RT 20 °C)
- Kühlen ca. 40 W/m² bei üblichen Kühlttemperaturen (KW 16/19 °C, RT 26 °C)
- Bei Kühlfunktion die Vorlauftemperatur so wählen, dass der Taupunkt nicht unterschritten wird.

Mögliche Oberflächen

- Nach dem Verspachteln der Fugen und Befestigungen entsteht eine streichfertige Oberfläche.
- Auch Akustik- oder Strukturputze können auf die Gipsfaserplatten aufgetragen werden.





Neubau/Renovierung

- Fonterra Top 12-Gipsfaserplatten für eine geschlossene, abgehängte Deckenkonstruktion sind für Neubau und Renovierung geeignet. Besonders in Bürogebäuden, Arztpraxen, öffentlichen Einrichtungen oder auch im privaten Wohnungsbau werden diese Kühldeckenkonstruktionen eingesetzt.

Hinweise

- Die maximale Größe eines Heiz-/Kühlkreises beträgt ca. 5 m² bzw. 80 m Rohrlänge.
- Deckeneinbauteile wie Leuchten, Luftauslässe etc. müssen koordiniert und in inaktiven Flächen angebracht werden.
- Ausbildung der Wandanschlüsse und Dehnungsfugen (nach 6,5 m aktiver Deckenfläche) beachten.
- Die Einzelraumregelung muss auch für Kühlfunktion geeignet sein wie z. B. Smart Control (siehe Seite 491).
- Eine Taupunktüberwachung ist erforderlich.
- Frischluft muss über ein separates Belüftungssystem zugeführt werden (Luftauslässe).
- Verlegepläne können von Viega in Zusammenarbeit mit dem Planungsbüro erstellt werden.

Auswahltabelle

Die nachfolgende Auswahltabelle listet die zuvor behandelten Punkte der jeweiligen Lage der Heiz- bzw. Kühlfläche nochmal auf und bewertet sie.

| Systemeigenschaften | Fußboden | | | | Wand | | Decke |
|---------------------|-----------|------|--------|------|------|-----------|-------|
| | Base Flat | Base | Tacker | Reno | Side | Side Clip | Top |
| Nasssystem | | | | - | - | | - |
| Trockenbausystem | - | - | - | | | - | |
| Geringe Aufbauhöhe | | | | | | | |
| Heizen | | | | | | | |
| Kühlen | | | | | | | |
| Reaktionsfähigkeit | | | | | | | |
| Neubau | | | | | | | |
| Renovierung | | | | | | | |
| Einfache Montage | | | | | | | |
| Hohe Nutzlast | | | | | - | - | - |

Tab. 3: Fonterra-Systemauswahltabelle

- sehr gut geeignet
- gut geeignet



Aufbauten für Flächenheizung bzw. -kühlung

Nachfolgend werden beispielhaft die gängigsten Fußbodenaufbauten inkl. Aufbauhöhen für Nass- oder Trockenbausysteme dargestellt. Diese sind maßgeblich von der Einbausituation und der dadurch erforderlichen Dämmung abhängig.

Um Wärmeverluste an angrenzende Bereiche zu minimieren oder Geräuschbelastigungen zu verhindern, müssen Fußbodenaufbauten den Anforderungen der DIN EN 1264-4 entsprechen.

| Lage / Einbausituation | | Wärmeleitwiderstand R _{λ, Dämmung} [m ² K/W] |
|------------------------|-------------------------------------|--|
| | I über beheiztem Raum | 0,75 |
| | II über unregelmäßig beheiztem Raum | 1,25 |
| | III über unbeheiztem Raum | 1,25 |
| | IV gegen Außenluft* | 2,0 |
| | V gegen Erdreich** | 1,25 |

* -5 °C > T_a ≥ -15 °C

** Bei einem Grundwasserspiegel > 5 m sollte dieser Wert erhöht werden

Tab. 4: Mindestwärmeleitwiderstände der Dämmschicht unter den Leitungen des Fußbodenheizungs- bzw. kühl-systems nach DIN EN 1264-4

Nassbau (Estrich- bzw. Putzsysteme)

Allgemeine Hinweise:

- Heizestriche müssen entsprechend DIN 18560 ausgeführt werden und unterscheiden sich in der Lage der Heizungsleitungen.
- Das Flächengewicht der Fußbodensysteme muss beachtet werden (Fonterra Base/Tacker ca. 115 kg/m², Fonterra Base Flat ca. 60 kg/m²).
- Die Trocknungszeiten der Estrichmasse betragen bei Zementestrich (ohne spezielle Estrichzusatzmittel) 21 Tage, bei Fließestrich 7 Tage.
- Durch spezielle Estrichzusatzmittel kann der Estrich dünner oder schneller trocknend ausgeführt werden.

Weitere Informationen zu den Fonterra Systemen ab Seite 496



Exemplarische Fußbodenaufbauten nach DIN EN 1264-4 am Beispiel Fonterra Base 17

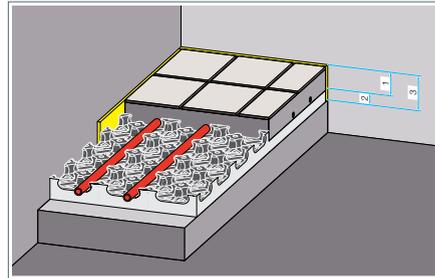


Abb. 15: **Einbausituation I** (über beheiztem Raum)

- 1 Estrichüberdeckung 45 mm
- Außendurchmesser Rohr 17 mm
- + Noppensteg unter Rohr 3 mm
- 2 Höhe Systemplatte 30 mm
- 3 **Gesamthöhe 95 mm**

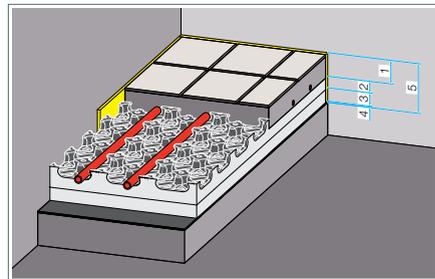


Abb. 16: **Einbausituation II + III + V** (über unregelmäßig beheiztem Raum, über unbeheiztem Raum und gegen Erdreich)

- 1 Estrichüberdeckung 45 mm
- Außendurchmesser Rohr 17 mm
- + Noppensteg unter Rohr 3 mm
- 2 Höhe Systemplatte 30 mm
- 3 Zusatzdämmung 20 mm
- 4 Bauwerksabdichtung nach Erfordernis
- 5 **Gesamthöhe 115 mm**

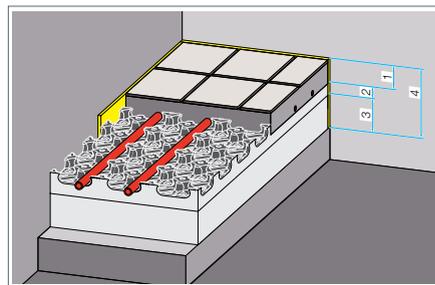


Abb. 17: **Einbausituation IV** (gegen Außenluft)

- 1 Estrichüberdeckung 45 mm
- Außendurchmesser Rohr 17 mm
- + Noppensteg unter Rohr 3 mm
- 2 Höhe Systemplatte 30 mm
- 3 Zusatzdämmung 50 mm
- 4 **Gesamthöhe 145 mm**

Hinweise zu den Aufbauhöhen Fonterra Base 17:

- Der Außendurchmesser des Rohrs wurde hier beispielhaft mit 17 mm gewählt. Andere Rohrdimensionen siehe „Tab. 6: Systemtabelle: Viega PB-Rohre“ auf Seite 462.
- Die Rohrüberdeckung beträgt bei Zementestrichen (CT-F4) min. 45 mm, bei Fließestrichen (CAF-F4) min. 35 mm.
- Die Aufbauhöhe bezieht sich von Oberkante Rohfußboden bis Oberkante Estrich.
- Die Höhe der Systemplatte entspricht beispielhaft einer Standardplatte mit WLG 040, Details ab Seite 496 beim jeweiligen System.

siehe auch:
 „Tab. 14: Übersicht Estrichennndicke nach DIN 18560-2“ auf Seite 474
 „Tab. 17: Lotrechte Nutzlasten nach DIN EN 1991-1-1“ auf Seite 481



- Dicke der Zusatzdämmung gemäß Einbausituation wählen.
- Bauwerksabdichtung nach Erfordernis.

Fußbodenaufbauten mit dem Sonder-Estrichsystem Fonterra Base Flat

Mit dem Estrichsystem Fonterra Base Flat stehen folgende Sonderaufbauten zur Verfügung: Noppenplatte mit Dämmung und Noppenplatte ohne Dämmung. Diese entsprechen **nicht** den Anforderungen der DIN EN 1264-4, der DIN EN 18560, dem GEG und der DIN 4108.

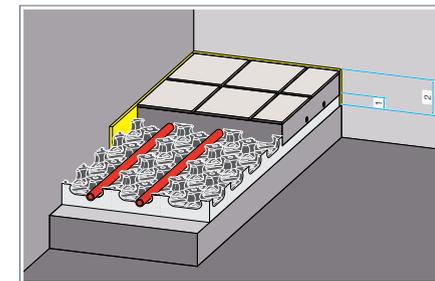


Abb. 18: Noppenplatte mit Dämmung

- 1 Höhe Systemplatte 11 mm
- 2 **Gesamthöhe 45 mm**

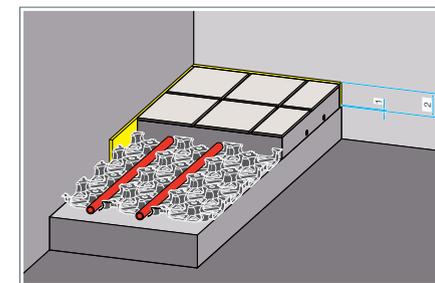


Abb. 19: Noppenplatte ohne Dämmung

- 1 Höhe Systemplatte 1 mm
- 2 **Gesamthöhe 35 mm**

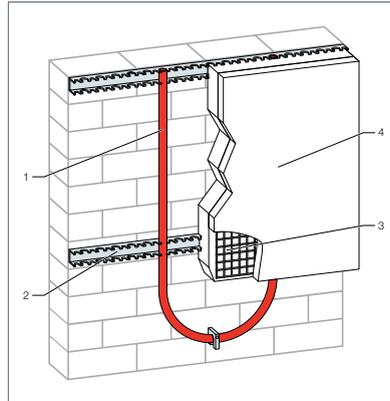
Hinweise zu den Aufbauhöhen:

- Der Außendurchmesser des Rohrs beträgt bei diesem System 12 mm (PB 12 x 1,3 mm).
- Die Estrichdicke verringert sich durch die Zugabe des speziellen Estrichzusatzmittels „Base Flat“, siehe „Fonterra Base Flat 12“ auf Seite 497.
- Die Aufbauhöhe ist der Abstand von Oberkante Rohfußboden bis Oberkante Estrich.



Wandaufbau für das Putzsystem Fonterra Side 12 Clip

Als weiteres Nasssystem steht auch das Wandheizungssystem Fonterra Side Clip zum Verputzen zur Verfügung.



| | |
|--------------------|---------------|
| 1 PB-Rohr 12x1,3mm | 12 mm |
| 2 Klemmschiene | 3 mm |
| 3 Armierungsgewebe | 1 mm |
| 4 Putzüberdeckung | 10 mm* |
| Gesamtdicke | 26 mm* |

* Angaben bei Verwendung von Gipsputzen.

Abb. 20: Wandaufbau Fonterra Side 12 Clip

Merkmale:

- Die Montage ist an Massivwänden aus Ziegelstein, Beton, Sandstein etc. möglich.
- Das Nasssystem ist für Gips-, Kalk-, Lehm oder Zementputz geeignet.
- Das Trocknen der Wandputze dauert ca. 7–14 Tage.
- Sichere Rohrfixierung durch Klemmschienen und Nagel-Rundschellen
- Aufgrund flexibler Verlegemöglichkeiten können auch individuelle Raumgeometrien belegt werden.
- Betriebstemperaturen $\leq 50\text{ °C}$ bei Gipsputzen.
- Anbindemöglichkeit der Wandheizfelder bis 6 m^2 bzw. 80 m direkt an den Heizkreisverteiler.
- Montagefreundlich durch schnelle und flexible Rohrverlegung.
- Auch Kühlen ist mit Fonterra-Wandheizungssystemen möglich.
- Das Auffinden der Wandheizungsrohre ist mithilfe von Temperaturfolie möglich.

Trockenbau

Trockenbau Fußbodenheizung

Hinweise zu Trocken-Fußbodensystemen:

- Das Flächenheizsystem Fonterra Reno basiert auf Gipsfaserplatten.
- Fonterra Reno kann direkt verflies, mit einer Ausbauplatte darüber versehen oder mit einer speziellen Vergussmasse vergossen werden.
- Das Flächenheizsystem ist durch die geringe Überdeckung sehr reaktionsschnell.
- Die vorhandene Unterkonstruktion (Fußboden) muss höhere Ebenheitstoleranzen gegenüber Nasssystemen erfüllen.
- Trockenbausysteme besitzen ein geringeres Flächengewicht (Fonterra Reno ca. 35 kg/m^2).

- Trocknungszeiten entfallen, auch bei Aufbringen einer Vergussmasse ist die Belegreife nach 24 Stunden gegeben.
- Die Plattenverlegung erfordert eine genaue Planung. Hier ist Ihnen Viega gerne behilflich.
- Die Standard-Nutzlast beträgt 2 kN/m^2 . Bei höheren Belastungen dies gesondert mit Viega abstimmen.
- Die Belegung z. B. mit großformatigen Natursteinplatten muss gesondert geprüft und von Viega freigegeben werden.

Fußbodenaufbauten nach DIN EN 1264-4 für Fonterra Reno

Mögliche Reno-Fußbodenaufbauten auf Gipsfaser-Ausbauplatten (min. 10 mm) nach DIN EN 1264-4.

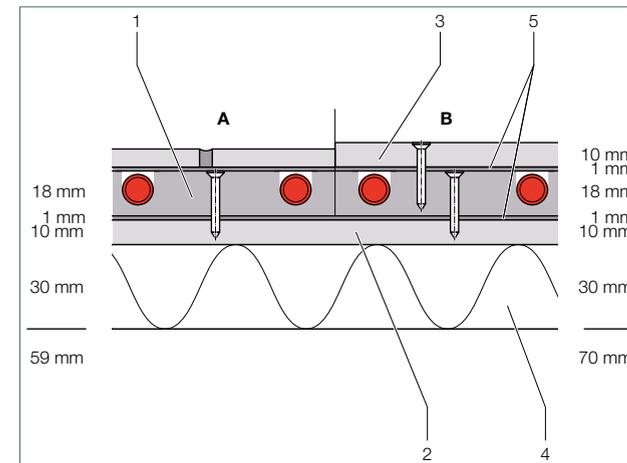


Abb. 21: Einbausituation I

(über beheiztem Raum, R_{λ} , Dämmung = $0,75\text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)

- | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|
| A Fliesen | 4 Polystyrol EPS 040 DEO |
| B sonstige Oberböden | (max. 30 mm) |
| 1 Fonterra Reno-Systemplatte | 5 Fonterra Reno-Estrichkleber |
| 2 Gipsfaser-Ausbauplatte | |
| 3 Gipsfaser-Ausbauplatte (min. 10 mm) | |



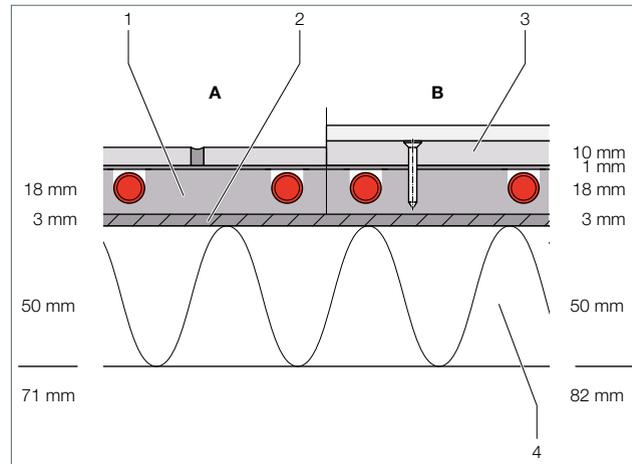


Abb. 22: **Einbausituation II + III + V**
 (über unregelmäßig beheiztem Raum, über unbeheiztem Raum und gegen Erdreich, $R_{\lambda, \text{Dämmung}} = 1,25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)

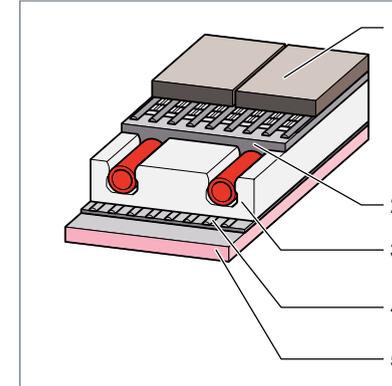
- | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| A Fliesen | 3 Gipsfaser-Ausbauplatte (min. 10 mm) |
| B sonstige Oberböden | 4 Hartschaumträgerplatte (50 mm) |
| 1 Fonterra Reno-Systemplatte | |
| 2 Flexkleber (z. B. PCI-Nanolight) | |

Sonderaufbauten auf Ausbauplatte bzw. mit Vergussmasse für Fonterra Reno

Besonders bei Renovierungen werden oft Sonderaufbauten mit reduzierten Dämmschichten auf Ausbauplatten oder mit Vergussmasse eingesetzt. Diese Sonderaufbauten entsprechen allerdings **nicht** den Anforderungen der DIN EN 1264-4 und des GEG und müssen deshalb im Einzelnen abgestimmt bzw. vereinbart werden.

Nachfolgend sind nur einige beispielhafte Aufbaumöglichkeiten dargestellt. Weitere Kombinationsmöglichkeiten finden Sie im Kapitel Fonterra Reno ab Seite 550 oder können mit Viega abgestimmt werden.

Bodenaufbau auf Hartschaumträgerplatte:

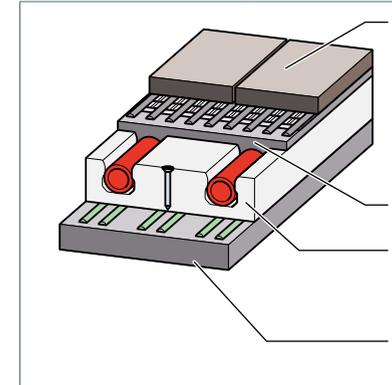


- 1 Fliesenbelag*
- 2 Flexkleber mit Armierungsgewebe (min. 3 mm)
- 3 Fonterra Reno-Systemplatte (18 mm)
- 4 Flexkleber z. B. PCI-Nanolight (3 mm)
- 5 Hartschaumträgerplatte (min. 6 mm)

* Alternativ: anderer Bodenbelag auf 10 mm-Ausbauplatte

Abb. 23: Bodenaufbau auf Hartschaumträgerplatte mit direktem Verfliesen

Bodenaufbau auf Gipsfaser-Ausbauplatte:

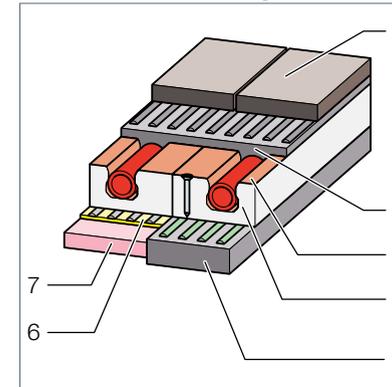


- 1 Fliesenbelag*
- 2 Flexkleber z. B. PCI-Nanolight mit Armierungsgewebe (min. 3 mm)
- 3 Fonterra Reno-Systemplatte (18 mm)
- 4 Gipsfaser-Ausbauplatte (min. 10 mm) mit Fonterra Reno-Estrichkleber

* Alternativ: anderer Bodenbelag auf 10 mm-Ausbauplatte

Abb. 24: Bodenaufbau auf Gipsfaser-Ausbauplatte bei direktem Verfliesen

Bodenaufbau bei Vergussmasse:



- 1 Fliesenbelag und Klebstoffschicht
- 2 Vergussmasse (min. 3mm)
- 3 Grundierung
- 4 Fonterra Reno-Systemplatte (18 mm)
- 5 Gipsfaser-Ausbauplatte (min. 10 mm) mit Fonterra Reno-Estrichkleber
- 6 Flexkleber z. B. PCI-Nanolight (3 mm)
- 7 Hartschaumträgerplatte (min. 6 mm)

Abb. 25: Bodenaufbau mit Vergussmasse bei direktem Verfliesen

7 Weitere Fonterra Reno-Fußbodenaufbauten finden Sie ab Seite 550.

7

Aufbau Trockenbauwand für Fonterra Side 12

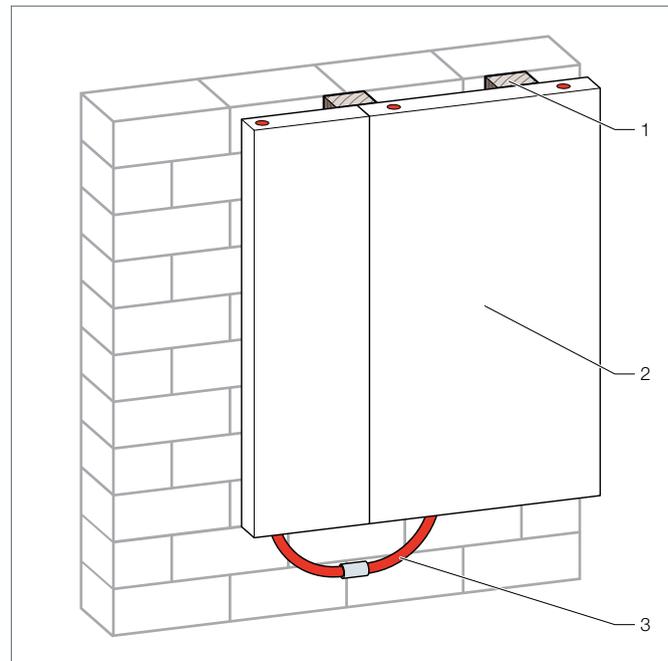


Abb. 26: Wandaufbau, Fonterra Side 12

| | |
|------------------------|--------------|
| 1 Unterkonstruktion* | 30 mm |
| 2 Side 12-Systemplatte | 18 mm |
| 3 PB-Rohr 12 x 1,3 mm | |
| Aufbauhöhe | 48 mm |

* Angaben bei Verwendung von Holzlatten 30 x 50 mm

Merkmale:

- Einfache Flächenbelegung durch Systemplatten für Fensterbrüstung oder Wandflächen in verschiedenen Größen.
- Montage der Systemplatten auf einer Unterkonstruktion (z. B. Holzlatte 30/50 mm) im Abstand von 31 cm.
- Aufbauhöhe Systemplatte 18 mm zzgl. Unterkonstruktion und Wandverkleidung.
- Auch Kühlen ist mit Fonterra-Wandheizungssystemen möglich.
- Vorlauftemperatur max. 50 °C, optimale Wandflächentemperatur ca. 35 bis 40 °C.
- Anschluss der Systemplatten in Reihenschaltung bis ca. 5 m² an Verteiler.
- Einfache Verbindung der Systemplatten mit Pressverbinder im Bodenaufbau oder im Freibereich der Unterkonstruktion.
- Oberflächenbehandlungen wie Farbanstriche, Tapeten, Strukturputze und Fliesen sind problemlos möglich.
- Auffinden der Wandheizungsrohre mithilfe von Temperaturfolie möglich.

Aufbau mit Deckensystemplatten Fonterra Top 12

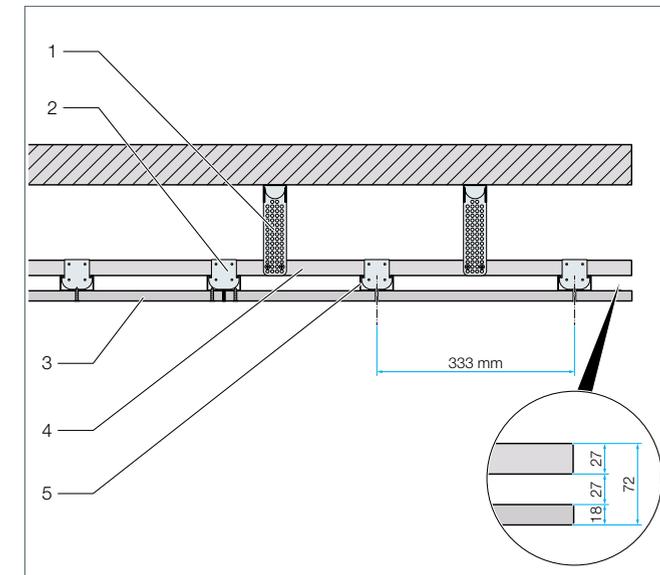


Abb. 27: Fonterra Top 12

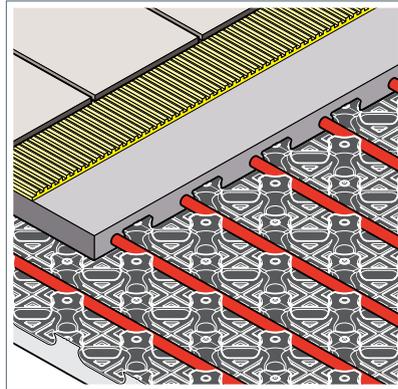
1. Deckenbefestigung mit Direkt- bzw. Noniusabhängiger (Abhänghöhe wählbar, min. 12 cm)
2. Kreuzverbinder
3. Kühldeckenplatte Top 12
4. Grundprofil CD 60 x 27
5. Tragprofil CD 60 x 27

- Trockenbausystem aus 18 mm Gipsfaser-Systemplatten mit integriertem, sauerstoffdichtem PB-Rohr 12 x 1,3 mm.
- Variable Kombinationsmöglichkeit der vorgefertigten Deckenplatten.
- Anschluss der Systemplatten in Reihenschaltung bis 5 m² je Heiz-/Kühlkreis.
- Verlegung der Anbindeleitungen im Deckenhohlraum.
- Schnelle Reaktionsfähigkeit durch geringe Rohrüberdeckung.
- Kombination mit allen marktüblichen Belüftungssystemen möglich.

Kurzbeschreibung der Systeme

Standard

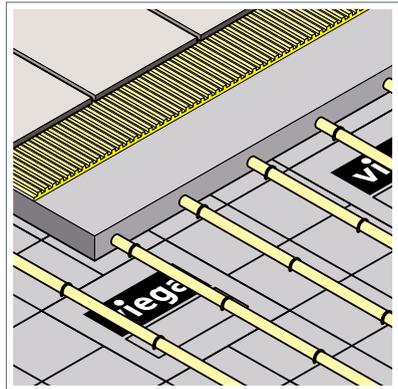
Fonterra Base 12/15 und 15/17



- Noppenplattensystem mit Estrich
- Mögliche Rohre:
 - PB-Rohr 12 x 1,3 mm, 15 x 1,5 mm, 17 x 2,0 mm
 - MV-Rohr 16 x 2,0 mm
 - PE-Xc-Rohr 17 x 2,0 mm
 - PE-RT-Rohr 17 x 2,0 mm
- Für Fließ- und Zementestrich
- Diagonalverlegung möglich
- Aufbauhöhen von 90–145 mm

Weiterführende Informationen ab Seite 505.

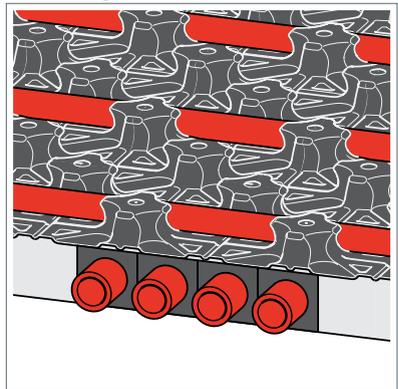
Fonterra Tacker 15/17/20



- Tackersystem mit Estrich
- Mögliche Rohre:
 - PB-Rohre 15 x 1,5 mm, 17 x 2,0 mm, 20 x 2,0 mm
 - PE-Xc, PE-RT-Rohre, 17 x 2,0 mm oder 20 x 2,0 mm
 - MV-Rohr 16 x 2,0 mm
- Für Fließ- und Zementestrich
- Aufbauhöhen von 90–145 mm

Weiterführende Informationen ab Seite 524.

Zuleitungen Transferraum

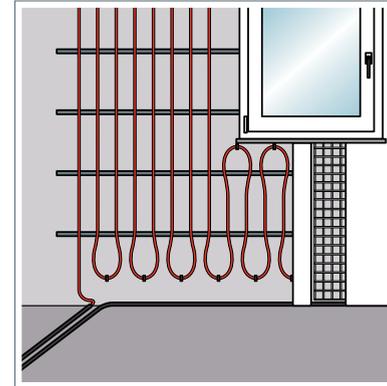


- Rechteckige Dämmschläuche für Rohre $d = 15 - 17$ mm
- Verlegung der Anbindeleitungen in der Dämmungsebene (keine Überhitzung des Raums)
- keine Schwächung der Wärme- und Trittschalldämmung
- eigener, regelbarer Heizkreis für Transferraum mit Fonterra Base realisierbar

Weiterführende Informationen siehe QR-Code.



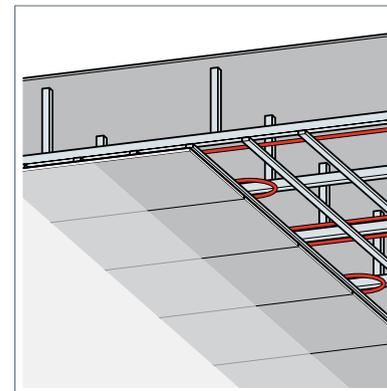
Fonterra Side 12 Clip



- Putzsystem mit individueller Rohrverlegung
- Für alle gängigen Wandputze
- Hochflexible PB-Rohre 12 x 1,3 mm
- Direkter Verteileranschluss
- Sichere Fixierung durch Klemmschiene
- Heizfläche max. 6 m² pro Heizkreis
- Aufbauhöhe z. B. mit Gipsputz 26 mm

Weiterführende Informationen ab Seite 565.

Fonterra Top 12

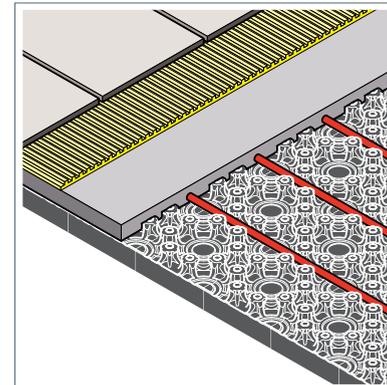


- Trockenbausystem
- Gipsfaser-Deckenplatten mit integrierten PB-Rohren 12 x 1,3 mm
- Montage auf Metall-Unterkonstruktion
- Direkter Verteileranschluss
- Heizfläche max. 5 m² pro Heiz-/Kühlkreis
- Aufbauhöhe von individueller Abhängigkeit abhängig (min. 20 cm gesamt)

Weiterführende Informationen ab Seite 571.

Renovierung

Fonterra Base Flat 12

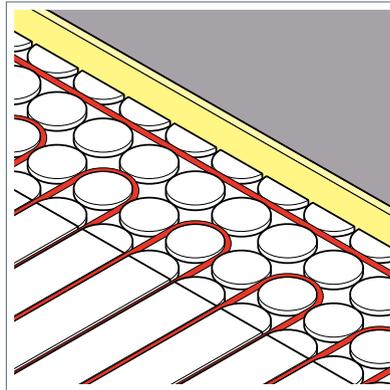


- Dünnschichtiges Estrichsystem
- Hochflexibles PB-Rohr 12 x 1,3 mm
- Fonterra Base Flat-Estrichzusatzmittel für handelsübliche Zementestriche
- Begehbarkeit bereits nach 48 Stunden
- Beginn Funktionsheizen nach 5 Tagen
- Aufbauhöhen ab 35 mm

Weiterführende Informationen ab Seite 497.



Fonterra Reno

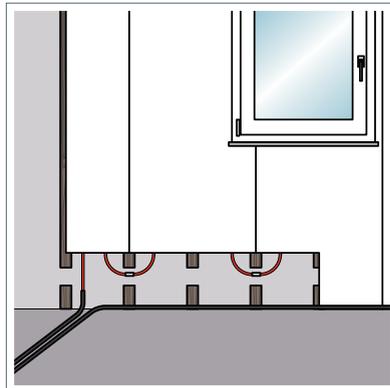


- Trocken-Fußbodenheizungs-system
- Bauseitige Dämmung möglich
- Hochflexibles PB-Rohr 12 x 1,3 mm
- Mit Vergussmasse für Laminat/ Teppich
- Direktes Verfliesen möglich
- Schnelle Reaktionszeit
- Geringe Aufbauhöhe ab 21 mm

Weiterführende Informationen ab Seite 542.



Fonterra Side 12



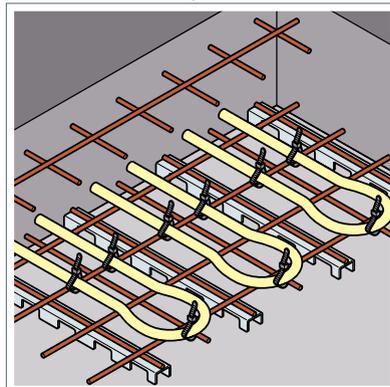
- Trockenbausystem mit Unterkonstruktion aus Holz oder Metall
- Gipsfaserplatten 18 mm
- Integrierte PB-Rohre 12 x 1,3 mm
- Keine zusätzliche Verspachtelung der Flächen
- Direkter Verteileranschluss
- Heizfläche max. 5 m² pro Heizkreis
- Aufbauhöhe ab 48 mm (bei Holzlattung 30/50 mm)

Weiterführende Informationen ab Seite 556.

Sondersysteme



Fonterra Industry



- Industriebodenheizung
- Thermische Aktivierung von Betonböden
- Unbegrenzte Verkehrslast
- Variable Verlegeabstände
- Sauerstoffdichte PE-Xc, PE-RT oder PB-Rohre 20 x 2,0 oder 25 x 2,3 mm

Weiterführende Informationen ab Seite 578.

Systemrohre

Kunststoffrohre werden schon lange aufgrund ihrer positiven Eigenschaften für Fußbodenheizung und zur Kühlung eingesetzt. Sie sind korrosionsfrei, sehr gut chemisch beständig, leicht zu verarbeiten und ökologisch unbedenklich.

Die gängigsten fünf Rohrwerkstoffe für Flächenheizungen sind:

- PP Polypropylen
- PE-X vernetztes Polyethylen
- PB Polybuten
- PE-RT Polyethylen erhöhter Temperaturbeständigkeit
- MV Mehrschichtverbundrohre

Nachfolgend werden die wichtigsten Kennwerte von Viega Kunststoffrohren näher erläutert.

Sauerstoffdichtheit

Die Sauerstoffdichtheit von Viega Kunststoffrohren wird regelmäßig von unabhängigen Prüfinstituten überwacht. Dabei müssen die festgelegten Grenzwerte der jeweiligen Anwendungsklasse nach DIN 4726 eingehalten werden. Der zulässige flächenbezogene Grenzwert gem. DIN 4726 beträgt max. 0,32 mg/(m²·d) bei Anwendungsklasse 4 und einer Temperatur von 40 °C. Der tatsächliche Prüfwert beträgt jedoch bei Viega Kunststoffrohren nur einen Bruchteil des geforderten Normwerts.

Der tatsächliche Sauerstoffeintrag über sauerstoffdichte Kunststoffrohre ist nur rechnerisch vorhanden und kann in der Praxis im Vergleich zum Sauerstoffeintrag über Verschraubungen und Gewindeverbindungen im Endeffekt vernachlässigt werden.

Anwendungsklassen

Die Betriebsbedingungen für Kunststoffrohre unterteilen sich in sogenannte Anwendungsklassen. Diese Anwendungsklassen sind genormt (z. B. für PB-Rohre in ISO 15876-1) und beschreiben ein praktisches Temperaturprofil über einen kompletten Lebenszeitraum eines Rohrs (50 Jahre).

Für Fußbodenheizungen und Niedertemperatur-Heizkörperanbindungen gilt die **Anwendungsklasse 4** (Anwendungsklasse 5 steht für Hochtemperatur-Heizkörperanbindungen).

Anwendungsklasse 4 für Kunststoffrohre enthält folgendes Temperaturprofil:

| | | |
|----------------------------------|-----------------|--------------------|
| Berechnungstemperatur: | 20 °C | 2,5 Jahre |
| | 40 °C | 20 Jahre |
| | 60 °C | 25 Jahre |
| Kurzzeitige maximale Temperatur: | 70 °C | 2,5 Jahre |
| | Störtemperatur: | 100 °C 100 Stunden |



Außerdem werden bei der Dimensionierung von Kunststoffrohren folgende Sicherheitsfaktoren hinzugerechnet:

Dauertemperatur: Faktor 1,5
 Kurzzeitige maximale Temperatur: Faktor 1,3

Die tatsächlichen Betriebsbedingungen eines zeitgemäßen Flächentemperiersystems sind dabei wesentlich unkritischer als die normierten Auslegungsgrenzen der Anwendungsklasse 4.

Bei der Angabe einer Anwendungsklasse muss immer der dazugehörige Betriebsdruck angegeben werden. Der Betriebsdruck berechnet sich aus

- den Materialkennwerten,
- dem Rohrdurchmesser,
- der Rohrwandstärke und
- den Temperaturen der geforderten Anwendungsklasse.



Viega PB-Rohre

Rohraufbau

Abhängig vom Herstellungsverfahren gibt es Viega PB-Rohre (Polybuten-Rohre) als 3-Schicht- und 5-Schicht-Rohre. Der wesentliche Unterschied ist die Lage der Sauerstoffsperrschicht mittig oder außen. Viega PB-Rohre mit geringeren Wandstärken werden als 3-Schicht-Rohre und größere Wandstärken als 5-Schicht-Rohre hergestellt.

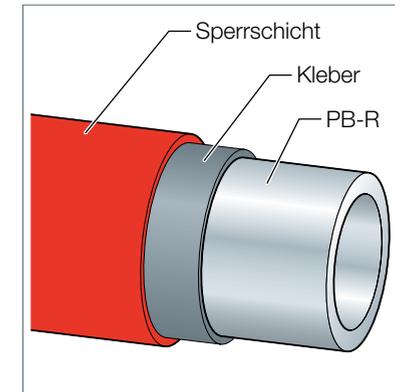


Abb. 28: Rohrdimensionen 12 x 1,3 / 15 x 1,5 mm

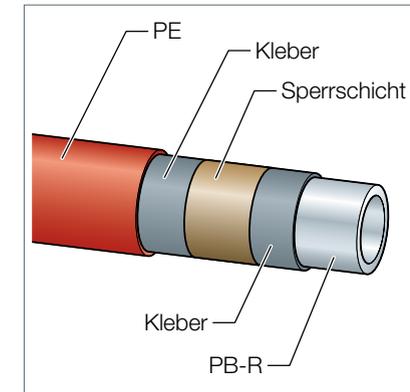


Abb. 29: Rohrdimensionen 17 x 2,0 / 20 x 2,0 / 25 x 2,3 mm

| Systemrohre | | PB 12 | PB 15 | PB 17 | PB 20 | PB 25 |
|---|--------------------|------------------------|--------------------|----------|----------|----------|
| Außendurchm. x Wandstärke | [mm] | 12 x 1,3 | 15 x 1,5 | 17 x 2,0 | 20 x 2,0 | 25 x 2,3 |
| Mindest-Biegeradius | | 5 x d _a | | | | |
| Farbe Rohr | | rot | | | | |
| Betriebsbedingung nach ISO 15876-1 | Klasse/ [MPa] | K 4/1,0 K 5/0,8 | K 4/0,8 K 5/0,8 | K 4/0,6 | K 4/0,6 | K 4/0,6 |
| Maximale Betriebstemperatur | [°C] | 95 | | 70 | | |
| Montage-temperatur | [°C] | ≥ -5 | | | | |
| Wasservolumen | [l/m] | 0,07 | 0,11 | 0,13 | 0,20 | 0,32 |
| Wärmeleitfähigkeit λ | [W/(m·K)] | 0,22 | | | | |
| Linearer Koeffizient der Längenausdehnung | [K ⁻¹] | 1,3 x 10 ⁻⁴ | | | | |
| Gewicht | [g/m] | 50 | 67 | 99 | 120 | 160 |
| Schichten | | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 |

Tab. 5: Technische Daten: Viega PB-Rohre



Eigenschaften Viega PB-Rohre

- sauerstoffdicht nach DIN 4726
- Montagetemperatur bis -5 °C
- geringe Längenausdehnung
- geeignet für Press- und Klemmverbindungen
- geeignet für alle passenden Fonterra-Systeme in Boden, Wand und Decke
- große Montagefreundlichkeit bei engen Biegeradien und niedrigen Verlegetemperaturen
- höchste Flexibilität aufgrund von sehr geringem E-Modul (350 MPa)

| Fonterra-Systeme | Viega PB-Rohre | | | | |
|-----------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 12 x 1,3 mm | 15 x 1,5 mm | 17 x 2,0 mm | 20 x 2,0 mm | 25 x 2,3 mm |
| Base Flat | x | | | | |
| Base 12/15 | x | x | | | |
| Base 15/17 | | x | x | | |
| Tacker | | x | x | x | |
| Reno | x | | | | |
| Side/ Side 12 Clip | x | | | | |
| Top 12 | x | | | | |
| Sondersysteme | | | | x | x |

Tab. 6: Systemtabelle: Viega PB-Rohre

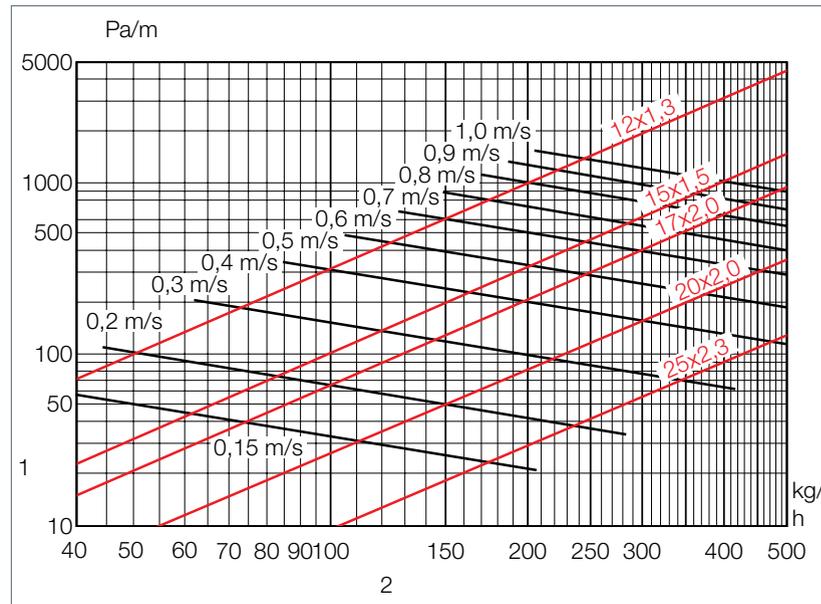


Abb. 30: Druckverlustdiagramm: Viega PB-Rohre



Viega PE-XC-Rohre

Rohraufbau

Viega PE-XC-Rohre (Rohre aus vernetztem Polyethylen) werden als 5-Schicht-Rohre mit innenliegender Sauerstoffspererschicht gefertigt und nach der Produktion elektronenstrahlvernetzt. Dadurch werden die Druck- und Temperaturbeständigkeit und somit auch die Zeitstandsfestigkeit erhöht.

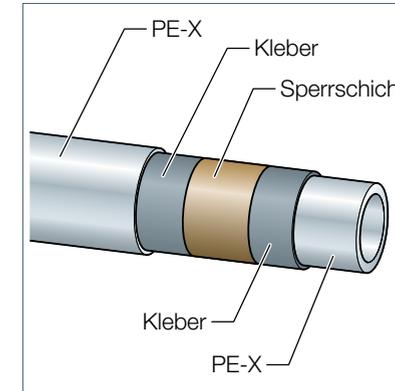


Abb. 31: Rohrdimensionen: 17 x 2,0 / 20 x 2,0 / 25 x 2,3 mm

Eigenschaften PE-XC-Rohre

- sauerstoffdicht nach DIN 4726
- Montagetemperatur ab 5 °C
- montagefreundlich
- geeignet für Press- und Klemmverbindungen
- geeignet für Fonterra-Fußbodensysteme (siehe Tabelle)

| Systemrohre | | PE-Xc 17 | PE-Xc 20 | PE-Xc 25 |
|---|--------------------|------------------------|--------------------|----------|
| Abmessungen: Außendurchm. x Wandstärke | [mm] | 17 x 2,0 | 20 x 2,0 | 25 x 2,3 |
| Mindest-Biegeradius | | 6 x d _a | | |
| Farbe Rohr | | natur-gelblich | | |
| Betriebsbedingung nach ISO 15875-1 | Klasse/[MPa] | K 4/1,0 K 5/0,8 | K 4/0,8 K 5/0,6 | K 4/0,6 |
| Maximale Betriebstemperatur | [°C] | 90 | 90 | 70 |
| Montagetemperatur | [°C] | ≥ 5 | | |
| Wasservolumen | [l/m] | 0,13 | 0,20 | 0,32 |
| Wärmeleitfähigkeit λ | [W/(m·K)] | 0,35 | | |
| Linearer Koeffizient der Längenausdehnung | [K ⁻¹] | 2,0 x 10 ⁻⁴ | | |
| Gewicht | [g/m] | 102 | 118 | 165 |
| Schichten | | 5 | | |

Tab. 7: Technische Daten: Viega PE-XC-Rohre



| Fonterra-Systeme | Viega PE-Xc-Rohre | | |
|-------------------|-------------------|-------------|-------------|
| | 17 x 2,0 mm | 20 x 2,0 mm | 25 x 2,3 mm |
| Base Flat | | | |
| Base 12/15 | | | |
| Base 15/17 | x | | |
| Tacker | x | x | |
| Reno | | | |
| Side/Side 12 Clip | | | |
| Top 12 | | | |
| Sondersysteme | | x | x |

Tab. 8: Systemtabelle: Viega PE-XC-Rohre

Viega PE-RT-Rohre

Rohraufbau

Viega PE-RT-Rohre (Rohre aus Polyethylen mit erhöhter Temperaturbeständigkeit, RT = resistant temperature) werden als 3-Schicht-Rohre mit außenliegender Sauerstoffsperrschicht produziert.

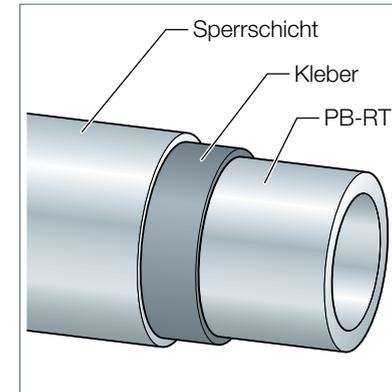


Abb. 33: Rohrdimensionen: 17 x 2,0 / 20 x 2,0 / 25 x 2,3 mm

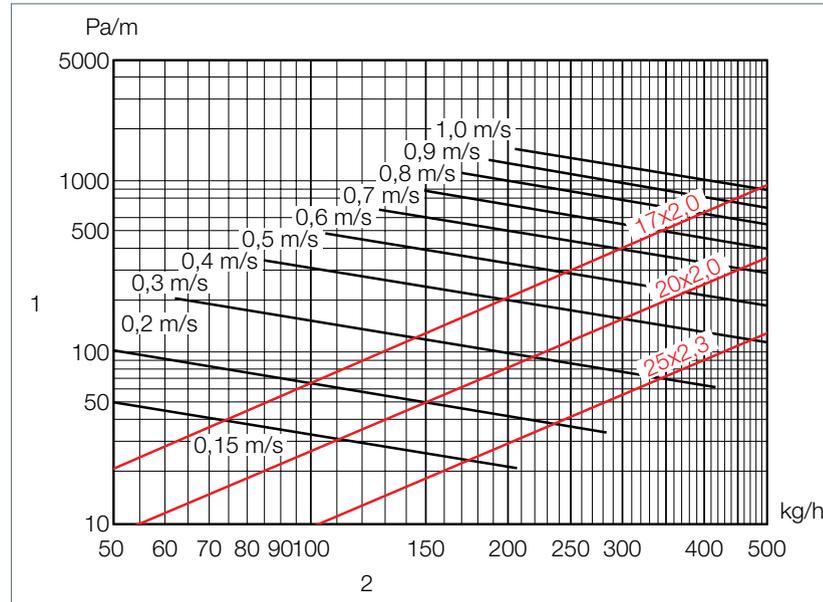


Abb. 32: Druckverlustdiagramm: Viega PE-XC-Rohre

| Systemrohre | PE-RT 17 | PE-RT 20 | PE-RT 25 |
|--|------------------------|----------|----------|
| Abmessungen: Außendurchm. x Wandstärke [mm] | 17 x 2,0 | 20 x 2,0 | 25 x 2,3 |
| Mindest-Biegeradius | 6 x d _a | | |
| Farbe Rohr | natur-weisslich | | |
| Betriebsbedingung nach ISO 22391-1 | Klasse/[MPa] | | |
| Maximale Betriebstemperatur [°C] | 70 | | |
| Montagetemperatur [°C] | ≥ 5 | | |
| Wasservolumen [l/m] | 0,13 | 0,20 | 0,32 |
| Wärmeleitfähigkeit λ [W/(m·K)] | 0,40 | | |
| Linearer Koeffizient der Längenausdehnung [K ⁻¹] | 1,8 x 10 ⁻⁴ | | |
| Gewicht [g/m] | 106 | 122 | 170 |
| Schichten | 3 | | |

Tab. 9: Technische Daten: Viega PE-RT-Rohre



Eigenschaften PE-RT-Rohre

- sauerstoffdicht nach DIN 4726
- Montagetemperatur ab 5 °C
- montagefreundlich
- geeignet für Press- und Klemmverbindungen
- geeignet für Fonterra-Fußbodensysteme (siehe Tab. 10)

| Fonterra-Systeme | Viega PE-RT-Rohre | | |
|-------------------|-------------------|-------------|-------------|
| | 17 x 2,0 mm | 20 x 2,0 mm | 25 x 2,3 mm |
| Base Flat | | | |
| Base 12/15 | | | |
| Base 15/17 | x | | |
| Tacker | x | x | |
| Reno | | | |
| Side/Side 12 Clip | | | |
| Top 12 | | | |
| Sondersysteme | | x | x |

Tab. 10: Systemtabelle: Viega PE-RT-Rohre

Viega MV-Rohre

Rohraufbau

Viega MV-Rohre (Mehrschichtverbundrohre) werden als 5-Schicht-Rohre mit innenliegender Aluminiumschicht produziert. Dadurch sind sie 100 % sauerstoffdicht und formstabil bei der Verlegung.

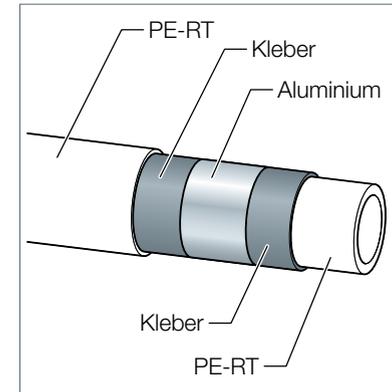


Abb. 35: Rohrdimension: 16 x 2,0 mm

Eigenschaften MV-Rohre

- sauerstoffdicht nach ISO 17455 bzw. DIN 4726
- Montagetemperatur bis -15 °C
- formstabil und montagefreundlich
- geeignet für Press- und Klemmverbindungen
- geeignet für Fonterra-Fußbodensysteme Base 15/17 und Tacker

| Systemrohre | | MV 16 |
|---|--------------------|------------------------|
| Abmessungen: Außendurchm. x Wandstärke | [mm] | 16 x 2,0 |
| Mindest-Biegeradius | | 6 x da |
| Farbe Rohr | | weiss |
| Betriebsbedingung nach ISO 21003-1 | Klasse/[MPa] | K 5/1,0 |
| Maximale Betriebstemperatur | [°C] | 90 |
| Montagetemperatur | [°C] | ≥ -15 |
| Wasservolumen | [l/m] | 0,12 |
| Wärmeleitfähigkeit λ | [W/(m·K)] | 0,43 |
| Linearer Koeffizient der Längenausdehnung | [K ⁻¹] | 2,3 x 10 ⁻⁵ |
| Gewicht | [g/m] | 105 |
| Schichten | | 5 |

Tab. 11: Technische Daten: Viega MV-Rohre

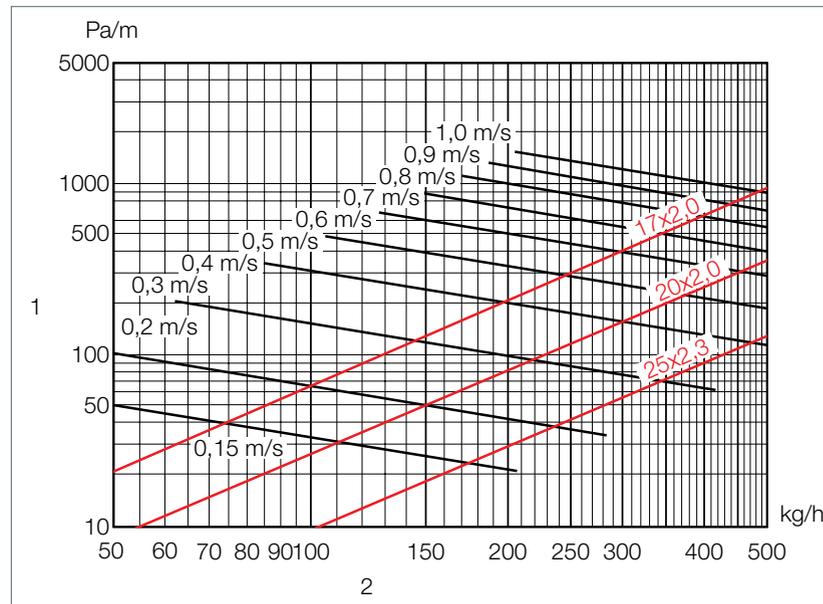


Abb. 34: Druckverlustdiagramm: Viega PE-RT-Rohre

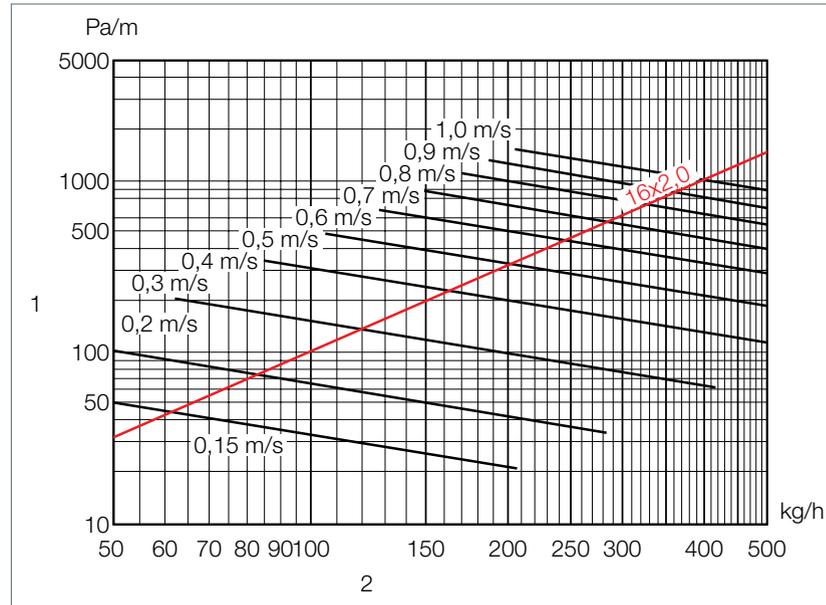


Abb. 36: Druckverlustdiagramm: Viega MV-Rohre

Planungsgrundlagen

Gesetze, Verordnungen und Richtlinien gelten nicht nur für Neubauten, sondern auch für bauliche Veränderungen an Gebäuden, wenn sie gewisse Größenordnungen überschreiten. Diese sind deutschlandweit in einer Musterbauverordnung oder in der jeweils gültigen Landesbauordnung geregelt.

Bauliche Voraussetzungen

- Fenster und Türen müssen eingebaut sein, die Elektro-Installationen (Stemmarbeiten, Leerrohrverlegung etc.) müssen abgeschlossen sein.
- Ebenheitstoleranzen müssen die entsprechenden Vorgaben erfüllen.

Ebenheitstoleranzen

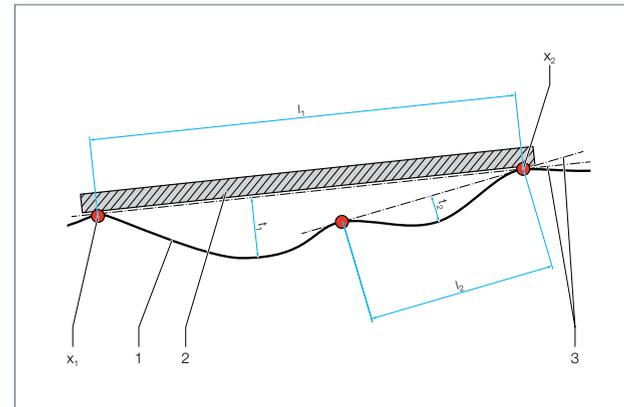


Abb. 37: Überprüfung der Ebenheit nach DIN 18202 z. B. durch Messlatte und Messkeil

- 1 Ist-Fläche
- 2 Richtlatte
- 3 Fluchtgerade der Richtlatte
- x_1, x_2 Hochpunkte
- t_1, t_2 Abstand zu Tiefpunkt (Stichmaß)
- l_1, l_2 Messpunkt Abstand

Ebenheitsabweichungen bestimmen:

- Die Fläche mit einer Richtlatte (2–4 m, je nach Raumgröße) nach Hochpunkten überprüfen.
- Zwischen zwei Hochpunkten (x_1 und x_2) Messpunkt Abstand (l_1, l_2) bestimmen.
- Mithilfe eines Messkeils den Abstand zwischen Richtlatte und Tiefpunkt (Stichmaß t_1, t_2) ermitteln.
- Die ermittelten Werte mit den Werten aus nachfolgender Tabelle vergleichen.

| Messpunkt Abstand l_1, l_2 | Grenzwert Stichmaß t_1, t_2 |
|------------------------------|-------------------------------|
| 0,5 m | < 3 mm |
| 1,0 m | < 4 mm |
| 1,5 m | < 5 mm |
| 2,0 m | < 6 mm |
| 3,0 m | < 8 mm |
| 4,0 m | < 10 mm |

Tab. 12: Zulässige Ebenheitsabweichungen gemäß DIN 18202



Überprüfen Sie auf diese Weise alle Hochpunkte im Raum. Abweichungen außerhalb der Toleranzen müssen vor der Verlegung der Systemplatten ausgeglichen werden.

| Zeile | Bezug | Stichmaße als Grenzwerte in [mm] bei Messpunktabständen in m | | | | |
|-------|---|--|-----|-----|------|------|
| | | 0,1 m | 1 m | 4 m | 10 m | 15 m |
| 3 | Flächenfertige Böden, z. B. Estriche als Nutzestrüche, Estriche zur Aufnahme von Bodenbelägen, Bodenbeläge, Fliesenbeläge, gespachtelte und geklebte Beläge | 2 | 4 | 10 | 12 | 15 |
| 4 | Wie Zeile 3, jedoch mit erhöhten Anforderungen | 1 | 3 | 9 | 12 | 15 |

Tab. 13: Ebenheitstoleranzen nach DIN 18202, Tabelle 3

Voraussetzungen für Fußbodenheizung – Nassbau

- Bei der Planung müssen die Heizkreise und Estrichfelder aufeinander abgestimmt werden und im Untergrund befindliche Bewegungsfugen dürfen nicht von Heizungsleitungen gekreuzt werden.
- Zur Aufnahme des schwimmenden Heizestrichs muss der Untergrund ausreichend trocken sein und eine ebene Oberfläche ausweisen. Er darf keine punktförmigen Erhebungen, Rohrleitungen o. Ä. aufweisen, die zu Schwankungen in der Estrichdicke führen können.
- Die Toleranzen der Höhenlage und der Neigung des tragenden Untergrunds müssen entsprechend der DIN 18202, Tab. 3 Zeile 2a „Maßtoleranzen im Hochbau“ ausgeführt sein.
- „Abdichtungen gegen Bodenfeuchte“ und „nicht drückendes Wasser“ müssen vom Bauwerksplaner festgelegt und vor Einbau des Estrichs hergestellt werden (siehe DIN 18195-4 und DIN 18195-5) nach DIN 18560 Teil 2.
- Um späteren Baumängeln durch „aufsteigende Restfeuchte“ vorzubeugen, muss der Planer klären, ob unterhalb der Flächenheizung noch eine diffusionsdichte Folie eingebracht werden muss.

Voraussetzungen für Fußbodenheizung – Trockenbau

- Der Untergrund muss sauber, tragfähig, trocken und nicht federnd sein. Er muss waagrecht sein und darf keine punktuellen Erhöhungen aufweisen. Eventuell vorhandene Unebenheiten müssen z. B. mit Nivelliermasse oder geeigneter Schüttung ausgeglichen werden (Ebenheitstoleranzen beachten).
- Die Toleranzen der Höhenlage und der Neigung des tragenden Untergrunds müssen entsprechend der DIN 18202, Tab. 3 Zeile 3 bzw. 4 „Maßtoleranzen im Hochbau“ ausgeführt sein.

- Die Fonterra-Systemplatten müssen sich vor dem Einbau dem umgebenden Raumklima angepasst haben. Dazu die Systemplatten trocken, sauber, eben liegend und frostfrei im Gebäude lagern. Einzelne Platten hochkant transportieren.
- Die relative Luftfeuchtigkeit bei der Montage sollte im Mittel weniger als 70 % betragen, die Raumtemperatur soll zwischen 10 und 30 °C betragen. Sie dürfen nicht bei einer relativen Luftfeuchtigkeit > 70 % und einer Raumtemperatur < 5 °C verarbeitet werden. Der Klebstoff sollte bei der Verarbeitung eine Temperatur von > 10 °C haben.

Voraussetzungen für Wandheizung – Nassbau

- Die Wandverlegefläche muss trocken, eben und stabil zur Montage der Klemmschienen sein, wie z. B. gemauerte Wände, Fertigteil- und Betonwände. Es dürfen keine Installationen an der Wandfläche vorhanden sein.
- Die mit Wandheizung belegte Fläche sollte nicht durch Möbel großflächig verstellt werden.

Voraussetzungen für Wandheizung – Trockenbau

- Die Wandverlegefläche muss trocken, eben und stabil zur Montage der Unterkonstruktion sein.
- Die Fonterra-Gipsfaser-Wandheizplatten vor der Montage an einem trockenen, sauberen und frostsicheren Ort eben liegend lagern.
- Die Systemplatten müssen sich dem umgebenden Raumklima angepasst haben und dürfen sich auch in den nächsten zwölf Stunden nach dem Verkleben nicht wesentlich verändern. Dazu ist es erforderlich, die Systemplatten entsprechend frühzeitig im Gebäude zu lagern.
- Die einzelnen Wandheizplatten sind wegen der Bruchgefahr hochkant zu transportieren.
- Die Fonterra-Systemplatten dürfen nur bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von ≤ 80 % verarbeitet werden. Die Raumtemperatur sollte dabei mindestens 5 °C betragen. Feucht gewordene Platten dürfen erst nach vollständiger Austrocknung verarbeitet werden. Die Klebertemperatur sollte bei der Verarbeitung eine Temperatur von > 10 °C haben.
- Bei Einsatz von innenseitiger Dämmung von Außenwänden die Verschiebung des Taupunkts beachten.

Auslegungsgrundlagen

Heizungswassertemperaturen

Die Heizungswassertemperaturen für Fußboden- und Wandheizungen sollten aus energetischen Gründen so niedrig wie möglich gewählt werden und sich zwischen 30 und 50 °C bewegen. Besonders bei regenerativen Energiesystemen wird dies bereits standardmäßig umgesetzt. Bei höheren Heizungswassertemperaturen leidet nicht nur die Behaglichkeit im Raum, sondern es muss auch darauf geachtet werden, dass die maximalen Oberflächentemperaturen des Bodenbelags sowie die zulässigen Temperaturen der Werkstoffe (z. B. Gips) nicht überschritten werden.



Oberflächentemperaturen Fußboden

In der DIN EN 1264-2 werden die maximal zulässigen Oberflächentemperaturen bei beheizten Bodenflächen wie folgt festgelegt:

- 29 °C in Aufenthaltszonen
- 35 °C in Randzonen
- 33 °C in Badezimmern

Verlegeabstand Fußbodenheizung

Nach Ermittlung der Heizlast entsprechend DIN EN 12831 kann der erforderliche Verlegeabstand des jeweiligen Fußbodenheizungssystems pro Raum ermittelt werden. Dies kann entweder manuell über die Leistungsdaten-Tabellen der Fonterra-Systeme (ab Seite 496) oder mithilfe der Viega Software z. B. durch Viega ermittelt werden.

Heizkreislänge/Heizkreisfläche

Nach der Festlegung des Verlegeabstands der Fußbodenheizung muss die Heizkreislänge in Abhängigkeit von der Rohrdimension überprüft werden. Hierbei muss beachtet werden, dass die Anbindeleitungen zur Heizkreislänge hinzugerechnet werden müssen.

Wenn die maximale Heizkreislänge überschritten wird, müssen für den Raum zwei Heizkreise gewählt werden. Diese sollten bei der Montage sinnvoll getrennt werden z. B. in Rand- und Aufenthaltszonen.

Auch bei Wandheizungen auf die maximale Heizkreislänge bzw. -fläche des Systems achten, siehe „Fonterra Side 12“ auf Seite 556 bzw. „Fonterra Side 12 Clip“ auf Seite 565.

Viega Viptool

Die Viptool-Softwarelösungen Viptool Engineering, Viptool Master und Viptool Assistant enthalten Datensätze zur Auslegung der Systeme Fonterra Reno, Fonterra Base, Fonterra Tacker sowie Fonterra Side und Side Clip. Damit kann jede Art der Flächentemperierung, egal ob zum Kühlen oder Heizen, nutzungsabhängig und wirtschaftlich ausgelegt werden.

| | | |
|---|--|--|
| Viptool Engineering Viptool Master Viptool Assistant Fonterra-Schnellauslegung | <ul style="list-style-type: none"> • Kostenlose Web-Applikation • Tabellarische Konfiguration der Fonterra Noppen- und Tackersysteme | <ul style="list-style-type: none"> • Kostenlose Planungssoftware • Planung weiterer Fonterra-Systeme • Unterstützung durch Produkt-Browser/ CAD-Katalog |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Kostenpflichtige Planungssoftware • Schematische Konfiguration der Flächen-temperierungssysteme • Heizlastberechnung nach EN 12831 | <ul style="list-style-type: none"> • Kostenpflichtige Planungssoftware • Ganzheitliche CAD-basierte TGA-Planung • BIM-Unterstützung |

Abb. 38: Fonterra-Schnellauslegung

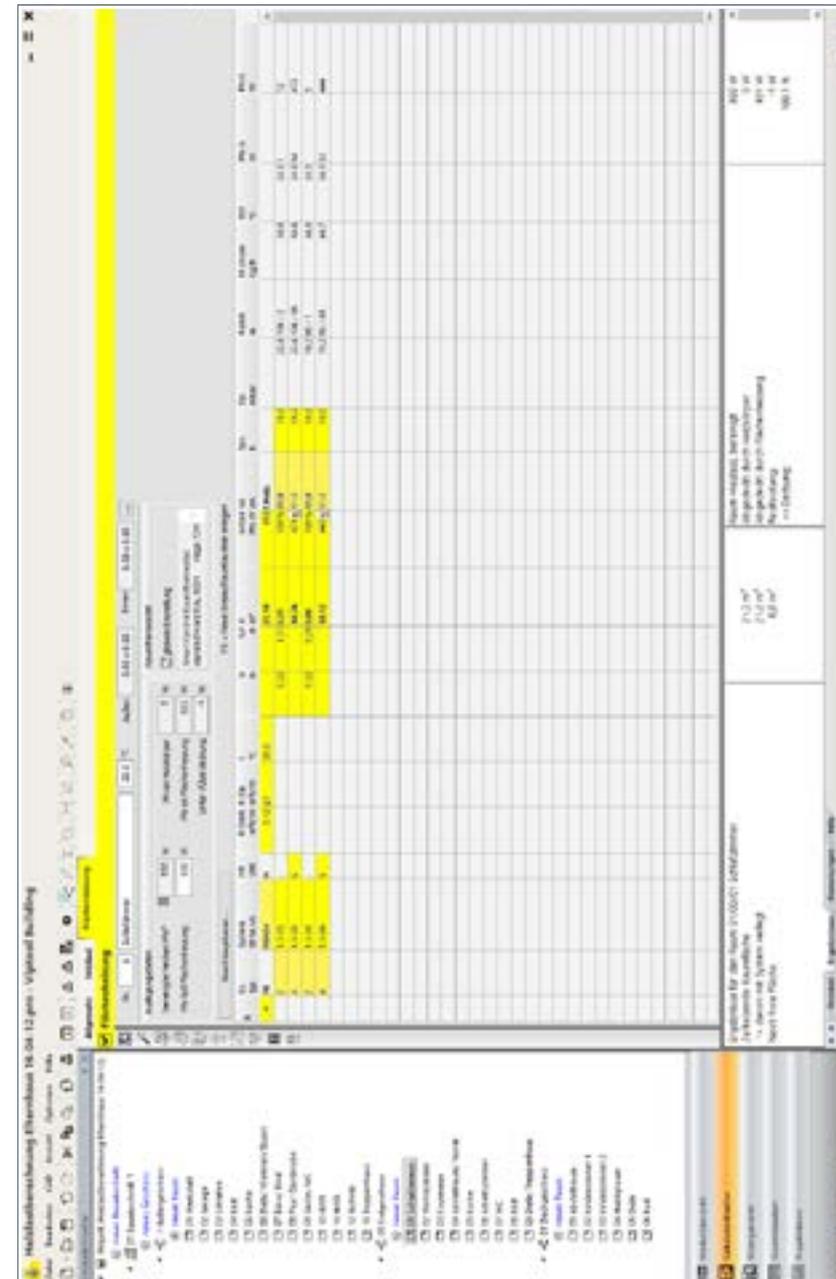


Abb. 39: Beispielhafte Raumauslegung



Estriche und Estrichzusatzmittel

Schwimmende Estriche müssen die allgemeinen Anforderungen nach DIN EN 13813 und DIN 18560-1 erfüllen.

Die DIN 18560-2 unterscheidet zwischen drei Bauarten. Fonterra-Estrichsysteme entsprechen der Bauart A.

Bauart A - Systeme mit Rohren innerhalb des Estrichs

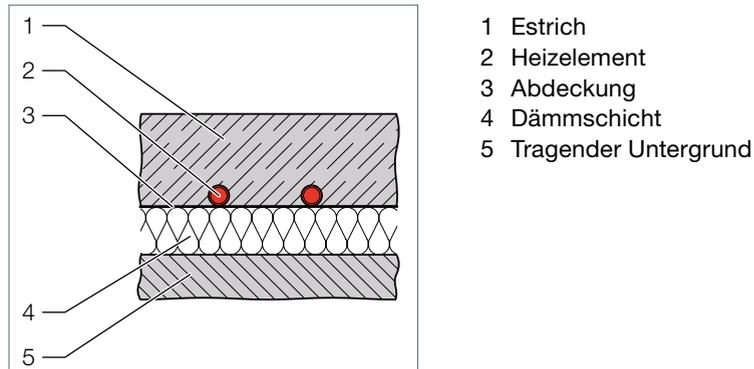


Abb. 40: Systeme mit Rohren innerhalb des Estrichs

Die Biegezugfestigkeitsklasse von Calciumsulfat- und Zementheizestrich muss in Abhängigkeit von den Nutzlasten den **Tabellen 1 der DIN 18560-2** entsprechen. Die Estrichnenndicke muss dabei nach den Tabellen 1 gewählt und bei Bauart A zusätzlich um den Außendurchmesser der Heizungsleitung erhöht werden. Die Rohrüberdeckung muss bei einer Biegezugfestigkeitsklasse F4 mindestens der Nenndicke 45 mm, bei Fließestrichen dieser Biegezugfestigkeitsklasse CAF-F4 mindestens der Nenndicke 35 mm entsprechen.

| Nutzlast | Einzellast | c | Nenndicke | |
|-----------------------|------------|--------|-----------|--------|
| | | | CAF-F4 | CT-F4 |
| ≤ 2 kN/m ² | | ≤ 5 mm | 35 + d | 45 + d |
| ≤ 3 kN/m ² | ≤ 2 kN | ≤ 5 mm | 50 + d | 65 + d |
| ≤ 4 kN/m ² | ≤ 3 kN | ≤ 3 mm | 60 + d | 70 + d |
| ≤ 5 kN/m ² | ≤ 4 kN | ≤ 3 mm | 65 + d | 75 + d |

Tab. 14: Übersicht Estrichnenndicke nach DIN 18560-2

- CT-F4 Zementestrich, Biegezugfestigkeit F4
- CAF-F4 Calciumsulfat-Fließestrich, Biegezugfestigkeit F4
- c maximal zulässige Zusammendrückbarkeit der Dämmschichten
- d Rohrdurchmesser/Noppenhöhe



Wenn ein möglichst niedriger Aufbau verlangt wird, dann ist dieser in Verbindung mit einem Dünnenschicht-Zementestrich mit 35 mm Rohrüberdeckung möglich.

Bei Warmwasser-Fußbodenheizungen darf im Bereich der Heizelemente im Calciumsulfat- und Zementestrich die mittlere Temperatur von 55 °C auf Dauer nicht überschritten werden.

Die Bauart und benötigte Nutzlast bestimmen nach DIN 18560 die Dicke, Stabilität und Härte des benötigten Estrichs.

Sonderkonstruktion mit Abdichtung gegen Oberflächenwasser

In Nassräumen, wie Bädern, Duschen oder in Schwimmbädern, gibt es Oberflächen- bzw. Schwallwasser. Hier hilft nur eine oberhalb der Lastverteilungsschicht angeordnete Abdichtung, die durch einen dichten Anstrich oder ein Abdichtungssystem ein Eindringen der Feuchtigkeit in die Baukonstruktion verhindern.

Viega Estrichzusatzmittel für Zementestriche

Der Einsatz von Zementestrich in Verbindung mit Flächenheizsystemen erfordert Zusätze (Modell 1453.1) zum Estrich, die die Biegezug- und Druckfestigkeit verbessern und die Luftporenbildung reduzieren. Wenn das Estrichzusatzmittel Viega Temporex (Modell 1455) dem Zementestrich beigefügt wird, erfolgt das Abbinden und Aushärten wesentlich rascher. Das Funktionsheizen kann bereits nach zehn Tagen beginnen.

Wenn eine geringere Aufbauhöhe verlangt wird, dann besteht eine Möglichkeit durch Reduzierung der Estrichhöhe. Dafür muss der Zementestrich speziell modifiziert werden. Durch Zugabe von Viega Estrichzusatzmittel (Modell 1454) für Dünnenschicht-Zementestrich wird der Zementestrich so modifiziert, dass die Anforderung an die Estrichplatte auch bei 35 mm Rohrüberdeckung erfüllt wird.

| | Zementestrich normal | Dünnschicht-Zementestrich | Zementestrich schnell |
|---|--|----------------------------|---------------------------|
| Estrichzusatzmittel * | Modell 1453.1 | Modell 1454 | Modell 1455 |
| Gebinde | 20 kg | 10 kg | |
| Rohrüberdeckung | 45 mm | 35 mm | 45 mm |
| Anteil bezogen auf das Zementgewicht | 0,8–1,0 Gew.-% | 7–10 Gew.-% | 2 Gew.-% |
| Anwendungsmenge | ca. 0,14 kg/m ² | ca. 1,40 kg/m ² | ca. 0,3 kg/m ² |
| Konsistenz nach 1–2 Min. | plastisch bis steif | plastisch bis weich | plastisch bis steif |
| Begehbarkeit nach | 3 Tagen | 3 Tagen | 2 Tagen |
| Abbindephase | 21 Tage | 21 Tage | 10 Tage |
| Funktionsheizen | 3 Tage mit 20–25 °C 4 Tage mit max. 55 °C | | |

* Zusätzliche Estrichzusatzmittel dürfen nicht zugegeben werden, die Gebrauchsanleitung ist unbedingt zu beachten.

Tab. 15: Übersicht Verbrauch Viega Estrichzusatzmittel



Das Vermischen mehrerer Estrichzusatzmittel ist nicht zulässig.

Bewehrung von Estrichen

Eine Bewehrung von Estrichen bzw. Heizestrichen auf Dämmschicht ist gemäß DIN 18560-2 grundsätzlich nicht erforderlich, da das Entstehen von Rissen durch eine Bewehrung nicht verhindert werden kann.

Messstellen

Zur Prüfung der Dicke müssen nach DIN18560-2 ausreichend viele Messstellen eingeplant und gleichmäßig über die zu prüfende Fläche verteilt werden. Als Richtwert gelten bis zu einer Fläche von 100 m² eine Messstelle je 10 m², mindestens jedoch 4 Messstellen.

Funktionsheizen

Viega Estrichzusatzmittel ermöglichen das Funktionsheizen, wie in der DIN EN 1264-4 beschrieben.

„Das Funktionsheizen sollte bei Zementestrich erst 21 Tage nach dem Einbau des Estrichs oder nach den Angaben des Herstellers und bei Calciumsulfat-Estrichen frühestens nach 7 Tagen durchgeführt werden. Das Funktionsheizen beginnt mit einer Vorlauftemperatur von 25 °C, die mindestens 3 Tage aufrechtzuerhalten ist. Anschließend muss die maximale Auslegungsvorlauftemperatur (max. 55 °C) eingestellt und mindestens 4 Tage auf diesen Wert gehalten werden. Das Funktionsheizen muss dokumentiert werden.“

Auftretende Schwindrisse müssen kraftschlüssig verschlossen werden, z. B. mit Kunstharz. Vor dem Verlegen des Bodenbelags wird ein weiteres Aufheizen – das Belegreifheizen – empfohlen.

Die Restfeuchtigkeit des Estrichs muss durch den Bodenleger an mindestens drei Messstellen pro 200 m² Heizfläche bzw. je Wohneinheit festgestellt werden. Der Bodenleger entscheidet, wann mit der Verlegung begonnen werden kann.



Die Abstimmung der Gewerke Heizungsbau, Estrichleger und Bodenleger ist erforderlich. Infos dazu finden Sie in der Broschüre „Schnittstellenkoordination bei beheizten Fußbodenkonstruktionen“ des BVF Hagen oder im Internet unter flaechenheizung.de.

Bauwerkfugen

Fugen

Über die Anordnung der Fugen muss gem. DIN 18560-2 ein Fugenplan erstellt werden, aus dem Art und Anordnung der Fugen entnommen werden. Bei der Anordnung der Fugen müssen die allgemeinen Regeln der Technik und die technischen Informationen und Merkblätter der Fachverbände berücksichtigt werden. Der Fugenplan muss vom Bauwerksplaner erstellt und als Bestandteil der Leistungsbeschreibung dem Ausführenden vorgelegt werden.

Je nach ihrer Funktion unterscheidet man folgende Fugenarten gemäß DIN 18560:

- Bewegungsfugen
- Randfugen
- Scheinfugen (Arbeitsfugen)

Über Bauwerkfugen müssen auch im Estrich Fugen angeordnet werden (Bewegungsfugen). Außerdem muss der Estrich vor aufgehenden Bauteilen durch Fugen getrennt werden (Randfugen). Darüber hinaus notwendige Fugen müssen so angeordnet werden, dass möglichst gedrungene Felder entstehen. Bewegungsfugen innerhalb der Estrichfläche müssen gegebenenfalls gegen Höhenversatz gesichert werden.

Bei Heizestrichen, die zur Aufnahme von stein- oder keramischen Belägen vorgesehen sind, müssen außerdem die unterschiedlichen thermischen Koeffizienten der Längenausdehnung von Estrich und Bodenbelag und die Raumtemperatur berücksichtigt werden.

Generell müssen Feldgrößen und Bewegungsfugen geplant und abgestimmt werden.



Bewegungsfugen

Bewegungsfugen nehmen Bewegungen des Estrichs in allen Richtungen auf. Sie trennen den Estrich vollständig bis hin zur Wärme- und Trittschalldämmung.

Estrichfeldgrößen müssen durch Bewegungsfugen aufgeteilt werden. In jedem Fall sollte ein Seitenverhältnis $a/b < 1/2$ nicht überschritten werden. Wenn Anbindeleitungen eine Bewegungsfuge kreuzen, dann müssen sie mit einem Fonterra-Fugenschutzrohr von 300 mm Länge im Kreuzungsbereich geschützt werden. Diese Bewegungsfugen müssen im Bodenbelag übernommen werden.

Randfugen

Randfugen trennen den Estrich von allen Umschließungsflächen, aber auch von im Raum befindlichen Bauteilen wie Säulen, Treppen und Raumteilern. Der Randdämmstreifen sichert den DIN-gerechten Bewegungsspielraum von mindestens 5 mm.

Scheinfugen

Scheinfugen, auch Kellenschnitte genannt, können zusätzlich der Entspannung von bereits mit Bewegungsfugen aufgeteilten Estrichfeldern dienen. So z. B. in Türrdurchgängen, wo keine echten Bewegungsfugen zwingend vorgeschrieben sind. Ein Kellenschnitt darf maximal das obere Drittel der Estrichplatte trennen, ohne dabei Rohre zu beschädigen. Nach dem Aushärten wird der Schnitt mit z. B. Kunstharz geschlossen und muss z. B. bei Fliesenbelag auch nicht deckungsgleich als Fuge übernommen werden.

Wärme – und Trittschalldämmung

Zusätzliche Dämmschichten

Die einzubauende Wärmedämmung wird u. a. bestimmt durch das GEG, DIN 4108 und DIN EN 1264. Anhand der Anforderungen, der zur Verfügung stehenden Aufbauhöhe und den gewünschten Bodenbelägen wird die Wärmedämmung ausgewählt.

Um Wärmeverluste an angrenzende Bereiche zu minimieren oder Geräuschbelastigungen zu verhindern, müssen Fußbodenaufbauten den Anforderungen der DIN EN 1264-4 entsprechen.

Der Wärmeleitwiderstand der Decke wird berücksichtigt bei der Ermittlung der Verluste nach unten.

Wenn zusätzliche Dämmschichten erforderlich sind, dann müssen diese gegeneinander versetzt, im Verbund dicht stoßend, unter den Fonterra-Systemflächen verlegt werden. Zusatzdämmmaterial muss den Ausführungen der DIN 13162 – 13171 entsprechen, geprüft und gekennzeichnet sein. Polystyrol-Wärme- und Trittschalldämmung mit einer PE-Folie gegen Bitumen enthaltende Bauwerkabdichtungen schützen.

siehe auch:
„Mindestwärmeleitwiderstände der Dämmschicht unter den Leitungen des Fußbodenheizungs- bzw. kühlsystems nach DIN EN 1264-4“ auf Seite 447



Bei Heizestrichen darf die Zusammendrückbarkeit der Dämmschicht nicht mehr als 5 mm bzw. 3 mm in Abhängigkeit von der Nutzlast betragen.

Die Trittschalldämmung darf nicht geschwächt oder reduziert werden, sie darf höchstens 2-lagig ausgeführt werden.

Wenn die Oberfläche des schwimmenden Estrichs im Gefälle liegen soll, muss das Gefälle bereits im tragenden Untergrund vorhanden sein, damit der Estrich in gleicher Dicke hergestellt werden kann.

Falls Rohrleitungen auf dem tragenden Untergrund verlegt sind, müssen diese befestigt sein und gem. DIN 1264-4 entsprechend den nationalen Bestimmungen gegen Temperaturwechsel geschützt sein.

Durch einen Ausgleich muss wieder eine ebene Oberfläche zur Aufnahme der Dämmschicht – mindestens jedoch der Trittschalldämmung – geschafft werden. Die dazu erforderliche Konstruktionshöhe muss eingeplant sein.

Definition Dämmschichten

| | |
|-----|---|
| EPS | Expandiertes Polystyrol |
| XPS | Extrudierter Polystyrol Hartschaum |
| DEO | Oberseitige Innendämmung der Decke/Bodenplatte unter Estrich ohne Schallschutzanforderung |
| DES | Oberseitige Innendämmung der Decke/Bodenplatte unter Estrich mit Schallschutzanforderung |
| sm | Trittschalldämmung mittlere Zusammendrückbarkeit > 3 mm |
| sg | Trittschalldämmung geringe Zusammendrückbarkeit > 2 mm |

Tab. 16: Definition Dämmschichten nach DIN EN 13163 und DIN EN 13164

Einbau Randdämmstreifen

Neben der Aufnahme der temperaturbedingten Längenausdehnung verbessert der Randdämmstreifen die Trittschalldämmeigenschaften des schwimmenden Estrichs und reduziert Verluste durch Wärmebrücken zu angrenzenden Bauteilen.

Randdämmstreifen müssen bei Heizestrichen eine Bewegung von mindestens 5 mm ermöglichen. An Wänden und anderen aufgehenden Bauteilen, z. B. Tüorzargen, müssen entsprechende Randstreifen (Randfugen) angeordnet werden. Dabei muss sich die Klebefolie des Randdämmstreifens im Bereich des Estrichs befinden und darf nicht über dem fertigen Estrich liegen. Wenn der Randdämmstreifen befestigt wird, dürfen keine Schallbrücken entstehen.



Bei einlagigen Dämmschichten muss der Randdämmstreifen auf dem Rohboden aufstehen. Bei Einbau mehrlagiger Dämmschichten darf der Randdämmstreifen erst vor Einbau der Trittschalldämmung angebracht werden.

Durch ein spannungsfreies Abkleben des Folienlappens auf den Systemplatten können keine Hohlräume entstehen. Dies sichert die Randfugenabdichtung.

Bei Einsatz von Zementestrich nach DIN 18560 kann der Fonterra-Randdämmstreifen Modell 1270 oder Modell 1270.1 verwendet werden. Kommt Calciumsulfat-Fließestrich zum Einsatz, den Randdämmstreifen (Modell 1270.1) verwenden.

Nutzlasten

Die Nutzlast (früher auch Verkehrslast genannt) bezeichnet im Bauwesen eine veränderliche oder bewegliche Einwirkung auf ein Bauteil, z. B. infolge von Personen, Einrichtungsgegenständen, Lagerstoffen, Maschinen oder Fahrzeugen.

| Maximaler Punktlastbereich [kN] | Kategorie [nach DIN 10553] | Nutzlast [kN/m²] | Nutzungsbeispiele |
|---------------------------------|----------------------------|------------------|---|
| 1,0 | A2 | 1,5 | Wohn-/Aufenthaltsräume und Flure in Wohngebäuden einschl. Küchen und Bädern, Bettenräume in Krankenhäusern, Hotelzimmern |
| | A3 | 2,0 | |
| 2,0 | B1 | 2,0 | Büroflächen, Arztpraxen, Stationsräume, Aufenthaltsräume und zugehörige Flure |
| | D1 | 2,0 | Flächen von Verkaufsräumen bis 50 m² Grundfläche in Wohn-, Büro- und vergleichbaren Gebäuden |
| 3,0 | B2 | 3,0 | Flure in Krankenhäusern, Hotels, Seniorenheimen, Internaten, Kindertagesstätten etc.; Küchen u. Behandlungsräume einschließlich OP-Räumen ohne schweres Gerät |



| Maximaler Punktlastbereich [kN] | Kategorie [nach DIN 10553] | Nutzlast [kN/m²] | Nutzungsbeispiele |
|---------------------------------|----------------------------|------------------|--|
| 4,0 | B3 | 5,0 | Flure in Krankenhäusern, Hotels, Seniorenheimen, Internaten etc.; Küchen u. Behandlungsräume einschl. OP-Räumen mit schwerem Gerät |
| | C1 | 3,0 | Flächen mit Tischen; z. B. Schulräume, Cafés, Restaurants, Speisesäle, Lesesäle, Empfangsräume |
| | C2 | 4,0 | Flächen mit fester Bestuhlung; z. B. Flächen in Kirchen, Theatern oder Kinos, Kongresssäle, Hörsäle, Versammlungsräume, Wartesäle |
| | C3 | 5,0 | Frei begehbare Flächen; z. B. Museumsflächen, Ausstellungsflächen etc. und Eingangsbereiche in öffentlichen Gebäuden und Hotels |
| | C5 | 5,0 | Flächen für große Menschenansammlungen; z. B. Konzertsäle, Eingangsbereiche, Tribünen mit fester Bestuhlung |
| | D2 | 5,0 | Verkaufsräume im Einzelhandel und in Warenhäusern |

Tab. 17: Lotrechte Nutzlasten nach DIN EN 1991-1-1

In Abhängigkeit der Nutzlasten ergeben sich die Estrichdicken, hierbei müssen auch die gewünschte Dicke und Festigkeitsklasse des Estrichs und die Zusammendrückbarkeit der Dämmschicht berücksichtigt werden.

Bodenbeläge

Allgemeines

Bodenbeläge, die in Verbindung mit Fußbodenheizung (FBH) verlegt werden, müssen dafür zugelassen sein und einen Wärmeleitwiderstand $\leq 0,15 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ aufweisen. Das heißt, der Bodenbelag weist eine gute Wärmeleitfähigkeit auf, sodass die von der Fußbodenheizung abgegebene Wärme auch in den Raum abgegeben werden kann. Um die Leistungsfähigkeit der Fußbodenheizung hochzuhalten, kommt es auf die Verlegeart der Beläge an. Sie lassen sich schwimmend verlegen oder auch fest auf dem Boden verkleben. Bei schwimmender Verlegung ist allerdings damit zu rechnen, dass die Fußbodenheizung etwas träger reagiert bis Wärme an den Raum abgegeben wird. Die Verlegearbeiten beginnen mit der Feststellung der Belegreife. Diese wird durch eine Restfeuchtemessung des Estrichs an den Stellen durchgeführt, an denen die Viega Messstellensets eingebaut wurden. Die Messung erfolgt mit einem CM-Gerät. Vor dem Verlegen des Bodenbelags muss der Bodenleger gem. DIN EN 1264-4 die Eignung des Belags zum Verlegen auf dem Estrich bestätigen.



Rand- und Dehnungsfugen dürfen nur dauerelastisch verschlossen werden. Mörtelreste müssen entfernt werden. Klebstoffe müssen nach DIN EN 14259 so beschaffen sein, dass durch sie eine feste und dauerhafte Verbindung erreicht wird. Sie dürfen weder den Bodenbelag noch den Untergrund nachteilig beeinflussen und nach der Verarbeitung keine Geruchbelästigung hervorrufen. Die Bodentemperatur sollte zwischen 18 und 22 °C, die relative Luftfeuchtigkeit bei 40 bis 65 % liegen.

Parkett, Laminat

Beim Verlegen von Parkettbelägen müssen die Verlegerichtlinien der Hersteller eingehalten werden.

Beim Verkleben auf dem Untergrund muss darauf geachtet werden, dass nur „schubfeste“, vom Hersteller als „geeignet für Fußbodenheizungen“ und „wärmealterungsbeständig“ ausgewiesene Klebstoffe verwendet werden dürfen. Außerdem muss der maximal zulässige Feuchtigkeitsgehalt des Belags berücksichtigt werden.

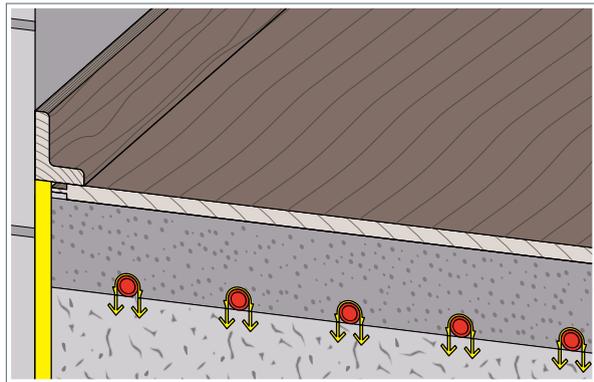


Abb. 41: Parkett, Laminat

i Zur Auslegung der Fußbodenheizung wird in der Regel von einem Wärmeleitwiderstand von 0,05 m² · K/W bei Parkett (10 mm) ausgegangen.

i Holzfußböden auf Fußbodenheizungen neigen zu stärkeren Quell- und Schwindbewegungen. So ist in den Heizperioden mit stärkerer Fugenbildung zu rechnen. Dies stellt keinen Qualitätsmangel dar. Durch ein konstantes Klima von ca. 20 °C und 50 % relativer Luftfeuchtigkeit kann diese Fugenbildung reduziert werden. Darüber hinaus die Empfehlungen des Parkettherstellers beachten.



Natur- oder Kunststeinbeläge

Natur und Kunststeinbeläge sind sehr beliebt. Durch ihren geringen Wärmeleitwiderstand von 0,012 m² · K/W bei keramischen Fliesen und 0,010 m² · K/W bei Natursteinplatten sind sie besonders gut für Flächenheizungen geeignet.

Dieses günstige Verhältnis „Wärmeleitfähigkeit des Bodens und die geringere Vorlauftemperatur des Systems“ ermöglichen eine deutliche Reduzierung der Betriebskosten.

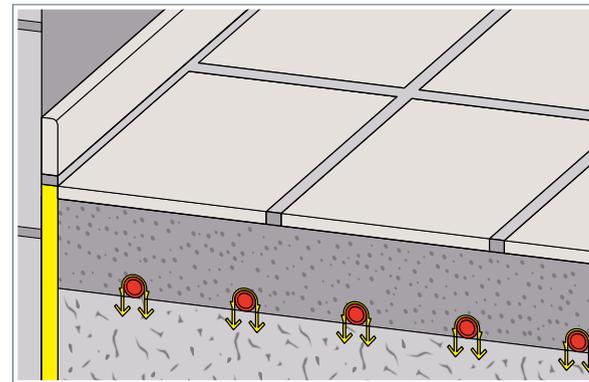


Abb. 42: Natur und Kunststeinbeläge

i Zur Auslegung der Fußbodenheizung wird in der Regel von einem Wärmeleitwiderstand von 0,02 m² · K/W bei Fliesen (5 mm) ausgegangen.

| Nr. | Bezeichnung | Wert |
|-----|-------------------|-------|
| R01 | Fliese (dick) | 0.030 |
| R02 | Fliese (dünn) | 0.020 |
| R03 | Naturstein/Marmor | 0.040 |
| R04 | PVC 4 mm | 0.050 |
| R05 | Linoleum 4 mm | 0.050 |
| R06 | Parkett 8 mm | 0.060 |
| R07 | Parkett 16 mm | 0.110 |
| R08 | Kork | 0.080 |
| R09 | Teppich 5 mm | 0.080 |
| R10 | DIN Standardwert | 0.100 |

Variable ergänzen
 Name: Wert:

Abb. 43: Eigenschaftsdialog R-Wert-Auswahl Viptool Building

Textile/elastische Bodenbeläge

Textile/elastische Bodenbeläge sind als Bodenbelag geeignet, wenn sie entsprechend gekennzeichnet sind.

Aufgrund ihres höheren Wärmeleitwiderstands benötigen sie eine erhöhte Vorlauftemperatur gegenüber keramischen Belägen, kompensieren jedoch die Welligkeit des Bodentemperaturprofils gegenüber Steinbodenbelägen.

Beim Verlegen müssen die Ausführungsbestimmungen nach DIN 18365 und die Verarbeitungshinweise der Hersteller beachtet werden.

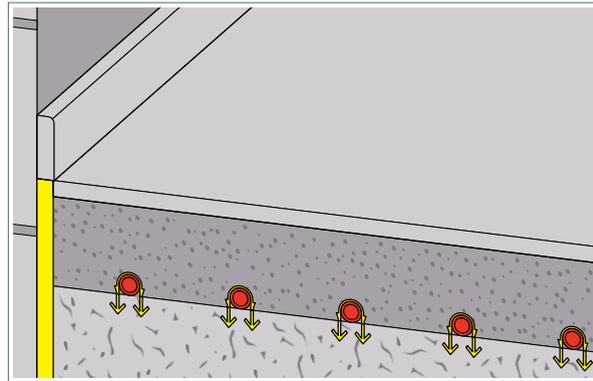


Abb. 44: Textile/elastische Bodenbeläge



Zur Auslegung der Fußbodenheizung wird in der Regel von einem Wärmeleitwiderstand von $0,10 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bei Teppich (7 mm) bzw. $0,15 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bei Teppich (dick) ausgegangen.

Brandschutz

Fußbodenheizung und Mischinstallation

Die Heizkreisverteilerleitungen in den Strängen werden in der Regel aus nichtbrennbaren Rohrleitungssystemen (Profipress, Sanpress, Sanpress Inox, Prestabo oder Megapress) erstellt. Dann erfolgt häufig direkt oberhalb der Decke und nah am Strangrohr die Anbindung an den Heizkreisverteiler. An diesen Heizkreisverteiler werden nun die Rohre der Fonterra-Flächentemperierung (brennbare Rohre, Viega PB, PE-Xc, PE-RT oder MV) angeschlossen. Strangrohrleitung und Viega Heizkreisverteiler sind nichtbrennbar, jedoch sind die Rohrleitungen der Fonterra-Flächentemperierung brennbar. Somit handelt sich bei dem Rohrleitungssystem, das die Decke, die einen Brandabschnitt bildet, durchdringt, um eine Mischinstallation gemäß Newsletter DIBt 02/2012.

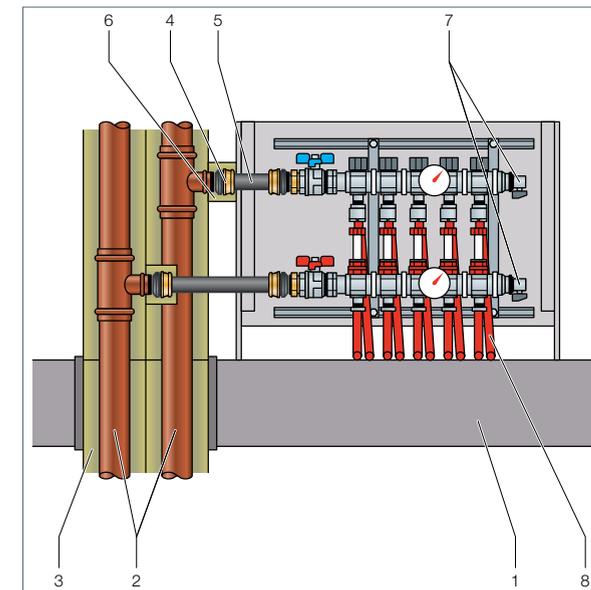


Abb. 45: Fußbodenheizung mit Viega Bauartgenehmigung

- 1 Decke $\geq 150 \text{ mm}$ aus Beton bzw. Stahlbeton oder Porenbeton, der Feuerwiderstandsklasse F 90 nach DIN 4102-2:1977-09
- 2 Viega Rohrleitungssystem gemäß Tab. 18
- 3 Rockwool 800, Dämmdicke $d \geq 20 \text{ mm}$, Länge gemäß Tab. 18
- 4 Viega Raxofix/Sanfix Fosta Einsteckstück
- 5 Viega Raxofix/Sanfix Fosta, Länge $\geq 100 \text{ mm}$
- 6 Rockwool 800, Dämmdicke $d \geq 20 \text{ mm}$, Länge 50 mm
- 7 Viega Heizkreisverteiler
- 8 Viega Fonterra PB-Rohr / MV-Rohr / PE-XC-Rohr / PE-RT-Rohr

Gemäß Viega aBG
Z-19.53-2258

positiv geprüft
Bauartgenehmigung beantragt

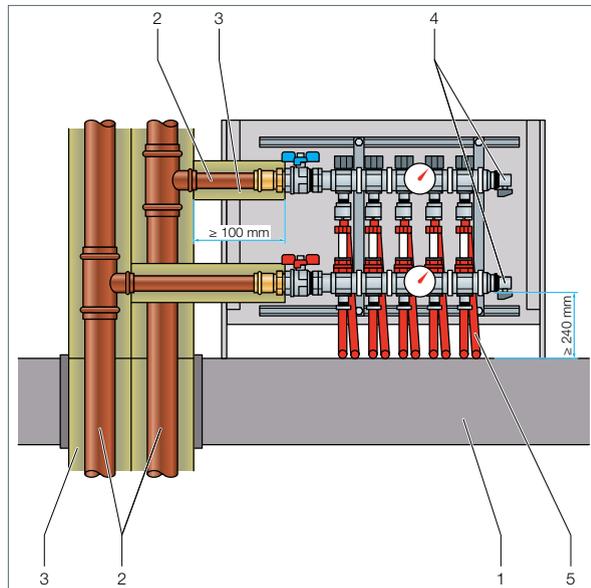


Abb. 46: Fußbodenheizung, positiv geprüft

- 1 Decke ≥ 150 mm aus Beton bzw. Stahlbeton oder Porenbeton, der Feuerwiderstandsklasse F 90 nach DIN 4102-2:1977-09
- 2 Viega Rohrleitungssystem gemäß Tab. 18
- 3 Rockwool 800, Dämmdicke $d \geq 20$ mm, Länge gemäß Tab. 18
- 4 Viega Heizkreisverteiler
- 5 Viega Fonterra PB-Rohr / MV-Rohr / PE-XC-Rohr / PE-RT-Rohr

positiv geprüft
Bauartgenehmigung beantragt

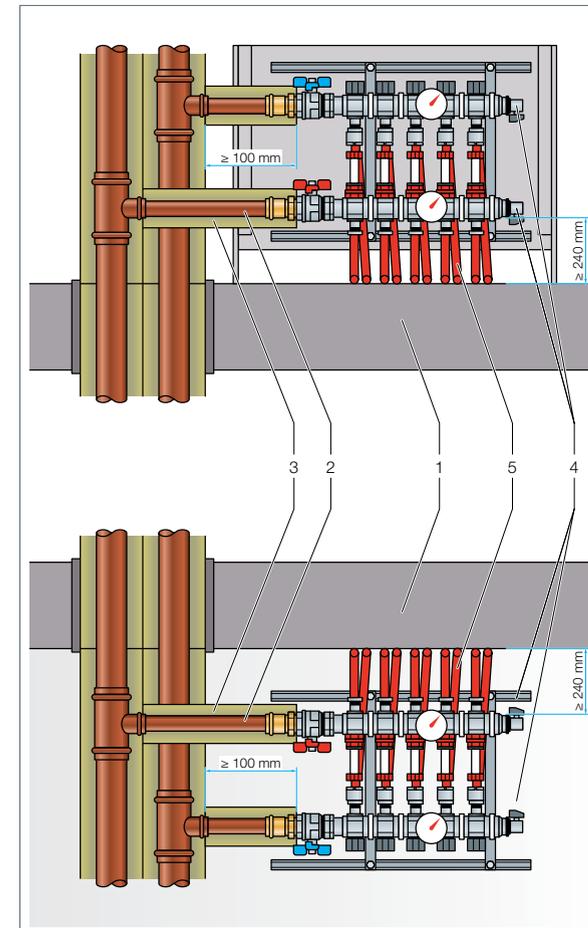


Abb. 47: Deckenheizung/-kühlung, positiv geprüft

- 1 Decke ≥ 150 mm aus Beton bzw. Stahlbeton oder Porenbeton, der Feuerwiderstandsklasse F 90 nach DIN 4102-2:1977-09
- 2 Viega Rohrleitungssystem gemäß Tab. 18
- 3 Rockwool 800, Dämmdicke $d \geq 20$ mm, Länge gemäß Tab. 18
- 4 Viega Verteiler Deckenheizung/-kühlung
- 5 Viega Fonterra PB-Rohr / MV-Rohr / PE-XC-Rohr / PE-RT-Rohr

| Viega Rohrleitungssysteme | Rohrwerkstoff | Außendurchmesser [mm] | Wandstärke [mm] | Dämmlänge/-dicke Strangleitung [mm] |
|---------------------------|---|---|--------------------------------------|--|
| Profipress | Kupfer | ≤28 >28 bis ≤42 >42 bis ≤54 | ≥1,0 ≥1,2 ≥1,5 | Ausführung: L ≥2000 mm von Oberkante Decke nach unten bzw. L ≥ 1000 mm oberhalb der Decke L ≥ 100 mm Anschlussleitung zum Verteiler |
| Sanpress Sanpress Inox | Edelstahl 1.4401 bzw. 1.451 Verbinder aus Rotguss und Edelstahl | ≤18 >18 bis ≤22 >22 bis ≤28 >28 bis ≤42 >42 bis ≤54 | ≥1,0 ≥1,2 ≥1,2 ≥1,5 ≥1,5 | d ≥20 mm |
| Prestabo | C-Stahl 1.0308 außen verzinkt | ≤18 >18 bis ≤54 | ≥1,2 ≥1,5 | |
| Prestabo | C-Stahl 1.0308 außen und innen verzinkt | ≤18 >18 bis ≤54 | ≥1,2 ≥1,5 | |
| Megapress | Stahlrohr DIN EN 10220 DIN EN 10225 | ≤26,9 >33,7 bis >48,3 | ≥1,2 ≥1,5 | |
| Viega Rohrleitungssysteme | Rohrwerkstoff | Außendurchmesser [mm] | Wandstärke [mm] | Dämmlänge/-dicke Stockwerksleitung [mm] |
| Raxofix Sanfix Fosta | Mehrschichtverbundrohr | 16 20 25 32 | 2,2 2,8 2,7 3,2 | L ≥50 mm d ≥20 mm |

Tab. 18: Zugelassene Viega Rohrsysteme/Mischinstallation

Heizkreisverteiler

Heizkreisverteiler

Heizkreisverteiler für Flächenheizungen sollten absperrbar, mit Durchflussmengenmessern und Ventileinsätzen zur Aufnahme der Stellantriebe ausgestattet sein. Außerdem muss jeder Kreislauf über zwei Absperrventile und eine Abgleicheinrichtung oder ein Abgleichsystem verfügen. Diese Anforderungen erfüllen die Viega Heizkreisverteiler (Modell 1010) für „Fonterra-Flächentemperierung“.

Industrierverteiler (Modell 1007) sind meist Sonderlösungen für größere Wassermengen, die ohne Durchflussmengenmesser und Stellantriebe arbeiten.

Verteilerschränke

Als Verteilerschränke können Stahlblechkästen zur Aufputz- (Modell 1294.1) oder Unterputzmontage (Modell 1294 oder 1294.3) verwendet werden. Die Größe des Verteilerschranks wird unter Berücksichtigung der Größe des Heizkreisverteilers und eventueller Zusatzeinbauten wie Wärmemengenzähler oder Differenzdruckregler ausgewählt.

Der Platzbedarf der Basiseinheit für die Einzelraumregelung sollte ebenfalls in den Verteilerschränken (siehe Seite 1039) berücksichtigt werden.

Verteiler-Positionierung

Der Standort des Verteilers sollte sehr sorgfältig ausgewählt werden. Hier sollten nicht nur optische Gesichtspunkte, sondern auch die zentrale Lage und die dadurch gegebene Verlegung der Zuleitungen berücksichtigt werden. Nach DIN EN 1264-4 müssen die Heizkreis- bzw. Kühlkreisverteiler so angeordnet werden, dass die Zuleitungsrohre so kurz wie möglich sind.

Anschluss an den Verteiler

Bei der Anbindung des Heizkreisverteilers an die Steigleitung sollte überprüft werden, ob eine Durchführung eines Brandabschnitts vorliegt (siehe hierzu auch „Brandschutz“ auf Seite 485).

Überhitzung vor dem Verteiler

Da sich vor den Verteilern diverse Sammel- bzw. Zuleitungen treffen und diese auch Wärme abgeben, ist es meist erforderlich, diese mit geeigneten Dämmmaterialien zu umgeben, um so ein Überhitzen des Oberbodens gemäß DIN EN 1264-2 zu vermeiden.

Eine Lösung für dieses Problem bietet Viega durch die in die Dämmung integrierbaren quadratischen Dämmschläuche, so wird die Wärmeabgabe der durchlaufenden Zuleitungen im Transferraum um bis zu 85 % reduziert. Außerdem kann im Transferraum selbst ein eigener, regelbarer Heizkreis verlegt werden.

Genauere Angaben zu den einzelnen Komponenten finden Sie bei den Systemen Fonterra Base (ab Seite 505) und Fonterra Tacker (ab Seite 524).

Regelungskomponenten

Zur Regelung von Flächenheizungen stehen diverse Regelungskomponenten zur Verfügung. Diese werden unterteilt in Regelungskomponenten des Heizungswassers (zentral oder am Verteiler) und zur Regelung der einzelnen Heizkreise (Einzelraumregelung).

Fonterra-Einzelraumregelung

- **Smart Control** (Basiseinheit, Raumthermostate, Temperaturmessstelle, Aktormodul, Stellantrieb, WLAN-Modul)
 - Designprämierte Raumthermostate kommunizieren per Funk mit der intelligenten Basiseinheit.
 - Einstellung verschiedener Heizprofile möglich
 - Bedienung per Handy oder Tablet
 - Funktion eines automatischen, hydraulischen Abgleichs
- **Heat Control** (Basiseinheit, Raumthermostate, Temperatur-Sensoren, Stellantriebe)
 - kombinierbar mit allen gängigen 230V-Raumthermostaten
 - diverse Sonderfunktionen
 - automatischer hydraulischer Abgleich bei voll geöffneten Ventilen
 - Zuordnung der Heizkreise über *Heat Control Assistant* möglich

■ **Standard** (Raumthermostate, Basiseinheiten, Stellantriebe)

Die Raumthermostate sind mit der Basiseinheit verkabelt, diese steuert die Stellantriebe. Die Basiseinheit ist in 230 V oder 24 V erhältlich, jeweils mit oder ohne Pumpenmodul.

Fonterra-Regelungskomponenten (zentral oder am Verteiler)

- Verteilerregelstation Festwert
- Kleinflächenregelstation
- Differenzdruckregler

Genauere Angaben zu den Regelstationen finden Sie ab Seite 1044.

Hydraulischer Abgleich



Um die erforderlichen Heiz - bzw. Kühlmittelströme sicherzustellen, müssen wasserdurchströmte Heiz- und Kühlsysteme nach ISO 11855-6:2018, 4.8 hydraulisch abgeglichen werden. Jeder Kreislauf muss eine Abglicheinrichtung oder ein Abgleichsystem besitzen (DIN EN 1264-4:2021-08).

Der typische Abgleich über feste hydraulische Widerstände ist im Prinzip nicht mehr Stand der Technik: Ein solcher Abgleich ist auf den seltenen Vollastbetrieb (also für wenige Wintertage im Jahr mit maximalen Minusgraden) ausgelegt und führt deshalb im überwiegenden Teillastbetrieb oft zu unnötigen Druckverlusten. Hohe Kosten für Pumpenenergie sind unter anderem die Folge.

Durch die Installation und exakte Voreinstellung von Zirkulationsregulierventilen, Differenzdruckreglern und Thermostatventilen wird zwar auch im Teillastbetrieb die gewünschte Verteilung der Volumenströme erreicht, aber bei variierender Wärmeabnahme in den Räumen verändern sich die Druckverluste im System ständig. Hierauf kann ein statischer hydraulischer Abgleich nur ungenügend reagieren. Selbst bei elektronisch geregelten Pumpen kommt es zu unnützen Leistungsanforderungen, denn die festen hydraulischen Widerstände geben unabhängig von der Durchflussmenge einen Mindestdruck vor. Mit moderner Regelungstechnik ist nun allerdings eine neue Qualität des hydraulischen Abgleichs möglich: Er funktioniert automatisch und passt sich dynamisch jedem Betriebszustand an.

Die Wärmeverteilung schon bei der Planung auf möglichst geringe Druckverluste hin auszulegen, spart im Laufe des Lebenszyklus einer Anlage enorme Pumpenförderleistung. Gerade unter diesem Aspekt ist es sinnvoll, auch Differenzdruckregler „sparsam“ einzusetzen. Denn jeder Differenzdruckregler erhöht den Druckverlust um 100 bis 150 mbar. Dieser Druck muss konstruktionsbedingt anliegen, damit die Regelfunktion gegeben ist.

Die Wahl strömungsoptimierter Armaturen und Pressverbinder sowie optimierte Rohrdurchmesser verringern die Druckverluste ebenfalls. In der Summe lässt sich dadurch oft sogar die Pumpengröße reduzieren.

Die Druckverluste der einzelnen Heizkreise weichen oft aufgrund sehr unterschiedlicher Rohrlängen stark voneinander ab. Hinzu kommen in der Regel variierende Bodenbeläge, die die tatsächliche Wärmeabgabe beeinflussen. Der typische hydraulische Abgleich an einem Heizkreisverteiler sieht so aus: Für jeden Heizkreis wird der Volumenstrom bei maximalem Wärmebedarf ermittelt. Dabei wird der spezifische Wärmewiderstand des jeweiligen Bodenbelags, der Druckverlust der Heizkreise sowie die Temperaturdifferenz von Vor- und Rücklaufemperatur als Pauschalwert berücksichtigt. Zum Druckverlust der einzelnen Heizkreislängen muss der Widerstand des Ventils im geöffneten Zustand addiert werden.

Wenn der Gesamtvolumenstrom aus der Addition der einzelnen Heizkreise sowie deren jeweilige spezifische Druckverluste bekannt sind, kann der hydraulische Abgleich berechnet werden. Damit es zu einer gleichmäßigen Verteilung der Volumenströme kommt, muss jeder Heizkreis den gleichen Widerstand aufweisen. Heizkreise mit kleineren Rohrlängen und damit geringeren Druckverlusten müssen über den „künstlichen“ Widerstand des Ventileinsatzes auf den gleichen Druckverlust gebracht werden, wie der Heizkreis mit der größten Rohrlänge. Die festen voreingestellten hydraulischen Widerstände jedes Ventils müssen also auch im Teillastbetrieb durch die Pumpenförderleistung überwunden werden, obwohl der relative Druckverlust bei reduziertem Volumenstrom sinkt.

Die Fonterra Smart Control bzw. Heat Control ermöglichen einen automatischen, dynamischen hydraulischen Abgleich. Die anfallenden Druckverluste der Wärmeübergabe variieren dabei in jedem Betriebspunkt analog zum Volumenstrom. In der Rückkopplung können damit elektronisch geregelte Umwälzpumpen deutlich energiesparender betrieben werden (Delta p variabel).

Diverse Förderprogramme unterstützen beim Energiesparen. So beteiligt sich das BAFA bzw. die KfW bei den Investitionskosten zur Heizungsoptimierung.

Über den QR-Code können Sie sich auf viega.de über die aktuellen Konditionen informieren und folgende Formblätter herunterladen:

- Bestätigung des hydraulischen Abgleichs
 - für ein KfW-Effizienzhaus (Neubau oder Sanierung)
 - für eine Einzelmaßnahme
- Leistungsbeschreibung für die Durchführung des hydraulischen Abgleichs von Heizungs-Installationen





Einzelraumregelung Fonterra Smart Control

Mit der modernen Fonterra Smart Control Einzelraumregelung werden alle Heizkreise permanent und automatisch hydraulisch abgeglichen. Diese Maßnahme für den hydraulischen Abgleich wird staatlich gefördert, z. B. durch das Programm „Heizungsoptimierung“ des BAFA im Rahmen der BEG.

Das System besteht aus Raumthermostaten, welche den Sollwert und die tatsächliche Zimmertemperatur an eine Basiseinheit übertragen, die im Heizkreis-Verteilerschrank installiert wird. Die Datenübertragung erfolgt per Funk, sodass keine zusätzliche Leitungsverlegung notwendig ist. Ein WLAN-Modul macht die Einstellung und Überwachung des gesamten Systems endkundengerecht über mobile Endgeräte möglich. Die Installation von Fonterra Smart Control ist als steckerfertige Plug-and-Play-Lösung an jedem bestehenden Heizkreisverteiler mit Eurokonus möglich.

Die Regelcharakteristik ist das Resultat aus Rechenoperationen mit 5 Kennwerten. Auf Basis dieser Werte kann die Regelung praktisch in Echtzeit eine Temperaturveränderung im Raum erkennen und die Wärmeverteilung direkt anpassen.

Die Ventile der Heizkreise sind nicht mit festen Widerständen voreingestellt, sondern vollständig geöffnet und werden gemäß dem Δt zwischen Soll- und Ist-Temperatur im Raum automatisch angesteuert. Mit dem Verzicht auf feste hydraulische Widerstände in der Wärmeverteilung kann der benötigte Differenzdruck im System dynamisch reduziert werden. Das bringt beträchtliche Einsparungen bei der Förderleistung neuer elektronisch geregelter Umwälzpumpen. Ein dynamischer hydraulischer Abgleich mit Fonterra Smart Control ohne feste hydraulische Widerstände führt zu Energieeinsparungen von bis zu 20 %.

Alle Merkmale auf einen Blick:

- WLAN-fähiges System mit Bedienung per Smartphone, Tablet oder Laptop
- designprämierte Raumthermostate in schwarz oder weiß
- keine Kabelverlegung zu den Raumthermostaten erforderlich
- Einbindung in Smart Home Systeme über KNX oder Modbus möglich
- Weltweite Bedienung mit Ferndiagnose durch Fachhandwerker
- Hydraulischer Abgleich auch von mehreren Heizkreisen in einem Raum
- Kein Auskühlen des Fußbodens auch bei erreichter Raumtemperatur
- Auch für Kühlbetrieb geeignet mittels Umschaltung über CO-Kontakt



Einzelraumregelung Fonterra Heat Control

Die Einzelraumregelung Fonterra Heat Control führt den hydraulischen Abgleich bei Fußbodenheizungen vollautomatisch durch, ist unkompliziert in der Installation und mit jedem handelsüblichen Schalterprogramm kombinierbar. Eine Förderung im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) ist möglich.

Das Regelungssystem kann mit fast allen gängigen 230-V-Raumthermostaten betrieben werden, welche in der Basiseinheit mit den Stellantrieben verklemt werden. Die Zuordnung der Raumthermostate zu den Stellantrieben ist flexibel entweder an der Basiseinheit oder über einen Assistenten möglich.

Die Regelstrategie basiert wie bei Fonterra Smart Control auf 5 Regelparametern. Dadurch ist eine Temperaturveränderung im Raum sehr schnell erkennbar und die Wärmeverteilung wird automatisch entsprechend angepasst.

Die Ventile der Heizkreise sind nicht mit festen Widerständen voreingestellt, sondern vollständig geöffnet und werden gemäß dem Δt zwischen Soll- und Ist-Temperatur im Raum automatisch angesteuert. Mit dem Verzicht auf feste hydraulische Widerstände in der Wärmeverteilung kann der benötigte Differenzdruck im System dynamisch reduziert werden. Das bringt auch beträchtliche Einsparungen bei der Förderleistung neuer elektronisch geregelter Umwälzpumpen. Ein dynamischer hydraulischer Abgleich mit Fonterra Heat Control ohne feste hydraulische Widerstände führt zu Energieeinsparungen von bis zu 20 %.

Alle Merkmale auf einen Blick:

- Kombination mit allen 230-V-Raumthermostaten möglich
- Wohnkomfort durch Aufrechterhalten der eingestellten Raumtemperatur
- Einsparung von Heizkosten durch den permanenten hydraulischen Abgleich
- Hydraulischer Abgleich auch von mehreren Heizkreisen in einem Raum
- Kein Auskühlen des Fußbodens auch bei erreichter Raumtemperatur
- Einfache Montage der Sensoren ohne Eingriff in die Wasserstrecke
- Flexible Zuordnung der Heizkreise zu den Raumthermostaten
- Übertragung der Inbetriebnahme-Konfiguration (Assistant) per USB-Schnittstelle
- Auch für Kühlbetrieb geeignet bei entsprechendem Update
- Einbindung in KNX-Systeme auf Anfrage



Auslegungsberechnung

Zur Erstellung einer Auslegung können Sie die Viega Software benutzen oder Viega zur Unterstützung hinzuziehen.

Für die manuelle Auslegung finden Sie alle erforderlichen Daten wie z. B. die Leistungsangaben in den Kapiteln der jeweiligen „Fonterra-Systeme“. Folgend ein exemplarisches Beispiel für eine Auslegungsberechnung.

| Wärmestromdichte [W/m ²] | | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | |
|--------------------------------------|--------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Mittlere Fußboden- | RT 20 °C [°C] | | 24 | 25 | 26 | 26 | 27 | 28 | | | | |
| | RT 24 °C [°C] | | 26 | 29 | 30 | 31 | 32 | | | | | |
| 35 °C | Raumtemperatur δ_s [°C] | VA 18 | 27,5 | 22 | 18,5 | 11 | 5,5 | | | | | |
| | | max.VF 18 | 33,8 | 26,2 | 23,8 | 20,3 | 17,5 | 15,3 | 13,2 | 10,5 | 6,8 | |
| | Bodenbelag $R_{\lambda,B} = s$ | VA 18 | 22 | 16,5 | 11 | 5,5 | | | | | | |
| | | max.VF 18 | 27,3 | 20,3 | 20,3 | 13,6 | 13,6 | 10,5 | 6,8 | 6,8 | | |
| | 0,02 | VA 18 | 16,5 | 11 | 5,5 | | | | | | | |
| | | max.VF 18 | 20,3 | 13,6 | 13,6 | 6,8 | 6,8 | | | | | |
| | 0,10 | VA 18 | 11 | 5,5 | | | | | | | | |
| | | max.VF 18 | 13,6 | 13,6 | 6,8 | | | | | | | |
| | 0,15 | VA 18 | 16,5 | 11 | 5,5 | | | | | | | |
| | | max.VF 18 | 20,3 | 13,6 | 13,6 | 10,8 | 6,8 | 6,8 | | | | |
| | 0,02 | VA 18 | | | | 33 | 27,5 | 22 | 16,5 | 11 | | |
| | | max.VF 18 | | | | 31,1 | 24,1 | 24,9 | 16,8 | 20,1 | 15,3 | 10,5 |
| 0,05 | VA 18 | | | | 33 | 27,5 | 22 | 16,5 | 11 | | | |
| | max.VF 18 | | | | 32,9 | 25,7 | 24,4 | 23,1 | 20,3 | 17,6 | 13,3 | |
| 0,10 | VA 18 | | | | 33 | 27,5 | 22 | 16,5 | 11 | 5,5 | | |
| | max.VF 18 | | | | 35,0 | 30,3 | 28,0 | 20,3 | 18,9 | 10,7 | 6,8 | |
| 0,15 | VA 18 | | | | 27,5 | 22 | 16,5 | 11 | 5,5 | | | |
| | max.VF 18 | | | | 31,4 | 25,2 | 20,3 | 13,6 | 6,8 | 6,8 | | |
| 0,02 | VA 18 | | | | 33 | 27,5 | 22 | 16,5 | 11 | | | |
| | max.VF 18 | | | | 33,3 | 29,7 | 26,5 | 21,4 | 20,1 | 16,0 | 12,3 | |
| 0,05 | VA 18 | | | | | | | | 33 | 27,5 | | |
| | max.VF 18 | | | | | | | | 26,4 | 22,8 | 15,5 | |
| 0,10 | VA 18 | | | | | | | | | | 33 | |
| | max.VF 18 | | | | | | | | | | 26,4 | |

Tab. 19: Ausschnitt aus der Tabelle „Leistungsdaten Fonterra Base 17“

| | |
|--|---|
| Vorlauftemperatur | 40 °C |
| Raumtemperatur | 20 °C |
| Bodenbelag | $R_{\lambda,B} = 0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ |
| Fußbodenheizfläche | 18 m ² |
| Wärmestromdichte | 60 W/m ² |
| mittlere FB-Oberflächentemperatur | 26 °C |
| empfohlener Verlegeabstand | VA 16,5 |
| maximale Heizkreisfläche | 20,3 m ² |
| 18,0 m ² sind auszulegen, darum | 1 Heizkreis |

Tab. 20: Ablesbeispiel zu Tab. 19



Ausschreibung

Für Fonterra-Flächenheizungen sind die VOB-konformen Ausschreibungstexte für alle Systeme auf viega.de unter „Downloads“ in den folgenden Formaten erhältlich:

- DOC-Format
- GAEB-Datei
- Datannorm Version 4.0 bzw. 5.0



Montageplanung

Die für die Montageplanung erforderlichen Informationen finden Sie bei den entsprechenden Systembeschreibungen ab Seite 496. In den Abschnitten „Hinweise zur Bemessung“ sind jeweils die erforderlichen Mengen sowie die Montagezeiten angegeben.



Abb. 48: Exemplarische Montageplanung eines Kellergeschosses



Fonterra-Systeme

| Fonterra-Systemname | Trockenbau | Nassbau | Fußbodensystem | Wandsystem | Raumdeckensystem | Sondersystem | Heizen | Kühlen | Wohnungsneubau | Wohnbau-Renovierung | Bürogebäude | Industriebauten | Feuchträume | geringe Aufbauhöhe | hohe Nutzlast | Systemmerkmale |
|---------------------|------------|---------|----------------|------------|------------------|--------------|--------|--------|----------------|---------------------|-------------|-----------------|-------------|--------------------|---------------|---|
| Base Flat 12 | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | ab 35 mm Gesamthöhe; besonders geeignet für Sanierungen |
| Base 12/15 | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | hohe Flexibilität für enge Biegeradien, besonders bei niedrigen Verarbeitungstemperaturen |
| Base 15/17 | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | für Anlagen mit großem Massenstrom zum Heizen und Kühlen |
| Tacker | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | Rohrleitungsbefestigung mit Haltenadeln |
| Reno | ✓ | | ✓ | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | besonders geeignet für Bodenkonstruktionen mit niedrigen Gesamthöhen |
| Side 12 | ✓ | | | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | schnelle Montage durch Fertigelementsystem |
| Side 12 Clip | | ✓ | | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | flexible Verlegemöglichkeit der Wandheizfelder bis 6 m ² |
| Top 12 | ✓ | | | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | Heiz- und Kühldeckensystem |
| Industry | | ✓ | | | | ✓ | ✓ | ✓ | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | thermische Bauteilaktivierung |

Tab. 21: Gegenüberstellung der Fonterra-Flächentemperiersysteme

Fonterra Base Flat 12



Systembeschreibung

Fonterra Base Flat 12 ist ein dünn-schichtiges Estrich-Fußbodenheizungssystem in Verbindung mit Fonterra Base-Noppenplatten 12/15, ND 11 und smart und einem speziellem, pulverförmigen Estrichzusatzmittel. Das Estrichzusatzmittel wird durch den Estrichleger beim Anmischen des Zementestrichs zugegeben.

Durch Zugabe des Fonterra Base-Estrichzusatzmittels Flat 12 kann die Estrichdicke auf ein Minimum (15 mm über Noppe) reduziert werden. Durch die spezielle Modifizierung des Estrichs sind so eingebrachte Flächen bereits nach 48 Stunden begehrbar. Ein Funktionsheizen kann schon nach ca. fünf Tagen beginnen. Somit können Bodenbelagsarbeiten deutlich früher ausgeführt werden und die Wartezeiten der nachfolgenden Gewerke reduzieren sich erheblich.

Die geringe Estrichdicke und das daraus resultierende geringe Gewicht sowie die schnelle Reaktionszeit des Systems sind weitere Vorteile.

Die ausgereifte Noppenstruktur der Fonterra Base 12/15-Noppenplatten ermöglicht außerdem eine Diagonalverlegung ohne zusätzliche Fixierung.

Systemmerkmale

- Dünn-schichtiges Sondersystem für Zementestriche in Kombination mit Fonterra Base-Estrichzusatzmittel Flat 12
- Verwendung der Fonterra Base-Noppenplatten 12/15, ND 11 und smart und des Fonterra Base-Estrichzusatzmittels Flat 12
- Maximale Nutzlast des Systems 2 kN/m²
- Verwendung von geeigneten und freigegebenen bauseitigen Dämmungen möglich
- Begehrbarkeit bereits nach 48 Stunden, Abbindezeit ab fünf Tage
- PB-Rohr 12 x 1,3 mm, sauerstoffdicht nach DIN 4726
- Heizkreislänge bis 80 m
- Reduziertes Flächengewicht durch extrem dünnen Estrich
- Schnelle Reaktionszeiten durch geringe Rohrüberdeckung

Systemkomponenten

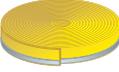
| Platten/Rohr | | |
|--|---|---|
|  Fonterra Base-Noppenplatte 12/15 |  Fonterra Base-Verteiler/Türset 12/15 |  PB-Rohr 12 x 1,3 mm |
| Zubehör | | |
|  Fonterra Base-Estrichzusatzmittel Flat 12 |  Randdämmstreifen 90/10 mm |  Bewegungsfugenschutz 12 |
|  Dehnungsfugenprofil 10/80 |  Rundprofil | |

Abb. 49: Systemkomponenten Fonterra Base Flat

Technische Daten Systemplatten

| Systemplatten Base 12/15 | | ND 11 EPS 035 DEO 150 kPa | smart |
|------------------------------|--------------|---------------------------------|-------|
| Abmessungen (Nutzmaß) | mm | 1 320 x 880 | |
| Plattenhöhe (incl. Noppen) | mm | 30 | 20 |
| Trittschallreduzierung | | – | – |
| Wärmeleitwiderstand | K/W | 0,32 | – |
| Baustoffklasse | | B2 | |
| Werkstoff (Schaum und Folie) | | PS | |
| Verlegeraster | diagonal | cm | 7,5 |
| | rechtwinklig | cm | 5,5 |

Tab. 22: Technische Daten Systemplatten

Hinweise zur Bemessung

| Systemkomponenten | Modell | Bedarf pro m ² | |
|-----------------------------------|----------------|---------------------------|--|
| PB-Rohr 12 x 1,3 mm | 1405 | siehe Tab. 24 | m |
| Noppenplatte ND 11 bzw. smart | 1225, 1226 | 1 | m ² |
| Verteiler-/Türset ND 11, smart | 1225.1, 1226.1 | n.E. | Stk. |
| Türelement smart | 1226.3 | 1,2 je Tür | Stk. |
| Randdämmstreifen 90/10 | 1256.1 | 1 | m |
| Dehnungsfugenprofil | 1275 | n.E. | m |
| Rundprofil 15mm | 1274 | n.E. | m |
| Bewegungsfugenschutz | 1273 | n.E. | m |
| Fugenschutzrohr 12/15 | 1404 | n.E. | m |
| Messstellenmarkierung | 1490 | 3 | Stk. / 200 m ² bzw. pro WE. |
| Kunststoffdübel 75 mm oder 135 mm | 1281 | n.E. | Stk. |
| Fixierhaken | 1482 | n.E. | Stk. |
| Klemmschiene 12 (vor Verteiler) | 1234 | n.E. | m |
| Estrichzusatzmittel Flat | 1273 | 0,7 | kg |

Tab. 23: Materialbedarf Fonterra Base Flat 12 pro m²

| Flächenheizungsrohr | Verlegeabstand [cm] | | |
|--|---------------------|------|-----|
| | 11 | 16,5 | 22 |
| Rohrbedarf PB-Rohr [m/m ²] | 8,8 | 5,9 | 4,4 |
| Montagezeit PB-Rohr [Gruppenminuten/m ²] | 5,0 | 4,0 | 3,5 |
| Heizkreislänge* PB 12 x 1,3 mm | bis 80 m** | | |

* Anbindelängen zum Verteiler sind zu berücksichtigen
 ** bei 80 W/m² und $\Delta\lambda = 10$ K

Tab. 24: Rohrbedarf, Montagezeiten und Heizkreislängen Fonterra Base Flat

Leistungsdiagramme Fonterra Base Flat 12

Heizungsleitung PB 12 x 1,3 mm, Zementestrich mit Fonterra Base-Estrich-zusatzmittel Flat 12 bei 15 mm Überdeckung über Noppe



Wärmeleitwiderstand Bodenbelag

$R_{\lambda,B} = 0,02 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bei Fliesen, 5 mm

$R_{\lambda,B} = 0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bei Parkett, 10 mm

$R_{\lambda,B} = 0,10 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bei Teppich, 7 mm

$R_{\lambda,B} = 0,15 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bei Teppich, dick

Siehe auch „Bodenbeläge“ auf Seite 481.

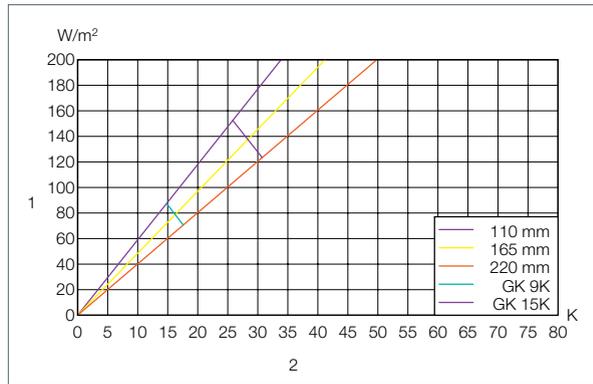


Abb. 50: $R_{\lambda,B} = 0,02 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

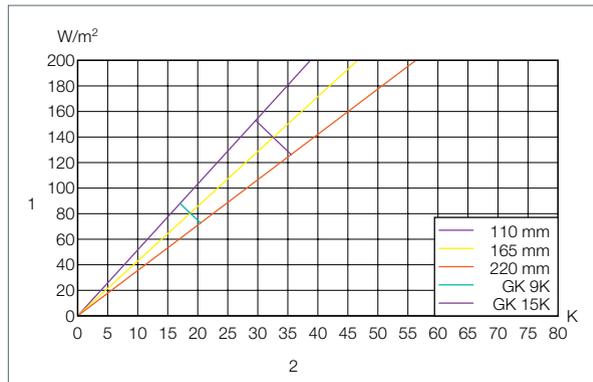


Abb. 51: $R_{\lambda,B} = 0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

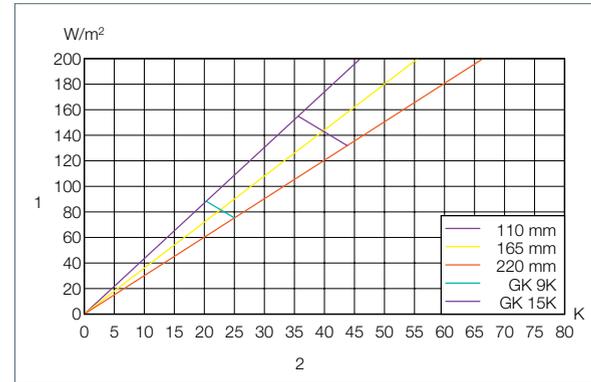


Abb. 52: $R_{\lambda,B} = 0,10 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

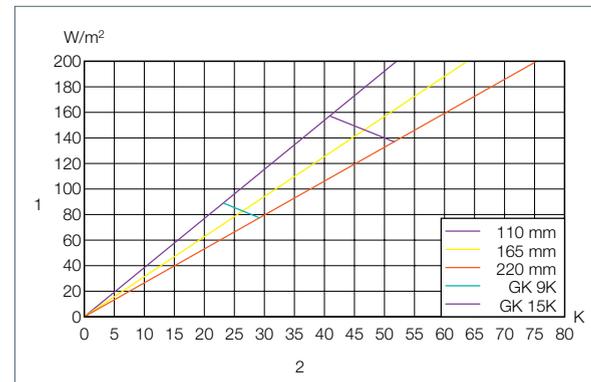


Abb. 53: $R_{\lambda,B} = 0,15 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

- 1 Wärmestromdichte [W/m^2]
- 2 Heizmittelübertemperatur [K]



Leistungsdaten Fonterra Base Flat 12

| Wärmestromdichte | | [W/m ²] | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------------------|----------------------------------|----------------------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| Mittlere Fußbodenoberflächentemperatur | Raumtemperatur δ _i [°C] | [°C] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | RT 20 °C ¹⁾ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | RT 24 °C ²⁾ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vorlauftemperatur | 35 °C | Bodenbelag R _{λ,B} = 5) | | [W/m ²] | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 0,02 | VA ³⁾ | 22 | | 16,5 | | | 11 | | | | | | | | | |
| | | 0,05 | max.VF ⁴⁾ | 18,2 | 17,1 | 12,3 | 13,3 | 10,2 | 9,1 | 8,3 | 6,4 | 5,3 | | | | | | |
| | | 0,10 | VA ³⁾ | 22 | | 16,5 | | | 11 | | | | | | | | | |
| | | 0,15 | max.VF ⁴⁾ | 18,2 | 13,3 | 13,6 | 10,3 | 9,1 | 7,9 | 5,8 | | | | | | | | |
| | | 0,20 | VA ³⁾ | 22 | | 16,5 | | | 11 | | | | | | | | | |
| | 40 °C | Bodenbelag R _{λ,B} = 5) | | [W/m ²] | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 0,02 | VA ³⁾ | | | | | 22 | | | 16,5 | | | 11 | | | | |
| | | 0,05 | max.VF ⁴⁾ | | | | | 17,8 | 15,8 | 13,3 | 13,5 | 11,5 | 9,6 | 9,1 | 8,7 | 7,3 | 6,5 | 5,1 |
| | | 0,10 | VA ³⁾ | | | | | 22 | | | 16,5 | | | 11 | | | | |
| | | 0,15 | max.VF ⁴⁾ | 18,2 | 16,8 | 13,0 | 13,4 | 11,3 | 9,1 | 9,1 | 7,9 | 6,4 | 4,8 | | | | | |
| | | 0,20 | VA ³⁾ | 22 | | 16,5 | | | 11 | | | | | | | | | |
| | 45 °C | Bodenbelag R _{λ,B} = 5) | | [W/m ²] | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 0,02 | VA ³⁾ | | | | | 22 | | | 16,5 | | | 11 | | | | |
| | | 0,05 | max.VF ⁴⁾ | | | | | 15,1 | | | 14,4 | 13,1 | 10,3 | 11,4 | 11,0 | 9,5 | 8,9 | |
| | | 0,10 | VA ³⁾ | | | | | 22 | | | 16,5 | | | 11 | | | | |
| | | 0,15 | max.VF ⁴⁾ | 15,9 | 15,1 | 12,0 | 9,0 | 11,9 | 9,5 | 9,1 | 9,1 | 7,9 | | | | | | |
| | | 0,20 | VA ³⁾ | 22 | | 16,5 | | | 11 | | | | | | | | | |
| | 50 °C | Bodenbelag R _{λ,B} = 5) | | [W/m ²] | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 0,02 | VA ³⁾ | | | | | 22 | | | 16,5 | | | 11 | | | | |
| | | 0,05 | max.VF ⁴⁾ | | | | | 12,8 | | | 12,3 | 11,3 | 9,0 | | | | | |
| | | 0,10 | VA ³⁾ | | | | | 22 | | | 16,5 | | | 11 | | | | |
| | | 0,15 | max.VF ⁴⁾ | 13,8 | 13,3 | 12,1 | 9,6 | 10,7 | 10,3 | | | | | | | | | |
| | | 0,20 | VA ³⁾ | 22 | | 16,5 | | | 11 | | | | | | | | | |
| 55 °C | Bodenbelag R _{λ,B} = 5) | | [W/m ²] | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0,02 | VA ³⁾ | | | | | 22 | | | 16,5 | | | 11 | | | | | |
| | 0,05 | max.VF ⁴⁾ | | | | | 15,8 | | | 15,1 | 14,4 | 11,5 | 11,9 | 11,4 | 9,2 | 9,1 | 8,9 | |
| | 0,10 | VA ³⁾ | | | | | 22 | | | 16,5 | | | 11 | | | | | |
| | 0,15 | max.VF ⁴⁾ | 17,8 | 16,7 | 15,8 | 12,6 | 12,9 | 11,7 | 9,1 | 9,1 | 8,4 | 7,1 | 5,7 | | | | | |
| | 0,20 | VA ³⁾ | 22 | | 16,5 | | | 11 | | | | | | | | | | |
| 60 °C | Bodenbelag R _{λ,B} = 5) | | [W/m ²] | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0,02 | VA ³⁾ | | | | | 22 | | | 16,5 | | | 11 | | | | | |
| | 0,05 | max.VF ⁴⁾ | | | | | 14,4 | | | 13,8 | 11,8 | 9,9 | 11,0 | 10,1 | 8,9 | | | |
| | 0,10 | VA ³⁾ | | | | | 22 | | | 16,5 | | | 11 | | | | | |
| | 0,15 | max.VF ⁴⁾ | | | | | 14,4 | | | 13,8 | 11,8 | 9,9 | 11,0 | 10,1 | 8,9 | | | |
| | 0,20 | VA ³⁾ | 22 | | 16,5 | | | 11 | | | | | | | | | | |



| [W/m ²] | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| RT 20 °C ¹⁾ | | | | | | | | | | | | |
| RT 24 °C ²⁾ | | | | | | | | | | | | |
| Planungsbeispiel | | [W/m ²] | | | | | | | | | | |
| Vorlauftemperatur | | 40 °C | | | | | | | | | | |
| Raumtemperatur | | 20 °C | | | | | | | | | | |
| Bodenbelag | | R _{λ,B} = 0,1 m ² · K/W | | | | | | | | | | |
| Fußbodenheizfläche | | 16 m ² | | | | | | | | | | |
| Wärmestromdichte | | 50 W/m ² | | | | | | | | | | |
| mittl. FB-Oberflächentemperatur | | 25 °C | | | | | | | | | | |
| empfohlener Verlegeabstand | | VA 16,5 | | | | | | | | | | |
| max. Heizkreisfläche | | 13,6 m ² | | | | | | | | | | |
| 16,0 m ² sind auszulegen, darum | | 2 Heizkreise | | | | | | | | | | |
| [W/m ²] | | | | | | | | | | | | |
| RT 20 °C ¹⁾ | | | | | | | | | | | | |
| RT 24 °C ²⁾ | | | | | | | | | | | | |
| Planungsbeispiel | | [W/m ²] | | | | | | | | | | |
| Vorlauftemperatur | | 40 °C | | | | | | | | | | |
| Raumtemperatur | | 20 °C | | | | | | | | | | |
| Bodenbelag | | R _{λ,B} = 0,1 m ² · K/W | | | | | | | | | | |
| Fußbodenheizfläche | | 16 m ² | | | | | | | | | | |
| Wärmestromdichte | | 50 W/m ² | | | | | | | | | | |
| mittl. FB-Oberflächentemperatur | | 25 °C | | | | | | | | | | |
| empfohlener Verlegeabstand | | VA 16,5 | | | | | | | | | | |
| max. Heizkreisfläche | | 13,6 m ² | | | | | | | | | | |
| 16,0 m ² sind auszulegen, darum | | 2 Heizkreise | | | | | | | | | | |
| [W/m ²] | | | | | | | | | | | | |
| RT 20 °C ¹⁾ | | | | | | | | | | | | |
| RT 24 °C ²⁾ | | | | | | | | | | | | |

1) Raumtemperatur = 20 °C (Wohnräume)
 2) Raumtemperatur = 24 °C (Bäder)
 3) Verlegeabstand [cm]
 4) Max. Verlegefläche [m²]
 5) Wärmeleitwiderstand Bodenbelag

Fußbodenkonstruktionen

Fonterra Base Flat 12 stellt ein Sondersystem unter den Estrichsystemen dar. Es wurde speziell für extrem dünn-schichtige Aufbauten in Verbindung mit dem Estrichzusatzmittel Base Flat konzipiert. Die dargestellten Systemaufbauten erfüllen nicht die Mindestanforderungen der DIN EN 1264-4 und der DIN 4108. Dies muss bei Bedarf durch die vorhandene Unterkonstruktion gewährleistet werden.

Um die Estrichdicke auf 15 mm über Noppe zu reduzieren, muss ein spezielles Estrichzusatzmittel, Modell 1456, zugegeben werden.

Die maximale Nutzlast des Fonterra Base Flat 12-Systems beträgt 2 kN/m² und ist für den privaten Wohnungsbau zugelassen und geprüft.

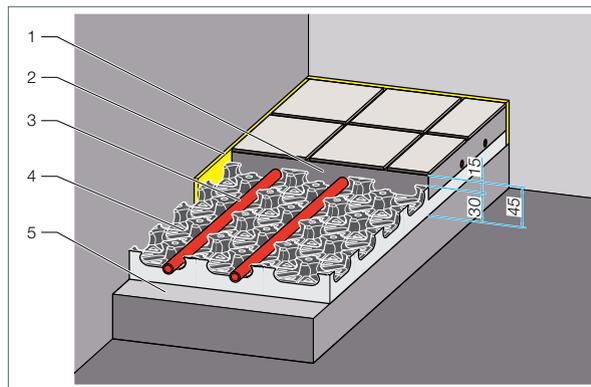


Abb. 54: Fußbodenaufbau Base Flat 12 mit Fonterra Base-Noppenplatte, ND 11

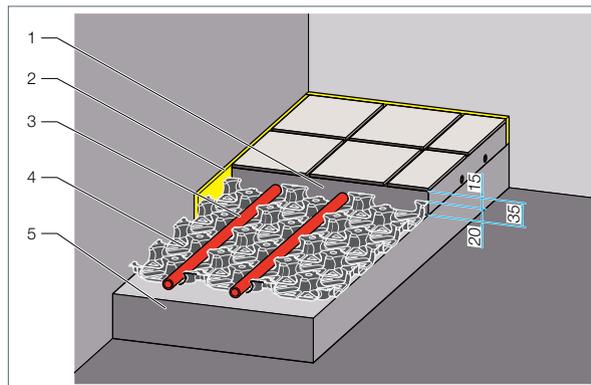


Abb. 55: Fußbodenaufbau Base Flat 12 mit Fonterra Base-Noppenplatte, smart

- 1 Zementestrich mit Fonterra Base-Estrichzusatzmittel Flat 12
- 2 Randdämmstreifen RDS 90/10 mm
- 3 PB-Rohr 12 x 1,3 mm
- 4 (Abb. 54) Systemplatte Base 12/15 ND 11
(Abb. 55) Systemplatte Base 12/15 smart
- 5 Rohfußboden



Unter die Systemplatte Base 12/15 smart können bauseitig folgende Dämmungen verlegt werden:

- die Trittschalldämmung Isover Akustic EP 3, 12 mm
- die Holzfaser-Dämmplatten Knauf Fasoperl A 8, 8 mm
- die Steico Isorel Holzfaserdämmung, 12 mm

Die Verwendung anderer Zusatzdämmungen muss beim Viega Service-Center angefragt werden.

Fonterra Base

Systembeschreibung

Fonterra Base ist das universelle System zum Erstellen einer wirtschaftlichen Heizungs-Installation in Nassbauweise für Flächenheizungen im Neu- und bei Grundsanierungen im Altbau. Dank der zwei verschiedenen Noppenplattensysteme und der unterschiedlichen Rohrdimensionen lassen sich schnell und sicher die unterschiedlichsten Anforderungen an die Raumgeometrie bzgl. einer vollflächigen Belegung erfüllen.

Fonterra Base-Systemplatten erlauben durch ihre konstruktive Gestaltung eine absolut exakte Fixierung der Heizungsleitungen, sowohl in der Höhe als auch im Verlegeabstand, rechtwinklig oder diagonal.

Zwei Systemvarianten für unterschiedliche Rohrdimensionen decken alle Standardanforderungen an das Flächentemperiersystem ab.

Fonterra Base 12/15 für Rohrdimensionen 12 und 15 mm:

- Die Diagonalverlegung der Rohrleitungen wird durch die Anordnung der Haltenoppen der Systemplatten ohne zusätzliche Fixierung sichergestellt.

Fonterra Base 15/17 für Rohrdimensionen 15 und 17 mm:

- Die Diagonalverlegung der Rohrleitungen erfolgt mit speziell entwickelten Halterungen, die eine sichere Fixierung der Rohrleitungen nach DIN EN 1264-4 ermöglichen.

Zur Dämmung der Zuleitungen in den Transferräumen, in welchen keine Wärmeabgabe erwünscht ist, können die in Abb. 58 aufgeführten Komponenten verwendet werden.

Dadurch reduziert sich die Wärmeabgabe der Heizungsleitungen um 85 % ohne Schwächung der Wärme- und Trittschalldämmung und es kann ein eigener, regelbarer Heizkreis im Transferraum selbst verlegt werden.

Systemmerkmale

- geprüfte Systemsicherheit
- als Nasssystem für Zement- und Calciumsulfat-Estrich geeignet
- Dämmung der Zuleitungen im Transferraum möglich
- Systemflächen in den Ausführungen
 - 30-2 (inkl. Dämmung) oder
 - ND 11 (gering gedämmt) und
 - smart (ohne Dämmung)





Systemkomponenten

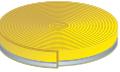
| Platten/Rohr | | |
|---|---|---|
|  Fonterra Base-Noppenplatte 12/15 |  Fonterra Base-Verteiler-Türset 12/15 |  PB-Rohr 12 x 1,3 mm / 15 x 1,5 mm |
| Zubehör | | |
|  Randdämmstreifen |  Fugenschutzrohr 12/15 |  Dehnungsfugenprofil 10/80 |

Abb. 56: Systemkomponenten: Fonterra Base 12/15

| Platten/Rohr | | |
|--|--|--|
|  Fonterra Base-Noppenplatte 15/17 |  Fonterra Base-Verteiler-Türset 15/17 |  PB-Rohr 15 x 1,5 mm / 17 x 2,0 mm |
|  PE-Xc-Rohr 17 x 2,0 mm |  MV-Rohr 16 x 2,0 mm |  PE-RT-Rohr 17 x 2,0 mm |
| Zubehör | | |
|  Randdämmstreifen |  Dehnungsfugenprofil 10/80 |  Fugenschutzrohr 15/17 |

Abb. 57: Systemkomponenten: Fonterra Base 15/17



Zuleitungen Transferraum

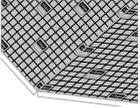
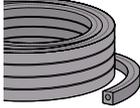
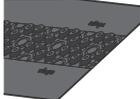
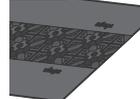
| | | |
|--|---|---|
|  Fonterra Tacker 35-2 |  Dämmschlauch geschlitzt |  Befestigungsschelle |
|  Rohrführungsbogen |  Abdichtungsstreifen |  Rohreinzugshilfe |
|  Schneidewerkzeug |  Base Türelement 12/15 smart |  Base Türelement 15/17 smart |

Abb. 58: Systemkomponenten: Transferraum

Technische Daten

| Systemplatten | Fonterra Base 12/15 | | | Fonterra Base 15/17 | | |
|---|-------------------------|------------------------------|-------|------------------------|------------------------------|-------|
| | 30-2 EPS 040 DES sg | ND 11 EPS 035 DEO 150 kPa | smart | 30-2 EPS 040 DES sg | ND 11 EPS 035 DEO 150 kPa | smart |
| Abmessungen (Nutzmaß) | [mm] 1320 x 880 | | | | | |
| Plattenhöhe (inkl. Noppen) | [mm] 48 | 30 | 20 | 51 | 32 | 20 |
| Trittschallreduzierung | [dB] 28 | - | - | 28 | - | - |
| Max. Nutzlast | [kN/m ²] 5 | 45 | - | 5 | 45 | - |
| Wärmeleitwiderstand | [K/W] 0,75 | 0,32 | - | 0,75 | 0,32 | - |
| Baustoffklasse | B2 | | | | | |
| FCKW-freier Werkstoff (Schaum und Folie) | PS | | | | | |
| Verlegeraster | diagonal | [cm] 7,5 | | | | |
| | rechtwinkling | [cm] 5,5 | | | | |
| Dynamische Biegefestigkeit | [MN/m ²] 20 | - | - | 20 | - | - |

Tab. 25: Systemplatten Fonterra Base

Hinweise zur Bemessung

| Systemkomponenten | Modell | Bedarf pro m ² Base 12/15 | Bedarf pro m ² Base 15/17 | Einheit |
|--------------------------------------|------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------|
| PB-Rohr 12 x 1,3 mm | 1405 | siehe Tab. 27 | - | m |
| PB-Rohr 15 x 1,5 mm | 1405 | | siehe Tab. 27 | m |
| PB-Rohr 17 x 2,0 mm | 1405 | - | - | m |
| MV-Rohr 16 x 2,0 mm | 1406 | - | - | m |
| PE-XC-Rohr 17 x 2,0 mm | 1401 | - | - | m |
| PE-RT-Rohr 17 x 2,0 mm | 1403 | - | - | m |
| Noppenplatte 30-2, ND 11 bzw. smart | 1224, 1225, 1226 | 1 | - | m ² |
| Noppenplatte 30-2, ND 11 bzw. smart | 1227, 1228, 1229 | - | 1 | m ² |
| Verteiler-/Türset 30-2, ND 11, smart | 1224.1, 1225.1, 1226.1 | n.E. | - | m ² |
| Verteiler-/Türset 30-2, ND 11, smart | 1227.1, 1228.1, 1229.1 | - | n.E. | m ² |
| Türelement 12/15 smart | 1226.3 | 1,2 je Tür | - | Stk. |
| Türelement 15/17 smart | 1229.3 | - | 1,2 je Tür | Stk. |
| Diagonalhalterung 15/17 | 1290 | - | n.E. | Stk. |
| Randdämmstreifen 150/8 oder 150/10 | 1270, 1270.1 | 1 | 1 | m |
| Dehnungsfugenprofil | 1275 | n.E. | n.E. | m |
| Rundprofil 15 mm | 1274 | n.E. | n.E. | m |
| Fugenschutzrohr 12/15 | 1404 | n.E. | - | m |
| Fugenschutzrohr 15/17 | 1404 | n.E. | n.E. | m |
| Messstellenmarkierung | 1490 | 3 Stk./200m ² bzw. pro WE | 3 Stk./200m ² bzw. pro WE | Stk. |
| Kunststoffdübel 75 mm oder 135 mm | 1281 | n.E. | n.E. | Stk. |
| Fixierhaken | 1482 | n.E. | n.E. | Stk. |

| Systemkomponenten | Modell | Bedarf pro m ² Base 12/15 | Bedarf pro m ² Base 15/17 | Einheit |
|-----------------------------------|--------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------|
| Estrichzusatzmittel * | 1453.1 | 0,14 | 0,14 | kg |
| Estrichzusatzmittel Dünnschicht * | 1454 | 1,4 | 1,4 | kg |
| Estrichzusatzmittel Temporex * | 1455 | 0,3 | 0,3 | kg |

* siehe auch „Tab. 15: Übersicht Verbrauch Viega Estrichzusatzmittel“ auf Seite 476

Tab. 26: Materialbedarf Fonterra Base pro m²

| Flächenheizungsrohr | | Verlegeabstand [cm] | | | | | |
|---|-------------------------------|---------------------|-----|------|-----|------|-----|
| | | 5,5 | 11 | 16,5 | 22 | 27,5 | 33 |
| Rohrbedarf | m/m ² | 17,6 | 8,8 | 5,9 | 4,4 | 3,5 | 2,9 |
| Montagezeit PB-Rohr | Gruppenminuten/m ² | 5,0 | 5,0 | 4,0 | 3,5 | 2,5 | 2,5 |
| Montagezeit MV-, PE-RT und PE-Xc-Rohre [Gruppenminuten/m ²] | Gruppenminuten/m ² | 6,0 | 5,5 | 5 | 4 | 3,5 | 3,5 |
| Heizkreislänge* | 12 x 1,3 mm | bis 80 m** | | | | | |
| | 16 x 2,0 mm | bis 100 m** | | | | | |
| | 15 x 1,5 mm | bis 100 m** | | | | | |
| | 17 x 2,0 mm | bis 120 m** | | | | | |

* Anbindelängen zum Verteiler berücksichtigen

** bei 80 W/m² und $\Delta\lambda = 10$ K

Tab. 27: Rohrbedarf, Montagezeiten und Heizkreislängen Fonterra



Unter Berücksichtigung der Leistung und des Druckverlusts sind abweichende Heizkreislängen möglich.

Leistungsdiagramme Fonterra Base 12

Heizungsleitung PB 12 x 1,3 mm, Zementestrich 45 mm Rohrüberdeckung



Wärmeleitwiderstand Bodenbelag

- $R_{\lambda,B} = 0,02 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bei Fliesen, 5 mm
- $R_{\lambda,B} = 0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bei Parkett, 10 mm
- $R_{\lambda,B} = 0,10 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bei Teppich, 7 mm
- $R_{\lambda,B} = 0,15 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bei Teppich, dick

Siehe auch „Bodenbeläge“ auf Seite 481.

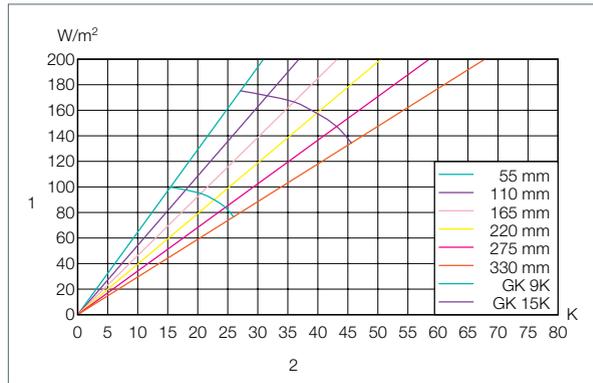


Abb. 59: $R_{\lambda,B} = 0,02 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

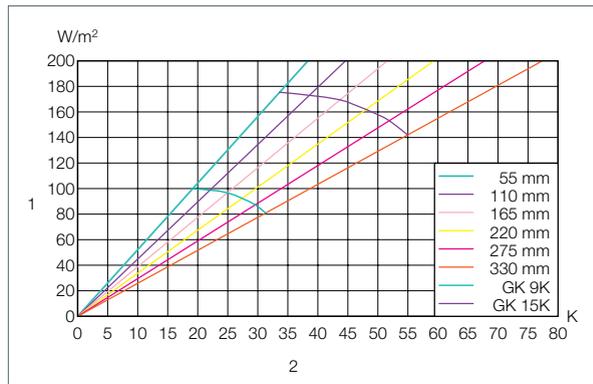


Abb. 60: $R_{\lambda,B} = 0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

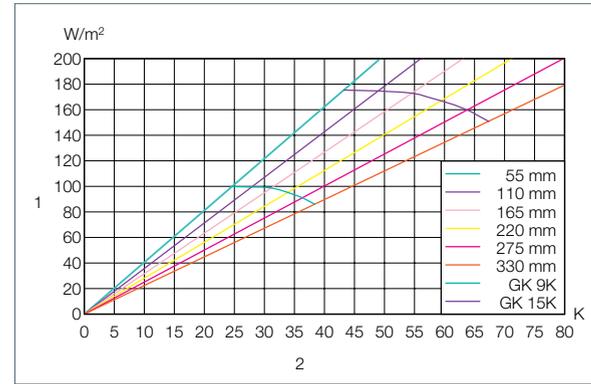


Abb. 61: $R_{\lambda,B} = 0,10 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

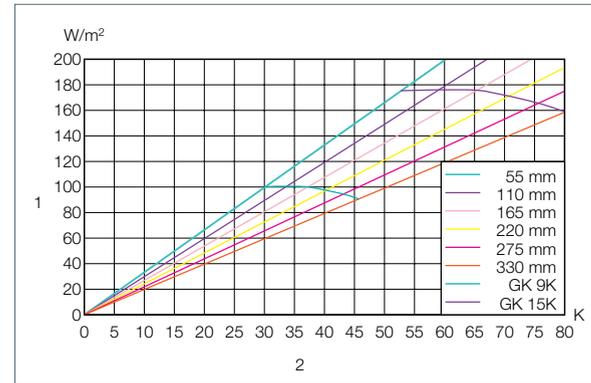


Abb. 62: $R_{\lambda,B} = 0,15 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

- 1 Wärmestromdichte [W/m^2]
- 2 Heizmittelübertemperatur [K]



Leistungsdaten Fonterra Base 12

| Vorlauftemperatur | Wärmestromdichte | | [W/m ²] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|------|------|------|------|----|----|----|----|----|----|----|-----|--|--|--|--|--|--|--|
| | Mittlere Fußbodenoberflächentemperatur | RT 20 °C ¹⁾ | [°C] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 | | | | | | | |
| 50 °C | Raumtemperatur δ _i [°C] | 24 | Bodenbelag R _{λ,B} = 5) | | [°C] | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 0,02 | 0,05 | 0,10 | 0,15 | [°C] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 0,02 | 0,05 | 0,10 | 0,15 | [°C] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Raumtemperatur δ _i [°C] | | 20 | | [°C] | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Raumtemperatur δ _i [°C] | | 24 | | [°C] | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Raumtemperatur δ _i [°C] | | 20 | | [°C] | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 45 °C | Raumtemperatur δ _i [°C] | 24 | Bodenbelag R _{λ,B} = 5) | | [°C] | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 0,02 | 0,05 | 0,10 | 0,15 | [°C] | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 0,02 | 0,05 | 0,10 | 0,15 | [°C] | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Raumtemperatur δ _i [°C] | | 20 | | [°C] | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Raumtemperatur δ _i [°C] | | 24 | | [°C] | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Raumtemperatur δ _i [°C] | | 20 | | [°C] | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 °C | Raumtemperatur δ _i [°C] | 24 | Bodenbelag R _{λ,B} = 5) | | [°C] | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 0,02 | 0,05 | 0,10 | 0,15 | [°C] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 0,02 | 0,05 | 0,10 | 0,15 | [°C] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Raumtemperatur δ _i [°C] | | 20 | | [°C] | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Raumtemperatur δ _i [°C] | | 24 | | [°C] | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Raumtemperatur δ _i [°C] | | 20 | | [°C] | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 35 °C | Raumtemperatur δ _i [°C] | 24 | Bodenbelag R _{λ,B} = 5) | | [°C] | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 0,02 | 0,05 | 0,10 | 0,15 | [°C] | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 0,02 | 0,05 | 0,10 | 0,15 | [°C] | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Raumtemperatur δ _i [°C] | | 20 | | [°C] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Raumtemperatur δ _i [°C] | | 24 | | [°C] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Raumtemperatur δ _i [°C] | | 20 | | [°C] | | | | | | | | | | | | | | | | |



| Planungsbeispiel | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Vorlauftemperatur 40 °C | | | | | | | | | | | | | | | |
| Raumtemperatur 20 °C | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bodenbelag R _{λ,B} = 0,1 m ² · K/W | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fußbodenheizfläche 16 m ² | | | | | | | | | | | | | | | |
| Wärmestromdichte 60 W/m ² | | | | | | | | | | | | | | | |
| mittl. FB-Oberflächentemperatur 26 °C | | | | | | | | | | | | | | | |
| empfohlener Verlegeabstand VA 11 | | | | | | | | | | | | | | | |
| max. Heizkreisfläche 8,2 m ² | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16,0 m ² sind auszulegen, darum 2 Heizkreise | | | | | | | | | | | | | | | |
| [Grid of values for plan example] | | | | | | | | | | | | | | | |

¹⁾ Raumtemperatur = 20 °C (Wohnräume)
²⁾ Raumtemperatur = 24 °C (Bäder)
³⁾ Verlegeabstand [cm]
⁴⁾ Max. Verlegefläche [m²]
⁵⁾ Wärmeleitwiderstand Bodenbelag

Leistungsdiagramme Fonterra Base 15

Heizungsleitung PB 15 x 1,5 mm, Zementestrich 45 mm Rohrüberdeckung



Wärmeleitwiderstand Bodenbelag

- $R_{\lambda,B} = 0,02 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bei Fliesen, 5 mm
- $R_{\lambda,B} = 0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bei Parkett, 10 mm
- $R_{\lambda,B} = 0,10 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bei Teppich, 7 mm
- $R_{\lambda,B} = 0,15 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bei Teppich, dick

Siehe auch „Bodenbeläge“ auf Seite 481.

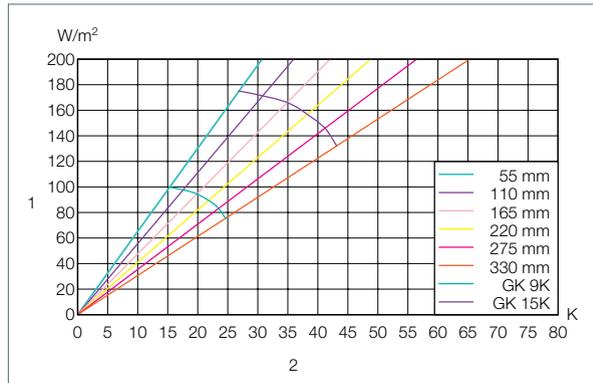


Abb. 63: $R_{\lambda,B} = 0,02 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

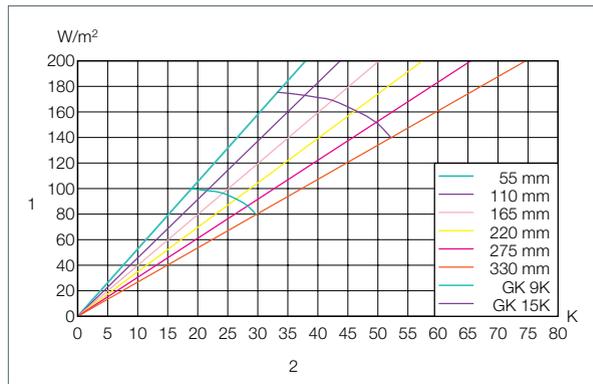


Abb. 64: $R_{\lambda,B} = 0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

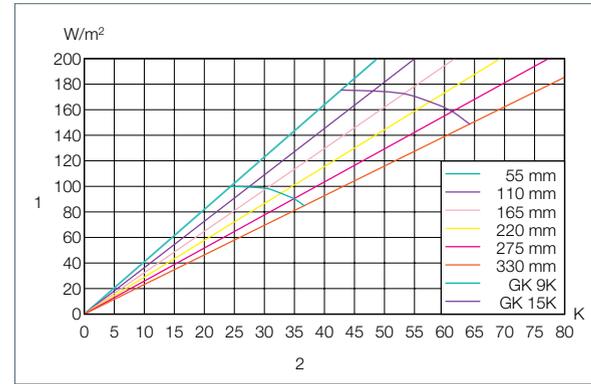


Abb. 65: $R_{\lambda,B} = 0,10 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

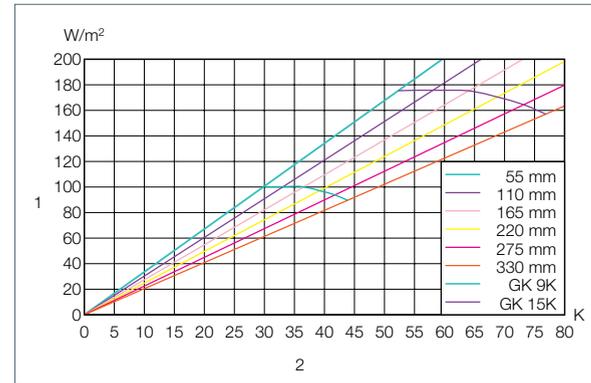


Abb. 66: $R_{\lambda,B} = 0,15 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

- 1 Wärmestromdichte [W/m^2]
- 2 Heizmittelübertemperatur [K]

7

7



Leistungsdaten Fonterra Base 15

| Wärmestromdichte [W/m²] | | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
|--|-----------------------|------------------------------------|----|------------------------------------|----|------------------------------------|----|------------------------------------|----|------------------------------------|----|------------------------------------|----|------------------------------------|-----|
| Mittlere Fußbodenoberflächentemperatur | RT 20°C ¹⁾ | 24 | | 25 | | 26 | | 27 | | 28 | | 29 | | | |
| | RT 24°C ²⁾ | 28 | | 29 | | 30 | | 31 | | 32 | | 33 | | | |
| Vorlauftemperatur | 35°C | 24 | | 20 | | 0,02 | | 0,05 | | 0,10 | | 0,02 | | | |
| | 40°C | 24 | | 20 | | 0,02 | | 0,05 | | 0,10 | | 0,02 | | | |
| 50°C | 24 | 20 | | 0,02 | | 0,05 | | 0,10 | | 0,02 | | | | | |
| | 24 | 20 | | 0,02 | | 0,05 | | 0,10 | | 0,02 | | | | | |
| Raumtemperatur δ _i [°C] | | Raumtemperatur δ _i [°C] | | Raumtemperatur δ _i [°C] | | Raumtemperatur δ _i [°C] | | Raumtemperatur δ _i [°C] | | Raumtemperatur δ _i [°C] | | Raumtemperatur δ _i [°C] | | Raumtemperatur δ _i [°C] | |
| Bodenbelag R _{λ,B} = 5) | | Bodenbelag R _{λ,B} = 5) | | Bodenbelag R _{λ,B} = 5) | | Bodenbelag R _{λ,B} = 5) | | Bodenbelag R _{λ,B} = 5) | | Bodenbelag R _{λ,B} = 5) | | Bodenbelag R _{λ,B} = 5) | | Bodenbelag R _{λ,B} = 5) | |
| VA ³⁾ | | VA ³⁾ | | VA ³⁾ | | VA ³⁾ | | VA ³⁾ | | VA ³⁾ | | VA ³⁾ | | VA ³⁾ | |
| max.VF ⁴⁾ | | max.VF ⁴⁾ | | max.VF ⁴⁾ | | max.VF ⁴⁾ | | max.VF ⁴⁾ | | max.VF ⁴⁾ | | max.VF ⁴⁾ | | max.VF ⁴⁾ | |



| 105 | 110 | 115 | 120 | 125 | 130 | 135 | 140 | 145 | 150 | 155 | 160 | 165 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|---------------------------------|-----|-----|------|-----|-----|-----|--|--|-----|--|--|-----|--|--|-----|--|--|-----|--|--|-----|--|--|-----|--|--|-----|--|--|-----|--|--|
| 30 | | | 31 | | | 32 | | | 33 | | | 34 | | | 35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Planungsbeispiel | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vorlauftemperatur | | | | | | 40 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Raumtemperatur | | | | | | 20 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bodenbelag | | | | | | R _{λ,B} = 0,1 m² · K/W | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fußbodenheizfläche | | | | | | 16 m² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Wärmestromdichte | | | | | | 50 W/m² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| mittl. FB-Oberflächentemperatur | | | | | | 25 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| empfohlener Verlegeabstand | | | | | | VA 16,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| max. Heizkreisfläche | | | | | | 17 m² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16,0 m² sind auszulegen, darum | | | | | | 1 Heizkreis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5,7 | | | 5,7 | | | 4,9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8,8 | | | 5,9 | | | 9,6 | | | 8,0 | | | 6,0 | | | 5,7 | | | 5,7 | | | 5,7 | | | 4,8 | | | 3,6 | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | 5,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6,8 | | | 5,7 | | | 5,7 | | | 5,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5,7 | | | 5,7 | | | 5,7 | | | 5,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13,1 | | | 9,9 | | | 6,3 | | | 11,7 | | | 9,4 | | | 7,1 | | | 4,3 | | | 9,2 | | | 7,7 | | | 6,1 | | | 4,4 | | | 5,7 | | | 5,7 | | |
| 16,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11,3 | | | 8,2 | | | 11,0 | | | 9,3 | | | 7,2 | | | 5,0 | | | 5,7 | | | 5,7 | | | 5,0 | | | 3,5 | | | | | | | | | | | |
| 5,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5,7 | | | 5,7 | | | 4,8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10,9 | | | 8,3 | | | 5,5 | | | 9,5 | | | 7,8 | | | 6,0 | | | 4,1 | | | 5,7 | | | 5,7 | | | 4,9 | | | 3,6 | | | | | | | | |

1) Raumtemperatur = 20 °C (Wohnräume)
 2) Raumtemperatur = 24 °C (Bäder)
 3) Verlegeabstand [cm]
 4) Max. Verlegefläche [m²]
 5) Wärmeleitwiderstand Bodenbelag

Leistungsdiagramme Fonterra Base 17

Heizungsleitung 17 x 2,0 mm, Zementestrich 45 mm Rohrüberdeckung



Wärmeleitwiderstand Bodenbelag

- $R_{\lambda,B} = 0,02 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bei Fliesen, 5 mm
- $R_{\lambda,B} = 0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bei Parkett, 10 mm
- $R_{\lambda,B} = 0,10 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bei Teppich, 7 mm
- $R_{\lambda,B} = 0,15 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bei Teppich, dick

Siehe auch „Bodenbeläge“ auf Seite 481.

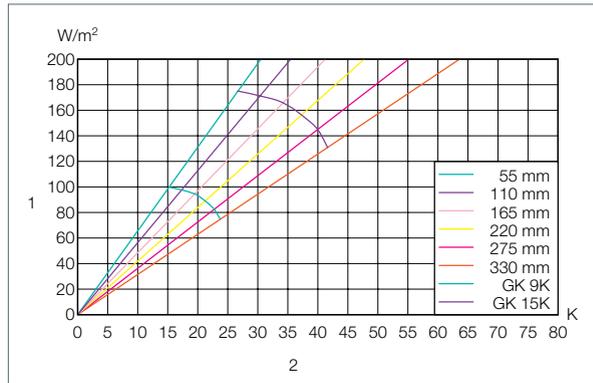


Abb. 67: $R_{\lambda,B} = 0,02 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

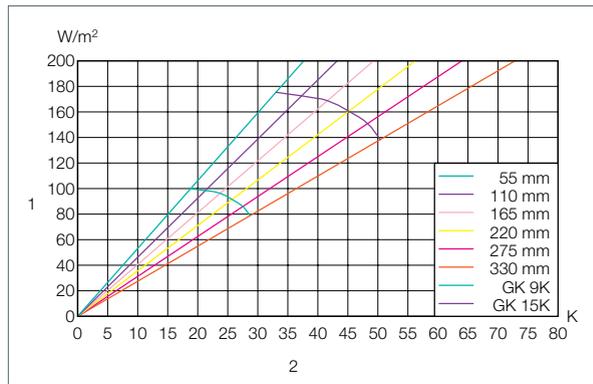


Abb. 68: $R_{\lambda,B} = 0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

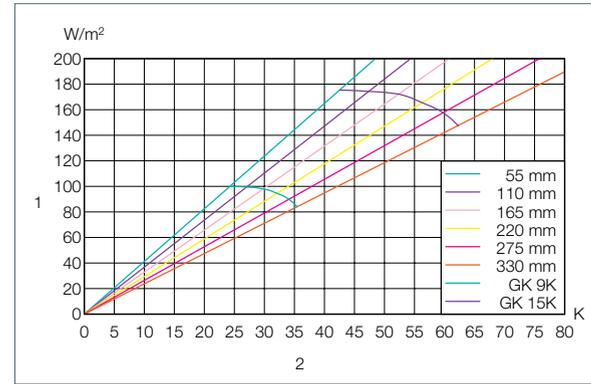


Abb. 69: $R_{\lambda,B} = 0,10 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

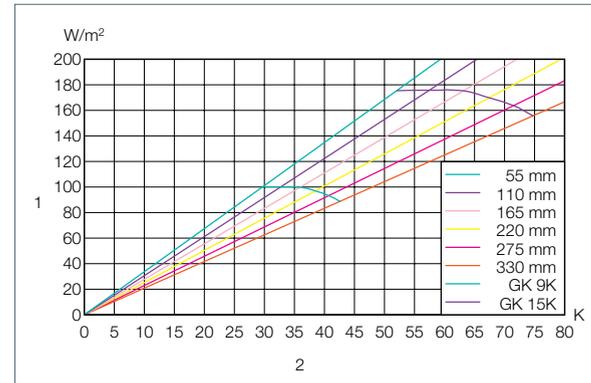


Abb. 70: $R_{\lambda,B} = 0,15 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

- 1 Wärmestromdichte [W/m^2]
- 2 Heizmittelübertemperatur [K]



Leistungsdaten Fonterra Base 17

| Wärmestromdichte | | [W/m ²] | | | | | | | | | | | |
|--|----|---------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Mittlere Fußbodenoberflächentemperatur | RT | [°C] | | | | | | | | | | | |
| | | 24 °C | | | | | | | | | | | |
| | | 20 °C | | | | | | | | | | | |
| 35 °C | | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | | | | | | |
| 40 °C | | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | | | | | | |
| 45 °C | | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 |
| 50 °C | | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 |



| Wärmestromdichte | | [W/m ²] | | | | | | | | | | | |
|--|----|---------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Mittlere Fußbodenoberflächentemperatur | RT | [°C] | | | | | | | | | | | |
| | | 30 °C | | | | | | | | | | | |
| | | 31 °C | | | | | | | | | | | |
| 32 °C | | 32 | 33 | 34 | 35 | | | | | | | | |
| 33 °C | | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 |
| 34 °C | | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 |
| 35 °C | | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 |

Planungsbeispiel
 Vorlauftemperatur 40 °C
 Raumtemperatur 20 °C
 Bodenbelag R_{λ,B} = 0,05 m² · K/W
 Fußbodenheizfläche 18 m²
 Wärmestromdichte 60 W/m²
 mittl. FB-Oberflächentemperatur 26 °C
 empfohlener Verlegeabstand VA 16,5
 max. Heizkreisfläche 20,3 m²
 18,0 m² sind auszulegen, darum **1 Heizkreis**

1) Raumtemperatur = 20 °C (Wohnräume)
 2) Raumtemperatur = 24 °C (Bäder)
 3) Verlegeabstand [cm]
 4) Max. Verlegefläche [m²]
 5) Wärmeleitwiderstand Bodenbelag

7

7



siehe auch:
Einbausituation
gem. DIN EN 1264-4
auf Seite 447

Aufbauhöhen Fonterra Base bei Einbausituationen nach DIN 1264-4

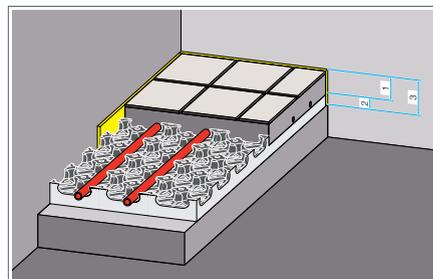
| Einbausituation gemäß DIN EN 1264-4 | Dicke Systemplatte d _{TPa} | Systemplatte | Dicke Zusatzd. d _{ZD} bei WLG 035 | Dicke Zusatzd. d _{ZD} bei WLG 040 | Bauwerksabdichtung d _{BA} gem. DIN 1895 |
|--|-------------------------------------|--------------|--|--|--|
| I R _{λD} = 0,75 m ² K/W | 30 mm | 30-2 | — | — | — |
| | 11 mm | ND 11 | 20 mm | 20 mm | — |
| | 1 mm | smart | 30 mm | 30 mm | — |
| II + III + V R _{λD} = 1,25 m ² K/W | 30 mm | 30-2 | 20 mm | 20 mm | n. E. * |
| | 11 mm | ND 11 | 40 mm | 40 mm | n. E. * |
| | 1 mm | smart | 50 mm | 50 mm | n. E. * |
| IV R _{λD} = 2,00 m ² K/W | 30 mm | 30-2 | 50 mm | 50 mm | — |
| | 11 mm | ND 11 | 60 mm | 70 mm | — |
| | 1 mm | smart | 70 mm | 80 mm | — |

* nach Erfordernis

Tab. 28: Aufbauhöhen Fonterra Base für verschiedene Einbausituationen

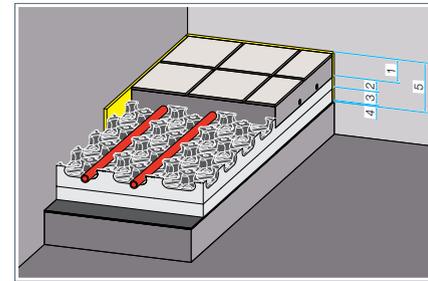
Fußbodenaufbauten nach DIN EN 1264-4

Am Beispiel Fonterra Base 17:



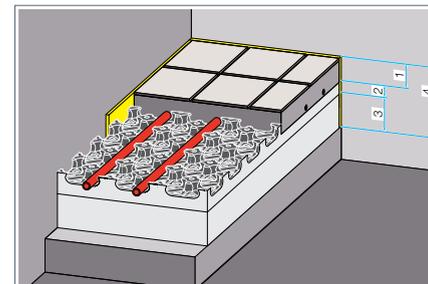
- 1 Estrichüberdeckung 45 mm
Außendurchmesser Rohr 17 mm
+ Noppensteg unter Rohr 3 mm
- 2 Höhe Systemplatte 30 mm
- 3 **Gesamthöhe 95 mm**

Abb. 71: **Einbausituation I** (über beheiztem Raum, R_λ, Dämmung = 0,75 m² · K/W)



- 1 Estrichüberdeckung 45 mm
Außendurchmesser Rohr 17 mm
+ Noppensteg unter Rohr 3 mm
- 2 Höhe Systemplatte 30 mm
- 3 Zusatzdämmung 20 mm
- 4 Bauwerksabdichtung nach Erfordernis
- 5 **Gesamthöhe 115 mm**

Abb. 72: **Einbausituation II + III + V**
(über unregelmäßig beheiztem Raum, über unbeheiztem Raum und gegen Erdreich, R_λ, Dämmung = 1,25 m² · K/W)



- 1 Estrichüberdeckung 45 mm
Außendurchmesser Rohr 17 mm
+ Noppensteg unter Rohr 3 mm
- 2 Höhe Systemplatte 30 mm
- 3 Zusatzdämmung 50 mm
- 4 **Gesamthöhe 145 mm**

Abb. 73: **Einbausituation IV**
(gegen Außenluft, R_λ, Dämmung = 2,0 m² · K/W)

Hinweise zu den Aufbauhöhen Fonterra Base 17:

- Der Außendurchmesser des Rohrs wurde hier beispielhaft mit 17 mm gewählt, es stehen auch andere Rohrdurchmesser zur Verfügung. Siehe „Kurzbeschreibung der Systeme“ auf Seite 456.
- Die Rohrüberdeckung beträgt bei Zementestrichen (CT-F4) min. 45 mm, bei Fließestrichen (CAF-F4) min. 35 mm. Diese Werte gelten bei einer maximalen Nutzlast von 2 kN/m² (z. B. Wohnungsbau, Hotelzimmer, Büroflächen, Arztpraxen).
- Die Aufbauhöhe bezieht sich von Oberkante Rohfußboden bis Oberkante Estrich.
- Die Höhe der Systemplatte entspricht beispielhaft einer Standardplatte mit WLG 040, Details siehe beim jeweiligen System ab Seite 496.
- Dicke der Zusatzdämmung gemäß Einbausituation wählen.
- Bauwerkabdichtung nach Erfordernis.

siehe auch:
„Tab. 14: Übersicht Estrichennndicke nach DIN 18560-2“ auf Seite 474

„Tab. 17: Lotrechte Nutzlasten nach DIN EN 1991-1-1“ auf Seite 481



Fonterra Tacker

Systembeschreibung

Fonterra Tacker ist das ideale Fußbodenheizungssystem für enge und verwinkelte Räume, da die äußerst flexible Tackermöglichkeit der Rohre an kein Raster gebunden ist und somit optimal an die Raumgeometrie angepasst werden kann. Die wärme- und trittschalldämmten Tacker-Platten mit Rasteraufdruck sind in verschiedenen Dicken und als falt- oder Rollsystem verfügbar. Die Verbindung der Platten erfolgt durch einen Deckschichtüberstand.

Systemmerkmale

- Schnelle, einfache Verlegung bei optimaler Anpassung an die Raumgeometrie
- Wärme- und Trittschalldämmung aus expandiertem Polystyrol
- Gewebefolie mit Rasteraufdruck und Deckschichtüberstand
- Verfügbar in den Ausführungen 25-2, 30-2-, 30-3, 35-2 und 35-3
- falt- und Rollsystem verfügbar
- Geeignet für Zement- und Calciumsulfat-Estriche
- Für folgende Rohrgrößen geeignet: 15 x 1,5 mm, 16 x 2,0 mm, 17 x 2,0 mm und 20 x 2,0 mm
- Dämmung der Zuleitungen im Transferraum möglich

Systemkomponenten

| Platten/Rohr | | |
|--------------------------------------|------------------------------|--|
| Fonterra Tacker-Faltsystem | Fonterra Tacker-Rollsystem | PB-Rohr 15 x 1,5 / 17 x 2,0 / 20 x 2,0 mm |
| PE-Xc-Rohr 17 x 2,0 / 20 x 2,0 mm | MV-Rohr 16 x 2,0 mm | PE-RT-Rohr 17 x 2,0 / 20 x 2,0 mm |
| Zubehör | | |
| Randdämmstreifen 90/10 mm | Dehnungsfugenprofil 10/80 | Haltenadeln |

Tab. 29: Systemkomponenten: Fonterra Tacker



Zuleitungen Transferraum

| | | |
|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Fonterra Tacker 35-2 | Dämmschlauch geschlitzt | Befestigungsschelle |
| Rohrführungsbogen | Abdichtungsstreifen | Rohreinzugshilfe |
| Schneidewerkzeug | Base Türelement 12/15 smart | Base Türelement 15/17 smart |

Abb. 74: Systemkomponenten: Transferraum

Technische Daten

| | | Fonterra Tacker 25-2 EPS 040 DES sg / EPS 045 DES sg | Fonterra Tacker 30-2 EPS 040 DES sg | Fonterra Tacker 30-3 EPS 045 DES sg | Fonterra Tacker 35-3 EPS 045 DES sg | Fonterra Tacker 35-2 EPS 040 DES sg |
|---|----------------------|--|--|--|--|--|
| Nutzmaß Faltplatte | mm | 2000 x 1000 | | | | |
| Nutzmaß Rollplatte | mm | 10000 x 1000 | | | | |
| Plattendicke | mm | 25 | 30 | 30 | 35 | 35 |
| Trittschallreduzierung | dB | 26/28 | 28 | 28 | 28 | 28 |
| maximale Nutzlast | kN/m ² | 5/4 | 5 | 3,5 | 3,5 | 5 |
| Wärmeleitwiderstand R _λ | m ² · K/W | 0,60/0,55 | 0,75 | 0,65 | 0,78 | 0,85 |
| Baustoffklasse | | B 2 | | | | |
| FCKW-freier Werkstoff (Schaum und Folie) | | EPS + LDPE | | | | |
| Dynamische Biegesteifigkeit | MN/m ³ | 30/20 | 20 | 20 | 20 | 20 |

Tab. 30: Technische Daten: Systemplatten

Hinweise zur Bemessung

| Systemkomponenten | Modell | Bedarf pro m ² | Einheit |
|--|--------------|--|---------------------|
| PB-Rohr 15 x 1,5 mm | 1405 | siehe Tab. 32 | m |
| PB-Rohr 17 x 2,0 mm | 1405 | | m |
| PB-Rohr 20 x 2,0 mm | 1405 | | m |
| MV-Rohr 16 x 2,0 mm | 1406 | | m |
| PE-XC-Rohr 17 x 2,0 mm | 1401 | | m |
| PE-XC-Rohr 20 x 2,0 mm | 1401 | | m |
| PE-RT-Rohr 17 x 2,0 mm | 1403 | | m |
| PE-RT-Rohr 20 x 2,0 mm | 1403 | | m |
| Tackerplatte 25-2, 30-2, 30-3, 35-2, 35-3 | 1260, 1261 | | 1 |
| Haltenadel | 1245, 1245.1 | siehe Tab. 32 | Stk./m ² |
| Randdämmstreifen 150/8 oder 150/10 | 1270, 1270.1 | 1 | m |
| Klebeband | 1262.2 | 1 | m |
| Dehnungsfugenprofil | 1275 | n.E. | m |
| Fugenschutzrohr 15/17 | 1404 | n.E. | m |
| Messstellenmarkierung | 1490 | 3 Stk./200 m ² bzw. pro WE | Stk. |
| Estrichzusatzmittel * | 1453.1 | 0,14 | kg |
| Estrichzusatzmittel Dünnschicht * | 1454 | 1,4 | kg |
| Estrichzusatzmittel Temporex * | 1455 | 0,3 | kg |

* siehe auch „Tab. 15: Übersicht Verbrauch Viega Estrichzusatzmittel“ auf Seite 476

Tab. 31: Materialbedarf pro m² für Fonterra Tacker

| Systemkomponenten | | Rohrabstand in mm | | | | |
|---|-------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|
| | | 110 | 165 | 220 | 275 | 330 |
| Rohrbedarf | m/m ² | 8,8 | 5,9 | 4,4 | 3,5 | 2,9 |
| Tackernadeln | Stck. | 27 | 18 | 14 | 11 | 9 |
| Montagezeit PB-Rohre in Gruppenminuten | min | 5,5 | 5,0 | 4,0 | 3,5 | 3,5 |
| Montagezeit MV-, PE-RT und PE-Xc-Rohre in Gruppenminuten | min | 6,0 | 5,5 | 4,5 | 4,0 | 4,0 |
| System | Heizkreislängen * | | | | | |
| Fonterra Tacker 15 | bis 100 m ** | | | | | |
| Fonterra Tacker 17 | bis 120 m ** | | | | | |
| Fonterra Tacker 20 | bis 150 m ** | | | | | |

* Anbindelängen zum Verteiler sind zu berücksichtigen
 ** Maximale Heizkreislängen bei 80 W/m² und ΔT = 10 K

Tab. 32: Rohrbedarf und Montagezeiten



Unter Berücksichtigung der Leistung und des Druckverlusts sind abweichende Heizkreislängen möglich.



Leistungsdiagramme Fonterra Tacker 15

Heizungsleitung PB 15 x 1,5 mm, Zementestrich 45 mm Rohrüberdeckung



Wärmeleitwiderstand Bodenbelag

- $R_{\lambda,B} = 0,02 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bei Fliesen, 5 mm
- $R_{\lambda,B} = 0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bei Parkett, 10 mm
- $R_{\lambda,B} = 0,10 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bei Teppich, 7 mm
- $R_{\lambda,B} = 0,15 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bei Teppich, dick

Siehe auch „Bodenbeläge“ auf Seite 481.

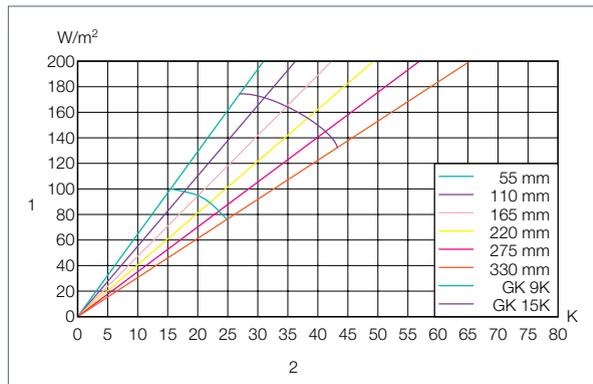


Abb. 75: $R_{\lambda,B} = 0,02 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

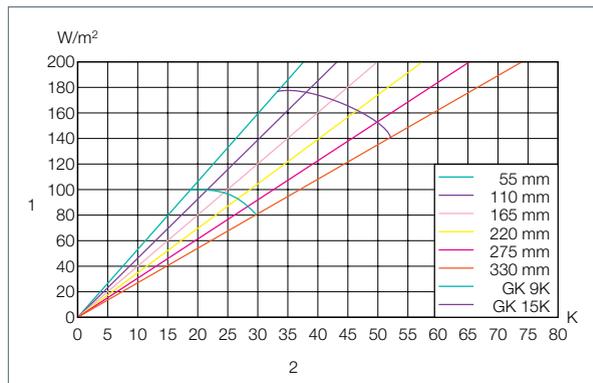


Abb. 76: $R_{\lambda,B} = 0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

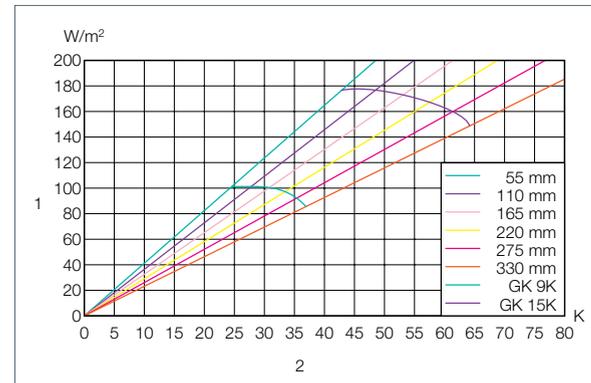


Abb. 77: $R_{\lambda,B} = 0,10 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

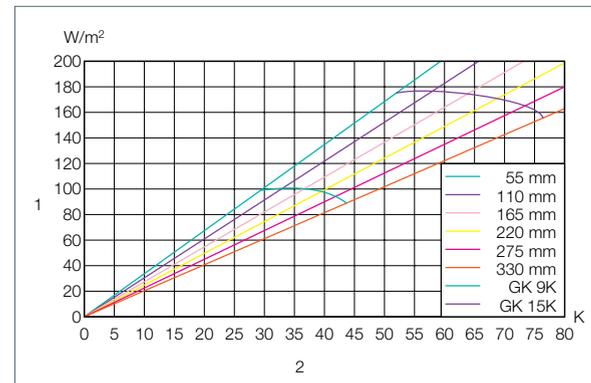


Abb. 78: $R_{\lambda,B} = 0,15 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

- 1 Wärmestromdichte [W/m^2]
- 2 Heizmittelübertemperatur [K]

7

7



Leistungsdaten Fonterra Tacker 15

| Wärmestromdichte | | [W/m ²] | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|--------------------------------|----|---------------------------------|------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|--|--|--|--|
| | | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 | | | | |
| Mittlere Fußbodenoberflächentemperatur | 35 °C | Raumtemperatur δ_i [°C] | | Bodenbelag $R_{\lambda,B}$ = 5) | | [°C] | | | | | | | | | | | | | |
| | | 24 | 20 | 0,02 | 0,05 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | | | | | | | | |
| | 40 °C | Raumtemperatur δ_i [°C] | | Bodenbelag $R_{\lambda,B}$ = 5) | | [°C] | | | | | | | | | | | | | |
| | | 24 | 20 | 0,02 | 0,05 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | | | | | | | | |



| Planungsbeispiel | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-----|--------------------------------|------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|--|
| 105 | 110 | 115 | 120 | 125 | 130 | 135 | 140 | 145 | 150 | 155 | 160 | 165 | | | | | | |
| | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | | | | | | | | | | | | |
| Vorlauftemperatur | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 °C | | Raumtemperatur δ_i [°C] | | Bodenbelag $R_{\lambda,B}$ = 5) | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | 20 | 0,02 | 0,05 | 0,02 | 0,05 | 10,9 | 11,2 | 11,5 | 11,8 | 12,1 | 12,4 | 12,7 | 13,0 | 13,3 | 13,6 | 13,9 | | |
| 24 | 20 | 0,02 | 0,05 | 0,02 | 0,05 | 13,1 | 13,3 | 13,5 | 13,7 | 13,9 | 14,1 | 14,3 | 14,5 | 14,7 | 14,9 | 15,1 | | |
| 24 | 20 | 0,02 | 0,05 | 0,02 | 0,05 | 15,3 | 15,5 | 15,7 | 15,9 | 16,1 | 16,3 | 16,5 | 16,7 | 16,9 | 17,1 | 17,3 | | |
| 24 | 20 | 0,02 | 0,05 | 0,02 | 0,05 | 17,5 | 17,7 | 17,9 | 18,1 | 18,3 | 18,5 | 18,7 | 18,9 | 19,1 | 19,3 | 19,5 | | |
| 24 | 20 | 0,02 | 0,05 | 0,02 | 0,05 | 20,9 | 21,1 | 21,3 | 21,5 | 21,7 | 21,9 | 22,1 | 22,3 | 22,5 | 22,7 | 22,9 | | |
| 24 | 20 | 0,02 | 0,05 | 0,02 | 0,05 | 24,3 | 24,5 | 24,7 | 24,9 | 25,1 | 25,3 | 25,5 | 25,7 | 25,9 | 26,1 | 26,3 | | |
| 24 | 20 | 0,02 | 0,05 | 0,02 | 0,05 | 27,5 | 27,7 | 27,9 | 28,1 | 28,3 | 28,5 | 28,7 | 28,9 | 29,1 | 29,3 | 29,5 | | |
| 24 | 20 | 0,02 | 0,05 | 0,02 | 0,05 | 31,7 | 31,9 | 32,1 | 32,3 | 32,5 | 32,7 | 32,9 | 33,1 | 33,3 | 33,5 | 33,7 | | |
| 24 | 20 | 0,02 | 0,05 | 0,02 | 0,05 | 35,9 | 36,1 | 36,3 | 36,5 | 36,7 | 36,9 | 37,1 | 37,3 | 37,5 | 37,7 | 37,9 | | |
| 24 | 20 | 0,02 | 0,05 | 0,02 | 0,05 | 39,1 | 39,3 | 39,5 | 39,7 | 39,9 | 40,1 | 40,3 | 40,5 | 40,7 | 40,9 | 41,1 | | |

1) Raumtemperatur = 20 °C (Wohnräume)
 2) Raumtemperatur = 24 °C (Bäder)
 3) Verlegeabstand [cm]
 4) Max. Verlegefläche [m²]
 5) Wärmeleitwiderstand Bodenbelag

Leistungsdiagramme Fonterra Tacker 17

Heizungsleitung 17 x 2,0 mm, Zementestrich 45 mm Rohrüberdeckung



Wärmeleitwiderstand Bodenbelag

- $R_{\lambda,B} = 0,02 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bei Fliesen, 5 mm
- $R_{\lambda,B} = 0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bei Parkett, 10 mm
- $R_{\lambda,B} = 0,10 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bei Teppich, 7 mm
- $R_{\lambda,B} = 0,15 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bei Teppich, dick

Siehe auch „Bodenbeläge“ auf Seite 481.

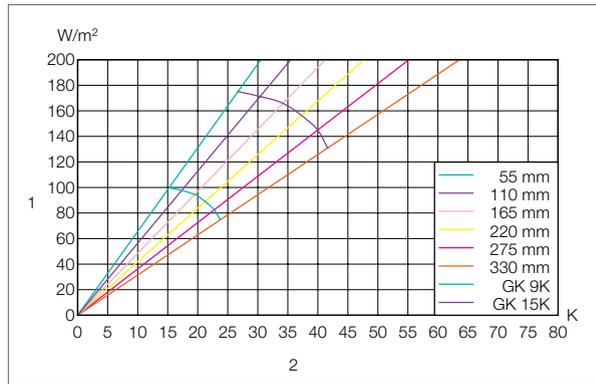


Abb. 79: $R_{\lambda,B} = 0,02 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

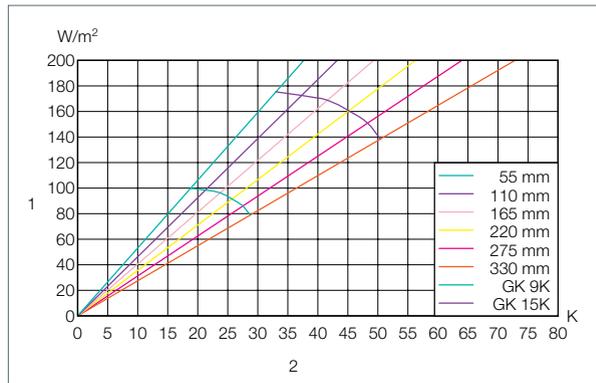


Abb. 80: $R_{\lambda,B} = 0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

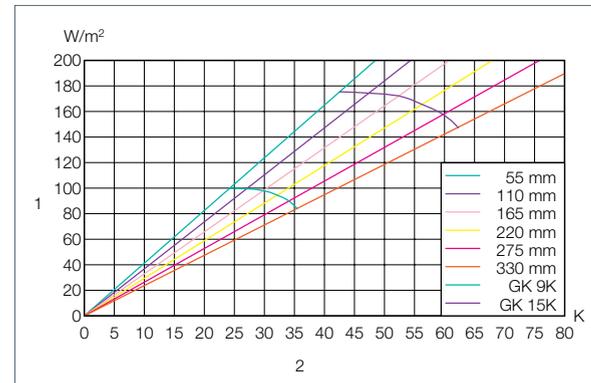


Abb. 81: $R_{\lambda,B} = 0,10 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

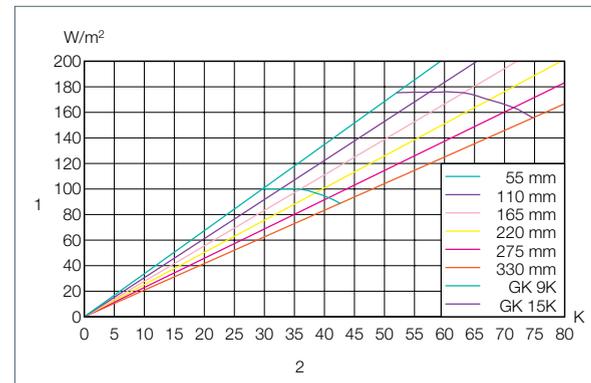


Abb. 82: $R_{\lambda,B} = 0,15 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

- 1 Wärmestromdichte [W/m^2]
- 2 Heizmittelübertemperatur [K]



Leistungsdaten Fonterra Tacker 17

| Wärmestromdichte | | | [W/m²] | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|---------------------------------|-----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Mittlere Fußbodenoberflächentemperatur | Raumtemperatur δ_i [°C] | | [°C] | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Vorlauftemperatur | Bodenbelag $R_{\lambda,B} = 5)$ | [°C] | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | [°C] | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 50 °C | 24 | 0,02 | VA ³) | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| max.VF ⁴) | | | | 33,8 | 26,2 | 23,8 | 20,3 | 17,5 | 13,3 | 13,2 | 10,5 | 6,8 | 6,8 | 6,2 | | | | |
| 24 | | 0,05 | VA ³) | 27,5 | 22 | 16,5 | 11 | 5,5 | | | | | | | | | | |
| | | | max.VF ⁴) | 27,3 | 20,3 | 20,3 | 13,6 | 13,6 | 10,5 | 6,8 | 6,8 | | | | | | | |
| 24 | | 0,10 | VA ³) | 16,5 | 11 | 5,5 | | | | | | | | | | | | |
| | | | max.VF ⁴) | 20,3 | 13,6 | 13,6 | 6,8 | 6,8 | | | | | | | | | | |
| 24 | | 0,15 | VA ³) | 11 | 5,5 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | max.VF ⁴) | 13,6 | 13,6 | 13,6 | 6,8 | | | | | | | | | | | |
| 20 | | 0,02 | VA ³) | 16,5 | 11 | 5,5 | | | | | | | | | | | | |
| | | | max.VF ⁴) | 20,3 | 13,6 | 13,6 | 10,8 | 6,8 | 6,8 | | | | | | | | | |
| 24 | | 0,05 | VA ³) | | 33 | 27,5 | 22 | 16,5 | 11 | 5,5 | | | | | | | | |
| | | | max.VF ⁴) | | 31,1 | 24,1 | 24,9 | 18,8 | 20,1 | 15,3 | 16,9 | 13,7 | 10,1 | 12,2 | 9,9 | 7,4 | | |
| 24 | 0,10 | VA ³) | | 33 | 27,5 | 22 | 16,5 | 11 | 5,5 | | | | | | | | | |
| | | max.VF ⁴) | 35,0 | 30,3 | 26,0 | 20,3 | 16,9 | 10,7 | 10,7 | 6,8 | 6,7 | | | | | | | |
| 24 | 0,15 | VA ³) | 27,5 | 22 | 16,5 | 11 | 5,5 | | | | | | | | | | | |
| | | max.VF ⁴) | 31,4 | 25,2 | 20,3 | 13,6 | 6,8 | 6,8 | | | | | | | | | | |
| 24 | 0,02 | VA ³) | 33 | 27,5 | 22 | 16,5 | 11 | 5,5 | | | | | | | | | | |
| | | max.VF ⁴) | 33,3 | 29,7 | 26,5 | 21,4 | 20,1 | 16,0 | 12,3 | 12,8 | 10,1 | 6,8 | 6,8 | 6,4 | | | | |
| 24 | 0,05 | VA ³) | | | | | | 33 | 27,5 | 22 | 16,5 | 11 | 5,5 | | | | | |
| | | max.VF ⁴) | | | | | | 26,4 | 22,5 | 15,5 | 19,3 | 13,8 | 17,6 | 13,9 | 9,5 | 13,9 | | |
| 24 | 0,10 | VA ³) | | | | | 33 | 27,5 | 22 | 16,5 | 11 | 5,5 | | | | | | |
| | | max.VF ⁴) | | | | | 30,1 | 25,1 | 23,5 | 22,2 | 15,9 | 16,2 | 11,1 | 11,9 | 8,1 | 6,8 | 6,2 | |
| 24 | 0,15 | VA ³) | | | | | 33 | 27,5 | 22 | 16,5 | 11 | 5,5 | | | | | | |
| | | max.VF ⁴) | | | | | 31,8 | 28,3 | 24,8 | 20,3 | 16,3 | 13,6 | 6,8 | 6,8 | 5,1 | | | |
| 24 | 0,02 | VA ³) | | | | | | | | | | | 33 | 27,5 | | | | |
| | | max.VF ⁴) | | | | | | | | | | | 20,4 | 13,9 | 19,8 | 15,0 | 10,0 | |
| 24 | 0,05 | VA ³) | | | | | | | | | | | 33 | 27,5 | 22 | | | |
| | | max.VF ⁴) | | | | | | | | | | | 23,5 | 15,8 | 20,0 | 14,4 | 18,1 | 13,9 |
| 24 | 0,10 | VA ³) | | | | | | | 33 | 27,5 | 22 | 16,5 | 11 | | | | | |
| | | max.VF ⁴) | | | | | | | 26,0 | 16,5 | 18,3 | 19,4 | 13,9 | 15,5 | 11,2 | 12,7 | 9,6 | |
| 24 | 0,15 | VA ³) | | | | | | | 33 | 27,5 | 22 | 16,5 | 11 | 5,5 | | | | |
| | | max.VF ⁴) | | | | | | | 28,1 | 22,9 | 21,0 | 20,0 | 18,7 | 13,3 | 13,2 | 8,8 | 6,8 | 5,8 |
| 24 | 0,02 | VA ³) | | | | | | | | | | | 33 | 27,5 | 22 | | | |
| | | max.VF ⁴) | | | | | | | | | | | 25,3 | 19,0 | 11,3 | 17,2 | 11,8 | 16,4 |



| 105 | | 110 | | 115 | | 120 | | 125 | | 130 | | 135 | | 140 | | 145 | | 150 | | 155 | | 160 | | 165 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-----|--|-----|--|-----|--|-----|--|-----|--|-----|---------------------------------|-----|--|-----|--|-----|--|-----|--|-----|--|-----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | 30 | | 31 | | 32 | | 33 | | 34 | | 35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Planungsbeispiel | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vorlauftemperatur | | | | | | | | | | | | | 40 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Raumtemperatur | | | | | | | | | | | | | 20 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bodenbelag | | | | | | | | | | | | | R _{λ,B} = 0,5 m² · K/W | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fußbodenheizfläche | | | | | | | | | | | | | 18 m² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Wärmestromdichte | | | | | | | | | | | | | 60 W/m² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| mittl. FB-Oberflächentemperatur | | | | | | | | | | | | | 26 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| empfohlener Verlegeabstand | | | | | | | | | | | | | VA 16,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| max. Heizkreisfläche | | | | | | | | | | | | | 20,3 m² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18,0 m² sind auszulegen, darum | | | | | | | | | | | | | 1 Heizkreis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tbody> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

1) Raumtemperatur = 20 °C (Wohnräume)
 2) Raumtemperatur = 24 °C (Bäder)
 3) Verlegeabstand [cm]
 4) Max. Verlegefläche [m²]
 5) Wärmeleitwiderstand Bodenbelag

Leistungsdiagramme Fonterra Tacker 20

Heizungsleitung 20 x 2,0 mm, Zementestrich 45 mm Rohrüberdeckung



Wärmeleitwiderstand Bodenbelag

- $R_{\lambda,B} = 0,02 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bei Fliesen, 5 mm
- $R_{\lambda,B} = 0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bei Parkett, 10 mm
- $R_{\lambda,B} = 0,10 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bei Teppich, 7 mm
- $R_{\lambda,B} = 0,15 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bei Teppich, dick

Siehe auch „Bodenbeläge“ auf Seite 481.

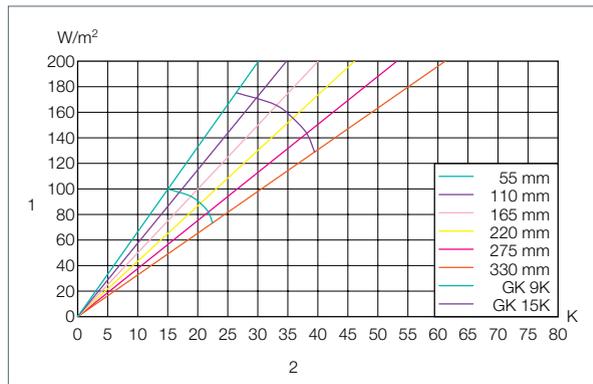


Abb. 83: $R_{\lambda,B} = 0,02 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

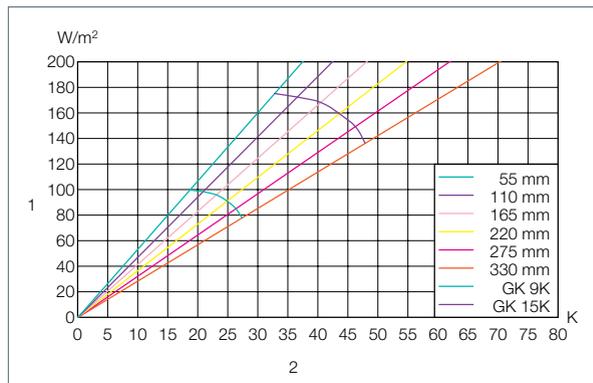


Abb. 84: $R_{\lambda,B} = 0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

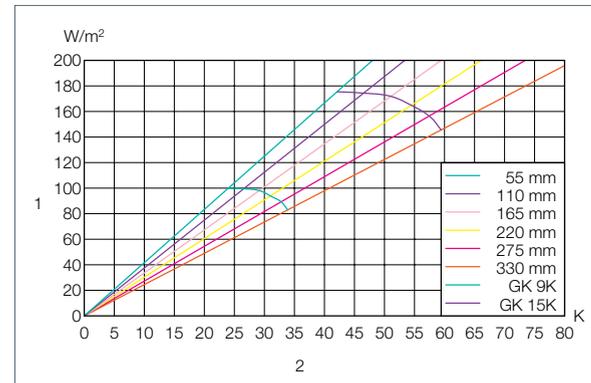


Abb. 85: $R_{\lambda,B} = 0,10 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

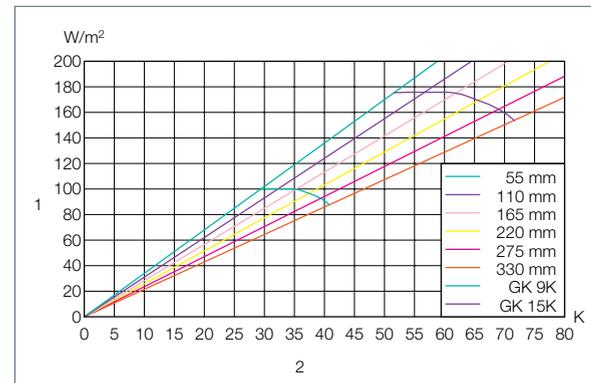


Abb. 86: $R_{\lambda,B} = 0,15 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

- 1 Wärmestromdichte [W/m^2]
- 2 Heizmittelübertemperatur [K]

7

7



Leistungsdaten Fonterra Tacker 20

| Wärmestromdichte | | | [W/m ²] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------------------|----|---------------------|------------------------|--|--|--|----|--|--|--|----|--|--|--|----|--|--|--|----|--|--|--|----|
| Mittlere Fußbodenoberflächentemperatur | 35 °C | | | 24 | | | | 25 | | | | 26 | | | | 27 | | | | 28 | | | | 29 |
| | 40 °C | | | 28 | | | | 29 | | | | 30 | | | | 31 | | | | 32 | | | | 33 |
| | Raumtemperatur δ _i [°C] | 24 | 20 | RT 24 °C ¹⁾ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | RT 20 °C ²⁾ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 50 °C | | | [°C] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Vorlauftemperatur | | | [W/m ²] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|----|----|------------------------|---|------|----------------------|------------------|----------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | RT 24 °C ¹⁾ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Raumtemperatur δ _i [°C] | 24 | 20 | 0,02 | VA ³⁾ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Bodenbelag R _{λ,B} = ⁵⁾ | 0,10 | max.VF ⁴⁾ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 0,05 | VA ³⁾ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | 0,02 | max.VF ⁴⁾ | | | | | | | | | | | | | | | |



| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|----|
| 105 | 110 | 115 | 120 | 125 | 130 | 135 | 140 | 145 | 150 | 155 | 160 | 165 | | | |
| 30 | | | 31 | | | 32 | | | 33 | | | 34 | | | 35 |

Planungsbeispiel

Vorlauftemperatur 45 °C
Raumtemperatur 20 °C
Bodenbelag R_{λ,B} = 0,5 m² · K/W
Fußbodenheizfläche 20 m²
Wärmestromdichte 70 W/m²
mittl. FB-Oberflächentemperatur 27 °C
empfohlener Verlegeabstand VA 27,5
max. Heizkreisfläche 24,3 m²
20,0 m² sind auszulegen, darum **1 Heizkreis**

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|--|--|--|
| 5,5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8,5 | 8,5 | 8,5 | 6,1 | | | | | | | | | | | | | |
| 16,5 | | | 11 | | | 5,5 | | | | | | | | | | |
| 17,8 | 12,7 | 8,4 | 14,1 | 11,4 | 8,5 | 8,5 | 8,5 | 8,1 | 6,3 | | | | | | | |
| 11 | | 5,5 | | | | | | | | | | | | | | |
| 12,6 | 8,6 | 8,5 | 8,5 | 6,4 | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | 5,5 | | | | | | | | | | | | | |
| 11,1 | 7,8 | 8,5 | 8,5 | 6,7 | | | | | | | | | | | | |
| 27,5 | 22 | | 16,5 | | | | 11 | | | | | | 5,5 | | | |
| 9,9 | 19,8 | 15,3 | 9,9 | 17,7 | 14,4 | 10,9 | 6,9 | 13,9 | 11,6 | 9,1 | 6,4 | 8,5 | | | | |
| 16,5 | | 11 | | | | 5,5 | | | | | | | | | | |
| 20,6 | 16,3 | 11,9 | 16,4 | 13,3 | 10,2 | 6,6 | 8,5 | 8,5 | 6,5 | | | | | | | |
| 11 | | 5,5 | | | | | | | | | | | | | | |
| 9,7 | 8,5 | 8,5 | | | | | | | | | | | | | | |
| 16,5 | | | 11 | | | 5,5 | | | | | | | | | | |
| 19,7 | 16,1 | 12,3 | 8,1 | 14,0 | 11,4 | 8,7 | 8,5 | 8,5 | 8,5 | 6,6 | | | | | | |

¹⁾ Raumtemperatur = 20 °C (Wohnräume)
²⁾ Raumtemperatur = 24 °C (Bäder)
³⁾ Verlegeabstand [cm]
⁴⁾ Max. Verlegefläche [m²]
⁵⁾ Wärmeleitwiderstand Bodenbelag



Aufbauhöhen Fonterra Tacker nach DIN EN 1264-4

siehe auch:
Einbausituation
gem. DIN EN 1264-4
auf Seite 447

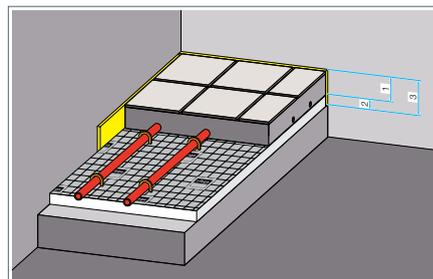
| Einbausituation gemäß DIN EN 1264-4 | Dicke Systemplatte d_{Fa} | Systemplatte | Dicke Zusatzd. d_{zD} bei WLG 035 | Dicke Zusatzd. d_{zD} bei WLG 040 | Bauwerksab- dichtung d_{BA} gem. DIN 1895 |
|---|-----------------------------------|--------------|---|---|---|
| I $R_{\lambda D} = 0,75 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ | 25 mm | 25-2 | 10 mm | 10 mm | — |
| | 30 mm | 30-2 | — | — | — |
| | 30 mm | 30-3 | 10 mm | 10 mm | — |
| | 35 mm | 35-2 | — | — | — |
| | 35 mm | 35-3 | — | — | — |
| II + III + V $R_{\lambda D} = 1,25 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ | 25 mm | 25-2 | 30 mm | 30 mm | n. E. * |
| | 30 mm | 30-2 | 20 mm | 20 mm | n. E. * |
| | 30 mm | 30-3 | 30 mm | 30 mm | n. E. * |
| | 35 mm | 35-2 | 15 mm | 15 mm | n. E. * |
| | 35 mm | 35-3 | 20 mm | 20 mm | n. E. * |
| IV $R_{\lambda D} = 2,00 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ | 25 mm | 25-2 | 50 mm | 60 mm | — |
| | 30 mm | 30-2 | 50 mm | 50 mm | — |
| | 30 mm | 30-3 | 50 mm | 60 mm | — |
| | 35 mm | 35-2 | 40 mm | 50 mm | — |
| | 35 mm | 35-3 | 50 mm | 50 mm | — |

* nach Erfordernis

Tab. 33: Aufbauhöhen Fonterra Tacker

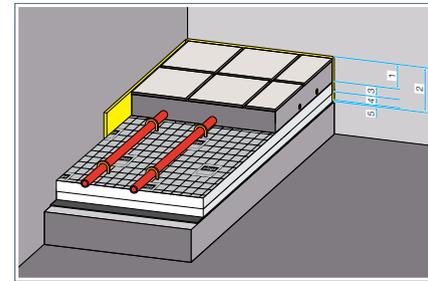
Fußbodenaufbauten nach DIN EN 1264-4

Am Beispiel Fonterra Tacker 17:



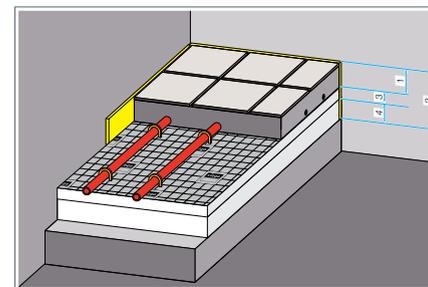
- 1 Estrichüberdeckung 45 mm
Außendurchmesser Rohr 17 mm
- 2 Höhe Systemplatte 30 mm
- 3 **Gesamthöhe 92 mm**

Tab. 34: **Einbausituation I**
(über beheiztem Raum, $R_{\lambda, \text{Dämmung}} = 0,75 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)



- 1 Estrichüberdeckung 45 mm
Außendurchmesser Rohr 17 mm
- 2 Höhe Systemplatte 30 mm
- 3 Zusatzdämmung 20 mm
- 4 Bauwerksabdichtung
nach Erfordernis
- 5 **Gesamthöhe 112 mm**

Abb. 87: **Einbausituation II + III + V**
(über unregelmäßig beheiztem Raum, über unbeheiztem Raum und gegen Erdreich,
 $R_{\lambda, \text{Dämmung}} = 1,25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)



- 1 Estrichüberdeckung 45 mm
Außendurchmesser Rohr 17 mm
- 2 Höhe Systemplatte 30 mm
- 3 Zusatzdämmung 50 mm
- 4 **Gesamthöhe 142 mm**

Abb. 88: **Einbausituation IV**
(gegen Außenluft, $R_{\lambda, \text{Dämmung}} = 2,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)

Hinweise zu den Aufbauhöhen Fonterra Tacker 17:

- Der Außendurchmesser des Rohrs wurde hier beispielhaft mit 17 mm gewählt, es stehen auch andere Rohrdurchmesser zur Verfügung. Siehe „Kurzbeschreibung der Systeme“ auf Seite 456.
- Die Rohrüberdeckung beträgt bei Zementestrichen (CT-F4) min. 45 mm, bei Fließestrichen (CAF-F4) min. 35 mm. Diese Werte gelten bei einer maximalen Nutzlast von 2 kN/m² (z. B. Wohnungsbau, Hotelzimmer, Büroflächen, Arztpraxen).
- Die Aufbauhöhe bezieht sich von Oberkante Rohfußboden bis Oberkante Estrich.
- Die Höhe der Systemplatte entspricht beispielhaft einer Standardplatte mit WLG 040, Details siehe beim jeweiligen System ab Seite 496.
- Dicke der Zusatzdämmung gemäß Einbausituation wählen.
- Bauwerkabdichtung nach Erfordernis.

siehe auch:
„Tab. 14: Übersicht
Estrichennicke
nach DIN 18560-2“
auf Seite 474

„Tab. 17: Lotrechte
Nutzlasten nach
DIN EN 1991-1-1“
auf Seite 481



Fonterra Reno

Systembeschreibung

Fußbodenheizungssystem mit 18 mm dicken Systemplatten aus Gipsfaser-material mit eingefrästen Rohrführungsnuten für die Aufnahme der Polybuten-Rohre 12 x 1,3 mm.

Durch die geringe Aufbauhöhe besonders geeignet für den Altbau- und Sanierungsbereich. Die Grundplatten in Verbindung mit Kopfplatten ermöglichen eine optimale Anpassung an die Raumgeometrie.

Für die Verarbeitung des Fonterra Reno-Systems sind drei Verarbeitungsmöglichkeiten gegeben:

- Ausbauplatte
- Direktes Verfliesen
- Vergussmasse

Bei Verlegung einer Ausbauplatte über der Reno-Systemplatte können sämtliche Bodenbeläge darauf aufgebracht werden.

Das direkte Verfliesen der Reno-Systemplatte ist besonders bei geringen Aufbauhöhen mit Fliesenbelag und kurzen Montagezeiten geeignet.

Die Weiterentwicklung des Fonterra Reno-Systems mit Vergussmasse bietet eine schnelle Begehbarkeit und Belegreife für sämtliche Bodenbeläge bei einer hohen Ebenheitstoleranz und geringen Aufbauhöhen.

Systemmerkmale

- Allgemein
 - geringes Flächengewicht
 - Trockenbausystem, keine Feuchtigkeitsbeanspruchung für die Baustanz
 - einfache und schnelle Montage der Systemplatten
 - mäanderförmige Rohrverlegung in einem Abstand von 100 mm
 - geprüfte Systemsicherheit
- Ausbauplatte
 - Gesamthöhen ab 28 mm möglich
 - für sämtliche Bodenbeläge geeignet
 - keine Wartezeiten
- Direktes Verfliesen
 - Gesamthöhen ab 21 mm möglich
 - für Fliesenbelag geeignet
 - keine Wartezeiten
- Vergussmasse
 - Gesamthöhen ab 21 mm möglich
 - für sämtliche Bodenbeläge geeignet
 - aufbringen einer Grundierung und Vergussmasse
 - Begehbarkeit nach 2 bis 4 Stunden nach Aufbringen der Vergussmasse
 - Belegreife nach 24 Stunden bei Fliesen, PVC oder Teppich und drei Tagen bei Laminat oder Parkett

Systemkomponenten

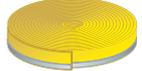
| Platten/Rohr | | |
|---|---|--|
|  Fonterra Reno-Grundplatte 62 x 100 cm |  Fonterra Reno-Kopfplatte 31 x 62 cm |  Fonterra Reno-Verteilerplatte 3-teilig |
|  Gipsfaserplatte für Restflächen 62 x 100 cm |  PB-Rohr 12 x 1,3 mm | |
| Zubehör | | |
|  Fonterra Reno-Estrichkleber |  Fonterra Reno-Grundierung |  Fonterra Reno-Vergussmasse |
|  Bewegungsfugenschutz |  Randdämmstreifen |  Schnellbauschrauben |
|  Gummirakel |  Stiftrakel |  Rohrhaspel |

Abb. 89: Systemkomponenten Fonterra Reno



Technische Daten

| | |
|--|--|
| Abmessungen Kopfplatte | 620 x 310 x 18 mm |
| Abmessungen Grundplatte | 1000 x 620 x 18 mm |
| Abmessungen Verteilerplatte dreiteilig | 620 x 310 mm je Platte |
| Material | Gipsfaser |
| Baustoffklasse | A1 nach EN 13501-1 A2 nach DIN 4102-1 |
| Gewicht Kopfplatte | ca. 15 kg/m ² |
| Gewicht Grundplatte | ca. 19 kg/m ² |
| Gewicht incl. Vergussmasse | ca. 35 kg/m ² |
| Rohrabstand | 100 mm |
| Maximal zulässige Vorlauftemperatur | 50 °C |
| Maximale Heizkreislänge | 80 m / 8 m ² |
| Feuchträume | geeignet im häuslichen Bereich * |

* Merkblatt Zentralverband des Deutschen Baugewerbes ZDB beachten

Tab. 35: Technische Daten: Systemplatten

Hinweise zur Bemessung

| | |
|--|------------------------------|
| Verlegeabstand | 10 cm |
| Maximale Heizkreislänge | 80 m/8 m ² |
| Montagezeit in Gruppenminuten/m ² | |
| direktes Verfliesen | 25 min/m ² |
| mit Ausbauplatte | 25 bis 30 min/m ² |
| mit Vergussmasse | 30 bis 35 min/m ² |

Tab. 36: Heizkreislängen und Montagezeiten Fonterra Reno



Unter Berücksichtigung der Leistung und des Druckverlusts sind abweichende Heizkreislängen möglich.



| Systemkomponenten | Modell | Bedarf pro m ² | Einheit |
|-----------------------------------|---------|-------------------------------|---------|
| PB-Rohr 12 x 1,3 mm | 1405 | 10 | m |
| Reno Grundplatte | 1238.10 | 1,6 ¹⁾ | Stk |
| Reno Kopfplatte | 1238.11 | 5,2 ²⁾ | Stk |
| Reno Verteilerplatte | 1238.12 | 1 pro Verteiler ⁵⁾ | Stk |
| Gipsfaserplatte (für Restflächen) | 1238.2 | n.E. | m |
| Randdämmstreifen 90/10 | 1456.1 | 1 | m |
| Dehnungsfugenprofil | 1275 | n.E. | m |
| Bewegungsfugenschutz 12 | 1273 | n.E. | m |
| Schnellbauschrauben 25mm | 1259 | 20 ³⁾ | Stk |
| Estrichkleber | 1237.4 | 150 ³⁾ | g |
| Vergussmasse | 1237.6 | 10 ⁴⁾ | kg |
| Grundierung | 1235.23 | 75 ⁴⁾ | g |

¹⁾ ca. 80 % Anteil an der Systemfläche

²⁾ ca. 20 % Anteil an der Systemfläche

³⁾ bei Ausführung mit Trockenbauelementen

⁴⁾ bei Ausführung mit Vergussmasse und 3 mm Schichtdicke

⁵⁾ ab 4 Heizkreisen

Tab. 37: Materialbedarf pro m² für Fonterra Reno

Planungsbeispiel (für Fonterra Reno)

| | R _{AB} | Reno mit Ausbauplatte | Reno vergossen |
|-----------------|-----------------|-----------------------|---------------------|
| Fliese | 0,00 | 50 W/m ² | 60 W/m ² |
| Parkett/Laminat | 0,05 | 38 W/m ² | 48 W/m ² |
| Holz | 0,10 | 32 W/m ² | 39 W/m ² |
| Teppich | 0,15 | 28 W/m ² | 33 W/m ² |

Tab. 38: Vergleich der Leistungswerte bei unterschiedlicher Ausführung und gleich bleibender Vorlauftemperatur (Vorlauftemperatur: 33 °C, Spreizung: 6 K, Raumtemperatur: 20 °C, Heizmittelübertemperatur: 10 K)

Leistungsdiagramme

Aus den Leistungsdiagrammen kann nach Ermittlung der Wärmestromdichte, die sich aus der ermittelten Norm-Heizlast eines Raums ergibt, die Heizmittel-übertemperatur, abhängig von dem gewählten Bodenbelag, abgelesen werden.

auf 10 mm Gipsfa-
ser-Ausbauplatte

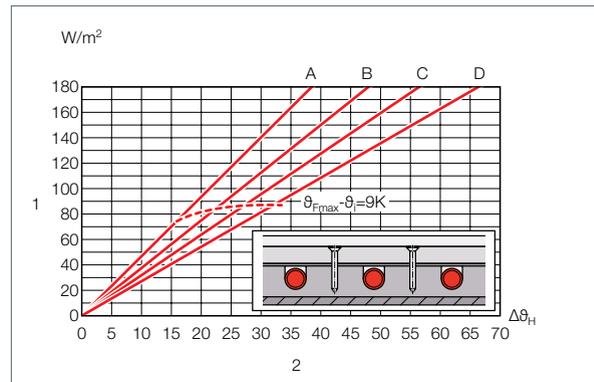


Abb. 90: Ermittlung der Heizmittelübertemperatur bei unterschiedlichen Bodenbelägen auf 10 mm Gipsfaser-Ausbauplatte

- 1 Wärmestromdichte q [W/m^2]
- 2 Heizmittelübertemperatur $\Delta\theta_H$
- A Fliesen ($R_{\lambda B} = 0$)
- B Parkett/Laminat ($R_{\lambda B} = 0,05$)
- C Teppich, mittel ($R_{\lambda B} = 0,1$)
- D Teppich, dick ($R_{\lambda B} = 0,15$)

Ablesebeispiel

1. Benötigte Wärmeleistung pro m^2 errechnen, z. B. $q = 55 W/m^2$
2. Heizmittelübertemperatur bei entsprechendem Bodenbelag aus Diagramm ablesen, z. B. bei direktem Verfliesen $\Delta\theta_H = 12 K$
3. Raumtemperatur + Heizmittelübertemperatur = Heizmitteltemperatur, z. B. $20\text{ °C} + 12 K = 32\text{ °C}$ (mittlere Heizungswassertemperatur)



Wenn Verluste an angrenzende Bereiche auftreten, die nicht in der Heizlastberechnung berücksichtigt wurden, dann müssen diese, wie bei der Fußbodenheizung üblich, durch „bereinigten Wärmebedarf plus tatsächliche Verluste“ berichtigt werden.

Ermittlung der Heizmittelübertemperatur bei Aufbringen von 3 mm Vergussmasse (Unterkonstruktion: Ausbauplatte 10 mm und Wärmedämmung EPS 040 DEO 30 mm).

mit Vergussmasse

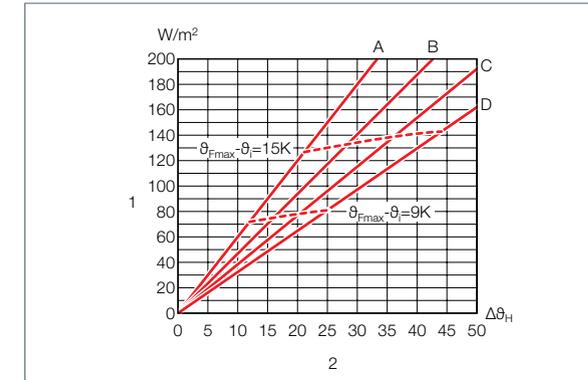


Abb. 91: Ermittlung der Heizmittelübertemperatur mit Vergussmasse bei unterschiedlichen Bodenbelägen

- 1 Wärmestromdichte q [W/m^2]
- 2 Heizmittelübertemperatur $\Delta\theta_H$
- A Fliesen ($R_{\lambda B} = 0$)
- B Parkett/Laminat ($R_{\lambda B} = 0,05$)
- C Teppich, mittel ($R_{\lambda B} = 0,1$)
- D Teppich, dick ($R_{\lambda B} = 0,15$)

bei direktem Ver-
fliesen

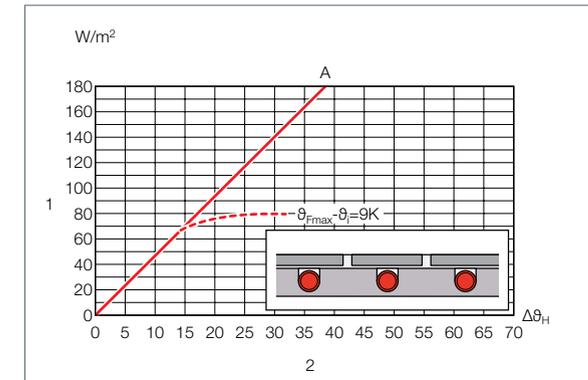


Abb. 92: Ermittlung der Heizmittelübertemperatur bei direktem Verfliesen (minimaler Systemaufbau)

- 1 Wärmestromdichte q [W/m^2]
- 2 Heizmittelübertemperatur $\Delta\theta_H$
- A Fliesen ($R_{\lambda B} = 0$)



mit Gipsfaser-Ausbauplatte

| Benötigte Wärmeleistung [W/m²] | Direktes Verfliesen | | Fliesenbelag auf 10 mm Ausbauplatte | | Parkett/Laminat auf 10 mm Ausbauplatte | | Teppich mitteldick auf 10 mm Ausbauplatte | | Teppich dick auf 10 mm Ausbauplatte | |
|--------------------------------|--------------------------|------|-------------------------------------|------|--|------|---|------|-------------------------------------|------|
| | bei Raumtemperatur, [°C] | | | | | | | | | |
| | 20 | 24 | 20 | 24 | 20 | 24 | 20 | 24 | 20 | 24 |
| 20 | 24,0 | 28,0 | 24,0 | 28,0 | 25,5 | 29,5 | 26,5 | 30,5 | 27,5 | 32,0 |
| 25 | 25,5 | 29,5 | 25,5 | 29,5 | 26,5 | 30,5 | 27,5 | 31,5 | 28,5 | 32,5 |
| 30 | 26,5 | 30,5 | 26,5 | 30,5 | 27,5 | 31,5 | 29,0 | 33,0 | 31,0 | 35,0 |
| 35 | 27,5 | 31,5 | 27,5 | 31,5 | 29,0 | 33,0 | 31,5 | 35,5 | 33,0 | 37,0 |
| 40 | 28,5 | 32,5 | 28,5 | 32,5 | 31,0 | 35,0 | 32,5 | 36,5 | 34,5 | 38,5 |
| 45 | 29,5 | 33,5 | 29,5 | 33,5 | 32,0 | 36,0 | 34,0 | 37,0 | 36,5 | 40,5 |
| 50 | 31,0 | 35,0 | 31,0 | 35,0 | 33,5 | 37,5 | 36,0 | 40,0 | 38,5 | 42,5 |
| 55 | 32,0 | 36,0 | 32,0 | 36,0 | 34,5 | 38,5 | 37,0 | 41,0 | 40,0 | 44,0 |
| 60 | 32,5 | 36,5 | 32,5 | 36,5 | 36,5 | 40,5 | 38,5 | 42,5 | 42,0 | 46,0 |
| 65 | 34,0 | 38,0 | 34,0 | 38,0 | 37,5 | 41,5 | 41,0 | 45,0 | 43,5 | 47,5 |
| 70 | 35,0 | 39,0 | 35,0 | 39,0 | 38,5 | 42,5 | 42,0 | 46,0 | 46,5 | 50,5 |
| 75 | 36,5 | 40,5 | 36,5 | 40,5 | 40,0 | 44,0 | 43,5 | 47,5 | 48,0 | 52,0 |
| 80 | 37,5 | 41,5 | 37,5 | 41,5 | 41,5 | 45,5 | 45,0 | 51,0 | 49,0 | 53,0 |
| 85 | 38,0 | 42,0 | 38,0 | 42,0 | 42,5 | 46,5 | 46,5 | 50,5 | 51,0 | 55,0 |
| 90 | 39,0 | 43,0 | 39,0 | 43,0 | 43,5 | 47,5 | 48,0 | 52,0 | 52,5 | 56,5 |
| 95 | 40,0 | 44,0 | 40,0 | 44,0 | 45,0 | 49,0 | 49,5 | 53,5 | 54,5 | 57,5 |
| 100 | 41,5 | 45,5 | 41,5 | 45,5 | 46,5 | 50,5 | 51,5 | 55,5 | 56,5 | 60,5 |
| 105 | 42,5 | 46,5 | 42,5 | 46,5 | 48,0 | 52,0 | 52,5 | 56,5 | 58,5 | 62,5 |
| 110 | 43,5 | 47,5 | 43,5 | 47,5 | 49,0 | 53,0 | 54,0 | 60,0 | 60,5 | 64,5 |
| 115 | 44,5 | 48,5 | 44,5 | 48,5 | 51,0 | 55,0 | 56,5 | 60,5 | 62,5 | 64,5 |
| 120 | 46,0 | 50,0 | 46,0 | 50,0 | 52,0 | 56,0 | 57,5 | 61,5 | 63,5 | 67,5 |

Im gelb eingefärbten Bereich liegt die Oberflächentemperatur über 29 °C bzw. 33 °C für Bäder, Duschen etc.

Tab. 39: Tabelle zur Ermittlung der mittleren Heizungswassertemperatur bei verschiedenen Bodenbelägen und Raumtemperaturen bei Fonterra Reno mit Gipsfaser-Ausbauplatte



mit Vergussmasse

| Benötigte Wärmeleistung [W/m²] | Fliesenbelag auf 3 mm Vergussmasse | | Parkett/Laminat auf 3 mm Vergussmasse | | Teppich mitteldick auf 3 mm Vergussmasse | | Teppich dick auf 3 mm Vergussmasse | |
|--------------------------------|------------------------------------|------|---------------------------------------|------|--|------|------------------------------------|------|
| | bei Raumtemperatur, [°C] | | | | | | | |
| | 20 | 24 | 20 | 24 | 20 | 24 | 20 | 24 |
| 20 | 23,5 | 27,5 | 24,0 | 28,0 | 25,0 | 29,0 | 26,5 | 30,5 |
| 25 | 24,0 | 28,0 | 25,5 | 29,5 | 26,5 | 30,5 | 27,5 | 31,5 |
| 30 | 25,0 | 29,0 | 26,5 | 30,5 | 27,5 | 31,5 | 28,5 | 32,5 |
| 35 | 25,0 | 29,5 | 27,5 | 31,5 | 28,5 | 32,5 | 30,0 | 34,0 |
| 40 | 26,5 | 30,5 | 28,5 | 32,5 | 30,5 | 34,5 | 32,0 | 36,0 |
| 45 | 27,5 | 31,5 | 29,0 | 33,0 | 31,5 | 35,5 | 33,0 | 37,0 |
| 50 | 28,5 | 32,5 | 31,0 | 35,0 | 33,0 | 37,0 | 35,5 | 39,5 |
| 55 | 29,0 | 33,0 | 32,0 | 35,0 | 34,0 | 38,0 | 37,0 | 41,0 |
| 60 | 30,0 | 34,0 | 32,5 | 36,5 | 35,5 | 39,5 | 38,5 | 42,5 |
| 65 | 31,0 | 35,0 | 33,0 | 37,0 | 37,0 | 41,0 | 40,0 | 44,0 |
| 70 | 31,5 | 35,5 | 35,0 | 39,0 | 38,5 | 42,5 | 41,5 | 45,5 |
| 75 | 32,5 | 36,5 | 36,0 | 40,0 | 40,0 | 44,0 | 43,0 | 47,0 |
| 80 | 33,5 | 37,5 | 37,0 | 41,0 | 41,0 | 45,0 | 44,5 | 48,5 |
| 85 | 34,5 | 38,5 | 38,0 | 42,0 | 42,0 | 46,0 | 46,0 | 50,0 |
| 90 | 35,0 | 39,0 | 39,0 | 43,0 | 43,5 | 47,5 | 48,0 | 52,0 |
| 95 | 36,0 | 40,0 | 40,5 | 44,5 | 45,0 | 49,0 | 49,5 | 53,5 |
| 100 | 36,5 | 40,5 | 41,5 | 45,5 | 46,5 | 50,5 | 51,0 | 55,0 |
| 105 | 37,5 | 41,5 | 42,5 | 46,5 | 47,5 | 51,5 | 52,5 | 56,5 |
| 110 | 38,5 | 42,5 | 43,5 | 47,5 | 48,5 | 52,5 | 54,0 | 58,0 |
| 115 | 39,0 | 43,0 | 45,0 | 49,0 | 50,0 | 54,0 | 55,0 | 59,0 |
| 120 | 40,0 | 44,0 | 46,0 | 50,0 | 51,5 | 55,5 | 56,5 | 60,5 |

Im gelb eingefärbten Bereich liegt die Oberflächentemperatur über 29 °C bzw. 33 °C für Bäder, Duschen etc.

Tab. 40: Tabelle zur Ermittlung der mittleren Heizungswassertemperatur bei verschiedenen Oberböden und Raumtemperaturen bei Fonterra Reno mit Vergussmasse

7

7



Fußbodenkonstruktionen mit Dämmung gemäß DIN EN 1264-4

Um Wärmeverluste an angrenzende Bereiche zu minimieren oder Geräuschbelastigungen zu verhindern, müssen Fußbodenaufbauten entsprechend den Anforderungen der DIN EN 1264 ausgeführt sein, siehe auch Tab. 4 auf Seite 447.



Ein ebener Untergrund ist für die Verarbeitung von Fonterra Reno besonders wichtig. Die Ebenheitstoleranzen nach DIN 18202 Zeile 3 müssen eingehalten werden, siehe hierzu auch „Ebenheitstoleranzen“ auf Seite 469.

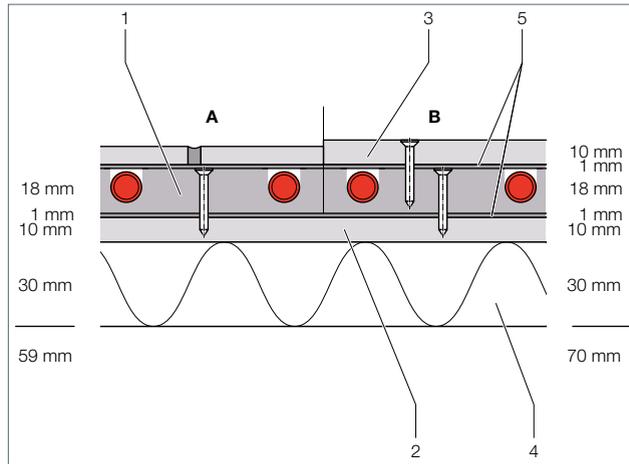


Abb. 93: **Einbausituation I**
(über beheiztem Raum, R_{λ} , Dämmung = $0,75 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| A Fliesen | 4 Polystyrol EPS 040 DEO (max. 30 mm) |
| B sonstige Oberböden | 5 Fonterra Reno-Estrichkleber |
| 1 Fonterra Reno-Systemplatte | |
| 2 Gipsfaser-Ausbauplatte | |
| 3 Gipsfaser-Ausbauplatte (min. 10 mm) | |

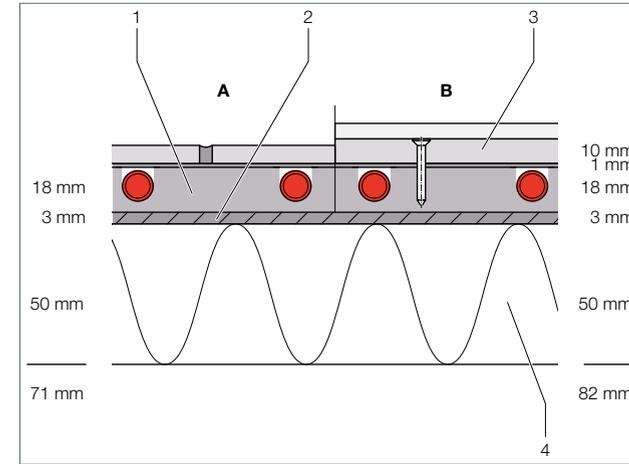


Abb. 94: **Einbausituation II + III + V**
(über unregelmäßig beheiztem Raum, über unbeheiztem Raum und gegen Erdreich, R_{λ} , Dämmung = $1,25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| A Fliesen | 3 Gipsfaser-Ausbauplatte (min. 10 mm) |
| B sonstige Oberböden | 4 Hartschaumträgerplatte (50 mm) |
| 1 Fonterra Reno-Systemplatte | |
| 2 Flexkleber (z. B. PCI-Nanolight) | |

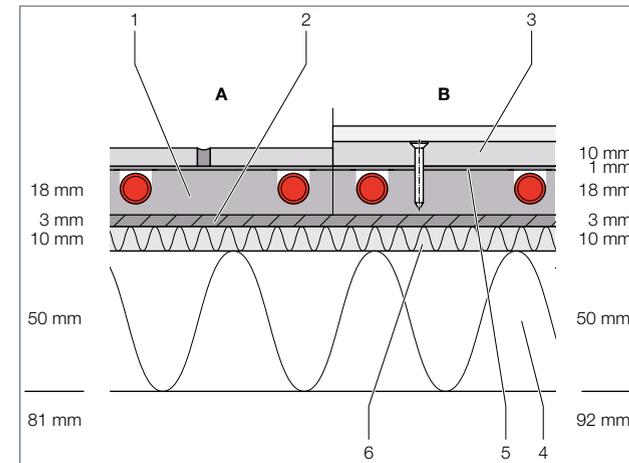


Abb. 95: **Einbausituation IV**
(gegen Außenluft, R_{λ} , Dämmung = $2,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)

- | | |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| A Fliesen | 4 Dämmung, z. B. PUR (53 mm) |
| B sonstige Oberböden | 5 Fonterra Reno-Estrichkleber |
| 1 Fonterra Reno-Systemplatte | 6 Hartschaumträgerplatte (10 mm) |
| 2 Flexkleber (z. B. PCI-Nanolight) | |
| 3 Gipsfaser-Ausbauplatte (min. 10 mm) | |

Beispielhafte Sonderaufbauten auf Ausbauplatte bzw. mit Vergussmasse
 Besonders bei Renovierungen werden oft Sonderaufbauten mit **reduzierten Dämmschichten oder vorhandener Dämmung** eingesetzt.

Diese entsprechen allerdings **nicht** den Anforderungen des GEG und der DIN EN 1264-4 und müssen deshalb im Einzelnen abgestimmt bzw. vereinbart werden.

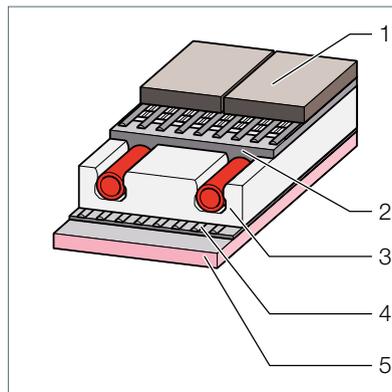
Nachfolgend sind nur einige beispielhafte Aufbaumöglichkeiten dargestellt. Weitere Kombinationsmöglichkeiten können mit Viega abgestimmt werden.



Beachten Sie beim Bodenaufbau die jeweiligen Nutzlasten, siehe auch Seite 480.

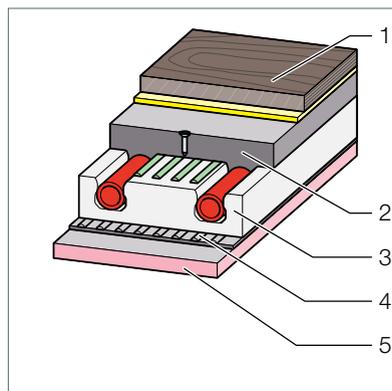
Sonderaufbauten nicht nach DIN 1264-4 bzw. GEG

Bodenaufbau auf Hartschaumträgerplatte:



- 1 Fliesenbelag
- 2 Flexkleber mit Armierungsgewebe (min. 3 mm)
- 3 Fonterra Reno-Systemplatte (18 mm)
- 4 Flexkleber z. B. PCI-Nanolight (3 mm)
- 5 Hartschaumträgerplatte (min. 6 mm)

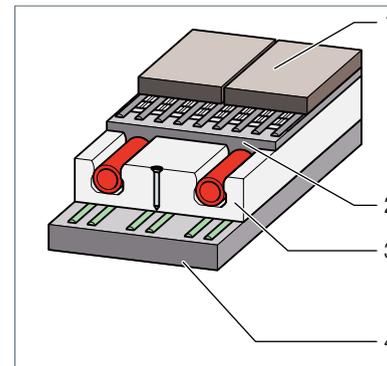
Abb. 96: Bodenaufbau auf Hartschaumträgerplatte mit direktem Verfliesen



- 1 Bodenbelag mit Klebstoffschicht
- 2 Gipsfaser-Ausbauplatte (10 mm)
- 3 Fonterra Reno-Systemplatte (18 mm)
- 4 Flexkleber z. B. PCI-Nanolight (3 mm)
- 5 Hartschaumträgerplatte (min. 6 mm)

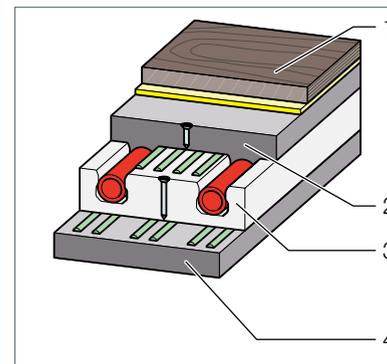
Abb. 97: Bodenaufbau auf Hartschaumträgerplatte bei sonstigen Bodenbelägen auf Ausbauplatte

Bodenaufbau auf Gipsfaser-Ausbauplatte:



- 1 Fliesenbelag
- 2 Flexkleber mit Armierungsgewebe (min. 3 mm)
- 3 Fonterra Reno-Systemplatte (18 mm)
- 4 Gipsfaser-Ausbauplatte (min. 10 mm) mit Fonterra Reno-Estrichkleber

Abb. 98: Bodenaufbau auf Gipsfaser-Ausbauplatte bei direktem Verfliesen

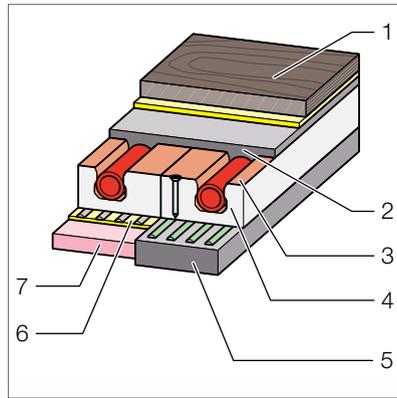


- 1 Bodenbelag mit Klebstoffschicht
- 2 Gipsfaser-Ausbauplatte (10 mm)
- 3 Fonterra Reno-Systemplatte mit Fonterra Reno-Estrichkleber (18 mm)
- 4 Gipsfaser-Ausbauplatte (min. 10 mm) mit Fonterra Reno-Estrichkleber

Abb. 99: Bodenaufbau auf Gipsfaser-Ausbauplatte bei sonstigen Bodenbelägen auf Ausbauplatte



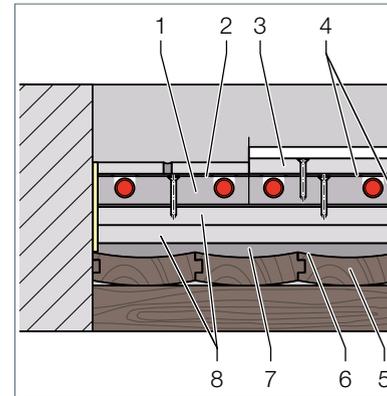
Bodenaufbau bei Vergussmasse:



- 1 Bodenbelag und Klebstoffschicht
- 2 Vergussmasse (min. 3mm)
- 3 Grundierung
- 4 Fonterra Reno-Systemplatte (18 mm)
- 5 Gipsfaser-Ausbauplatte (min. 10 mm) mit Fonterra Reno-Estrichkleber
- 6 Flexkleber (3 mm)
- 7 Hartschaumträgerplatte (min. 6 mm)

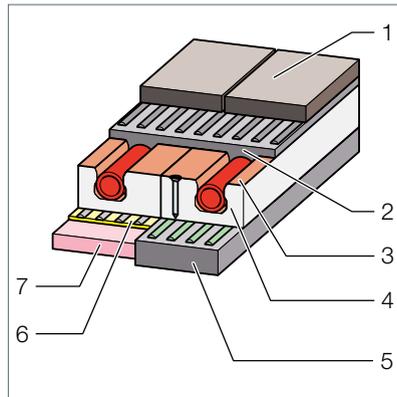
Abb. 100: Bodenaufbau mit Vergussmasse bei sonstigen aufgeklebten Bodenbelägen

Bodenkonstruktion auf vorhandener Dielung:



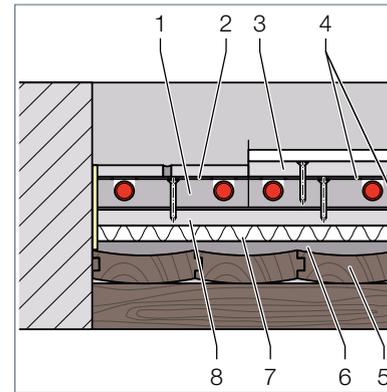
- 1 Fonterra Reno-Systemplatte (18 mm)
- 2 Flexkleber mit Armierungsgewebe (min. 3 mm)
- 3 Gipsfaser-Ausbauplatte (10 mm)
- 4 Fonterra Reno-Estrichkleber
- 5 Altbaudielen
- 6 Abdeckfolie als Rieselschutz
- 7 Schüttung
- 8 Gipsfaser-Estrichelement (2 x 10 mm)

Abb. 102: Bodenkonstruktion auf Dielenboden mit Gipsfaser-Estrichelement und Schüttung



- 1 Fliesenbelag und Klebstoffschicht
- 2 Vergussmasse (min. 3 mm)
- 3 Grundierung
- 4 Fonterra Reno-Systemplatte (18 mm)
- 5 Gipsfaser-Ausbauplatte (min. 10 mm) mit Fonterra Reno-Estrichkleber
- 6 Flexkleber (3 mm)
- 7 Hartschaumträgerplatte (min. 6 mm)

Abb. 101: Bodenaufbau mit Vergussmasse bei direktem Verfliesen



- 1 Fonterra Reno-Systemplatte (18 mm)
- 2 Flexkleber mit Armierungsgewebe (min. 3 mm)
- 3 Gipsfaser-Ausbauplatte (10 mm)
- 4 Fonterra Reno-Estrichkleber
- 5 Altbaudielen
- 6 Nivelliermasse
- 7 Dämmung EPS DEO (max. 30 mm)
- 8 Gipsfaser-Ausbauplatte (10 mm)

Abb. 103: Bodenkonstruktion auf Dielenboden mit Dämmung und Nivelliermasse



Fonterra Side 12

Systembeschreibung

Das Wandheizungssystem Fonterra Side 12 eignet sich hervorragend für den Einsatz in modernen Niedrigenergiehäusern. Neben dem Einsatz in Wohngebäuden ist Fonterra Side 12 auch prädestiniert für Sporthallen, Krankenhäuser, Kindertagesstätten etc.

Die damit verbundene Reduzierung der Unfallgefahr, keine verstellten Flächen und die Behaglichkeit sprechen dafür. Auch bei Altbaurenovierung überzeugt Fonterra Side 12 mit praxisnahen Montagemöglichkeiten, z. B. beim Ausbau von Dachgeschossen. Hierbei können zwei Arbeitsschritte vereint werden: die Heizungs-Installation und der Trockenbau.

Das Trockenbausystem besteht aus 18 mm dicken Systemelementen aus Gipsfasermaterial mit integrierten Polybuten-Rohren 12 x 1,3 mm.

Die Wandheizungsrohre sind werkseitig in den Systemelementen eingespachtelt und können so direkt auf eine Unterkonstruktion montiert werden. Die Befestigung der Wandelemente erfolgt im Abstand von 31 cm auf einer für den trockenen Innenausbau geeigneten Unterkonstruktion. Für Fensterbrüstungen oder andere Sonderfälle sind verschiedene Plattengrößen verfügbar.

Die glatte Seite wird zum Raum hin montiert und nach dem Verspachteln der Fugen kann das Systemelement gestrichen, tapeziert, verflieset oder verputzt werden.

Maximal 5-m²-Wandheizplatten können in Reihenschaltung direkt an den Verteiler angeschlossen werden.

Geeignet für Betriebstemperaturen bis maximal 50 °C.

Systemmerkmale

- Einfache Montage durch Systemplatten für Fensterbrüstung oder Wandflächen in verschiedenen Größen
- Montage der Systemplatten auf einer geeigneten Unterkonstruktion im Abstand von 31 cm
- Aufbauhöhe Systemplatte 18 mm, zuzüglich Unterkonstruktion und Wandverkleidung
- Wandheizplatte mit integrierten Heizungsleitungen
- Sauerstoffdichtes Polybuten-Rohr 12 x 1,3 mm
- Kühlen ist mit Fonterra-Wandheizungssystemen möglich.
- Vorlauftemperatur max. 50 °C, optimale Wandflächentemperatur ca. 35 bis 40 °C
- Anschluss der Systemplatten in Reihenschaltung bis ca. 5 m² an Verteiler
- Einfache Verbindung der Systemplatten mit Pressverbinder im Bodenaufbau oder im Freibereich der Unterkonstruktion
- Oberflächenbehandlungen wie Farbanstriche, Tapeten, Strukturputze und Fliesen sind problemlos möglich.
- Auffinden der Wandheizungsrohre mithilfe von Temperaturfolie möglich



Systemkomponenten

| Platten/Rohr | | |
|---|---|--|
|  Fonterra Side-Wandheizplatte |  Fonterra Side-Wandheizplatte 70 % belegt |  Gipsfaserplatte für Restflächen |
| Zubehör | | |
|  Kupplung mit SC-Contur |  Anschlussverschraubung |  Schnellbauschrauben |
|  Fugenkleber |  PB-Rohr 12 x 1,3 mm | |

Tab. 41: Systemkomponenten

Systembedarf

| Systemkomponenten | Modell | Bedarf pro m ² | Einheit |
|-----------------------------------|--------|---------------------------|----------------|
| PB-Rohr 12 x 1,3 mm | 1405 | n.E.* | m |
| PB-Rohr 12 x 1,3 mm im Schutzrohr | 1203 | n.E.* | m |
| Side Wandheizplatte 2000 x 620 mm | 1237 | 0,8 | Stk |
| Side Wandheizplatte 2000 x 310 mm | 1237 | 1,6 | Stk |
| Side Wandheizplatte 1000 x 620 mm | 1237.1 | 1,6 | Stk |
| Gipsfaserplatte | 1237.2 | n.E. | m ² |
| Fugenkleber | 1237.3 | 200 ml/m Fuge | ml |
| Schnellbauschrauben 45 mm | 1259 | 25 | Stk |
| Rohrführungsbogen 12 | 1272 | 2 pro Kreis | Stk |
| Kupplung 12 | 1223 | n.E. | Stk |

* für Zuleitungen für Vor- und Rücklauf

Tab. 42: Materialbedarf pro m² für Fonterra Side 12

| Verlegedaten für Fonterra Side 12 | |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| Maximale Heizkreisfläche | 5 m ² bzw. 80 m* |
| Montagezeit in Gruppenminuten | 20 min/m ² |

* Anbindeleitungen zum Verteiler sind zu berücksichtigen

Tab. 43: Heizkreisfläche bzw. -länge und Montagezeiten Fonterra Side 12

Technische Daten Systemplatten

| | |
|----------------------------------|---|
| Abmessungen B x H x D | z. B. 620 x 2000 x 18 mm |
| Material | Gipsfaser |
| Baustoffklasse | A1 nach EN 135011 A2 nach DIN 41021 |
| Gewicht | 21,5 kg/m ² |
| Rohrabstand | 75 mm |
| Max. zulässige Vorlauftemperatur | 50 °C |
| Max. Heizkreislänge | 80 m/5 m ² |
| Bewegungsfuge | ab 6,5 m aktiver Fläche |
| Feuchträume | geeignet im häuslichen Bereich ^[1] |

Tab. 44: Technische Daten Systemplatten Fonterra Side 12

Hinweise zur Bemessung

Das GEG betrifft die Wandheizung bzgl. der Ausführung der Außenwände bzw. Dachschrägen oder Wände gegen unbeheizte Räume oder gegen Erdreich. Wenn bei beheizten Räumen Wände an unbeheizte Räume grenzen und diese ersetzt oder erstmalig eingebaut oder in einer Weise erneuert werden, dass Dämmschichten eingebaut werden, dann müssen die in Anlage 7 GEG festgesetzten Maximalwerte eingehalten werden.

| | | |
|----------|--|----------------------------|
| Zeile 1a | Außenwände und Dachschrägen | 0,24 W/(m ² ·K) |
| Zeile 5a | Dachflächen | 0,24 W/(m ² ·K) |
| Zeile 6a | Wände gegen unbeheizte Räume oder gegen Erdreich | 0,30 W/(m ² ·K) |

Tab. 45: Auszug aus GEG Anlage 7 (zu § 48)

Eine zusätzliche Wärmedämmung hinter der Wandheizung ist bei Einhaltung der oben genannten Werte nicht erforderlich. Wenn dennoch eine zusätzliche Dämmung erwünscht ist, z. B. bei Innenwänden gegen Räume mit wesentlich niedrigeren Innentemperaturen, dann können z. B. Holzweichfaserplatten zwischen der Lattung montiert werden.

[1] Hierbei das Merkblatt 5, Bundesverband der Gipsindustrie e. V., „Bäder und Feuchträume im Holz- und Trockenbau“, und Datenblatt Zentralverband des deutschen Baugewerbes ZDB beachten

Außenwände sollten nur auf der „kalten Seite“ gedämmt werden, also an der Außenseite der Außenwand, z. B. durch Aufbringen eines Volldämmschutzes.

Innendämmungen von Außenwänden sind z. B. bei Renovierungen von Fachwerkhäusern sinnvoll. Sie verlangen aber wegen der damit verbundenen Verschiebung des Taupunkts nach innen größere Fachkenntnis (z. B. Einsatz geeigneter Dampf-/Feuchtigkeitssperren), um zu verhindern, dass feuchte Innenluft hinter die Dämmschicht gelangt und kondensiert.



Wenn allgemein bei Renovierungen gemäß Anlage 7 GEG Maßnahmen ausgeführt werden und die Dämmschichtdicke im Rahmen dieser Maßnahmen aus technischen Gründen begrenzt ist, dann gelten die Anforderungen als erfüllt, sofern die nach anerkannten Regeln der Technik höchstmögliche Dämmschichtdicke (bei einem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(m·K) eingebaut wird.

Wandaufbauten

Fonterra Side 12-Systemplatten können auf allen geeigneten, ausreichend tragfähigen Wänden, auf einer bauseitig ausgeführten Unterkonstruktion montiert werden.

Die raumseitige Systemfläche dient als wärmeübertragende und wärmeverteilende Fläche.

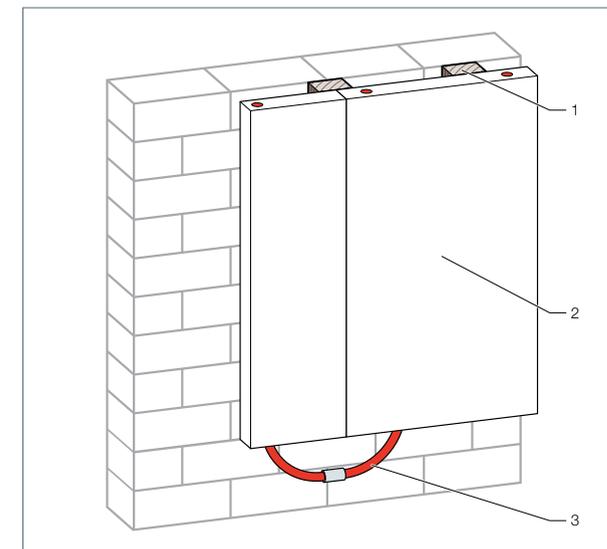


Abb. 104: Wandaufbau Fonterra Side 12

- 1 Unterkonstruktion
- 2 Side 12-Systemplatte
- 3 PB-Rohr 12 x 1,3 mm

Bei dem Einbau einer Wandheizung in Gebäude müssen u. a. folgende bauliche Gegebenheiten beachtet werden:

- Freie, verfügbare Wandfläche
- Durch Möbel großflächig verstellte Flächen
- Beschaffenheit des Untergrunds
- Vorhandene Installationen

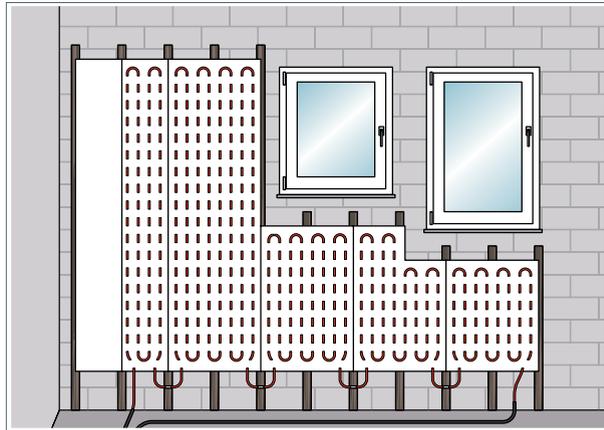


Abb. 105: Flexible Montagemöglichkeiten zur Anpassung an bauliche Gegebenheiten

Verlegebeispiel

Für eine überschlägige Auslegung des benötigten Wandheizfelds empfiehlt Viega folgende Vorgehensweise:

- Vorlauftemperatur wählen. Abhängig vom System ist eine Vorlauftemperatur zwischen 25 und 50 °C möglich, die für das gesamte Objekt gilt.
- Berechnung der Heizmittelübertemperatur (siehe Ablesebeispiel Leistungsdiagramm).
- Auslegung mit Fonterra Side 12-Leistungsdiagramm. Ablesen der Wärmeleistung in den Raum, Ermittlung des benötigten Wandheizfelds.
- Überprüfung der maximalen Heizkreisfläche, Ermittlung der Verteilerabgänge
- Berechnung des tatsächlichen Massenstroms, Überprüfung der Druckverluste, Berechnung der Ventileinstellungen



Für eine größere Behaglichkeit sollte die mittlere Heizflächen-temperatur 40 °C nicht überschreiten.

Annahmen

- Wohngebäude:
 - Neubau „Niedrigenergiehaus“
- Wärmebedarf:
 - ca. 45 W/m²
- Heizungs-Installation:
 - Wärmeerzeuger Vorlauftemperatur = 42 °C, Rücklauftemperatur = 37 °C
- Auszulegender Raum:
 - Wohnzimmer mit 45 m² Wandumfassungsfläche und 25 m² Grundfläche (4,65 m x 5,38 m), Raumhöhe 2,75 m, Raumtemperatur 20 °C
- Außenwand:
 - U-Wert = 0,20 W/(m² · K), Ziegelmauerwerk
 - Wandfläche für Wandheizung B x H = 4,65 x 2,75 (2,0) m (inkl. 1 Fenster 1,2 x 1,0 m) und 5,38 x 2,75 (2,0) m (inkl. 1 Tür 1,8 m x 2,02 m)
- Wandheizungssystem:
 - Fonterra Side 12

Musterraum

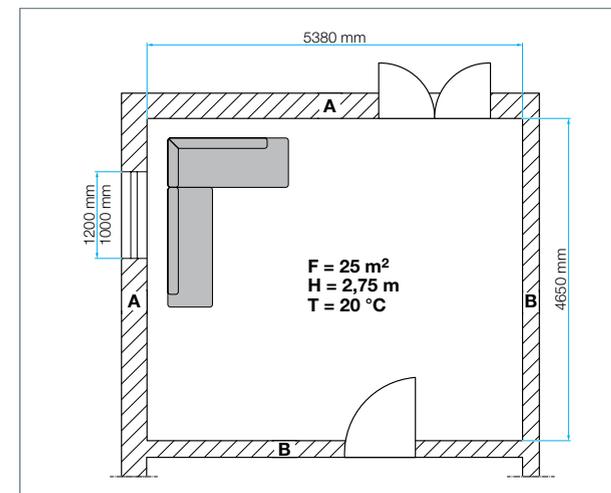


Abb. 106: Musterraum

- A Außenwand
- B Innenwand
- F Fläche
- H Raumhöhe (Rohbaumaß)
- T Raumtemperatur

Berechnung

- Raumwärmebedarf aus Heizlastberechnung übernehmen:
 - Wärmebedarf Raum = 25 m² x 45 W/m² = 1125 W
- Leistung Side 12 in W/m²:
 - T_m = 39,5 °C abzüglich RT 20 °C = 19,5 K (Heizmittelübertemp.) gemäß Diagramm bei 19,5 K > 118 W/m²
- Benötigtes Wandheizfeld:
 - 1125 W / 118 W/m² = 9,5 m² Fonterra Side 12
- Anzahl der Heizkreise:
 - max. 5 m² pro Heizkreis (Verteilerabgang) > 2 Heizkreise

- Aufteilung des Wandheizfelds Fonterra Side 12:
 belegbare Fläche Außenwand:
 $B = 4,65 \text{ m}$, $H = 2,0 \text{ m}$
 $F = 9,3 \text{ m}^2 - 1,20 \text{ m}^2 \text{ (Fenster)} = 8,1 \text{ m}^2$ und
 $B = 5,38 \text{ m}$, $H = 2,0 \text{ m}$
 $F = 10,76 \text{ m}^2 - 3,64 \text{ m}^2 \text{ (Tür)} = 7,12 \text{ m}^2$
 $F_{\text{gesamt}} = 15,22 \text{ m}^2$ (benötigt $9,5 \text{ m}^2$)

Mögliche Systemplattenanordnung, siehe Abb. 107 und Abb. 108.

i Wenn möglich sollte die Vorlauftemperatur der Heizungsanlage so niedrig wie möglich gewählt werden. Durch die daraus resultierende großflächige Belegung der Heizflächen können Strahlungsasymmetrien vermieden und der Behaglichkeitsfaktor erhöht werden.

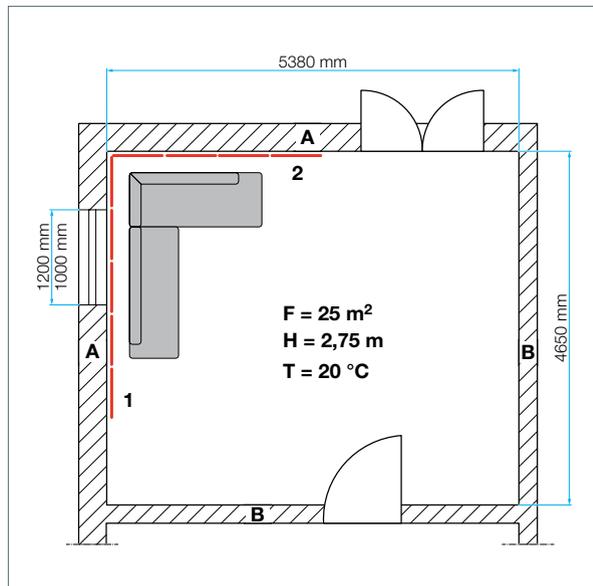


Abb. 107: Mögliche Anordnung der benötigten Wandheizplatten

- | | |
|-------------|------------------------------------|
| A Außenwand | 1 Heizkreis 1 = $4,58 \text{ m}^2$ |
| B Innenwand | 2 Heizkreis 2 = $4,96 \text{ m}^2$ |

i Die im Beispiel angegebene Anordnung der Wandheizplatten ist nur beispielhaft und sollte mit dem Bauherrn hinsichtlich der Möblierung etc. abgestimmt werden. Um ein behagliches Raumklima zu schaffen, wurde hier die Lage an der Außenwand und hinter der Couchhecke gewählt.

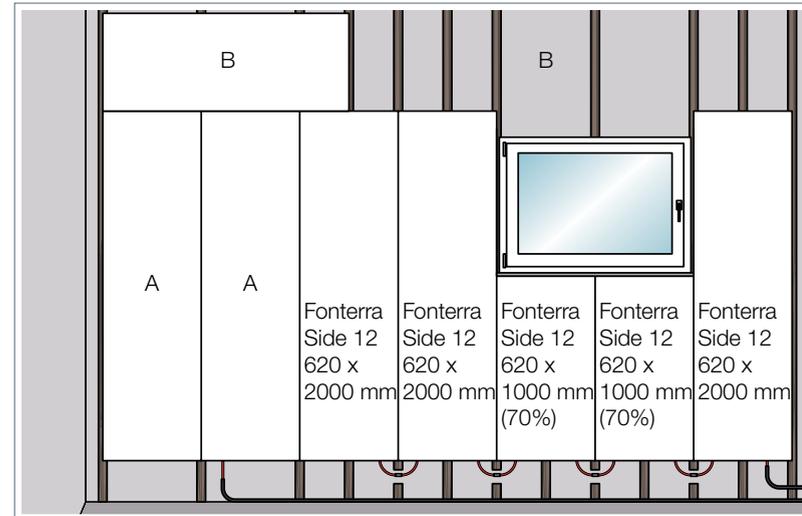


Abb. 108: Musterraum mit möglicher Systemplattenanordnung (Wandansicht Heizkreis 1)

- A Gipsfaserplatte $620 \times 2000 \text{ mm}$
- B Gipsfaserplatte zugeschnitten

Leistungsdaten

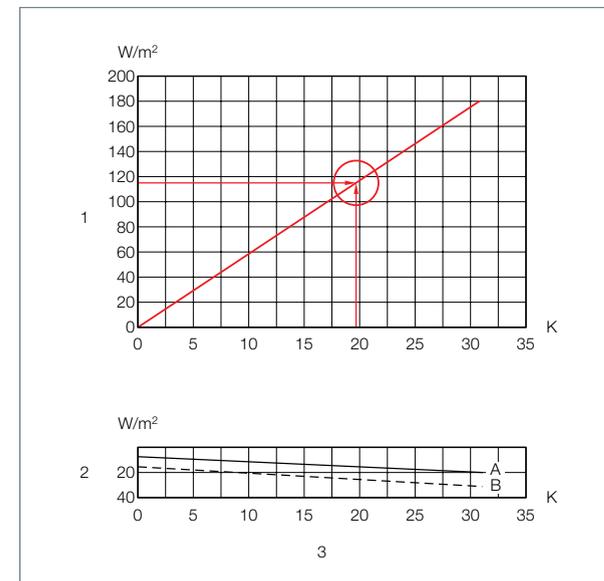


Abb. 109: Leistungsdiagramm Fonterra Side 12

- 1 Wärmeeleistung in den Raum q_i in $[\text{W}/\text{m}^2]$
- 2 Abgabe durch die Außenwand q_a^* in $[\text{W}/\text{m}^2]$
- 3 Heizmittelübertemperatur $\Delta\theta H$ im $[\text{K}]$
- A Wand, $k = 0,35 \text{ W}/\text{m}^2$
- B Wand, $k = 0,50 \text{ W}/\text{m}^2$



Ablesebeispiel Leistungsabgabediagramm

- Mittlere Heizungswassertemperatur errechnen.

$$\frac{\text{Vorlauftemperatur} + \text{Rücklauftemperatur}}{2} \quad \text{z. B.} \quad \frac{42 \text{ °C} + 37 \text{ °C}}{2} = 39,5 \text{ °C}$$

- Raumtemperatur abziehen.
z. B. $39,5 \text{ °C} - 20 \text{ °C} = 19,5 \text{ °C}$
- Ergebnis ist die Heizmittelübertemperatur.
z. B. $19,5 \text{ °K}$ (Wert für Diagramm)

Leistung q_i aus Diagramm ablesen

z. B. 118 W/m^2 bei $19,5 \text{ °K}$ = Wärmeabgabe in den Raum



Fonterra Side 12 Clip

Systembeschreibung

Das Wandheizungssystem Fonterra Side 12 Clip eignet sich hervorragend für den Einsatz in modernen Niedrigenergiehäusern. Neben dem Einsatz in Wohngebäuden ist das System auch prädestiniert für Sporthallen, Krankenhäuser, Schwimmbäder etc.

Die damit verbundene Reduzierung der Unfallgefahr, keine verstellten Flächen und die Behaglichkeit sprechen dafür. Auch bei Altbaurenovierungen überzeugt Fonterra Side 12 Clip mit praxisnahen Montagemöglichkeiten, z. B. durch die flexible Montagemöglichkeit der Systemrohre.

Fonterra Side 12 Clip ist ein Wandheizungssystem zum Einputzen auf Massivwände aus Ziegelstein, Beton, Sandstein etc.

Das Polybuten-Wandheizungsrohr wird auf Klemmschienen montiert und mäanderförmig verlegt. Die notwendige Putzüberdeckung beträgt mindestens 10 mm bei Gipsputzen unter Verwendung von Armierungsgewebe zur Vermeidung von Rissbildung.

Das maximale Wandheizfeld beträgt pro Heizkreis 6 m^2 bzw. 80 m inklusive Anbindeleitungen.

Abhängig vom gewählten Putzsystem sind Vorlauftemperaturen bis 70 °C möglich. Für eine größere Behaglichkeit sollten aber 45 °C nicht überschritten werden.

Systemmerkmale

- Montage an Massivwände aus Ziegelstein, Beton, Sandstein etc. möglich
- Als Nasssystem für Gips-, Kalk-, Lehm- oder Zementputz geeignet
- Gesamtputzdicke z. B. bei Gipsputzen 26 mm
- Aufgrund flexibler Verlegungsmöglichkeiten können auch individuelle Raumgeometrien belegt werden.
- Betriebstemperaturen $\leq 50 \text{ °C}$ bei Gipsputzen
- Sauerstoffdichtes PB-Heizleitungsrohr nach DIN 4726
- Anbindemöglichkeit der Wandheizfelder bis 6 m^2 bzw. 80 m direkt an den Heizkreisverteiler
- Sichere Rohrfixierung durch Klemmschiene, im Bogenbereich mit Nagelrundscheiben
- Montagefreundlich durch schnelle und flexible Rohrverlegung
- Kühlen ist mit Fonterra-Wandheizungssystemen möglich.
- Auffinden der Wandheizungsrohre mithilfe von Temperaturfolie möglich





Systemkomponenten

| Klemmschiene/Befestigung | | |
|--|---|---|
|  Fonterra Side 12-Klemmschiene |  Nagel-Rundschellen |  Schlagdübel |
| PB-Rohr und Verbinder | | |
|  PB-Rohr 12 x 1,3 mm |  Klemmverbindung | |

Tab. 46: Systemkomponenten

Systembedarf

| Verlegedaten für Fonterra Side 12 Clip | |
|--|-----------------------------|
| Rohrabstand | 10,0 cm |
| Rohrbedarf | 10 m/m ² |
| Max. Heizkreisfläche | 6 m ² bzw. 80 m* |
| Montagezeit in Gruppenminuten | 8 bis 9 min/m ² |

* Anbindelängen zum Verteiler berücksichtigen

Tab. 47: Rohrbedarf und Montagezeiten

| Systemkomponenten | Modell | Bedarf pro m ² | Einheit |
|-----------------------------------|--------|---------------------------|---------|
| PB-Rohr 12 x 1,3 mm | 1405 | 10 | m |
| PB-Rohr 12 x 1,3 mm im Schutzrohr | 1203 | n.E. | m |
| Klemmschiene 12mm | 1234 | 2,5 | m |
| Schlagdübel 35-6 | 1239.2 | 15 | Stk |
| Nagel-Rundschelle | 1239.4 | 5 | Stk |
| Fensterbauschrauben | 1259.1 | 15 | Stk |

Tab. 48: Materialbedarf pro m² für Fonterra Side 12 Clip

Hinweise zur Bemessung

Wenn bei beheizten Räumen Wände an unbeheizte Räume grenzen und diese ersetzt oder erstmalig eingebaut oder in einer Weise erneuert werden, dass Dämmschichten eingebaut werden, müssen die in Anlage 7 (§ 48 GEG) festgesetzten Maximalwerte eingehalten werden.

| | | |
|----------|--|----------------------------|
| Zeile 1a | Außenwände und Dachschrägen | 0,24 W/(m ² ·K) |
| Zeile 5a | Dachflächen | 0,24 W/(m ² ·K) |
| Zeile 6a | Wände gegen unbeheizte Räume oder gegen Erdreich | 0,30 W/(m ² ·K) |

Tab. 49: Auszug aus GEG Anlage 7 (zu § 48)

Eine zusätzliche Wärmedämmung hinter der Wandheizung ist bei Einhaltung der oben genannten Werte nicht erforderlich. Wenn dennoch eine zusätzliche Dämmung erwünscht ist, z. B. bei Innenwänden gegen Räume mit wesentlich niedrigeren Innentemperaturen, dann können z. B. Holzweichfaserplatten unter den Wandheizungsrohren montiert werden.

Außenwände sollten nur auf der „kalten Seite“ gedämmt werden, also an der Außenseite der Außenwand, z. B. durch Aufbringen eines Volldämmschutzes.

Innendämmungen von Außenwänden sind z. B. bei Renovierungen von Fachwerkhäusern sinnvoll, verlangen aber wegen der damit verbundenen Verschiebung des Taupunkts nach innen größere Fachkenntnis (z. B. Einsatz geeigneter Dampf-/Feuchtigkeitssperren), um zu verhindern, dass feuchte Innenluft hinter die Dämmschicht gelangt und kondensiert.



Wenn allgemein bei Renovierungen gemäß Anlage 7 GEG Maßnahmen ausgeführt werden und die Dämmschichtdicke im Rahmen dieser Maßnahmen aus technischen Gründen begrenzt ist, dann gelten die Anforderungen als erfüllt, sofern die nach anerkannten Regeln der Technik höchstmögliche Dämmschichtdicke (bei einem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(m·K) eingebaut wird.

Wandaufbauten

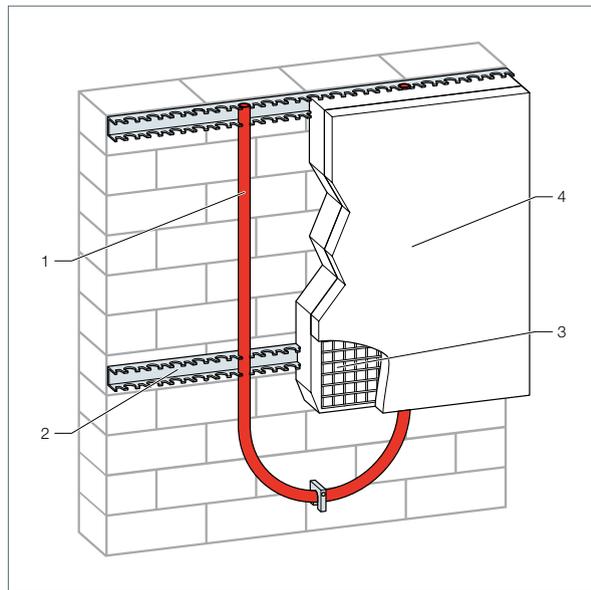


Abb. 110: Wandaufbau Fonterra Side 12 Clip

- 1 PB-Rohr 12x1,3 mm
- 2 Klemmschiene
- 3 Armierungsgewebe
- 4 Putzüberdeckung

Fonterra Side 12 Clip kann auf allen geeigneten, ausreichend tragfähigen Untergründen, z. B. gemauerten Wänden, Fertigteil- und Betonwänden, montiert werden. Die raumseitige Systemfläche dient als wärmeübertragende und wärmeverteilende Fläche.

Bei dem Einbau einer Wandheizung in Gebäude müssen folgende bauliche Gegebenheiten beachtet werden, wie z. B.:

- Freie, verfügbare Wandfläche
- Durch Möbel großflächig verstellte Flächen
- Beschaffenheit des Untergrunds
- Vorhandene Installationen

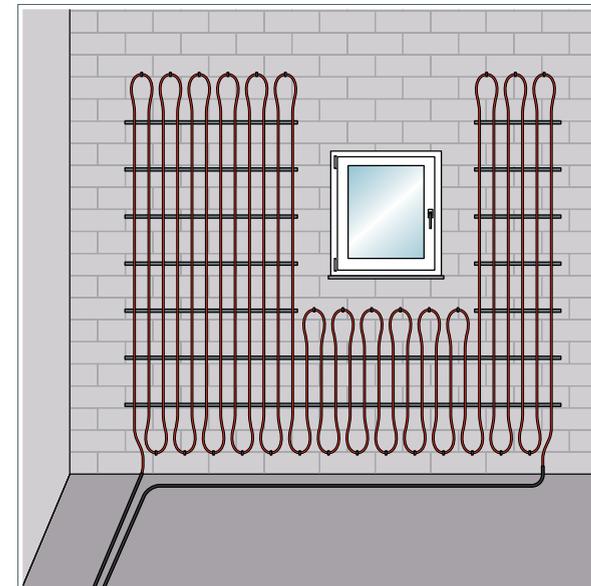


Abb. 111: Flexible Montagemöglichkeiten zur Anpassung an bauliche Gegebenheiten

Verlegebeispiel

Am Beispiel des in Kapitel Fonterra Side 12 vorgestellten Musterraums (siehe Abb. 106) wird folgende mögliche Heizflächenanordnung vorgeschlagen:

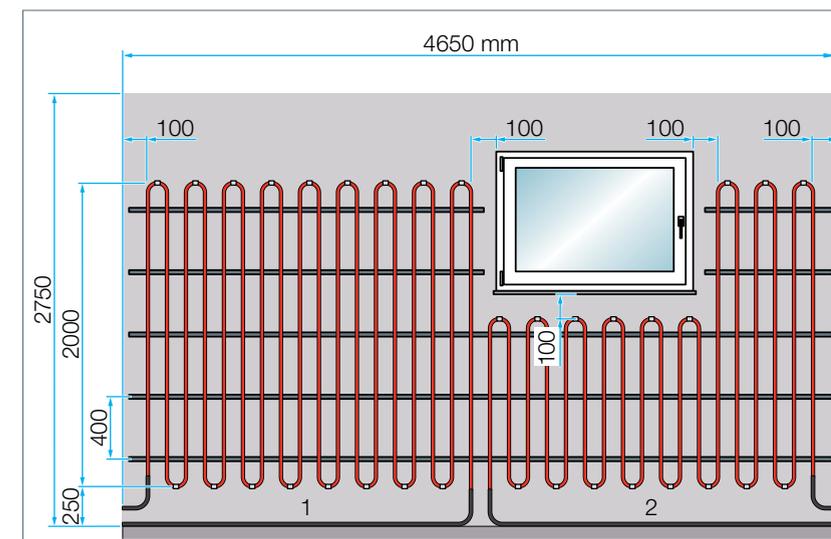


Abb. 112: Musterraum mit möglicher Heizflächenbelegung (Wandansicht Heizkreis 1)

- A Heizkreis 1
- B Heizkreis 2 (Fortführung an angrenzender Wand)

Leistungsdaten

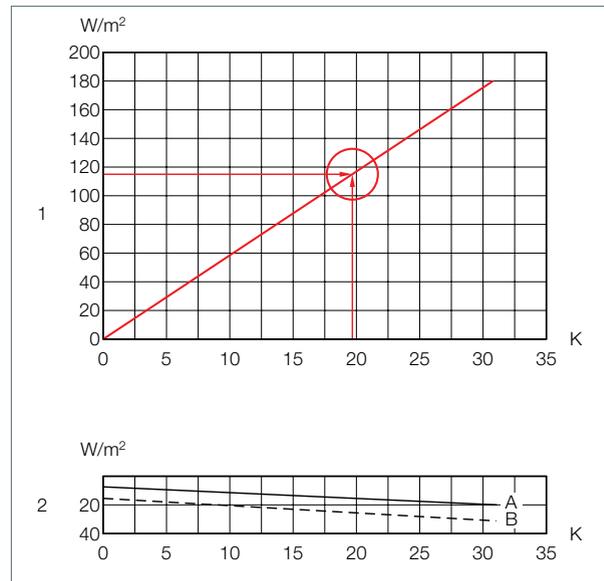


Abb. 113: Leistungsdiagramm Fonterra Side 12

- 1 Wärmeleistung in den Raum q_i in $[W/m^2]$
- 2 Abgabe durch die Außenwand q_a^* in $[W/m^2]$
- 3 Heizmittelübertemperatur $\Delta\theta H$ in $[K]$

Ablesebeispiel Leistungsabgabediagramm

- Mittlere Heizungswassertemperatur errechnen.

$$\frac{\text{Vorlauftemperatur} + \text{Rücklauftemperatur}}{2} \text{ z. B. } \frac{42\text{ °C} + 37\text{ °C}}{2} = 39,5\text{ °C}$$
- Raumtemperatur abziehen.
 z. B. $39,5\text{ °C} - 20\text{ °C} = 19,5\text{ °C}$
- Ergebnis ist die Heizmittelübertemperatur.
 z. B. $19,5\text{ °K}$ (Wert für Diagramm)

Leistung q_i aus Diagramm ablesen

z. B. 118 W/m^2 bei $19,5\text{ °K}$ = Wärmeabgabe in den Raum

Bei Verlegung auf Außenwänden die tatsächlichen Verluste nach außen berücksichtigen. Dann den tatsächlichen Massenstrom und R-Wert ermitteln, Anbindeleitungen zu den Heizkreisen addieren und hydraulisch berücksichtigen.

Fonterra Top 12

Systembeschreibung

Fonterra Top 12 ist ein fugenloses Heiz- und Kühlsystem für Raumdecken oder Dachschrägen, das sich hervorragend für den Einsatz in Bürogebäuden, Verwaltungen, öffentlichen Einrichtungen, aber auch im privaten Wohnungsbau eignet.

Die vorgefertigten Gipsfaserplatten sind in unterschiedlichen Abmessungen erhältlich. Sie werden auf einer bauseitigen, akustisch entkoppelten Metall-Unterkonstruktion (CD-Profile), mit einer Tragfähigkeit von mindestens 23 kg/m^2 an der Decke montiert.

Die Befestigung erfolgt mit 30-mm-Schnellbauschrauben für Gipsfaserplatten im Trockenbau. Dabei wird die glatte Plattenseite zum Raum hin verlegt und stellt so, nach dem Verspachteln der Fugen und Befestigungen, eine streichfertige Unterseite dar. Nicht aktive Restflächen werden mit ungefrässten Fermacell-Platten 18 mm geschlossen.

Die Verrohrung der Top 12-Platten erfolgt im abgehängten Deckenhohlraum. Dabei werden die Anbindeleitungen ebenfalls aus PB-Rohren $12 \times 1,3\text{ mm}$ erstellt und zum Verteiler oder Zonenventil geführt.

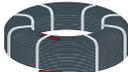
Die geringe Rohrüberdeckung von ca. 6 mm garantiert eine hohe Leistung und eine schnelle Reaktionsfähigkeit der Fonterra Top 12-Heiz- und Kühldecke.

Systemmerkmale

- Trockenbausystem aus 18-mm-Gipsfaser-Systemplatten mit integriertem, sauerstoffdichtem PB-Rohr $12 \times 1,3\text{ mm}$
- Variable Kombinationsmöglichkeit aller vorgefertigten Deckenplatten
- Anschluss der Systemplatten in Reihenschaltung bis 5 m^2 je Heiz-/Kühlkreis
- Verlegung der Anbindeleitungen im Deckenhohlraum
- Verwendung von geprüfter Viega Pressverbindungstechnik mit SC-Contur
- Schnelle Reaktionsfähigkeit durch geringe Rohrüberdeckung
- Kombination mit allen marktüblichen Belüftungssystemen möglich



Systemkomponenten

| Platten/Rohr | | |
|--|--|---|
|  Fonterra-Kühldeckenplatte |  Ungefräste Gipsfaserplatte 620 x 2000 mm |  PB-Rohr 12 x 1,3 mm |
|  PB-Rohr im Schutzrohr | | |
| Zubehör | | |
|  Kupplung mit SC-Contur |  Fugenkleber |  Schnellbauschrauben |

Tab. 50: Systemkomponenten

Systembedarf

| Verlegedaten für Fonterra Top 12 | |
|----------------------------------|-----------------------|
| Rohrabstand | 7,5 cm |
| Max. Heizkreisfläche | 5 m ² |
| Max. Heizkreislänge | bis 80 m |
| Montagezeit in Gruppenminuten | 25 min/m ² |

Tab. 51: Rohrbedarf und Montagezeiten

| Systemkomponenten | Modell | Bedarf pro m ² | Einheit |
|-----------------------------------|--------|---------------------------|----------------|
| PB-Rohr 12 x 1,3 mm | 1405 | n.E.* | m |
| PB-Rohr 12 x 1,3 mm im Schutzrohr | 1203 | n.E.* | m |
| Top Deckenplatte 2000 x 310 | 1237 | 1,6 | Stück |
| Top Deckenplatte 2000 x 620 | 1237 | 0,8 | Stück |
| Top Deckenplatte 1000 x 620 | 1237.1 | 1,6 | Stück |
| Gipsfaserplatte | 1237.2 | n.E. | m ² |
| Fugenkleber | 1237.3 | 20 ml/ m Fuge | ml |
| Schnellbauschrauben 30 mm | 1259 | 30 | Stk |
| Rohrführungsbogen 12 | 1272 | 2 pro Kreis | Stk |
| Kupplung 12 | 1223 | 1 | Stk |

* für Zuleitungen für Vor- und Rücklauf

Tab. 52: Materialbedarf pro m² für Fonterra Top 12

| Systemkomponenten | Bedarf anteilig |
|--|---------------------------|
| PB-Rohr 12 x 1,3 mm | Zuleitung Vor-/Rücklauf |
| Fonterra-Kühldeckenelement 620 x 2000 mm | 0,80 Stück/m ² |
| Fonterra-Kühldeckenelement 310 x 2000 mm | 1,60 Stück/m ² |
| Fonterra-Kühldeckenelement 620 x 1000 mm | 1,60 Stück/m ² |
| Schnellbauschrauben 30 mm | 30 Stück/m ² |
| Fugenkleber | 20 ml/m |
| Presskupplung mit SC-Contur 12 x 1,3 mm | 1,00 Stück/m ² |

Tab. 53: Materialbedarf



Technische Daten

| | |
|----------------------------------|---|
| Abmessungen B x H x D | z. B. 620 x 2000 x 18 mm |
| Material | Gipsfaser |
| Baustoffklasse | A1 nach EN 13501-1 A2 nach DIN 4102-1 |
| Gewicht | 21,5 kg /m ² |
| Rohrabstand | 75 mm |
| Max. zulässige Vorlauftemperatur | 50 °C |
| Max. Heizkreislänge | 80 m / 5 m ² |
| Bewegungsfuge | ab 6,5 m aktiver Deckenfläche |
| Feuchträume | geeignet im häuslichen Bereich ^[1] |

Tab. 54: Technische Daten Systemplatten Fonterra Top 12

Leistungsparameter

Die unten angegebenen Leistungsparameter der Systeme gelten unter Berücksichtigung der in der DIN EN ISO 7730 angegebenen Behaglichkeitskriterien und der daraus resultierenden Strahlungsasymmetrie.

| Betriebsweise | Heizen | Kühlen |
|---|--------|----------|
| Operative Raumtemperatur [°C] | 20 | 26 |
| Heizmittel-Temperatur [°C] | 33 | 17,5 |
| Mittlere Deckentemperatur [°C] | ca. 28 | ca. 21,5 |
| Max. Wärme-/Kälteleistung netto [W/m ²] | ca. 58 | ca. 42 |

Tab. 55: Leistungsparameter für Heiz- und Kühldecke

Leistungsdaten



Abb. 114: Leistungsdiagramm: Heizen

[1] Hierbei das Merkblatt 5, Bundesverband der Gipsindustrie e. V. „Bäder und Feuchträume im Holz- und Trockenbau“ und Datenblatt Zentralverband des deutschen Baugewerbes ZDB beachten



- 1 Wärmestromdichte [W/m²]
- 2 Heizmittelübertemperatur [K]

Ermittlung der Heizmittelübertemperatur:

$$\frac{\text{Vorlauftemperatur} + \text{Rücklauftemperatur}}{2} - \text{Raumtemperatur}$$

Beispiel: (35 °C + 31 °C) : 2 - 20 °C = 13 K Heizmittelübertemperatur

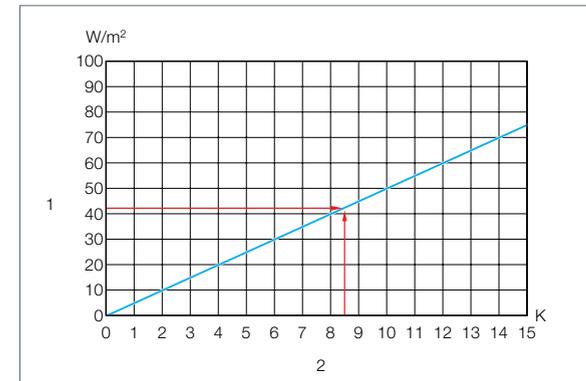


Abb. 115: Leistungsdiagramm: Kühlen

Ermittlung der Kühlmitteluntertemperatur:

$$\text{Raumtemperatur} - \frac{\text{Vorlauftemperatur} + \text{Rücklauftemperatur}}{2}$$

Beispiel: 26 °C - (16 °C + 19 °C / 2) = 8,5 K Kühlmitteluntertemperatur

Systemdarstellung

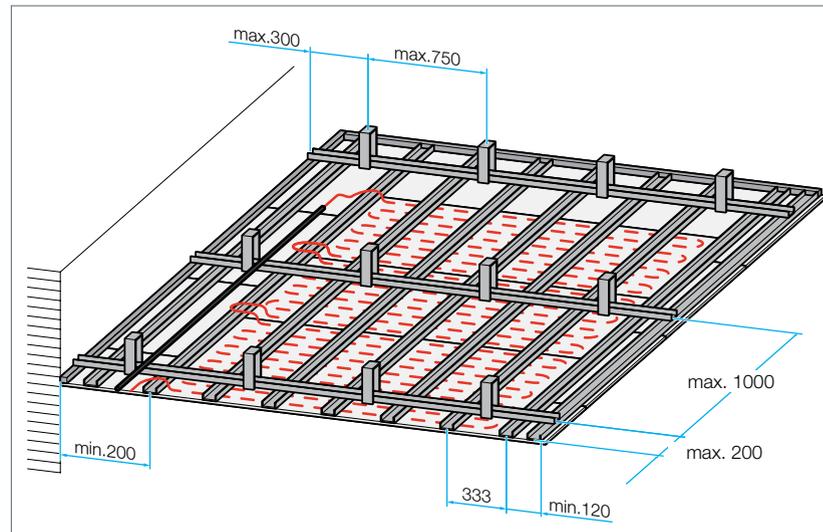


Abb. 116: Systemdarstellung

Funktionsbeschreibung Heizen und Kühlen

Viega empfiehlt im Kühlbetrieb als Kaltwassertemperatur eine Vorlauftemperatur von ca. 16–17 °C bei einer Spreizung von 3 K. D. h., es sollte mit Temperaturen von 16–19 °C oder 17–20 °C gerechnet werden. Damit liegt die mittlere Oberflächentemperatur der Decke bei 21–22 °C. In jedem Fall muss sichergestellt werden, dass der Taupunkt nicht unterschritten wird. Viega empfiehlt eine bauseitige Vorlaufregelung in Abgleichung mit der Raumluftfeuchte, die die Vorlauftemperatur gleitend an die Anforderungen anpasst. Ein bauseitiger Feuchtigkeitssensor kann nur als sogenannter „Not-Stopp“ eingesetzt werden. Er unterbindet die Kaltwasserzirkulation der Kühldecke und verhindert somit die Bildung von Kondensat.

Bei dieser Steuerung ist mit Leistungsreduzierungen der Decke zu rechnen, bis das Kondensat abgetrocknet ist, da die Kühldecke vom Wasserstrom getrennt ist.

Im Heizbetrieb wird die Fonterra Top 12-Decke mit einer mittleren Heizungswassertemperatur von ca. 33 °C betrieben. Um eine ungehinderte Wärmeabgabe des Menschen im Kopfbereich zu gewährleisten, sollte die mittlere Deckenoberflächentemperatur 29 °C nicht überschreiten.

Hinweise zur Bemessung

- Auslegung der Kühldeckenfläche gemäß bauseitiger Kühllastberechnung
- Montage der Unterkonstruktion (Abhängehöhe ≥ 12 cm) aus Metallprofilen quer zur Längsachse der Platten
- Die maximale Plattenfläche aktiver Deckenplatten ohne Dehnungsfuge darf 6,2 m x 4,0 m (entsprechend zwei Plattenreihen mit je zehn Platten 62 x 200 cm) nicht überschreiten.
- Planung der Heiz-/Kühldeckenfelder den örtlichen Gegebenheiten mit einer maximalen Plattenfläche von ca. 5,0 m² bei einer Anbindelänge von 2 x 10 m pro Heiz-/Kühlkreis
- Berücksichtigung eines passiven Streifens von min. 120 mm im Bereich von Dehnungs- und Anschlussfugen und 200 mm im Bereich der Zuleitungen
- Anschluss der Fonterra Top 12-Deckenelemente an Fonterra-Verteiler DN25 oder an Fonterra-Zonenventil Modell 1286
- Im Auslegungsfall Heizen/Kühlen werden die gleichen Wassermengen zu Grunde gelegt.
- Überprüfung der Druckverluste über die installierte Rohrlänge gemäß Druckverlustdiagramm. Bauseitige Berechnung des Gesamtdruckverlusts inkl. Zuleitungen
- Durch die Verwendung von sauerstoffdichten Viega Polybutenrohren ist keine Systemtrennung, z. B. mithilfe eines Wärmetauschers, erforderlich.
- Erstellung von Verlegeplänen für die Baustelle durch das Planungsbüro in Zusammenarbeit mit Viega
- Anforderungen an den Brandschutz werden von der Kühl- und Heizdecke nicht erfüllt. Die Anforderungen müssen durch bauseitige Maßnahmen sichergestellt werden.



Anbindeleitungen sind nach Anlage 8 (zu den § 69, 70 und § 71 Absatz 1 GEG), zu dämmen. Besteht keine Anforderung an die Dämmschichtdicke, sind die Anbindeleitungen mindestens im Schutzrohr zu verlegen. Viega empfiehlt eine bauseitige, zentrale Taupunktüberwachung (z. B. am Verteiler).



Fonterra Industry

Systembeschreibung

Fonterra Industry, für die thermische Aktivierung von Bodenflächen (üblicherweise Betonböden ohne Belag) entwickelt, nutzt die uneingeschränkt zur Verfügung stehende Verwendungsmöglichkeit bei Stahl-, Spann- bzw. Faserzementbodenplatten.

Das System schafft einen größtmöglichen Gestaltungsfreiraum bei der Nutzung unterschiedlicher Objektbauten wie z. B. Lagerhallen mit Gabelstaplerbetrieb, Produktionshallen mit leichtem oder schwerem Maschineneinsatz oder Werkstätten verschiedener Art.

Anforderungen an die Verkehrs- bzw. Nutzlast der Gebäude beeinflussen nicht die Einsetzbarkeit des Systems. Lediglich die Dicke der Bodenplatte wird variabel ausgeführt und muss vom Statiker festgelegt werden.

Systemmerkmale

- Sauerstoffdichte Fonterra-Rohre 20 x 2,0 bzw. 25 x 2,3 mm nach DIN 4726
- System auch zur Kühlung geeignet
- Unbegrenzte Verkehrslast
- Variable Verlegeabstände
- Gleichmäßige Temperaturverteilung aufgrund vollflächiger Beheizung des Hallenbodens
- Geringe Investitionskosten und schnelle Amortisation durch ein wirtschaftliches und energieeffizientes Wärmeverteilsystem
- Keine zusätzlichen Wartungskosten
- Einsatz geprüfter Systemkomponenten
- Erfüllung der Anforderungen der Arbeitsstättenrichtlinien bzgl. der Oberflächentemperatur des Fußbodens von min. 18 °C
- Absolute Gestaltungsfreiheit der Nutzflächen durch baulich abgestimmte, objektbezogene Projektplanung
- Kombinierbar mit anderen Heizungs-Installationen
- Keine statischen Anforderungen an die Deckenkonstruktion



Systemkomponenten

| Befestigung/Schutz | | |
|--|--|--|
|  |  |  |
| Rohrführungsbogen | Fugenschutzrohr | Klemmschiene |
| Systemrohre | | |
|  |  |  |
| PB-Rohr 20 x 2,0 mm 25 x 2,3 mm | PE-Xc-Rohr 20 x 2,0 mm 25 x 2,3 mm | PE-RT-Rohr 20 x 2,0 mm 25 x 2,3 mm |
| Verteiler | | |
|  | | |
| Industrieverteiler 1½ Zoll | | |
| Verbinder und Zubehör | | |
|  |  |  |
| Übergangsstück mit SC-Contur | Kupplung mit SC-Contur | Kugelhahnset |

Systembedarf

| Artikel-Bezeichnung | Verlegeabstand | Bedarf anteilig |
|---------------------|----------------|-------------------------|
| Rohr 20 x 2,0 | VA 150 | 6,5 m/m ² |
| | VA 300 | 3,1 m/m ² |
| | VA 450 | 2,0 m/m ² |
| Rohr 25 x 2,3 | VA 150 | 6,5 m/m ² |
| | VA 300 | 3,1 m/m ² |
| | VA 450 | 2,0 m/m ² |
| Klemmschiene 20 | alle VA | 0,5 m/m ² |
| Klemmschiene 25 | alle VA | 0,5 m/m ² |
| Kabelbinder | VA 150 | 9 Stk./m ² |
| | VA 300 | 4 Stk./m ² |
| | VA 450 | 2,5 Stk./m ² |
| Befestigungssatz | VA 150 | 9 Stk./m ² |
| | VA 300 | 4 Stk./m ² |
| | VA 450 | 2,5 Stk./m ² |

Technische Daten

| | |
|---|--|
| Rohrdimensionen | 20 x 2,0 mm 25 x 2,3 mm |
| Verlegeabstände | variabel |
| Montagezeit RA 300 | ~ 0,5 min* |
| Max. Heizkreislänge | 150 m bei 20 x 2,0 mm 200 m bei 25 x 2,3 mm |
| Abstand der Klemmschienen (durchschnittlich) | 200 cm |
| Abstand der Rohrleitungsbefestigungen (durchschnittlich) | 75 cm |

*lfdm, abhängig von der Befestigungsart

Tab. 56: Technische Daten: Fonterra Industry

Leistungsdaten

Der benötigte Wärmebedarf muss nach DIN EN 12831 festgelegt werden. Bei Industriegebäuden müssen unterschiedliche Korrekturfaktoren, z. B. Gebäudehöhen, berücksichtigt werden. Anhang B Tab. 2.1 DIN EN 12831 fordert einen Raumhöhenkorrekturfaktor zur Bestimmung des Normwärmeverlusts für Sonderfälle. Da Fonterra Industry die Heizleistung überwiegend als Strahlungswärme abgibt, kann bei Hallenhöhen bis 15 m ein Faktor 1 eingesetzt werden.

Diagramme Wärmestromdichte

Aus den nachfolgenden Diagrammen kann nach Ermittlung der Wärmestromdichte, abhängig von dem gewählten Bodenbelag, die Heizmittelüber-temperatur abgelesen werden. Die Wärmestromdichte ergibt sich dabei aus der ermittelten Norm-Heizlast eines Raums.

Ablesebeispiel für Fonterra Industry 20

- Benötigte Wärmeleistung pro m² errechnen oder aus Heizlastberechnung übernehmen, z. B. $q = 60 \text{ W/m}^2$
- Heizmittelüber-temperatur aus Diagramm ablesen.
z. B. 15 K bei VA 200 mm
- Raumtemperatur + Heizmittelüber-temperatur = Heizmitteltemperatur
z. B. 18 °C + 15 K = 33 °C (mittlere Heizungswassertemperatur) =
38 °C Vorlauftemperatur + 28 °C Rücklauftemperatur

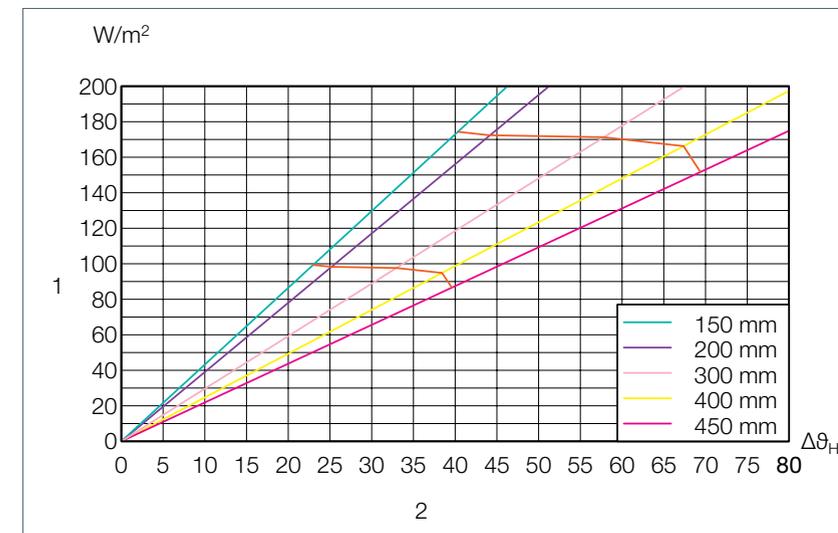


Abb. 117: Leistungsdiagramm Fonterra Industry 20

- 1 Wärmestromdichte q in [W/m²]
- 2 Heizmittelüber-temperatur $\Delta\theta_H$

Ablesebeispiele für Fonterra Industry 25

- Benötigte Wärmeleistung pro m^2 errechnen, oder aus Heizlastberechnung übernehmen, z. B. $q = 60 \text{ W/m}^2$
- Heizmittelübertemperatur aus Diagramm ablesen.
z. B. 18 K bei VA 300 mm
- Raumtemperatur + Heizmittelübertemperatur = Heizmitteltemperatur
z. B. $18 \text{ °C} + 18 \text{ K} = 36 \text{ °C}$ (mittlere Heizungswassertemperatur)
= 41 °C Vorlauftemperatur + 31 °C Rücklauftemperatur

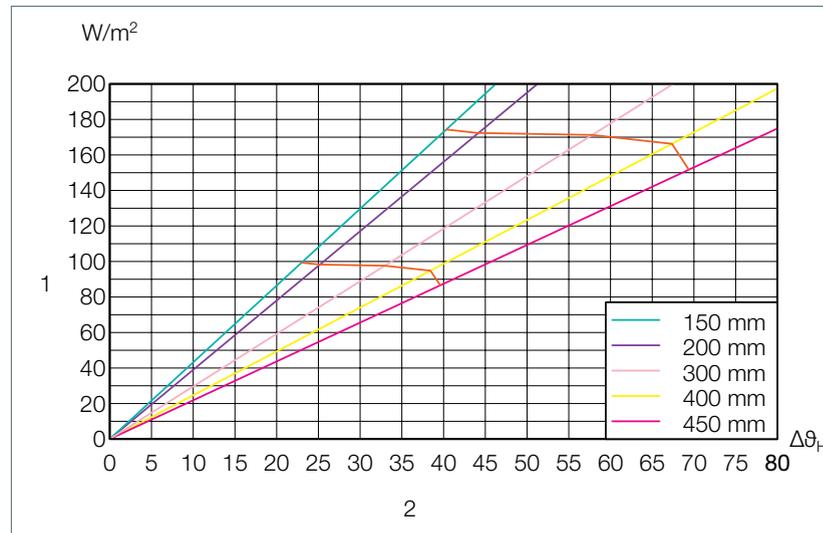


Abb. 118: Leistungsdiagramm Fonterra Industry 25

- 1 Wärmestromdichte q in $[\text{W/m}^2]$
- 2 Heizmittelübertemperatur $\Delta\theta_H$



Treten Verluste an angrenzende Bereiche auf, die nicht in der Heizlastberechnung berücksichtigt wurden, so sind diese, wie bei der Fußbodenheizung üblich, durch „bereinigten Wärmebedarf plus tatsächliche Verluste“ zu berichtigen.

Aufbauvarianten

Fonterra Industry ist für den Einsatz in unterschiedliche Aufbauvarianten geeignet. Die bekanntesten sind Stahlbeton- und Stahlfaserbeton-Bodenplatten sowie Vakuumbeton.

Stahlbeton

Üblicherweise werden Industrieflächenheizsysteme in Stahlbetonplatten eingesetzt. Stahlbeton ist eine mit Stahlmatten bewehrte Bodenplatte. Hierbei wird Fonterra Industry auf die untere Lage der Bewehrung mithilfe von Kabelbinder oder Drillgeräten aufgebracht. Wenn die statische Berechnung eine Lage in der neutralen Zone erforderlich macht, muss durch den Einsatz geeigneter Abstandhalter und mithilfe einer weiteren Lage Baustahl (z. B. Q131) diese Einbaulage erstellt werden.

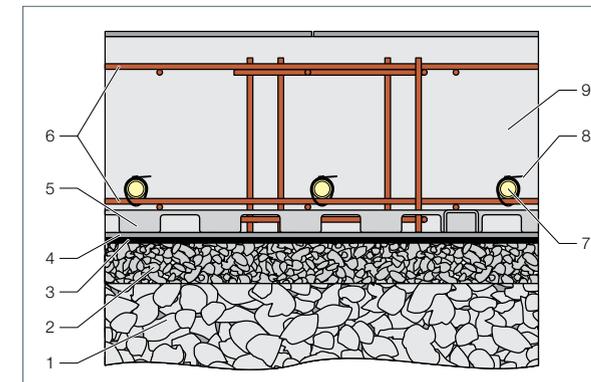


Abb. 119: Aufbauvariante mit Stahlbeton

- 1 Tragschicht
- 2 Sauberkeitsschicht
- 3 Bauwerksabdichtung gem. DIN 18195
- 4 Gleitschicht
- 5 Abstandshalter
- 6 Bewehrung
- 7 Rohr (20 x 2,0 oder 25 x 2,3 mm)
- 8 Befestigungsband
- 9 Beton

Stahlfaserbeton

Bei Stahlfaserbeton handelt es sich um mit Stahlspänen bewehrten Beton. Hierbei wird auf eine Stahlmattenbewehrung verzichtet. Dabei werden Fonterra-Systemrohre in Klemmschienen verlegt und bauseitig auf der Sauberkeitsschicht befestigt.

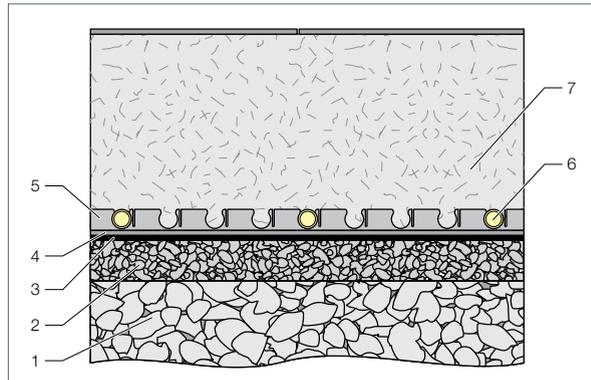


Abb. 120: Aufbauvariante mit Stahlfaserbeton

- 1 Tragschicht
- 2 Sauberkeitsschicht
- 3 Bauwerksabdichtung gem. DIN 18195
- 4 Gleitschicht
- 5 Klemmschiene
- 6 Rohr (20 x 2,0 oder 25 x 2,3 mm)
- 7 Stahlfaserbeton

Vakuumbeton

Bei der Ausführung der Bodenplatte als Vakuumbeton wird dem Stahl- oder Spannbeton mit einer Vakuum-Pumpe und Filtermatten bzw. Saugschalungen das Anmachwasser entzogen. Durch diesen Prozess wird die Früh- und Endfestigung der oberflächennahen Betonschicht verbessert.

Wärmedämmung

Generell muss überprüft werden, ob gemäß GEG § 11 (Mindestwärmeschutz, § 18 Unterabschnitt 2 Nichtwohngebäude und Anlage 7 § 48), DIN 4108-2 bzw. DIN EN 1264 eine Wärmedämmung erforderlich ist. Keine Wärmedämmung ist erforderlich, wenn nach GEG Teil 1 § 2, Absatz 2

- die Rauminnentemperatur weniger als 12 °C beträgt,
- das Gebäude weniger als 4 Monate im Jahr geheizt oder
- das Gebäude lang anhaltend offen gehalten wird.

Bei einer Rauminnentemperatur von 12–19 °C ist gem. DIN 4108-2 Tab. 3 ein Mindest-Wärmedurchlasswiderstand des Fußbodens von $0,9 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bis zu einer Raumtiefe von 5 m gefordert. Dies entspricht einer ca. 40 mm dicken Dämmung WL 040.

Eine eventuelle Wärmedämmschicht stellt belastungsbezogen das schwächste Glied des Fußbodenaufbaus dar. Falls dennoch erforderlich, ist eine sog. Perimeterdämmung (meist aus Extruderschaum-Platten) am besten geeignet, die direkt auf das Erdreich aufgebracht wird, feuchteunempfindlich und äußerst druckbeständig ist. Eine Befreiung kann bei der nach dem Landesrecht zuständigen Behörde beantragt werden, wenn die Anforderung an die Wärmedämmung einen unangemessenen Aufwand oder in sonstiger Weise eine unbilligende Härte darstellen. Dies muss durch eine entsprechende Amortisationsberechnung nachgewiesen werden. Eingesetzte Wärmedämmungen dürfen nach DIN 4108 nur dann in die Berechnung des U-Werts mit einbezogen werden, wenn sie oberhalb der Bauwerksabdichtung liegen oder aufgrund einer bauaufsichtlichen Zulassung durch den Hersteller eine Eignung nach DIN 4108 nachgewiesen werden kann.

Auslegungshinweise

Die in der DIN 1055 Teil 3 beschriebenen Verkehrslasten sind veränderliche oder bewegliche Belastungen des Bauteils (z. B. Maschinen, Werkstoffe, Fahrzeuge etc.). Die zulässige Verkehrslast muss vom Statiker festgelegt werden und hat Auswirkungen auf die Bemessung der Betonplatte. Eingebettete Heizungsleitungen haben hierbei keinen Einfluss auf die Druckfestigkeit des Betons. In Abhängigkeit der Nutzung/Beanspruchung werden unterschiedliche Anforderungen an die Güte des Betons gestellt.

Bei der Wahl der Heizebene sollten die Bohrtiefen für eventuelle Regal- oder Maschinenverankerungen berücksichtigt werden und bei Bedarf die Rohrleitungen in einer anderen Höhenlage positioniert oder der betreffende Bereich ausgespart werden (sog. Tabu-Zonen).

Bohrtiefe

Gewerblich genutzte Gebäude erfordern oftmals die Verankerung von Regalen oder Fundamenten in der Bodenplatte. Benötigte Bohrtiefen müssen dem Fachplaner mitgeteilt und bei der Ausführung berücksichtigt werden. In der Regel liegen die Fonterra Industry-Systemrohre tief genug auf der unteren Bewehrung oder in der Klemmschiene. Wenn die Bodenplatte keine ausreichende Höhe aufweist, muss in diesem Bereich die Rohrleitungsführung ausgespart werden. Diese sog. Tabu-Zonen dürfen von keinen Leitungen gekreuzt werden.



WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

Produkte für Flächentemperierung

- „Flächentemperierung“ auf Seite 1030

Software

[viega.de/software](https://www.viega.de/software)

Für weitere Informationen siehe

- „Viptool Engineering“ auf Seite 1046
- „LINEAR Solutions – Viega Edition“ auf Seite 1047

Konfiguratoren

Fonterra-Schnellauslegung

Siehe Viptool Assistant Seite 1048.

Produktdaten

BIM-Daten

[viega.de/BIM](https://www.viega.de/BIM)

Für weitere Informationen siehe „BIM-Daten“ auf Seite 1057.

Ausschreibungstexte

[viega.de/ausschreibungstexte](https://www.viega.de/ausschreibungstexte)

Für weitere Informationen siehe „Ausschreibungstexte“ auf Seite 1057.

Viega Website

Anwendungen der Flächentemperierung

[viega.de/de/produkte/anwendungen/flaechenheizung.html](https://www.viega.de/de/produkte/anwendungen/flaechenheizung.html)

Online-Katalog:

<https://www.viega.de/de/produkte/Katalog/Flaechentemperierung/Fonterra.html>

Für weitere Informationen zum Online-Katalog siehe

- „Online-Katalog“ auf Seite 1059

Hydraulischer Abgleich

<https://www.viega.de/de/produkte/anwendungen/flaechenheizung/Fonterra-Fachhandwerker.html>



GAS-INSTALLATION

INHALT

| | |
|--|------------|
| Einleitung _____ | 591 |
| Gesetzliche und normative Grundlagen _____ | 592 |
| Die DVGW-TRGI 2018 _____ | 592 |
| Struktur und ergänzende Regelwerke der DVGW-TRGI 2018 _____ | 593 |
| Planerische Grundlagen _____ | 594 |
| Anforderungen und Einsatzbereiche _____ | 594 |
| HTB-Anforderung _____ | 594 |
| TAE-Anforderung _____ | 594 |
| Aktive und passive Schutzmaßnahmen _____ | 596 |
| Aktive Schutzmaßnahmen _____ | 596 |
| Passive Schutzmaßnahmen _____ | 596 |
| TRGI-Manipulationsschutz _____ | 597 |
| Gasströmungswächter (GS) _____ | 597 |
| GS-Leistungsstufen _____ | 597 |
| GS-Typen/Schließfaktor/Einbaulage _____ | 598 |
| Lageunabhängige GS _____ | 599 |
| Montagebeispiele _____ | 600 |
| Aktive Schutzmaßnahmen _____ | 600 |
| Passive Schutzmaßnahmen _____ | 601 |
| Betriebliche Verantwortung _____ | 602 |
| Abstimmung mit dem Versorgungsunternehmen _____ | 602 |
| Aktive und passive Schutzmaßnahmen nach TRGI _____ | 602 |
| Bemessungsverfahren _____ | 604 |
| Bemessung von Leitungsanlagen _____ | 606 |
| Beispiel 1: Diagrammverfahren _____ | 607 |
| Beispiel 2: Tabellenverfahren _____ | 609 |
| Beispiel 3: Tabellenverfahren – Verteil-/Abzweigungen _____ | 610 |
| Bemessung mit Viptool Engineering oder Viptool Master _____ | 613 |

| | |
|--|------------|
| Materialverwendung | 618 |
| Haus-Installationen | 618 |
| Allgemeine Montagerregeln für Gasleitungen | 619 |
| Rohrleitungsführung und Befestigung | 620 |
| Verlegung im Bodenaufbau | 620 |
| Korrosionsschutz | 621 |
| Außenwanddurchführung | 622 |
| Erdverlegte Gasleitungen | 623 |
| Weiterführende Informationen | 624 |

EINLEITUNG

Erdgas wird durch Versorgungsunternehmen rund um die Uhr in ausreichenden Mengen ins Haus geliefert – für den Nutzer entfallen die aufwändige Brennstoffbeschaffung und die Lagerung.

Im Umweltschutz kommt Erdgas im Vergleich zu anderen fossilen Energieträgern eine besondere Stellung zu:

- Es wird beim Endverbraucher als Primärenergie eingesetzt – Energieverluste und Schadstoffbelastungen sind relativ gering.
- Erdgas verbrennt mit Luft nahezu vollständig.
- Schadstoff bildender Schwefel und verwandte Verbindungen sind kaum vorhanden.

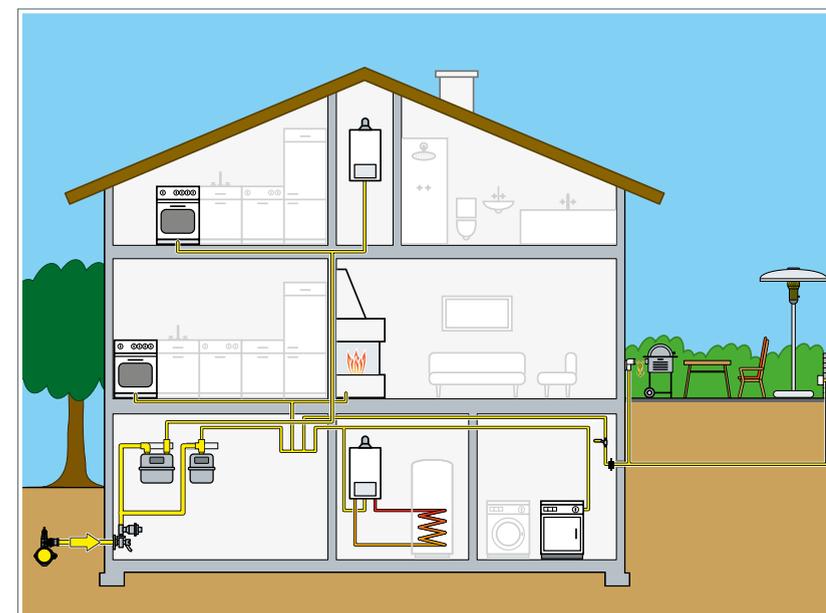


Abb. 1: Häusliche Anwendungsbeispiele

Heizungen mit zentraler Trinkwassererwärmung und Kochen mit Erdgas haben sich etabliert. Weitere gasbetriebene Produkte wie Kamine, Infrarot-Strahler oder Terrassengrills erweitern die Palette der häuslichen Anwendungen.

Einsatz von Wasserstoff (H₂) in Gasinstallationen:

Nach der TRGI 2018 dürfen Gasinstallationen mit einer Wasserstoffbeimischung von max. 20 % betrieben werden. Für eine Beimischung, mit einem Wasserstoffanteil > 20 %, müssen die eingesetzten Gasprodukte eine Wasserstoffeignung nachweisen. Hierfür wurden vom DVGW-Zertifizierungsprüfgrundlagen, wie z. B. die ZP 4110 für Gasarmaturen nach DIN EN 331, veröffentlicht.

GESETZLICHE UND NORMATIVE GRUNDLAGEN

Folgende Normen, Vorschriften und Regelwerke sind vor allem zu beachten, um Gas-Installationen fachgerecht erstellen zu können:

- Landesbauordnung
- Feuerungsverordnung der Länder
- DVGW-TRGI 2018
- DIN 3586 „Thermisch auslösende Absperrrichtungen für Gas – Anforderungen und Prüfungen“
- DIN 33822 „Gas-Druckregelgeräte und Sicherheitseinrichtungen der Gasinstallation für Eingangsdrücke bis 5 bar“
- Produktinformationen der Hersteller

Die DVGW-TRGI 2018

Das Haupt-Regelwerk für die Gas-Installation, die DVGW-TRGI, ist in der überarbeiteten Auflage seit September 2018 erhältlich. Viega hat in verschiedenen Gremien des DVGW mitgewirkt und die Erfahrungen als größter Systemanbieter für Gas-Installationssysteme einbringen können.

Die Ausgabe 1972 wurde 1986 grundlegend überarbeitet und 1996 durch die gesetzlichen Vorgaben der Muster-Feuerungsverordnung ergänzt – das Ergebnis waren die DVGW-TRGI 1986/1996.

2000 wurden u. a. die passive Schutzmaßnahmen zum Manipulationsschutz und zur vereinfachten Aufstellung von Haushalts-Gasgeräten hinzugefügt, 2003 dann – mit Verabschiedung des Beiblatts – die Gasströmungswächter. Diese Regelungen zur Erhöhung der Sicherheit wurden umfassend in die DVGW-TRGI 2008 eingearbeitet.

Mit der Aktualisierung der DVGW-TRGI 2018 wurde ein neu entwickeltes Bemessungsverfahren für Gas-Installationen bis 100 mbar aufgenommen, das neue Nutzungsbedingungen, Bauteile und Materialien berücksichtigt. Druckverluste von Bauteilen waren nach dem früheren Verfahren teilweise viel zu niedrig angesetzt und wurden jetzt an die neuen Bauteile angepasst.

Die Überarbeitung des Bemessungsverfahrens hat zum Ziel, ein anwenderfreundliches Berechnungsverfahren zu ermöglichen. Hierzu wurde ein Tabellen- und Diagrammverfahren zur einfachen und schnellen Berechnung entwickelt.

Struktur und ergänzende Regelwerke der DVGW-TRGI 2018

Die DVGW-TRGI 2018 gliedert sich in fünf Teile, die gemeinsam in einem Kompendium herausgegeben werden. Ein umfangreicher Anhang mit Auszügen aus Gesetzen und Verordnungen, eine Zusammenstellung der berufsgenossenschaftlichen Regeln und Richtlinien, eine Übersicht über europäische bzw. nationale Normen und die Technischen Regeln des DVGW bieten umfassende Informationen.

Ergänzt wird das Regelwerk für Gas-Installationen durch weitere Arbeitsblätter im Bereich des Bemessungsverfahrens:

- Arbeitsblatt G 616
„Ermittlung von Zeta-Werten für Formteile und Verbindungsstücke in Rohrleitungen der Gas-Inneninstallation“
- Arbeitsblatt G 617
„Berechnungsgrundlage zur Dimensionierung der Leitungsanlage von Gasinstallationen“
- Hinweis G 618
„Messverfahren zur Bestimmung des Volumenstroms für Bauteile in der Gasinstallation“.

Teile des DVGW-AB G 624 „Nachträgliches Abdichten der Gasleitungen von Gasinstallationen“ und das Arbeitsblatt G 670 „Aufstellung von Gasfeuerstätten in Räumen und Wohnungen oder ähnliche Nutzungseinheiten mit mechanischen Entlüftungseinrichtungen“ wurden in die TRGI integriert.

Die vorläufige Prüfgrundlage VP 305-1 wurde in die DIN 30652-1 überführt. Inhaltlich wurden nur normative Verweise aktualisiert und angepasst. Wie bereits in der VP 305-1 wurden auch der Druckverlust der Gasströmungswächter auf 0,5 hPa (mbar) begrenzt, der Druckbereich von 15–100 hPa (mbar) festgelegt und ein Mindestschließfaktor eingeführt.

PLANERISCHE GRUNDLAGEN

Anforderungen und Einsatzbereiche

HTB-Anforderung

Das Kriterium der höheren thermischen Belastbarkeit (HTB) orientiert sich an der Zündtemperatur von Erdgas in Luft (ca. 640 °C). Um zu verhindern, dass sich ein explosionsfähiges Gemisch bildet, darf im Brandfall an keiner Stelle im Gebäude, die unterhalb der Zündtemperatur liegt, Gas in bedrohlicher Menge austreten.

Für Gas-Installationen im häuslichen Bereich dürfen nur Bauteile verwendet werden, die als „höher thermisch belastbar (HTB)“ geprüft sind. Nicht HTB-beständige Bauteile müssen separat durch eine TAE gesichert werden. Gasarmaturen erfüllen die HTB-Kriterien nach DIN EN 331, wenn Produkte bei einem Betriebsdruck von 0,1 MPa (1 bar) und einer Umgebungstemperatur von 650 °C einem Brand mindestens 30 Minuten lang widerstehen und funktionsfähig bleiben. Dichtheit auch bei extremen Umgebungstemperaturen verhindert eine Brandbeschleunigung durch unkontrolliert austretendes Gas und verschafft Zeit für das Schließen der Absperrrichtungen.

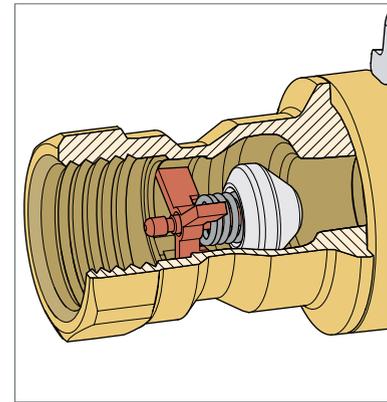
TAE-Anforderung

Die TRGI fordert den Einbau einer TAE (thermisch auslösende Absperrrichtung) oder einen entsprechenden baulichen Schutz vor sämtlichen Bauteilen, die nicht „höher thermisch belastbar“ sind, wie

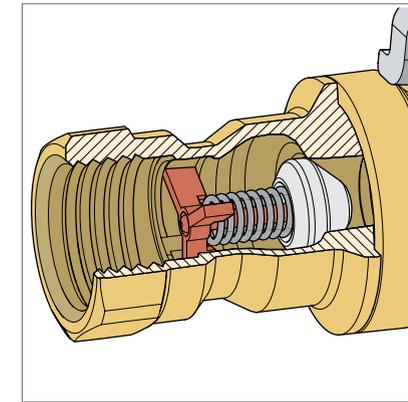
- Gasgeräte,
- Gasdruckregler,
- Gasfeinfilter,
- Gas-Magnetventile.

Eine TAE unterbricht bei Erreichen von 95 °C den Gasfluss und verhindert so im Brandfall eine Verstärkung des Feuers. Viega bietet ein umfassendes Produktsortiment mit TAE, die in Kugelhähne, Gassteckdosen und Gasgeräteanschlussarmaturen integriert sind – Kennzeichnung „TAE“ auf dem Gehäuse. Alle Produkte sind geprüft und zugelassen nach DIN 3586.

Zündtemperatur
von Erdgas in Luft



Tab. 1: Gaskugelhahn mit TAE



Tab. 2: Gasfluss durch TAE unterbrochen

Zugelassene Armaturen entsprechen den Anforderungen der DIN 3586 „Thermisch auslösende Absperrrichtungen für Gas – Anforderungen und Prüfungen“ und tragen das DIN-DVGW-Prüfzeichen. Ausgenommen sind

- Gasgeräte, die bereits entsprechend ausgerüstet sind und
- Bauteile, die „höher thermisch belastbar“ sind – z. B. Gasgeräteanschlussarmaturen mit Kennzeichnung „t“ oder „T“.

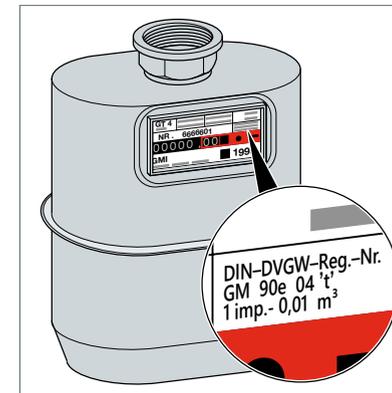


Abb. 2: Kennzeichnung „t“ am Gaszähler



Aktive und passive Schutzmaßnahmen

Aktive Schutzmaßnahmen

Aktive Schutzmaßnahmen müssen immer dann vorgesehen werden, wenn die Eingangsbelastung mehrerer Gasgeräte ≤ 138 kW oder bei Anschluss von nur einem Gasgerät ≤ 110 kW ist.

Bauteile für aktive Schutzmaßnahmen sind:

- Gasströmungswächter nach DIN 30652-1
- Gasdruckregler mit integriertem GS nach DIN 33822 „Gas-Druckregelgeräte und Sicherheitseinrichtungen der Gasinstallation für Eingangsdrücke bis 5 bar“

Diese Bauteile werden direkt nach der HAE bzw. dem Druckregler eingebaut, wenn dieser direkt nach der HAE installiert ist. Ausnahmen sind hier:

- Mehrfamilienhäuser mit Etagegasanwendung
- Druckregelgeräte mit integriertem GS

Passive Schutzmaßnahmen

- Vermeidung von Leitungsenden bzw. Leitungsauslässen
- Anordnung der Gas-Installation in nicht „allgemein zugänglichen Räumen“
- Verwendung von Sicherheitsverschlüssen nach DVGW-AB G 5634
- Verwendung von Bauteilen als konstruktive Schutzmaßnahme für lösbare Verbindungen.

Passive Schutzmaßnahmen müssen in Mehrfamilienhäusern vorgesehen werden.

In „allgemein zugänglichen Räumen“ sind o.g. Sicherheitsverschlüsse und konstruktive Schutzmaßnahmen in Rohrleitungsabschnitten erforderlich, die vor den aktiven Schutzmaßnahmen liegen, hier an der lösbaren Verbindung an der HAE.

Wenn das Versorgungsunternehmen bereits einen GS in der HAL installiert hat, kann auf passive Schutzmaßnahmen im Niederdruckbereich von > 25 hPa bis 10 hPa verzichtet werden.



TRGI-Manipulationsschutz

Als aktive Schutzmaßnahmen in Gas-Installationen sorgen GS nach DIN 30652-1 für eine Unterbrechung der Gaszufuhr bei nicht bestimmungsgemäßem Gasaustritt. Das Schutzziel für GS in metallenen Leitungen richtet sich gegen Manipulationen, bei Kunststoffleitungen zusätzlich auf den Brand- und Explosionsschutz.

Der erste GS in Hausanschlussleitungen muss in beiden Fällen unmittelbar nach der Hauptabsperreinrichtung bzw. dem direkt danach angeordneten Gasdruckregler installiert werden.

Gasströmungswächter (GS)

Um die Folgen unbefugter Eingriffe in häusliche Gas-Installationen so gering wie möglich zu halten, schreibt die DVGW-TRGI 2018 aktive und gegebenenfalls passive Schutzmaßnahmen vor. Dabei haben aktive Schutzmaßnahmen wie der Einbau eines GS Vorrang. Erleichtert wird das durch neue GS-Ausführungen, die mit einem maximalen Schließfaktor von $f_{Smax} = 1,45$ lageunabhängig, also waagrecht und senkrecht – von unten nach oben durchströmt – einsetzbar sind.

GS-Leistungstufen

Die Tabelle enthält folgende Informationen über GS

- Nennwert in Abhängigkeit von der Nennweite
- Farbliche Kennzeichnung
- Nennweite
- Verbindungsart und Größe

| DN | Anschluss | | Nennwert des GS \dot{V}_{Gas} [m³/h] | | |
|----|--------------|----------------|--|------|-----|
| | Gewinde R/Rp | Pressanschluss | 2,5 | 4,0 | |
| 20 | ¾ | – | 2,5 | 4,0 | |
| 25 | 1 | 28 | 2,5 | 4,0 | 6,0 |
| 32 | 1¼ | 35 | 6,0 | 10,0 | |
| 40 | 1½ | – | 10,0 | 16,0 | |
| 50 | 2 | – | 10,0 | 16,0 | |

GS-Kennzeichnung
Farben der GS-Nenndurchflusswerte

Tab. 3: Gasströmungswächter - Technische Daten

Ein GS mit einem Nenndurchfluss \dot{V}_N von 1,6 m³/h (weißer Aufkleber) ist im Handel ebenfalls erhältlich. Er wird von Viega jedoch nicht angeboten, da er für Metallrohrsysteme rechnerisch nicht gefordert wird.



Kennzeichnung

Gasströmungswächter sind dem Nennvolumenstrom entsprechend mit einem farbigen Aufkleber und den vorgeschriebenen technischen Angaben nach DIN 30652-1 gekennzeichnet.

- GS-Nennwert – farbliche Kennzeichnung
- Nennweite
- Betriebsdruckbereich
- GS-Typ
- Einbaulage
- Schließfaktor
- Fließrichtung (Pfeil)

**GS-Kennzeichnung
lageunabhängig**



Abb. 3: GS-Kennzeichnung – lageunabhängig

**GS-Kennzeichnung
lageabhängig**



Abb. 4: GS-Kennzeichnung – lageabhängig

GS-Typen / Schließfaktor / Einbaulage

Wenn in einer abgesicherten Installation der Schließdurchfluss erreicht wird, dann unterbricht der GS den Gasfluss. Der Schließfaktor f_{Smax} gibt dabei das Verhältnis von Schließdurchfluss \dot{V}_S zu Nennvolumenstrom \dot{V}_N an ($f_{Smax} = \dot{V}_S / \dot{V}_N$) und wird zur Kennzeichnung der GS verwendet.

| GS-Typ | Schließfaktor f_{Smax} | Betriebsdruck [hPa] |
|--------|--------------------------|---------------------|
| K | 1,45 | 15–100 |
| M | 1,8 | |

Tab. 4: GS-Typen – Schließfaktoren

Bei GS vom Typ M/K beeinflusst die Einbaulage den Schließfaktor. Bei waagrechtem Einbau gilt der mit M/K bezeichnete GS als Typ K mit $f_{Smax} = 1,45$.

Bei einer Störung muss der erhöhte Volumenstrom die Federkraft und den Reibungswiderstand des Ventilteller-Führungsstifts überwinden, um den GS zu schließen.

Bei senkrechtem Einbau mit Strömungsrichtung von unten nach oben gilt der mit M/K bezeichnete GS als Typ M. Im Störfall muss der erhöhte Volumenstrom lagebedingt zusätzlich noch das Eigengewicht des Ventiltellers bewegen, um den GS zu schließen, woraus sich der höhere Schließfaktor von $f_{Smax} = 1,8$ ergibt.



In DVGW-TRGI 2018 wird anstatt der bisherigen drei Betriebsdruckbereiche nur noch der Bereich von 15–100 hPa (mbar) betrachtet, der mehr als 95 % aller Installationen betrifft. Auch wurde das Bemessungsverfahren der Leitungsanlage vereinfacht, das auf den DVGW-Arbeitsblättern G 616 und G 617 basiert.

Die Auswirkungen betreffen auch GS vom Typ K, wenn die Ermittlung der Druckverluste von Bauteilen und Rohren und die Ermittlung der Rohrdurchmesser gemäß den DVGW-TRGI 2018, Kapitel III „Bemessung der Leitungsanlage“, durchgeführt wird. In metallenen Rohrleitungen kann dann bei dem GS 2,5/4,0 Typ K der Abgleich der nachfolgenden absicherbaren Rohrlänge entfallen, während in Kunststoffrohrleitungen der Abgleich immer gefordert ist.

Bei GS Typ M wird ebenso ein Abgleich nach DVGW-TRGI 2018 gefordert (Tafel 4), der neben dem Zeitaufwand ggf. noch Anpassungen der Installation notwendig macht, wie z. B.

- Austausch von Geräteanschlussarmaturen
- Anpassung von Rohrdurchmessern
- Einbau zusätzlicher GS

Gasdruckregler mit integriertem GS werden unabhängig von der Einbaulage immer als Typ M betrachtet.

Nach DVGW-TRGI 2018 sind für häusliche Gas-Installationen auch Kunststoffrohrleitungen – als Innenleitungen bis 100 hPa (mbar) Betriebsdruck – zugelassen. Hier verlangt das Regelwerk grundsätzlich den Einbau von GS Typ K und einer thermisch auslösenden Absperreinrichtung (TAE), die wärmeleitend miteinander verbunden sind. Der Abgleich der absicherbaren Rohrlänge ist für Kunststoffleitungen obligatorisch.

Lageunabhängige GS

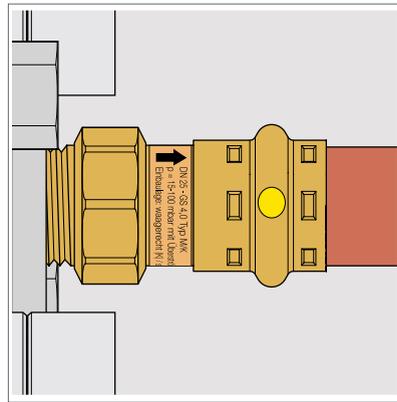
Verwechslungen sind bei GS für den lageunabhängigen Einbau ausgeschlossen. Als Typ K gekennzeichnet garantieren sie den Schließfaktor $f_{Smax} = 1,45$ für beide Einbaulagen (waagrecht → / senkrecht ↑), was eine erhebliche Erleichterung für Planer, Installateure und den Fachgroßhandel bedeutet.

| Einbaulage | Lageabhängig GS Typ M/K | | Lageunabhängig GS Typ K | |
|--|-------------------------|--|-------------------------|------------------------------------|
| | Rohrmaterial | | | |
| | Metall | Kunststoff | Metall | Kunststoff |
| Schließfaktor f_{Smax} | | | | |
| waagrecht → | 1,45 | 1,45 | 1,45 | 1,45 |
| senkrecht ↑ | 1,8 mit I_{GSmax} | I_{GSmax} Abgleich Nicht zulässig | | I_{GSmax} Abgleich ¹⁾ |

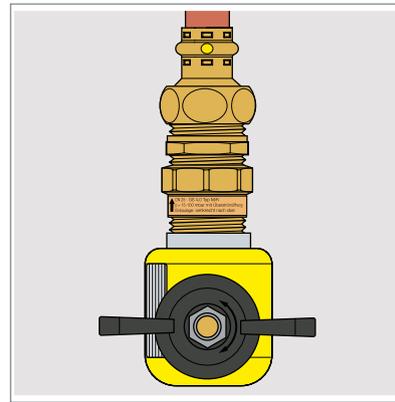
¹⁾ I_{GSmax} – erforderlicher Abgleich der maximal absicherbaren Rohrlänge

Tab. 5: GS-Typen – Übersicht Einsatzbedingungen

Montagebeispiele

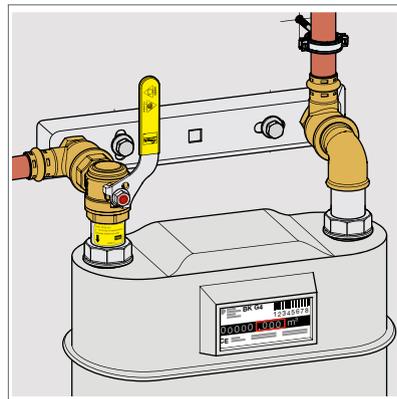


Tab. 6: GS mit Pressanschlüssen
Einbaulage: waagrecht

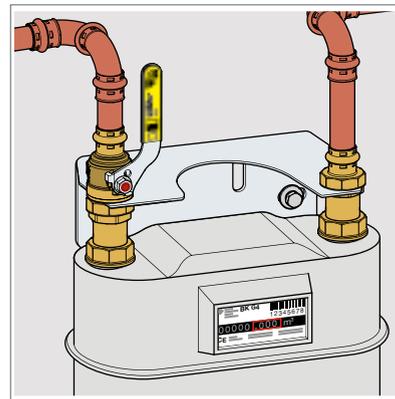


Tab. 7: GS mit Verschraubung
Einbaulage: senkrecht, Fließrichtung nach oben

Montagebeispiele Mehrfamilienhaus



Tab. 8: GS integriert in Anschlussverschraubung
Einbaulage: senkrecht



Tab. 9: GS integriert in Gaszähleranschluss
Einbaulage: senkrecht

Aktive Schutzmaßnahmen

Aktive Schutzmaßnahmen im Sinne der TRGI beinhalten den Einbau von Bauteilen, die die Gaszufuhr unterbrechen, wenn der bestimmungsgemäße Betrieb nicht mehr vorhanden ist. Dies ist dann der Fall, wenn Gas aus dem freien Rohrquerschnitt, jeder Ausgangverschraubung der Gasgeräteanschlussarmatur an den Leitungsenden ausströmt. Prüföffnungen dürfen max. 1 mm groß sein.

Passive Schutzmaßnahmen

Passive Schutzmaßnahmen sind in Rohrleitungsabschnitten mit lösbaren Verbindungen gefordert, die sich in allgemein zugänglichen Räumen befinden und vor den aktiven Schutzmaßnahmen platziert sind.

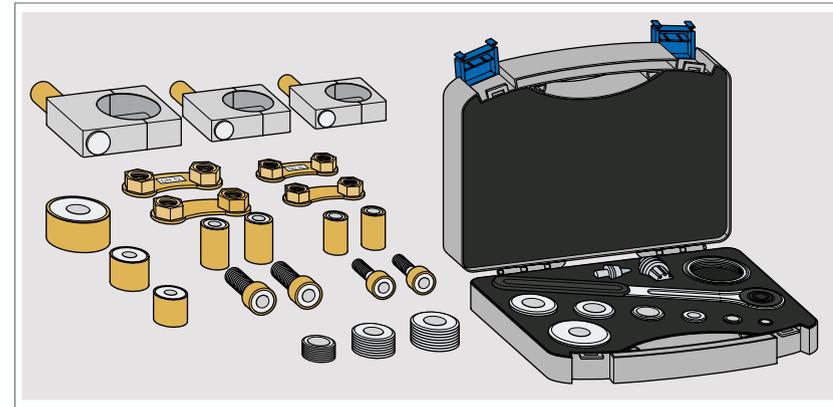


Abb. 5: Auswahl passiver Sicherheitsbauteile



Betriebliche Verantwortung

Die TRGI schreibt eine Dichtheitsprüfung von Gas-Installationen durch ein VIU (Vertragsinstallationsunternehmen) alle 12 Jahre vor, siehe TRGI 2018 Kapitel V Pkt. 13.3.1.

Abstimmung mit dem Versorgungsunternehmen

Im Rahmen der Planung einer Gas-Installation müssen mit dem Versorgungsunternehmen folgende Themenbereiche abgestimmt werden:

- Anmelde- und Zulassungsverfahren
- Hausanschlussleitung: Nennweite, Einführungsstelle, Druckstufe, Gasströmungswächter
- Gasdruckregler – Ausführung mit/ohne Gasströmungswächter, Montage, Einbauort
- Zähleranlage: Zählergröße/ -art, Standort, Montage
- Gaskenndaten: Gasart, Betriebsdruck, Heizwert.

Aktive und passive Schutzmaßnahmen nach TRGI

Die Schutzziele für die Gas-Installation in Gebäuden mit häuslicher oder vergleichbarer Nutzung sind in DVGW-TRGI 2018, Punkt 5.3.6 – Schutz gegen Eingriffe Unbefugter formuliert. Hiernach sind Eingriffe Unbefugter zu erschweren bzw. die Folgen solcher Eingriffe so weit wie möglich zu minimieren. Hierzu sind grundsätzlich aktive und passive Schutzmaßnahmen notwendig, wobei den aktiven Schutzmaßnahmen Vorrang einzuräumen ist.

Unterschieden werden aktive Schutzmaßnahmen mit Bauteilen, zum Beispiel Gasströmungswächtern (GS), die die Gasversorgung bei zu hohem Volumenstrom unterbrechen, und passive Schutzmaßnahmen, die mechanische Manipulationen erschweren.

Aktive/Passive Schutzmaßnahmen nach TRGI – Mehrfamilienhaus mit zentraler Gasanwendung

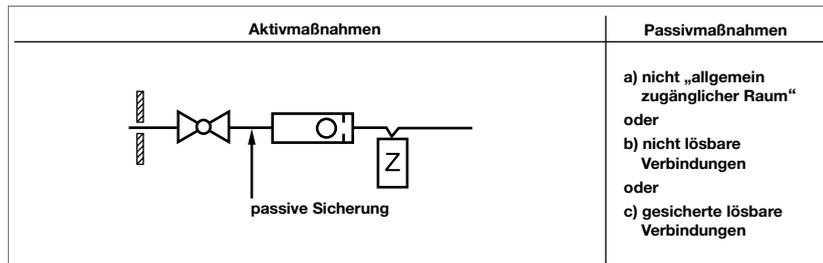


Abb. 6: Haus-Installation mit metallenen Innenleitungen bei Gasverteilung im Druckbereich ≤ 25 hPa (mbar) ohne Gasdruckregler

„Aktive/passive Schutzmaßnahmen gegen Eingriffe Unbefugter in Haus-Installationen mit metallenen Innenleitungen bei Gasverteilung im Druckbereich ≤ 25 hPa (mbar) ohne Gasdruckregelung.“ (TRGI 2018)

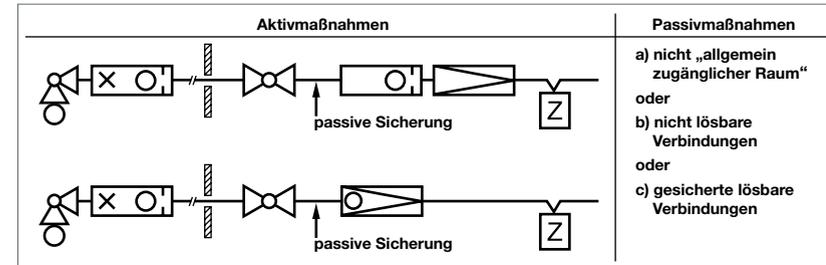


Abb. 7: Haus-Installation mit metallenen Innenleitungen bei Gasverteilung im Druckbereich ≥ 25 hPa bis 100 hPa (mbar) mit Gasdruckregler

„Wenn durch den Versorger kein GS in der HAL eingebaut ist, werden passive Schutzmaßnahmen vor dem ersten GS im Gebäude erforderlich.“ (TRGI 2018)

Aktive/passive Schutzmaßnahmen gegen Eingriffe Unbefugter in Haus-Installationen mit metallenen Innenleitungen bei Gasverteilung im Druckbereich ≥ 25 –100 hPa (mbar) und Gasdruckregler.

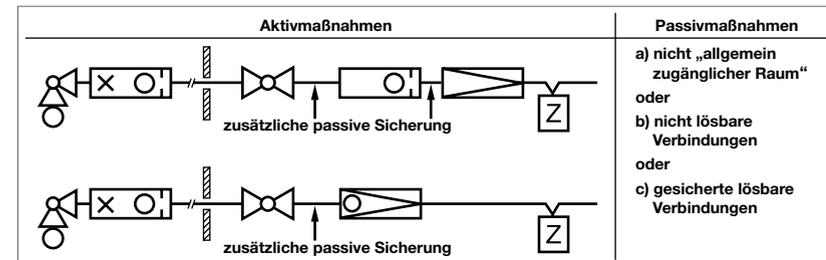


Abb. 8: Haus-Installation mit metallenen Innenleitungen bei Gasverteilung im Druckbereich $\geq 0,01$ hPa bis 0,5 MPa ($\geq 0,1$ –5 bar) mit Gasdruckregler

„Können bei GS der Typen C und D nach DVGW-Prüfgrundlage VP 305-2 z. B. durch Erhöhung des Versorgungsdrucks höhere Überströmungen als 30 l/h auftreten, ist die Haus-Installation bis zur ersten aktiven Maßnahme zusätzlich passiv zu schützen.“ (TRGI 2018)

Aktive/passive Schutzmaßnahmen gegen Eingriffe Unbefugter in Haus-Installationen mit metallenen Innenleitungen bei Gasverteilung im Druckbereich ≥ 100 hPa (mbar) – 0,5 MPa (5,0 bar) und Gasdruckregler.



Bemessungsverfahren

Eine der wesentlichen Weiterentwicklungen war die Neugestaltung des Bemessungsverfahrens für Gasleitungen. Das derzeit gültige Verfahren der alten TRGI wurde durch ein vereinfachtes, praxisnahes ersetzt. In der DVGW-TRGI 2018 selbst sind nur noch für die Bemessung relevante Kenn-daten enthalten. Der theoretische Hintergrund des Bemessungsverfahrens ist im DVGW-Arbeitsblatt G 617 aufgeführt.

Zur Bemessung der Leitungsanlage stehen zwei Verfahren zur Verfügung:

■ Diagrammverfahren

Beim Diagrammverfahren der TRGI für die Bemessung von Einzelan-schlussleitungen bis 110 kW wird aus einem Diagramm bei der entspre-chenden Belastung unter Berücksichtigung der Länge und der Form-stücke die Nennweite der Rohrleitung abgelesen. Ebenfalls werden die notwendigen Installationsbauteile wie Gasströmungswächter, Gaszähler und Geräteanschlussarmatur ausgewählt.

■ Tabellenverfahren

Alle T-Stück-Installationen werden mit dem modular aufgebauten Ta-bellenverfahren unter Berücksichtigung der Druckverluste der einzelnen Bauteile bemessen. Verschiedene Tabellen, aus denen in Abhängigkeit von der Belastung, die Druckverluste abgelesen werden, ermöglichen eine unkomplizierte und schnelle Bemessung auch größerer Installa-tionen.

Berechnungsbeispiele

Bei Einsatz von GS-Typ K ist die korrekte Bemessung der Leitungsan-lage ausreichend. Durch die Auslegung auf einen Gesamtdruckverlust $\Delta p_{ges} \leq 300$ Pa und die Auswahl des GS-Typ K nach DVGW-TRGI 2018, Tabellen L.1 oder K.1, wird die Wirksamkeit des GS geprüft.

Bei Einsatz von GS-Typ M ist neben der korrekten Bemessung der Leitungs-anlage, $\Delta p_{ges} \leq 300$ Pa, ein zusätzlicher Abgleich nach DVGW-TRGI 2018, Tabelle M.1, über die maximal absicherbare Rohrlänge (l_{GSmax}) gefordert. Gegebenenfalls ist eine Korrektur der Geräteanschlussarmaturen oder eine Rohrnennweitenänderung erforderlich (siehe „Korrektur GS-Abgleich“ als graue Ergänzung in Abb. 9).

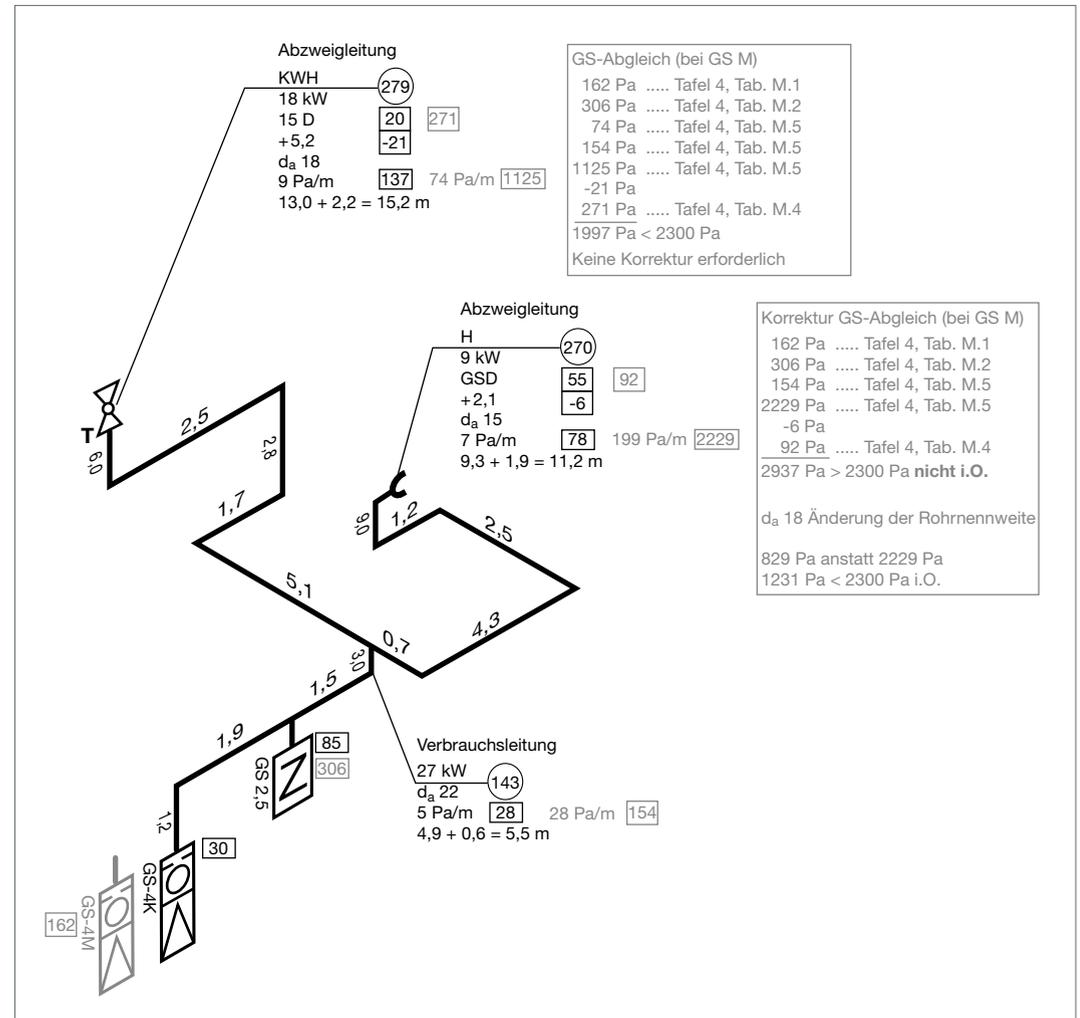


Abb. 9: Vergleich Auslegung GS Typ K und Typ M – Gas-Installation aus Kupfer

Produktanforderungen nach DIN 30652-1

Die DIN 30652-1 „Gasströmungswächter für die Gas-Installation“ beschreibt die Kenndaten von Druckverlust und Schließverhalten von GS.

Auszug:

- $f_{Smin} = 1,3$: Schließfaktor zur Sicherung des störungsfreien Betriebs für GS Typen K und M – bis zu einem Volumenstrom von 130 % des Nennvolumenstroms \dot{V}_N müssen die GS geöffnet bleiben.
- $f_{Smax} = 1,45$: Schließfaktor, der den Schließdurchfluss \dot{V}_S für den GS Typ K bestimmt – bei einem Nennvolumenstrom \dot{V}_N von > 145 % (= \dot{V}_S) muss der GS geschlossen sein.
- $f_{Smax} = 1,8$: Maximaler Schließfaktor, der den Schließdurchfluss \dot{V}_S für den GS Typ M bestimmt – bei einem Nennvolumenstrom \dot{V}_N von > 180 % (= \dot{V}_S) muss der GS geschlossen sein.



Bemessung von Leitungsanlagen

In praxisnaher Weise vereinfacht DVGW-TRGI 2018 die volumenstrombezogene Druckverlustberechnung nach Nennbelastung (\dot{Q}_{NB}) und Streckenbelastung (\dot{Q}_{SB}) mit Hilfe von Tabellen und Diagrammen (bei Einzelanschlussleitungen). Die erforderliche Leistungsstufe eines GS lässt sich so schnell bestimmen. Den Tabellen und Diagrammen liegt ein komplett überarbeitetes, vereinfachtes Bemessungsverfahren der Leitungsanlage zu Grunde. Es beruht auf dem DVGW-Arbeitsblatt G 617 „Berechnungsgrundlage zur Dimensionierung der Leitungsanlage von Gasinstallationen“, wobei aktuelle Installationstechniken und Neu- und Weiterentwicklung von Produkten berücksichtigt wurden.

Die wesentlichen Veränderungen auf einen Blick:

- Der Reglerausgangsdruck gilt mit 23 hPa (mbar) als vorausgesetzt.
- Der Gesamtdruckverlust Δp_{max} von 300 Pa ist vorgegeben.
- Tabellen und Diagramme ersetzen Formblätter.
- Die Einführung „äquivalenter Rohrlängen“.
- Die Bemessung erfolgt über $\dot{Q}_{NB}/\dot{Q}_{SB}$.
- Die Berücksichtigung der Betriebs- und Nutzungscharakteristik inzwischen veränderter Gasgeräte durch einen praxisgerechten Gleichzeitigkeitsfaktor.

Die Leitungsanlagen müssen so bemessen werden, dass die Wirksamkeit des Gasströmungswächters sichergestellt und der ausreichende Gasgeräteanschlussdruck gewährleistet ist.

Folgende Verfahren werden angewendet:

- **Diagrammverfahren** für den Anschluss nur eines Gasgerätes (Einzelanschlussleitung)
- **Tabellenverfahren** für den Anschluss mehrerer Gasgeräte (Verteil-, Verbrauchs- und Abzweigleitungen).

| | |
|------------------------------------|--|
| Nennbelastung | 110 kW – bei Einsatz nur eines Gasgerätes |
| Streckenbelastung | 138 kW – bei Einsatz mehrerer Gasgeräte (Gleichzeitigkeit) |
| Einbauort GS | Unmittelbar hinter der HAE, Gasdruckregler, Zählerarmatur |
| GS Typ K | Schließfaktor $f_{smax} = 1,45$ |
| Druckverlust Leitungsanlage | Δp max. 300 Pa |

Tab. 10: Planungsdaten zur Bemessung der Leitungsanlage – Auszug

Beispiel 1: Diagrammverfahren

Einzelanbindung aus Kupfer

Einfamilienhaus mit Kombi-Heizkessel (KWH) 20 kW

- Einzelanschlussleitung mit Profipress G und Kupferrohr, Bemessung nach Diagramm 7.1 DVGW-TRGI 2018.
- Die Auswahl des leistungsbezogenen Gasströmungswächters und des Gaszählers ist in Abhängigkeit von der Nennbelastung vorgegeben.
- Die maximal zulässige Leitungslänge mit den notwendigen Winkeln und Winkelzuschlägen wird ermittelt.

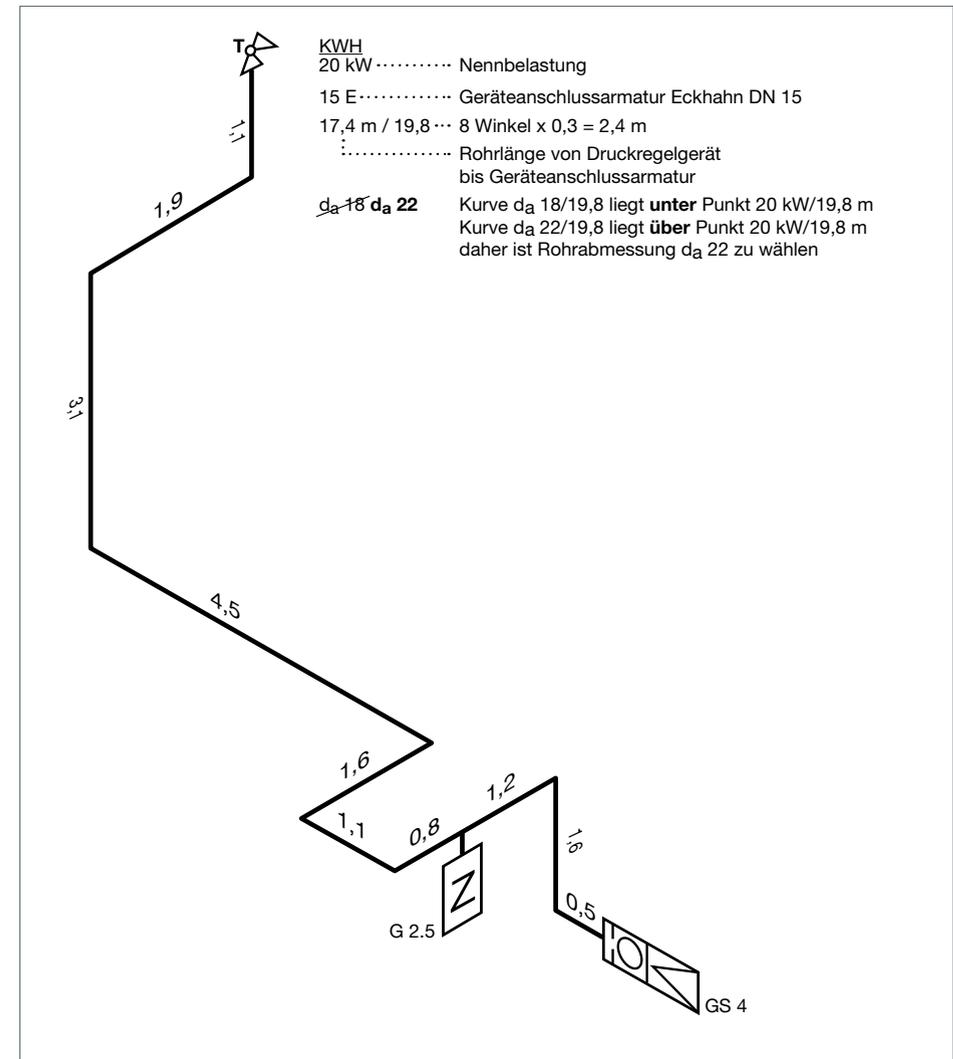


Abb. 10: Profipress G – Ermittlung GS 1

Gaszähler und GS sind gemäß nachfolgendem Diagramm (Abb. 11) vorgegeben.

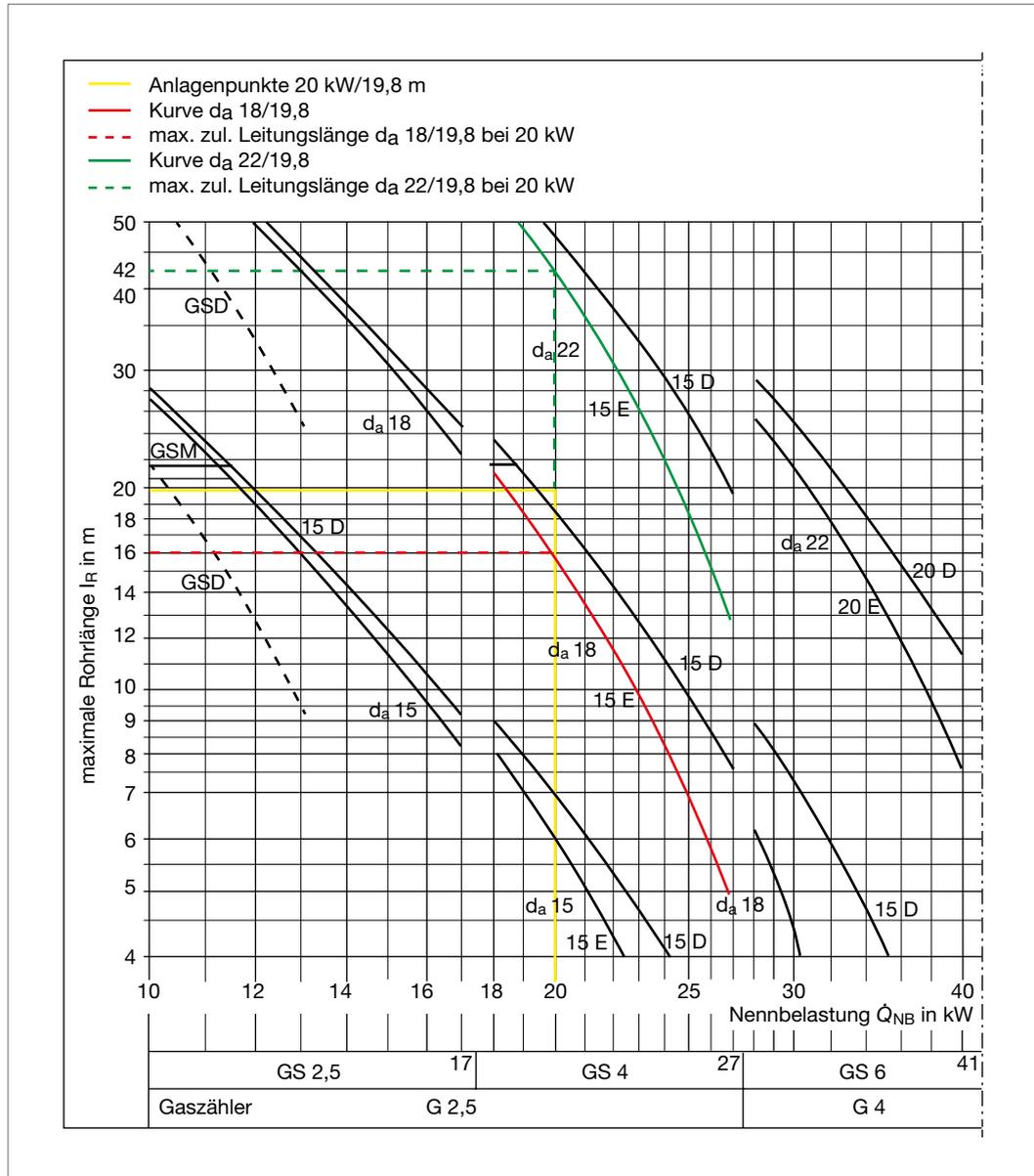


Abb. 11: Profipress G – Ermittlung GS 2

Beispiel 2: Tabellenverfahren

Einzelanbindung aus Edelstahl

Großanlage mit zentraler Gasanwendung, Heizkessel (HK) 380 kW

- Einzelanschlussleitung mit Sanpress Inox G und Rohr aus Edelstahl, Rohrleitungsdimensionierung nach Tafel 1 DVGW-TRGI 2018.
- Rohrleitungsdimensionierung, Auswahl Armaturen und Gaszähler in Abhängigkeit von der Nennbelastung.
- Druckverluste der vorgegebenen Bauteile wie Gaszähleranlage und Geräteanschlussarmatur sowie der Rohrleitung und der Längenzuschläge nach den Tabellen der Tafel 1.
- Der Gasstromwächter entfällt, da dieser bei Einzelanschlussleitung nur bis 110 kW einsetzbar ist.

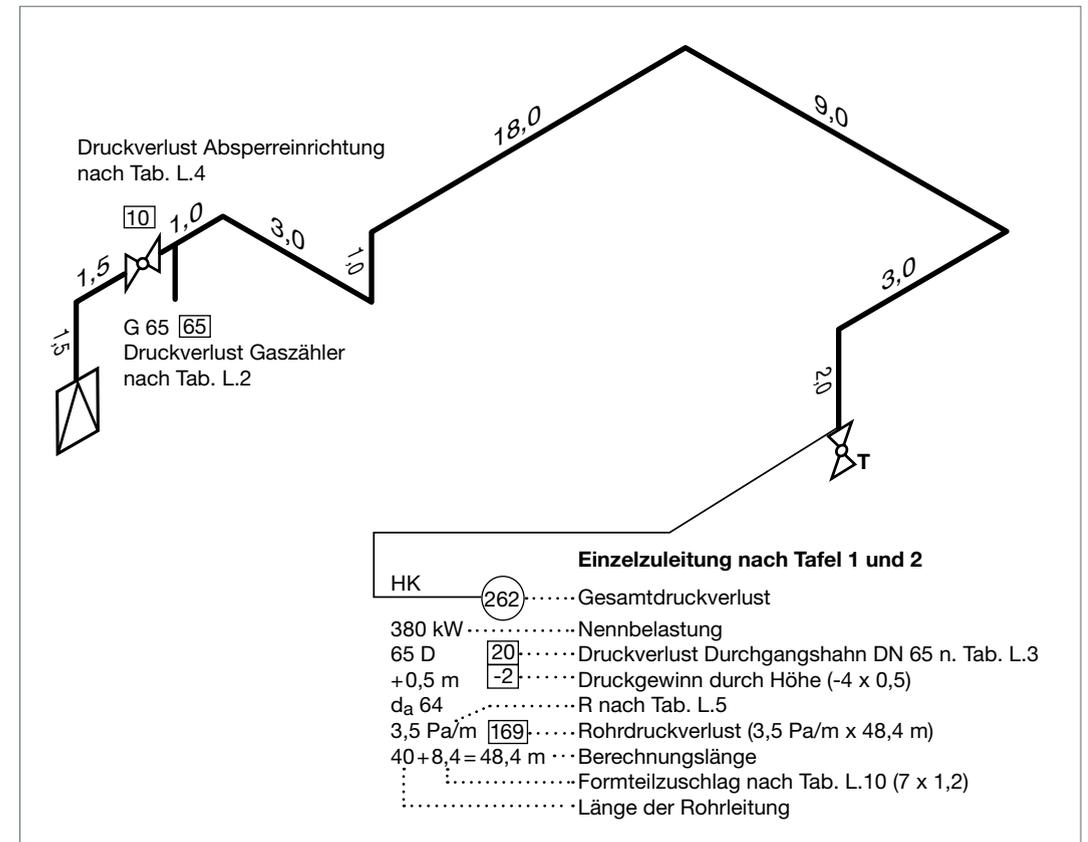


Abb. 12: Sanpress Inox G – Ermittlung GS 1

Tafel 1 Druckverlust

| ApzG | G2,5 | G4 | G6 | G10 | G16 | G25 | G40 | G65 |
|------|----------------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Pa | Q _{NB} [kW] | | | | | | | |
| 30 | 5 | 8 | 10 | 17 | 25 | 39 | 63 | 103 |
| 35 | 10 | 14 | 18 | 30 | 44 | 69 | 111 | 180 |
| 40 | 13 | 18 | 23 | 39 | 57 | 89 | 143 | 233 |
| 45 | 15 | 21 | 28 | 47 | 68 | 106 | 170 | 276 |
| 50 | 17 | 24 | 32 | 53 | 77 | 120 | 193 | 314 |
| 55 | 19 | 27 | 35 | 59 | 85 | 133 | 213 | 347 |
| 60 | 21 | 29 | 38 | 64 | 92 | 145 | 232 | 377 |
| 65 | 22 | 31 | 41 | 69 | 99 | 156 | 249 | 405 |
| 70 | 24 | 33 | 44 | 73 | 106 | 166 | 265 | 431 |
| 75 | 25 | 35 | 46 | 77 | 112 | 175 | 281 | 456 |

| Δp _{GA} | Durchgangsform (D); DN | | | | | | | |
|------------------|------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 65 | 80 |
| Pa | Q _{NB} [kW] | | | | | | | |
| 5 | 10 | 21 | 33 | 56 | 83 | 135 | 237 | 336 |
| 10 | 13 | 27 | 43 | 73 | 108 | 175 | 306 | 433 |
| 15 | 16 | 32 | 51 | 86 | 127 | 207 | 362 | 513 |
| 20 | 18 | 36 | 58 | 97 | 144 | 235 | 410 | 581 |
| 25 | 20 | 40 | 64 | 108 | 160 | 259 | 454 | 643 |
| 30 | 21 | 44 | 69 | 117 | 173 | 282 | 493 | 699 |
| 35 | 23 | 47 | 74 | 126 | 186 | 303 | 530 | 750 |
| 40 | 25 | 50 | 79 | 134 | 198 | 322 | 564 | 799 |
| 45 | 26 | 53 | 84 | 142 | 210 | 341 | 596 | 845 |
| 50 | 27 | 55 | 88 | 149 | 220 | 358 | 627 | 888 |
| 55 | 29 | 58 | 92 | 156 | 231 | 375 | 656 | 929 |
| 60 | 30 | 60 | 96 | 162 | 241 | 384 | 684 | 969 |
| 65 | 31 | 63 | 100 | 169 | 250 | 406 | 711 | 1010 |
| 70 | 32 | 65 | 103 | 175 | 259 | 421 | 737 | 1040 |

| R | d _a | Pa/m | | | | | | | | | |
|-----|----------------|------|----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| | | 15 | 18 | 22 | 28 | 35 | 42 | 54 | 64 | 76,1 | 89,9 |
| 0.4 | 4 | 10 | 20 | 36 | 71 | 118 | 196 | 305 | | | |
| 0.6 | 6 | 13 | 26 | 45 | 91 | 150 | 245 | 385 | | | |
| 0.8 | 3 | 8 | 15 | 31 | 54 | 107 | 177 | 290 | 455 | | |
| 1.0 | 4 | 9 | 18 | 35 | 61 | 122 | 200 | 330 | 515 | | |
| 1.2 | 5 | 10 | 19 | 39 | 68 | 134 | 220 | 365 | 570 | | |
| 1.4 | 6 | 11 | 21 | 42 | 74 | 146 | 240 | 395 | 615 | | |
| 1.6 | 3 | 12 | 23 | 46 | 79 | 157 | 255 | 425 | 665 | | |
| 1.8 | 7 | 13 | 24 | 49 | 85 | 168 | 275 | 455 | 705 | | |
| 2.0 | 4 | 14 | 27 | 53 | 92 | 183 | 300 | 495 | 770 | | |
| 2.5 | 5 | 8 | 16 | 31 | 61 | 105 | 205 | 340 | 560 | 870 | |
| 3.0 | 9 | 18 | 34 | 67 | 116 | 225 | 375 | 615 | 960 | | |
| 3.5 | 6 | 10 | 20 | 37 | 73 | 126 | 245 | 405 | 670 | 1040 | |
| 4.0 | 11 | 22 | 40 | 80 | 138 | 270 | 445 | 730 | 1140 | | |
| 5.0 | 7 | 13 | 25 | 46 | 91 | 157 | 305 | 505 | 830 | 1290 | |
| 6.0 | 8 | 14 | 27 | 51 | 100 | 173 | 340 | 555 | 915 | 1420 | |
| 7.0 | 9 | 16 | 30 | 55 | 109 | 188 | 365 | 600 | 990 | 1540 | |
| 8.0 | 17 | 32 | 59 | 117 | 200 | 395 | 645 | 1060 | 1650 | | |
| 9.0 | 10 | 18 | | | 125 | 215 | | 1130 | 1750 | | |

| d _a | metallene Leitung | | | | | | |
|---------------------|-------------------|-----|-----|----|-----|-----------|----|
| | bis 28 | 35 | 42 | 54 | 64 | 76,1/88,9 | 80 |
| DN | bis 25 | 32 | 40 | 50 | 65 | 80 | |
| l _{TA} [m] | 0,7 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | |
| l _w [m] | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 1 | 1,2 | 1,5 | |

l_{TA}: T-Stück 90°-Abzweig l_w: 90°-Winkel

| Δp _{ZAD} | Durchgangsform (D); DN | | | | | | | |
|-------------------|------------------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 65 | 80 |
| Pa | Q _{NB} [kW] | | | | | | | |
| 5 | 15 | 29 | 47 | 79 | 118 | 191 | 332 | 470 |
| 10 | 19 | 38 | 61 | 103 | 152 | 247 | 429 | 608 |
| 15 | 22 | 45 | 72 | 121 | 180 | 292 | 508 | 719 |
| 20 | 25 | 51 | 82 | 138 | 204 | 331 | 576 | 816 |
| 25 | 28 | | | 152 | | 191 | 637 | 902 |

Abb. 13: Sanpress Inox G – Ermittlung GS 2

Beispiel 3: Tabellenverfahren – Verteil-/Abzweigungen
 Mehrfamilienhaus mit Gasanschluss auf der Etage, Kombi-Heizkessel (KWH) 20 kW und Gasherd (H) 11 kW

- Verteil-/Abzweigungen mit Profipress G und Kupferrohr.
- Druckverluste der Bauteile und der Berechnungslänge der Rohrleitungen nach den Tabellen der Tafel 2, mit Gleichzeitigkeitsfaktor.
- Abzweigungen mit Profipress G und Kupferrohr, Druckverluste der Bauteile und Berechnungslänge der Rohrleitungen nach den Tabellen der Tafel 1, ohne Gleichzeitigkeitsfaktor.
- Leistungsbemessung, Auswahl der leistungsbezogenen Gasströmungswächter und der Gaszähler in Abhängigkeit der jeweiligen Strecken- und Nennbelastung nach Tafel 1 und Tafel 2 DVGW-TRGI 2018

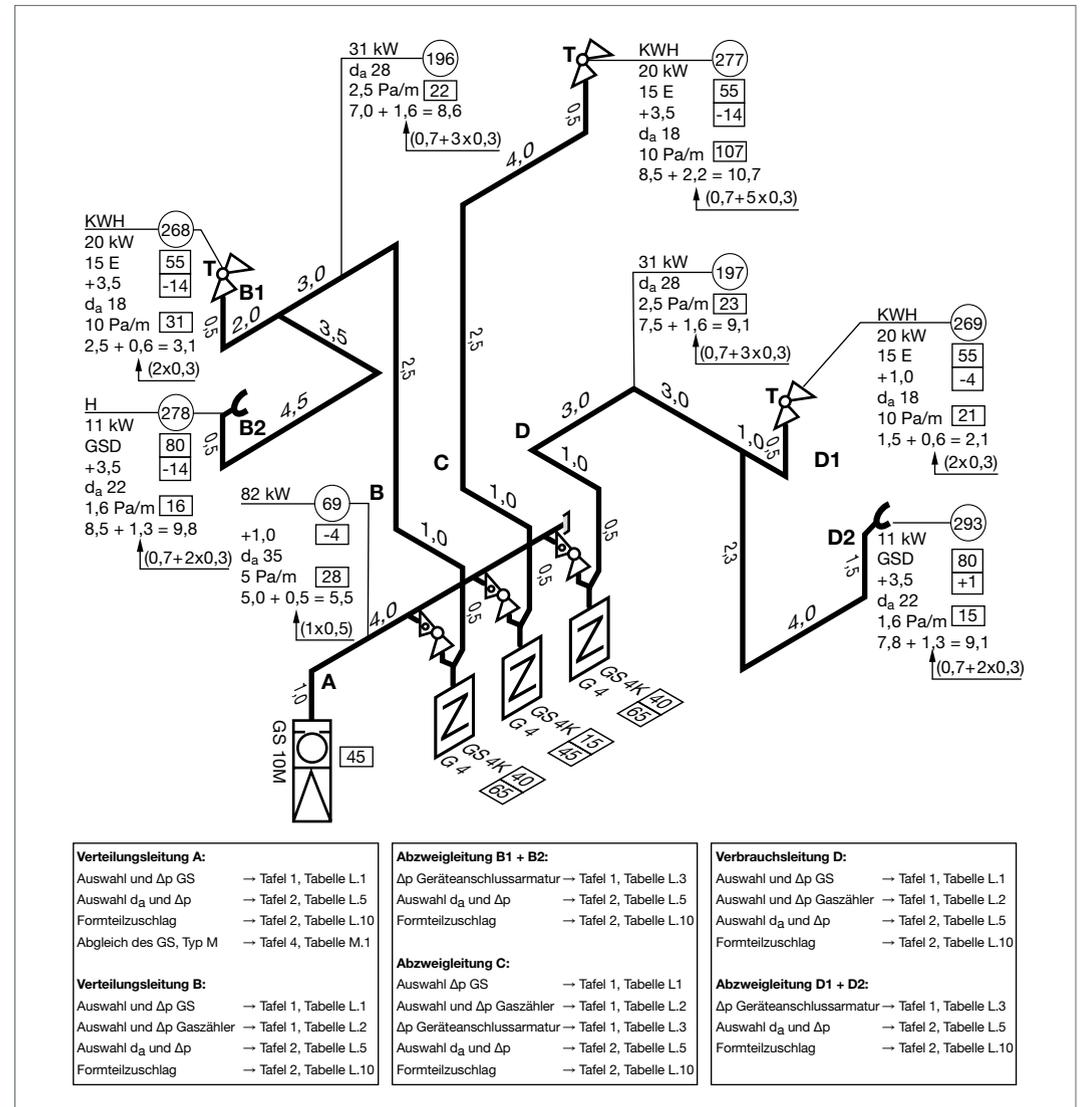


Abb. 14: Leitungsberechnung 1

- | | | |
|--|--|---|
| <p>Verteilungsleitung A:</p> <ul style="list-style-type: none"> Auswahl und Δp GS → Tafel 1, Tabelle L.1 Auswahl d_a und Δp → Tafel 2, Tabelle L.5 Formteilzuschlag → Tafel 2, Tabelle L.10 Abgleich des GS, Typ M → Tafel 4, Tabelle M.1 | <p>Abzweigung B1 + B2:</p> <ul style="list-style-type: none"> Δp Geräteanschlussarmatur → Tafel 1, Tabelle L.3 Auswahl d_a und Δp → Tafel 2, Tabelle L.5 Formteilzuschlag → Tafel 2, Tabelle L.10 | <p>Verbrauchsleitung D:</p> <ul style="list-style-type: none"> Auswahl und Δp GS → Tafel 1, Tabelle L.1 Auswahl und Δp Gaszähler → Tafel 1, Tabelle L.2 Auswahl d_a und Δp → Tafel 2, Tabelle L.5 Formteilzuschlag → Tafel 2, Tabelle L.10 |
| <p>Verteilungsleitung B:</p> <ul style="list-style-type: none"> Auswahl und Δp GS → Tafel 1, Tabelle L.1 Auswahl und Δp Gaszähler → Tafel 1, Tabelle L.2 Auswahl d_a und Δp → Tafel 2, Tabelle L.5 Formteilzuschlag → Tafel 2, Tabelle L.10 | <p>Abzweigung C:</p> <ul style="list-style-type: none"> Auswahl Δp GS → Tafel 1, Tabelle L.1 Auswahl und Δp Gaszähler → Tafel 1, Tabelle L.2 Δp Geräteanschlussarmatur → Tafel 1, Tabelle L.3 Auswahl d_a und Δp → Tafel 2, Tabelle L.5 Formteilzuschlag → Tafel 2, Tabelle L.10 | <p>Abzweigung D1 + D2:</p> <ul style="list-style-type: none"> Δp Geräteanschlussarmatur → Tafel 1, Tabelle L.3 Auswahl d_a und Δp → Tafel 2, Tabelle L.5 Formteilzuschlag → Tafel 2, Tabelle L.10 |

nach Tafel 1

Tab. L.2 Zählergruppe Balgengaszähler

| Δp_{ZG} | G2,5 | G4 | G6 | G10 | G16 | G25 | G40 | G65 |
|-----------------|---------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Pa | Q* [kW] | | | | | | | |
| 30 | 5 | 8 | 10 | 17 | 25 | 39 | 63 | 103 |
| 35 | 10 | 14 | 18 | 30 | 44 | 69 | 111 | 180 |
| 40 | 13 | 18 | 23 | 39 | 57 | 89 | 143 | 233 |
| 45 | 15 | 21 | 28 | 47 | 68 | 106 | 170 | 276 |
| 50 | 17 | 24 | 32 | 53 | 77 | 120 | 193 | 314 |
| 55 | 19 | 27 | 35 | 59 | 85 | 133 | 213 | 347 |
| 60 | 21 | 30 | 38 | 64 | 92 | 145 | 232 | 377 |
| 65 | 22 | 31 | 41 | 69 | 99 | 156 | 249 | 405 |
| 70 | 24 | 34 | 44 | 73 | 106 | 166 | 265 | 421 |
| 75 | | | | | | | | |

nach Tafel 2 – Rohrdruckgefälle R [Pa/m]

Tab. L.5 Kupfer- und Edelstahlrohr

| R | Rohr Außendurchmesser d_a | | | | | | | | |
|------|-----------------------------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----------|
| | 15 | 18 | 22 | 28 | 35 | 42 | 54 | 64 | 76,1 89,9 |
| Pa/m | Q [kW] | | | | | | | | |
| 0.4 | | 4 | 11 | 20 | 36 | 75 | 118 | 196 | 305 |
| 0.6 | | 6 | 14 | 26 | 45 | 96 | 150 | 245 | 385 |
| 1.0 | | 10 | 19 | 35 | 61 | 125 | 200 | 330 | 515 |
| 1.2 | | 5 | 10 | 21 | 39 | 68 | 142 | 220 | 365 |
| 1.4 | | 6 | 12 | 23 | 42 | 74 | 154 | 240 | 395 |
| 1.6 | 3 | 11 | 24 | 46 | 79 | 166 | 255 | 425 | 665 |
| 1.8 | | 7 | 12 | 26 | 49 | 85 | 177 | 275 | 455 |
| 2.0 | 4 | 13 | 29 | 53 | 92 | 193 | 300 | 495 | 770 |
| 2.5 | 5 | 8 | 15 | 33 | 61 | 105 | 215 | 340 | 560 |
| 3.0 | | 9 | 17 | 36 | 67 | 116 | 240 | 375 | 615 |
| 3.5 | 6 | 10 | 18 | 39 | 73 | 126 | 260 | 405 | 670 |
| 4.0 | | 11 | 20 | 43 | 80 | 138 | 285 | 445 | 730 |
| 5.0 | 7 | 13 | 23 | 49 | 91 | 157 | 325 | 505 | 830 |
| 6.0 | 8 | 14 | 26 | 54 | 100 | 173 | 355 | 555 | 915 |
| 7.0 | 9 | 16 | 28 | 59 | 109 | 188 | 385 | 600 | 990 |
| 8.0 | | 17 | 30 | 64 | 117 | 200 | 415 | 645 | 1060 |
| 9.0 | 10 | 18 | 32 | 68 | 125 | 215 | 445 | 690 | 1130 |
| 10.0 | 11 | 20 | 35 | 74 | 136 | 230 | 480 | 750 | 1200 |
| | 12 | 22 | 38 | 80 | 147 | 250 | 530 | 820 | 1280 |

Tab. L.3 Geräteanschlussarmatur mit TAE

| Δp_{GA} | Durchgangsform (D) | | | | | | Durchgangsform (D) | |
|-----------------|----------------------|----|----|-----|-----|-----|--------------------|----------------------|
| | GSD | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | Δp_{GA} |
| Pa | Q _{NB} [kW] | | | | | | Pa | Q _{NB} [kW] |
| 5 | 3 | 7 | 12 | 20 | 37 | 58 | 75 | 5 |
| 10 | 4 | 9 | 15 | 26 | 48 | 75 | 96 | 10 |
| 15 | 5 | 11 | 18 | 31 | 57 | 89 | 114 | 15 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 30 | 15 | 25 | 43 | 75 | 121 | 156 | 30 | 21 |
| 35 | 7 | 16 | 27 | 46 | 83 | 130 | 167 | 35 |
| 40 | | 17 | 29 | 49 | 89 | 138 | 178 | 40 |
| 45 | 8 | 18 | 31 | 52 | 94 | 146 | 188 | 45 |
| 50 | | 19 | 32 | 55 | 98 | 154 | 198 | 50 |
| 55 | 9 | 20 | 34 | 57 | 103 | 161 | 207 | 55 |
| 60 | | 21 | 35 | 60 | 107 | 168 | 216 | 60 |
| 65 | 22 | 37 | 62 | 112 | 174 | 225 | 65 | 31 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Tafel 4 – Direkter Abgleich GS M

Druckverlust Δp [Pa]

| Tab. M.1 Gasströmungswächter | | | | | | Tab. M.2 Zählergruppe Balgengaszähler | | | | | | |
|------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|---------------------------------------|------|------|------|-----|-----|-----|
| GS | 2,5 | 4 | 6 | 10 | 16 | GS | G2,5 | G4 | G6 | G10 | G16 | G25 |
| 2,5 | 162 | 63 | 28 | 10 | | 2,5 | 138 | 86 | 63 | 42 | 36 | 32 |
| 4 | | 162 | 72 | 26 | 10 | 4 | 306 | 174 | 113 | 60 | 44 | 36 |
| 6 | | | 162 | 58 | 23 | 6 | 653 | 354 | 217 | 97 | 62 | 43 |
| 10 | | | | 162 | 63 | 10 | 1760 | 930 | 550 | 217 | 120 | 67 |
| 16 | | | | | 162 | 16 | 4450 | 2330 | 1360 | 510 | 260 | 124 |

| Tab. M.3 Geräteanschlussarmatur (mit TAE) | | | | | | Durchgangsform (D) | | | | Nennweite DN | | | |
|---|------|------|------|------|-----|--------------------|-----|------|------|--------------|-----|----|--|
| GS | GSD | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | GS | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | |
| 2,5 | 36 | 207 | 73 | 26 | | | 2,5 | 106 | 26 | 10 | | | |
| 4 | 92 | 531 | 188 | 66 | 21 | | 4 | 271 | 66 | 26 | 9 | | |
| 6 | 207 | 1194 | 423 | 148 | 46 | 19 | 6 | 609 | 148 | 58 | 20 | 9 | |
| 10 | 576 | 3318 | 1176 | 411 | 129 | 53 | 10 | 1690 | 411 | 162 | 57 | 26 | |
| 16 | 1470 | 8490 | 3000 | 1050 | 329 | 135 | 16 | 4330 | 1050 | 416 | 146 | 66 | |

Rohrdruckgefälle R [Pa/m]

Tab. M.5 Kupfer und Edelstahlrohr

| GS | Rohr Außendurchmesser d_a | | | | | |
|-----|-----------------------------|-----|-----|----|----|----|
| | 15 | 18 | 22 | 28 | 35 | 42 |
| 2,5 | 88 | 33 | 13 | | | |
| 4 | 199 | 74 | 28 | 8 | | |
| 6 | 405 | 151 | 57 | 16 | 6 | |
| 10 | 1000 | 371 | 141 | 39 | 14 | 5 |
| 16 | 2320 | 855 | 323 | 90 | 31 | 12 |

Abb. 15: Leitungsberechnung 2

Bemessung mit Viptool Engineering oder Viptool Master

Mit den Planungssoftwares Viptool Engineering oder Viptool Master, abhängig von der Größe der Planungsaufgabe, ist es möglich, komplexe Rohrleitungsnetze zu konstruieren und auf der Grundlage des DVGW-AB G 617 zu berechnen.

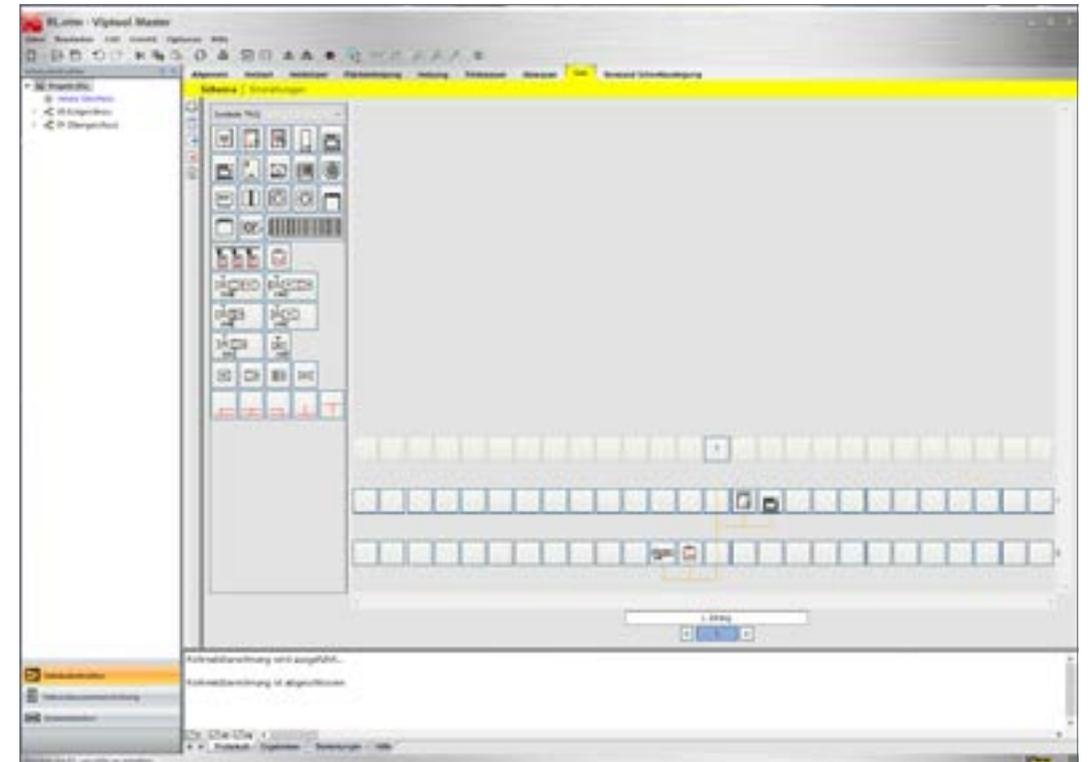


Abb. 16: Viptool Master – Schemagenerator

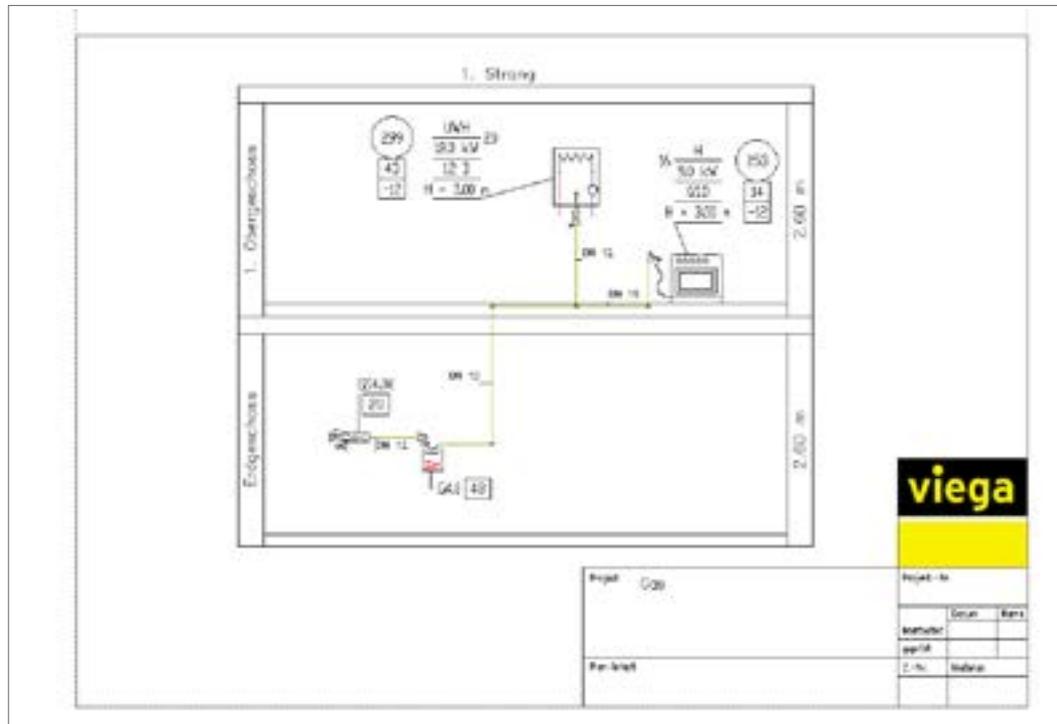


Abb. 17: Viptool Master – Strangschema

Projekt-Nr.:
Projekt:

viega

Viptool Master

Unbenannte Anlage **Gasströmungswächter - Abgleich**

| System-Übersicht | | | | | | | |
|------------------|----|---------------------------|-------|----------|----------|----------|----------|
| Str.-weg Nr. | QS | Schließrohrdimension m³/h | Druck | Drückung | Drückung | Drückung | Drückung |
| 1 | 0 | 400 * 1,45 = 580 | 2300 | 0 | 1440 | 0 | OK |
| 2 | 0 | 400 * 1,45 = 580 | 2300 | 0 | 1512 | 0 | OK |

Status: Nachweis der Wirksamkeit ist erbracht.

Abb. 18: Viptool Master – GS-Abgleich

Bei der Berechnung werden automatisch die benötigten Gasströmungswächter (GS) ermittelt und deren Wirksamkeit überprüft. Weiterführende Informationen zu den Planungssoftwares siehe Seite 624.

Erklärung der verwendeten Symbole und Kurzzeichen

| Nr. | Benennung | Grafisches Symbol | Kurzzeichen | Bemerkung |
|-----|--|-------------------|-------------|--|
| 1 | Leitung | | | |
| 2 | Abzweig | | | |
| 3 | Nennweiten-übergang | | | hier: bei Stahlrohren in DN bei Kupfer, Edelstahl und Kunststoff in d _a |
| 4 | Werkstoffübergang | | | hier: von Stahl auf Kupfer |
| 5 | Rohrleitung in Grundrissdarstellung | | | |
| 6 | Elektrische Trennung, Isolierstück | | | |
| 7 | Potenzialausgleich, Erdung | | | |
| 8 | Lösbare Verbindung | | | z. B. Verschraubung oder Flansch |
| 9 | Wand- oder Deckendurchführung mit Schutzrohr | | | |
| 10 | Gas-Druckregelgerät | | GR | |
| 11 | Gaszähler (Einstutzen) | | G | z. B. G4 |
| 12 | Gaszähler (Zweistutzen) | | G | z. B. G4 |
| 13 | Gaszählergruppe | | G | z. B. G2,5 |
| 14 | Sicherheits-Gassteckdose | | GSD | * ersetzen durch: AP= Aufputzsteckdose UP= Unterputzsteckdose siehe ¹⁾ |

| Nr. | Benennung | Grafisches Symbol | Kurzzeichen | Bemerkung |
|-----|---|-------------------|-------------|---|
| 15 | Sicherheits-Gasschlauchleitung | | | |
| 16 | Absperreinrichtung | | AE | Durchgangsform |
| 17 | Absperreinrichtung | | AE | Eckform |
| 18 | Anbohrschelle | | | |
| 19 | Thermische Absperreinrichtung (TAE) | | TAE | |
| 20 | Absperreinrichtung mit kombinierter TAE | | | Durchgangsform |
| 21 | Absperreinrichtung mit kombinierter TAE | | | Eckform |
| 22 | Gasströmungswächter (GS) | | GS | z. B: GS 6 M, 6 = Nennwert, M oder K = GS-Typ |
| 23 | Absperreinrichtung mit kombiniertem GS | | | Durchgangsform |
| 24 | Absperreinrichtung mit kombiniertem GS | | | Eckform |
| 25 | Gas-Druckregelgerät mit kombiniertem GS | | | |
| 26 | Gasströmungswächter GS Typ K mit TAE kombiniert | | GS-T | K = GS-Typ |
| 27 | Gassicherheitsverteiler GS Typ K mit TAE kombiniert | | | Der GS am Verteilerabgang kann entfallen, wenn der vorgeschaltete GS am Leitungsanfang (nach HAE / GR) den gleichen Nennwert hat. |
| 28 | Gas-Durchlaufwasserheizer | | DWH | |

| Nr. | Benennung | Grafisches Symbol | Kurzzeichen | Bemerkung |
|-----|--|-------------------|-------------|-----------|
| 29 | Gas-Vorratswasserheizer | | VWH | |
| 30 | Gas-Kombiwasserheizer | | KWH | |
| 31 | Gas-Heizkessel | | HK | |
| 32 | Gasherd (auch Gaskocher, Gaskochmulde/Gasbackofen) | | H | |
| 33 | Gas-Wärmepumpe | | WP | |
| 34 | Gas-Grill | | G | |
| 35 | Gas-Terrassenstrahler | | TS | |
| 36 | Gas-Blockheizkraftwerk | | BHKW | |
| 37 | Brennstoffzellenheizgerät | | BZ | |
| 38 | Dekorative Gasfeuer für offene Kamine | | DF | |

1) 13 KW möglich bei ausreichendem Verbrennungsluftverbund

Tab. 11: Verwendete Symbole und Kurzzeichen

Materialverwendung

Haus-Installationen

Viega Pressverbindersysteme ermöglichen komplette Gas-Installationen ohne zeitaufwändiges Gewindeschneiden, Hartlöten und Schweißen. Für alle praxisüblichen Anwendungen – vom Anschluss an die Versorgungsleitung bis zu Entnahmearmaturen – sind Bauteile lieferbar, z. B. Anbohrarmaturen für den Anschluss der Hausanschlussleitung an die Versorgungsleitung, Gaszählerkugelhähne, Gasströmungswächter, Gassteckdosen.

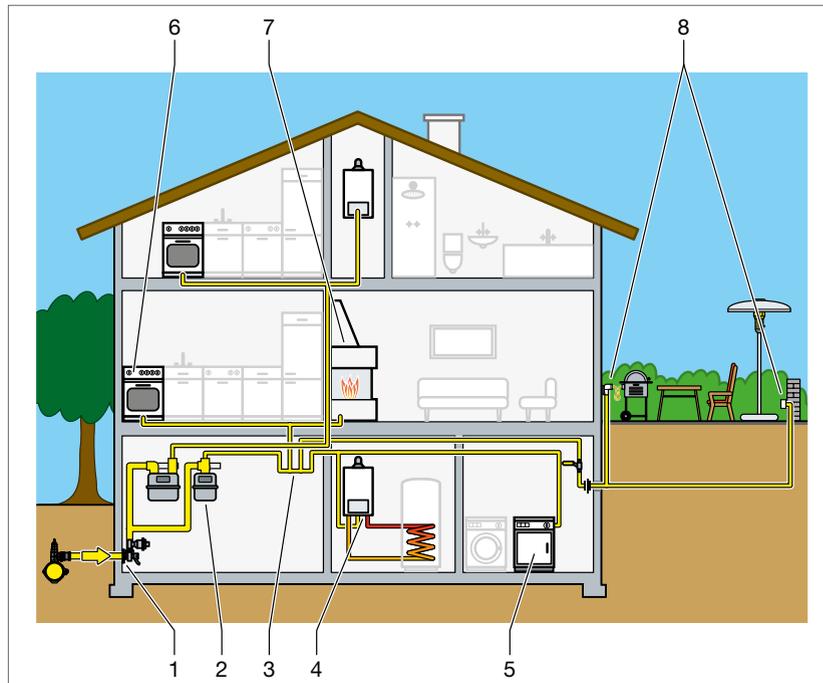


Abb. 19: Gas-Installation im häuslichen Bereich, Beispiel

- | | |
|---|------------------------|
| 1 Außenwanddurchführung mit HAE, Gasdruckregler und GS | 5 Gas-Wäschetrockner |
| 2 Gaszähler mit Zähleranschlussplatte und GS | 6 Gasherd |
| 3 Gasverteiler | 7 Gaskamin |
| 4 Gastherme | 8 Aufputz-Gassteckdose |

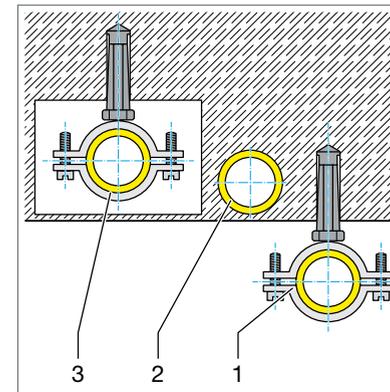
Allgemeine Montageregeln für Gasleitungen

Folgende Bedingungen gelten für die Verlegung von Gasleitungen

- Gasleitungen müssen freiliegend mit Abstand zum Baukörper (1), unter Putz ohne Hohlräume (2) oder in Schächten/Kanälen (3) verlegt werden.
- Gasleitungen mit Betriebsdrücken > 100 hPa (mbar) dürfen nicht unter Putz verlegt werden.
- Gasleitungen dürfen nicht in Estrich verlegt werden.
- Absperreinrichtungen und lösbare Verbindungen müssen leicht zugänglich sein.

Anforderungen an UP-Installationen

- Die Bauteile sind spannungsfrei installiert.
- In aggressiver Umgebung muss ein Korrosionsschutz aufgebracht werden.
- Es werden ausschließlich unlösbare Verbindungsarten verwendet.
- Kupferrohre werden nicht zusammen mit nitrit- oder ammoniumhaltigen Stoffen verwendet
- Edelstahlrohre werden nicht mit chloridhaltigen Stoffen verwendet.



- 1 Abstand zum Baukörper
- 2 Unter Putz ohne Hohlräume
- 3 belüfteter Kanal

Abb. 20: Rohrleitungsführung nach DVGW-TRGI 2018

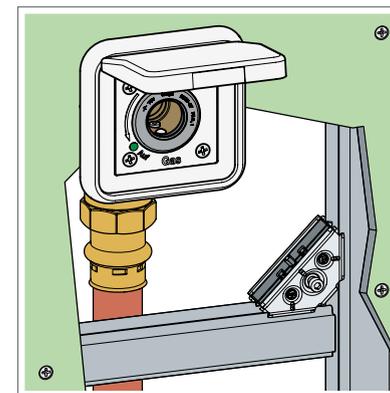


Abb. 21: Gasleitung in der Vorwand

Hinweis zu DVGW-TRGI 2018

Durchgängige, verbindungsfreie Gasleitungen dürfen – zum Anschluss eines Gasgeräts oder einer Gassteckdose – in Hohlräumen (Vorwandkonstruktionen) verlegt werden. Eine Belüftung ist nicht erforderlich.

Rohrleitungsführung und Befestigung

Gasleitungen dürfen nicht an anderen Leitungen befestigt werden oder als Träger für andere Leitungen dienen. Gasleitungen dürfen mit nichtbrennbaren Rohrschellen (z. B. metallene Rohrschellen) und handelsüblichen Befestigungsdübeln (Kunststoffdübeln) an Bauteilen mit ausreichender Stabilität befestigt werden, wenn die Rohrverbindung eine entsprechende mechanische, axiale Stabilität (Längskraftschlüssigkeit) aufweist. Profipress G/-XL-, Sanpress Inox G/-XL- und Megapress G-Pressverbindungen sind unlösbare, zug- und schubfeste Rohrverbindungen. Die Befestigungsabstände der horizontal verlegten Rohrleitungen gemäß der Empfehlungen der DVGW-TRGI 2018 wählen.

Verlegung im Bodenaufbau

Gasleitungen dürfen nicht (auch nicht teilweise) im Estrich verlegt werden.

Zulässige Verlegungsarten sind

- Auf der Rohdecke innerhalb der Ausgleichsschicht für die Trittschalldämmung/den Estrich (s. Abb. 22)
- Teilweise innerhalb einer Aussparung in der Rohdecke und teilweise innerhalb einer Ausgleichsschicht
- Vollständig innerhalb einer Aussparung in der Rohdecke (s. Abb. 23).

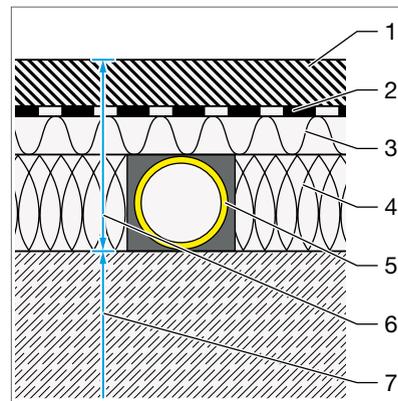


Abb. 22: Gasleitung in Ausgleichsschicht

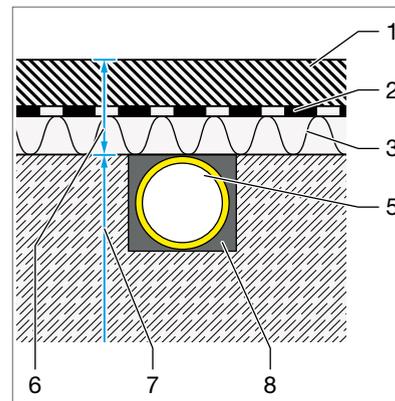


Abb. 23: Gasleitung in Rohdecke

- 1 Estrich
- 2 Folie
- 3 Trittschalldämmung
- 4 Ausgleichsschicht

- 5 Gasleitung
- 6 Bodenplatte
- 7 Rohdecke
- 8 Aussparung

Gasleitungen, die unter Estrich verlegt werden, müssen vor Korrosion geschützt werden, siehe auch DVGW-TRGI 2018, Pkt. 5.3.4.8 „Anforderungen für erdverlegte Außenleitungen“ unter Pkt. 5.2.7.1.

Korrosionsschutz

Frei verlegte Rohrleitungen in Räumen benötigen unter normalen Bedingungen keinen äußeren Korrosionsschutz.

Korrosionsschutz ist notwendig

- in Räumen mit aggressiven Baustoffen; z. B. Kupferrohre in Bauteilen mit nitrit- oder ammoniumhaltigen Materialien oder Edelstahlrohre in chloridhaltiger Umgebung.
- in Räumen mit aggressiver Atmosphäre.
- für Stahlrohrleitungen, die in Räumen mit auftretender Feuchtigkeit verwendet werden (z. B. gelegentliche Feuchtigkeit in Bädern oder Küchen).

Außenwanddurchführung

Die TRGI formuliert folgende Anforderungen und Erleichterungen:

- Die Außenwanddurchführung muss gas- und wasserdicht sein.
- Kupferrohre mit Stegmantel müssen im Bereich der Außenwanddurchführung abgemantelt und der Übergang mit Schrumpfmateriale abgedichtet werden.
- Vor der Außenwanddurchführung muss in die durchgehende Kupferrohrleitung ein Isolierstück nach DVGW-TRGI 2018, Punkt 5.3.2.2, eingebaut werden. Davon ausgenommen sind Anschlüsse an Geräte, die im Freien aufgestellt sind (z. B. Gasgrill, Gas-Terrassenstrahler).
- Korrosionsschutz ist aufzubringen nach DVGW-TRGI 2018.

Das Profipress G-Installationssystem mit Pressverbindern aus Kupfer und Rotguss in Verbindung mit Kupferrohren ist geeignet für die Ausführung von Gasleitungen, die durch Außenwände von Gebäuden direkt ins Erdreich geführt werden.

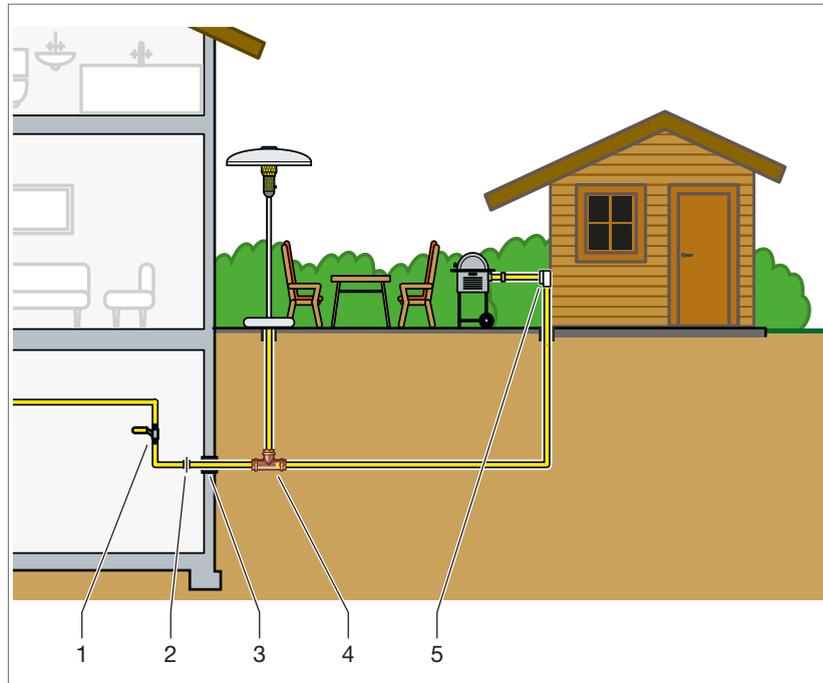


Abb. 24: Außenwanddurchführung, Beispiel

- | | |
|---------------------------------------|------------------------|
| 1 Gaskugelhahn | 4 Profipress G-T-Stück |
| 2 Isolierstück | 5 Aufputz-Gassteckdose |
| 3 Außenwanddurchführung (wasserdicht) | |

Erdverlegte Gasleitungen

Erdverlegte Leitungen für die Ausführung von Gasleitungen aus Gebäuden und für die Einführung in andere Gebäude lassen sich aus flexiblem PE-Rohr mit Geopress-Verbindern herstellen.

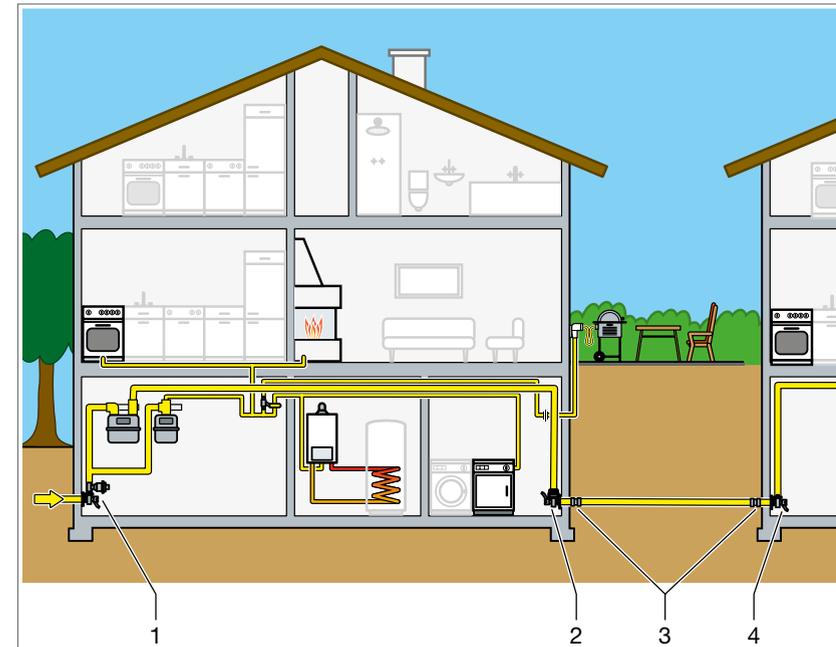


Abb. 25: Erdverlegte Gasleitung, Beispiel

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1 HAE - Gasdruckregler - GS | 3 Geopress G- oder Geopress K-Verbinde |
| 2 HAE mit Übergang auf Profipress G | 4 HAE mit Übergang auf Sanpress Inox G |

WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

Produkte für die Gas-Installation

- „Profipress G“ auf Seite 932
- „Megapress G“ auf Seite 950
- „Sanpress Inox G“ auf Seite 958
- „Geopress G“ auf Seite 983
- „Gaskugelhähne“ auf Seite 997
- „Gassteckdosen“ auf Seite 998
- „Gasströmungswächter“ auf Seite 999
- „Gaszählerkugelhähne“ auf Seite 1000

Software

viega.de/software

Für weitere Informationen siehe

- „Viptool Engineering“ auf Seite 1046
- „Viptool Master“ auf Seite 1048

Viega Website

Gas-Installation

viega.de/de/produkte/anwendungen/gas-installation.html



INDUSTRIE TECHNIK

INHALT

| | |
|--|------------|
| Einleitung | 621 |
| Planerische Grundlagen | 622 |
| Dichtelemente | 622 |
| Dichtungsmaterialien | 622 |
| EPDM | 623 |
| FKM | 624 |
| HNBR | 625 |
| NBR | 625 |
| PTFE | 626 |
| AFM 34/2 | 626 |
| Materialprüfung | 627 |
| Druckverformungsrest (DVR) | 627 |
| Höhere thermische Belastbarkeit (HTB) | 630 |
| Viega Lösungen | 630 |
| Trinkwasser in Erste-Hilfe-Einrichtungen | 633 |
| Gesetzliche und normative Grundlagen | 633 |
| Planungshinweise | 634 |
| Allgemeines | 634 |
| Normative Vorgaben zu Betriebsparametern | 634 |
| Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung | 636 |
| Viega Lösungen | 637 |
| Prozesswässer | 638 |
| Wasseraufbereitung | 639 |
| Rohwasser | 639 |
| Wasserenthärtung | 640 |
| Demineralisierung | 641 |
| Verwendung von Prozesswässern | 646 |
| Kühl- bzw. Rückkühlwasser in offenen und geschlossenen Kreisläufen | 646 |
| Kesselspeisewasser | 649 |
| Lösemittel, Reaktionsmedium, Reinigungsmittel | 650 |
| Kühlschmiermittel | 651 |
| Kühlwasser für die maschinelle Oberflächenbearbeitung | 652 |
| Prozesswasser als Produktionsmittel | 653 |
| Viega Lösungen | 655 |
| Wasser für Wärmetransport | 657 |
| Prozesswärme | 657 |
| Kraft-Wärme-Kopplung | 657 |

| | |
|---|------------|
| Solarthermie | 658 |
| Anwendung von Prozesswärme | 658 |
| Nah- und Fernwärme | 659 |
| Anforderungen an Heizungswasser | 660 |
| Wasseraufbereitung | 660 |
| Betriebstechnik | 660 |
| Viega Lösungen | 662 |
| Nah- und Fernwärmeanlagen | 662 |
| Solarthermie | 663 |
| Löschwasser | 664 |
| Löschwasser- und Trinkwasserkonzepte planen | 665 |
| Nicht selbsttätige Feuerlöschanlagen | 665 |
| Übersicht | 665 |
| Trinkwasser-Installation mit Wandhydrant Typ S | 666 |
| Trinkwasser-Installation mit Wandhydrant Typ F | 669 |
| Feuerlöschanlage trocken | 671 |
| Selbsttätige Feuerlöschanlagen (Sprinkleranlagen) | 672 |
| Gesetzliche und normative Grundlagen | 675 |
| Einteilung – Einbettung in die Regelwerke | 675 |
| Normen und Regelwerke | 676 |
| Rohrleitungssysteme | 678 |
| Allgemeine Hinweise | 678 |
| Rohrleitungssysteme für nicht selbsttätige Feuerlöschanlagen | 678 |
| Inbetriebnahme nicht selbsttätiger Feuerlöschanlagen | 682 |
| Rohrleitungssysteme für selbsttätige Feuerlöschanlagen (Sprinkleranlagen) | 683 |
| Inbetriebnahme selbsttätiger Feuerlöschanlagen (Sprinkleranlagen) | 684 |
| Viega Lösungen | 684 |
| LABS-Konformität | 687 |
| LABS-Quellen | 687 |
| LABS-konforme Produktion | 688 |
| Viega Lösungen | 689 |
| Druckluft | 691 |
| Prozessluft | 691 |
| Blasluft | 692 |
| Steuerluft | 692 |
| Vakuum | 693 |
| Grundlagen | 693 |
| Definition für Druckluft | 693 |
| Physikalische Grundlagen | 694 |
| Bewegte Druckluft | 694 |
| Druckluftqualität | 695 |
| Unbehandelte Druckluft | 695 |

| | |
|--|------------|
| Vorteile einer richtigen Druckluftaufbereitung | 695 |
| Druckluftqualitäten nach ISO 8573-1 | 695 |
| Typische Druckluftreinheiten für verschiedene Anwendungsbereiche | 696 |
| Druckluftanlagen | 699 |
| Vorteile der Druckluft | 699 |
| Druckluftaufbereitung | 699 |
| Anlagenkomponenten | 701 |
| Druckluftverteilung | 704 |
| Rohrleitungssysteme | 704 |
| Gesamtdruckverlust der Druckluftanlage | 708 |
| Rohrleitungen berechnen | 708 |
| Materialauswahl und Verbindungstechnik für Rohrleitungssysteme | 711 |
| Abnahme von Druckluftsystemen | 711 |
| Viega Lösungen | 712 |
| Technische Gase | 715 |
| Einsatzmöglichkeiten technischer Gase | 715 |
| Schweißtechnik | 716 |
| Härtetechnik | 716 |
| Lebensmitteltechnik | 717 |
| Medizintechnik | 717 |
| Grundlagen | 718 |
| Übersicht technischer Gase | 718 |
| Beispiele technischer Gase | 719 |
| Reinheitsklassen technischer Gase | 724 |
| Gasreinheiten für verschiedene Anwendungsbereiche | 725 |
| Rohrleitungssysteme | 727 |
| Allgemeine Hinweise | 727 |
| Berechnung von Rohrleitungen | 727 |
| Materialauswahl | 728 |
| Rohrleitungsverlegung | 729 |
| Viega Lösungen | 730 |
| Brenngase | 731 |
| Gasfamilien | 732 |
| Regelwerke | 733 |
| Besonderheiten | 733 |
| Höhere thermische Belastbarkeit (HTB) | 733 |
| Erdgas | 734 |
| Grundlagen | 734 |
| Eigenschaften | 736 |
| Biogas | 737 |
| Acetylen (Ethin) | 738 |
| Eigenschaften | 738 |
| Regelwerke | 738 |
| Werkstoffauswahl | 739 |

| | |
|---|------------|
| Flüssiggase | 740 |
| Grundlagen | 740 |
| Sicherheit | 740 |
| Flüssiggasanlagen | 741 |
| Regelwerke | 741 |
| Komponenten | 741 |
| Viega Lösungen | 744 |
| Pressverbindersysteme für metallene Rohrleitungen | 744 |
| Pressverbindersysteme für erdverlegte PE-HD- und PE-X-Rohre | 745 |
| Pressverbindersysteme für Biogasanlagen | 746 |
| Pressverbindersysteme für Acetylen | 747 |
| Pressverbindersysteme für Wasserstoff | 747 |
| Lecksuche im Rahmen der Dichtheitsprüfung | 748 |
| Niederdruckdampf | 749 |
| Dampfheizung | 749 |
| Dampfreinigung | 750 |
| Produktbefeuchtung | 750 |
| Luftbefeuchtung | 750 |
| Grundlagen | 751 |
| Dampfzustände | 751 |
| Wärmetransport | 751 |
| Dampfqualität | 752 |
| Wasserschlaggefahr in Dampfleitungen | 752 |
| Rohrleitungssysteme | 753 |
| Viega Lösungen | 754 |
| Öle und Dieselkraftstoffe | 755 |
| Öle | 755 |
| Mineralöle | 756 |
| Ätherische Öle | 759 |
| Silikonöle | 760 |
| Technische Verwendung der Öle | 761 |
| Dieselmotoren | 763 |
| Viega Lösungen | 765 |
| Mineralische Öle und Dieselkraftstoffe | 765 |
| Biogene Öle und Dieselkraftstoffe | 766 |
| Kühlschmierstoffe (KSS) | 767 |
| Weiterführende Informationen | 769 |

EINLEITUNG

Die Anforderungen an medienführende Rohrleitungssysteme in der Industrie haben im Laufe der Zeit kontinuierlich zugenommen. Vielfältige Betriebszustände der Medien – wie Druck, Temperatur und Konzentration – erfordern eine sorgfältige Auswahl des Systems und des Materials für Pressverbinder, Rohre und Dichtungen.

Für Sondermedien mit individuellen Betriebsbedingungen bietet Viega Unterstützung durch eigene Laboruntersuchungen an, in besonderen Fällen auch unterstützt durch externe Institute. Die daraus resultierenden Anwendungsempfehlungen ermöglichen eine fachgerechte Ausführung und eine hohe Betriebssicherheit der Anlage unter Nutzung effizienter Montagetechniken.

PLANERISCHE GRUNDLAGEN

Dichtelemente

Dichtungen kommen in allen technischen Anlagen oder Einrichtungen eine besondere Rolle zu, in denen Medien unter Verschluss gehalten werden. Sie sollen an den Verbindungsstellen der einzelnen Anlagenkomponenten verhindern, dass das eingeschlossene Medium unkontrolliert in die Umgebung austritt. Dazu ist es notwendig, dass die Dichtungen einige wichtige Anforderungen erfüllen:

- Sie sind beim Einbau mechanisch in einwandfreiem Zustand und sauber.
- Sie sind dem eingeschlossenen Medium gegenüber chemisch beständig.
- Sie widerstehen den Betriebsbedingungen der Anlage (Druck, Temperatur etc.).

Es gibt eine große Zahl unterschiedlicher Werkstoffe für Dichtungen. Der am besten geeignete Werkstoff muss passend zum speziellen Anwendungsfall ausgewählt werden. Seine Zusammensetzung beeinflusst die mechanischen und chemischen Eigenschaften und damit die Eignung für bestimmte Medien. In der Regel ist das auszuwählende Dichtungsmaterial für eine bestimmte Anwendung in dem für diese Anwendung zuständigen Regelwerk bereits festgelegt. Eine Auswahl von Dichtungsmaterialien mit ihren allgemeinen charakteristischen Eigenschaften ist im nachfolgenden Abschnitt „Dichtungsmaterialien“ zusammengestellt.

Viega verwendet unterschiedliche Dichtelemente für die verschiedenen Medien- und Anlagenanforderungen, gepaart mit dem jeweils optimalen Rohr- und Verbinderwerkstoff. Dadurch gewährleistet das ausgewählte System (Rohr-Verbinder-Dichtelement) die jeweils optimale Lösung für den entsprechenden Einsatzzweck, einschließlich besonderer Anwendungen wie beispielsweise LABS-freie Systeme für die Automobilindustrie oder Lackierbereiche. Die Eigenschaften der bei Viega verwendeten Dichtelemente sind im Abschnitt „Viega Lösungen“ auf Seite 638 beschrieben.

Dichtungsmaterialien

Von der Vielzahl verfügbarer Dichtungsmaterialien wird hier die folgende Auswahl behandelt:

- EPDM
- FKM
- HNBR
- NBR
- PTFE
- AFM 34/2

Jede dieser Bezeichnungen stellt einen Oberbegriff für eine ganze Anzahl einzelner Untertypen dar. Jeder einzelne Typ kann eine unterschiedliche Ausprägung einer Eigenschaft aufweisen. So gibt es z. B. verschiedene Typen von EPDM, die aufgrund ihrer Zusammensetzung bei Materialprüfungen unterschiedliche Ergebnisse aufweisen können (siehe Abb. 9 auf Seite 637). Deshalb muss vor jedem Einsatz eines Dichtungsmaterials genau mit dem Hersteller geprüft werden, ob die von ihm angebotene Dichtung mit ihrer chemischen Zusammensetzung für den vorgesehenen Anwendungsfall tatsächlich geeignet ist.

EPDM

EPDM ist die international gebräuchliche Kurzform von **E**thylen-**P**ropylen-**D**ien-Kautschuk der **M**-Gruppe nach DIN ISO 1629. Es handelt sich um einen gummielastischen Synthetikgummi auf der Basis von Ethylen und Propylen sowie einem nicht weiter spezifiziertem Dien. Fälschlicherweise hat sich auch der Ausdruck „Ethylen-Propylen-Dien-Monomer-Kautschuk“ als Aufschlüsselung von EPDM eingebürgert, obwohl dies nicht korrekt ist, weil es sich nicht um ein Monomer handelt, sondern um ein Polymer.

Die Hauptkette und die Nebenketten des EPDM bestehen zum Großteil aus gesättigten und relativ wenig doppelten Kohlenstoff-Kohlenstoff-Verbindungen (Abb. 1). Diese ungesättigten Doppelbindungen bewirken, dass EPDM für bestimmte Stoffe ein sehr guter Reaktionspartner wird. Dies begrenzt die Verwendungsmöglichkeit von EPDM in Anlagen und muss gegebenenfalls bei der Auswahl als Dichtungsmaterial berücksichtigt werden.

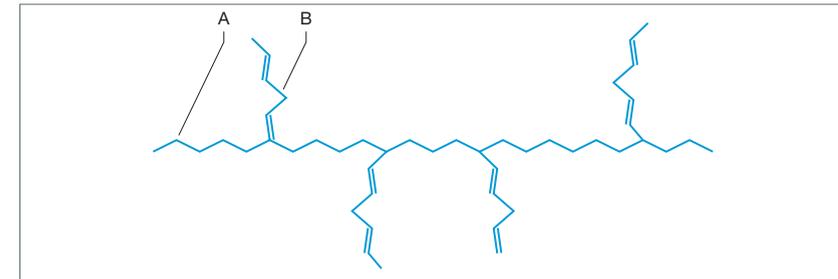


Abb. 1: Schematische Darstellung von EPDM

A Hauptkette

B ungesättigte Seitenketten

So ist EPDM ein ideales Dichtungsmaterial für polare Medien wie Wasser (Abb. 2) oder Alkohole, insbesondere für Trinkwasser gemäß DIN EN 806 in Kombination mit der „Bewertungsgrundlage für Kunststoffe und andere organische Materialien im Kontakt mit Trinkwasser“^[1] (KTW-Bewertungsgrundlage) des Umweltbundesamtes (UBA). Auch für Kühlflüssigkeiten und Säuren oder Basen kann es in gewissen Grenzen gut eingesetzt werden.

[1] Diese Bewertungsgrundlage ersetzt seit 21. März 2021 die bekannte KTW-Leitlinie („Leitlinie zur hygienischen Beurteilung von organischen Materialien im Kontakt mit Trinkwasser“ (KTW)) des Umweltbundesamtes (UBA)

Für unpolare Stoffe wie z. B. Kohlenwasserstoff-Lösungsmittel, chlorierte Kohlenwasserstoffe, Terpentin oder Benzin ist es dagegen nicht geeignet. Auch Ölen widersteht EPDM nur sehr eingeschränkt.

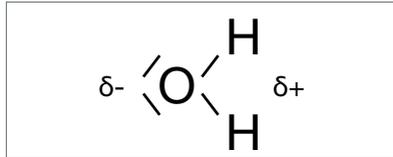


Abb. 2: Schematische Darstellung des polaren Wassers

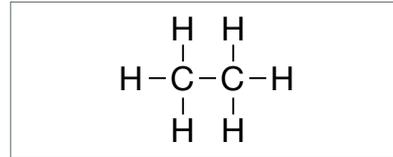


Abb. 3: Schematische Darstellung des unpolaren Ethans

Die Striche in der Abbildung stellen die Elektronenpaare dar, die die Atome Kohlenstoff (C), Wasserstoff (H) und Sauerstoff (O) miteinander verbinden. Da sich auf der linken Seite des Wassers mehr Elektronen befinden, ist diese Seite ein „wenig negativer“ (δ^-) geladen als die rechte (δ^+). Beim symmetrischen Ethan (Abb. 3) tritt diese Polarisierung nicht auf.

FKM

FKM ist die Abkürzung für den Begriff **F**luor-**K**arbon-Kautschuk der **M**-Gruppe gemäß DIN ISO 1629 sowie ASTM D1418 und bezeichnet eine ganze Gruppe elastischer Kautschuke, die als gemeinsames charakterisierendes Monomer Vinyliden(di)fluorid (VDF) haben. Früher wurde auch der mittlerweile abgelöste Begriff Fluor-Polymer-Kautschuk mit der Abkürzung FPM verwendet.

FKM kann je nach Zusammensetzung im Temperaturbereich von -40 °C bis $+200\text{ °C}$ eingesetzt werden und zeichnet sich durch eine erhöhte Beständigkeit gegenüber vielen Chemikalien sowie einen guten Druckverformungsrest (DVR) („Druckverformungsrest (DVR)“ auf Seite 635) aus. Die chemische Beständigkeit beruht u. a. auf den gesättigten Seitenketten, denen die chemisch sehr reaktiven Doppelbindungen fehlen (Abb. 4). Dadurch ist FKM besonders geeignet für:

- Sauerstoff und Ozon
- Fette und Öle
- unpolare Medien
- unpolare Lösungsmittel

Die individuellen typischen Eigenschaften eines speziellen FKM einer Gruppe werden durch die weiteren verwendeten Monomere und den Fluor-gehalt bestimmt. Damit lassen sich z. B. die Beständigkeit gegen bestimmte Chemikalien, gegen die Auswirkungen von Wärme und gegen mechanische Verformung in weiten Bereichen einstellen.



Abb. 4: Schematische Darstellung von FKM

A Hauptkette

B kurze gesättigte Seitenketten

HNBR

Die Abkürzung HNBR steht für **H**ydrierter Acrylnitril-**B**utadien-Kautschuk. Das „**R**“ leitet sich von dem englischen Wort rubber für Kautschuk ab. Die wesentlichen Bestandteile dieses Kunststoffes sind die namensgebenden Monomere Acrylnitril und 1,3-Butadien, deren Mengenanteile seine Materialeigenschaften bestimmen:

- Elastizität
- Druckverformungsrest (Seite 635)
- Flexibilität bei Kälte
- Quellbeständigkeit
- Gasdurchlässigkeit

Generell besitzen Produkte aus HNBR eine hohe Beständigkeit gegenüber Ölen, Fetten und Kohlenwasserstoffen. Außerdem weisen sie einen geringen Abrieb und ein günstiges Alterungsverhalten auf.

Ihre Temperaturbeständigkeit erlaubt die Anwendung im Bereich zwischen -55 °C und $+150\text{ °C}$, je nach Mengenverhältnis der eingesetzten Monomere und bei gegebenenfalls notwendiger Zugabe von Weichmachern. Tieftemperaturbeständigkeit und Kraftstoffbeständigkeit sind dabei im Wettbewerb:

Je geringer der Acrylnitrilanteil ist, desto tiefer ist die minimale Gebrauchstemperatur, aber desto schlechter die Kraftstoffbeständigkeit.

Da HNBR kaum ungesättigte Doppelbindungen enthält, sind daraus hergestellte Produkte auch beständig gegen Oxidation, Ozon und UV-Licht. Ihre Quellbeständigkeit hängt stark von dem Medium ab, mit dem sie in Kontakt kommen:

- Gute Quellbeständigkeit in
 - kettenförmigen Kohlenwasserstoffen (z. B. Propan, Butan, bestimmte Mineralöle),
 - tierischen und pflanzlichen Ölen und Fetten sowie
 - leichtem Heizöl und Dieselkraftstoff.
- Bedingte Quellbeständigkeit in
 - Medien mit hohem Gehalt an aromatischen Kohlenwasserstoffen (z. B. Superkraftstoff).
- Kaum bis keine Quellbeständigkeit in
 - aromatischen Kohlenwasserstoffen (z. B. Benzol),
 - chlorierten Kohlenwasserstoffen (z. B. Methylchlorid, Trichlorethylen),
 - Estern sowie
 - polaren Lösungsmitteln.

NBR

NBR steht für Acrylnitril-**B**utadien-Kautschuk. Das „**R**“ leitet sich von dem englischen Wort rubber für Kautschuk ab. Seine chemischen Eigenschaften sind vergleichbar mit denen des von ihm abgeleiteten HNBR.

Allerdings sind aufgrund der bei NBR noch vorhandenen Doppelbindungen die Beständigkeit gegenüber Sauerstoff, Ozon und UV-Licht sowie seine Temperaturbeständigkeit mit nur ca. 100 °C deutlich geringer.

PTFE

PTFE ist die Abkürzung für **Polytetrafluorethylen**. Es ist ein langkettiges unverzweigtes Polymer aus den Elementen Kohlenstoff und Fluor.

Umgangssprachlich ist es unter verschiedenen proprietären Handelsnamen bekannt, wie z. B. Teflon[®], Dyneon[®] oder für Membranen Gore-Tex[®].

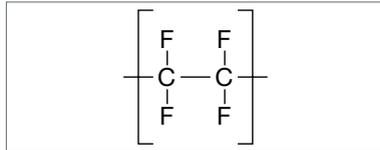


Abb. 5: Schematische Darstellung der Struktur von PTFE

PTFE ist auf Grund seiner chemischen Struktur extrem reaktionsträge und deshalb auch biologisch und physiologisch unbedenklich. Es ist beständig gegen die meisten Säuren und gegen Basen, Alkohole, Ketone, Benzine, Öle usw. Sein Einsatzbereich reicht dabei von -270 °C bis $+260\text{ °C}$. Heiße Basen (z. B. Natronlauge, Kalilauge) über ca. 70 °C zerstören PTFE.

Eine Besonderheit ist die äußerst geringe Oberflächenspannung von PTFE. Sie bewirkt, dass nur wenige Materialien an der Oberfläche haften bleiben und diese somit extrem schwierig benetzbar ist. PTFE ist sowohl wasserabweisend (hydrophob) als auch fettabweisend (lipophob). Daher ist PTFE in Verbindung mit seiner extremen Reaktionsträgheit für fast alle gängigen, in Rohrleitungen transportierten Medien als Dichtstoff geeignet.

Eine wichtige Ausnahme bilden fluorierte Kältemittel auf der Basis fluorierter Gase (F-Gase). Ihre chemische Struktur ist der des PTFE ähnlich, und die Fluoratome in beiden Stoffen treten in Wechselwirkung. Sie bringen PTFE zum Quellen und sollten deshalb nicht mit ihm in Kontakt gebracht werden.

AFM 34/2

AFM 34/2 ist ein hochwertiges asbestfreies Dichtungsmaterial. Es enthält hochtemperaturbeständige Substanzen, anorganische Füllstoffe und Fasern aus aromatischen Polyamiden (PA). Letztere werden mit der Wortzusammensetzung aus Aromatische Polyamide als Aramid-Fasern bezeichnet. Bei der Herstellung von AFM 34/2 werden die einzelnen Bestandteile mit hochwertigen Elastomeren unter erhöhter Temperatur sowie erhöhtem Druck hochfest und besonders gasdicht verbunden.

AFM 34/2 wird hauptsächlich als Plattenmaterial gefertigt, sodass es überwiegend als Flachdichtung zum Einsatz kommt, z. B. für Flanschverbindungen.

Das Material weist eine hohe Zug-, Druck- und Scherfestigkeit auf und lässt sich sehr gut sowohl für Flüssigkeiten als auch für Gase einsetzen. Seine große Temperatur- und Druckbeständigkeit in Kombination mit seiner großen Reaktionsträgheit ermöglichen die Verwendung in einem weiten Bereich von Betriebsbedingungen für eine Vielzahl unterschiedlicher Medien, z. B.:

- (Trink-)Wasser
- wässrige Lösungen
- Salzlösungen
- Lösungsmittel
- Öle
- Kraftstoffe
- Frostschutzmittelgemische
- Flüssiggase
- Frigene

AFM 34/2 enthält keine physiologisch bedenklichen Stoffe oder Farbzusätze. Deshalb ist es ebenfalls für die Verwendung in Trinkwasser-Installation geeignet und zertifiziert.

Materialprüfung

Dichtungsmaterialien werden zum Zweck der Vergleichbarkeit und zur Absicherung der Einsetzbarkeit für einen bestimmten Anwendungsfall unterschiedlichen Materialprüfungen unterzogen (vgl. z. B. DIN ISO 1817: Elastomere oder thermoplastische Elastomere – Bestimmung des Verhaltens gegenüber Flüssigkeiten).

Als Beispiel werden hier zwei Prüfungen aufgeführt, von denen die Erste eine Materialeigenschaft untersucht und die Zweite die Eignung für einen speziellen Anwendungsfall.

Druckverformungsrest (DVR)

Im Einsatz mit Pressverbindern handelt es sich in der Regel um Dichtelemente, die beim Verpressen von Verbindungsstücken mit dem Rohr leicht gepresst und damit ca. 25 % verformt werden, um so die Verbindung abzudichten. Damit diese Funktion lange Zeit erhalten bleibt, ist es notwendig, dass das Material des Dichtelements lange genug elastisch bleibt, ohne sich dauerhaft zu verformen. Dieses Verhalten wird mit dem Druckverformungsrest beschrieben, der mit dem Testverfahren nach DIN EN 681-1 Anhang B ermittelt wird.

Darin werden die zu testenden Dichtelemente in eine Vorrichtung nach ISO 815 eingespannt und über eine definierte Zeit bei einer bestimmten erhöhten (ISO 815-1) oder tiefen (ISO 815-2) Temperatur zusammengepresst (Abb. 6).

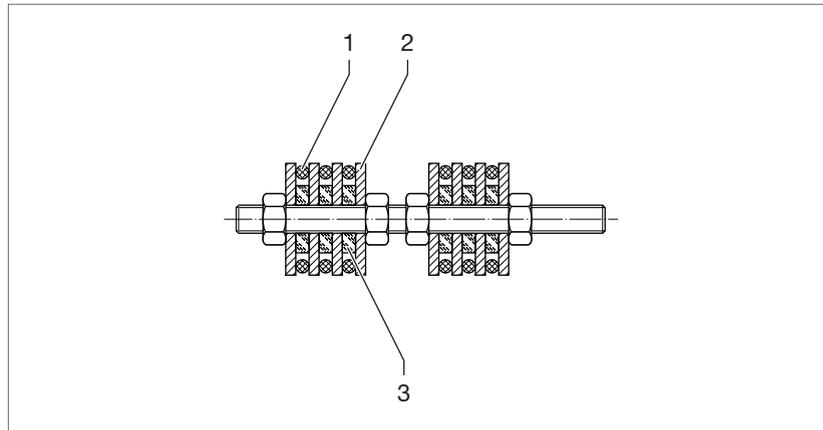


Abb. 6: Aufbau der Vorrichtung zur Bestimmung des Druckverformungsrests nach ISO 815

- 1 Dichtelement
- 2 Druckplatte aus Edelstahl
- 3 Kompressionsbegrenzer

Nach Ablauf der Prüfzeit wird das geprüfte Dichtelement nach der Entspannung vermessen (Abb. 7) und der Wert des Druckverformungsrests (DVR) berechnet.

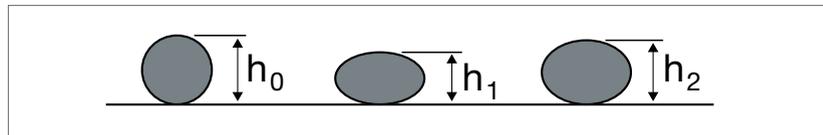


Abb. 7: Vermessung des Dichtelements vor, während und nach dem Test

- h_0 ursprüngliche Höhe des Dichtelements
- h_1 Höhe des Abstandhalters zwischen den Prüfplatten = verpresste Höhe
- h_2 Höhe des Dichtelements nach Entspannung

Zur Berechnung des Druckverformungsrests (DVR) in Prozent wird die nachstehende Formel gemäß ISO 815 herangezogen:

$$DVR = \frac{h_0 - h_2}{h_0 - h_1} \cdot 100$$

Aus der Formel wird ersichtlich, dass ein vollkommen elastischer Werkstoff einen DVR von 0 % hätte, also wieder vollständig in seine Ausgangsform zurückgeht. Dies stellt den Idealfall für ein Dichtungsmaterial dar. Das Gegenteil dazu ist ein plastischer Werkstoff mit dem DVR von 100 %, der sich nach der Entspannung überhaupt nicht mehr zurückverformt und deformiert bleibt. Zur Illustration ist in der Abb. 8 der Verlauf des Druckverformungsrests (DVR) über der Zeit bei unterschiedlichen Temperaturen aufgetragen.

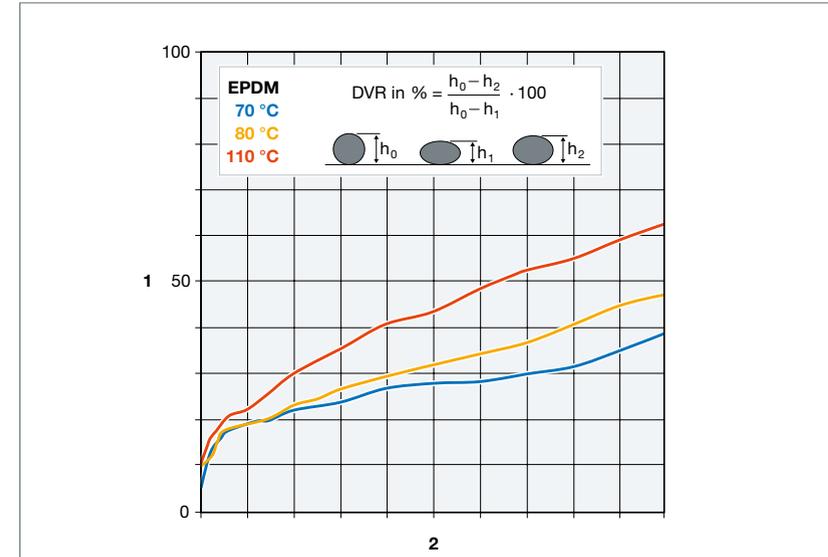


Abb. 8: Druckverformungsrest (DVR) für ein ausgewähltes EPDM bei unterschiedlichen Temperaturen

- 1 Druckverformungsrest [%]
- 2 Zeit

Aufgrund der unterschiedlichen Zusammensetzungen verschiedener EPDM-Typen kann es unterschiedliche Ergebnisse bei demselben Test geben (Abb. 9). Vereinfachend kann man sagen: Je kleiner der Druckverformungsrest (DVR) ist, umso besser ist das Langzeitverhalten einer Rohrverbindung.

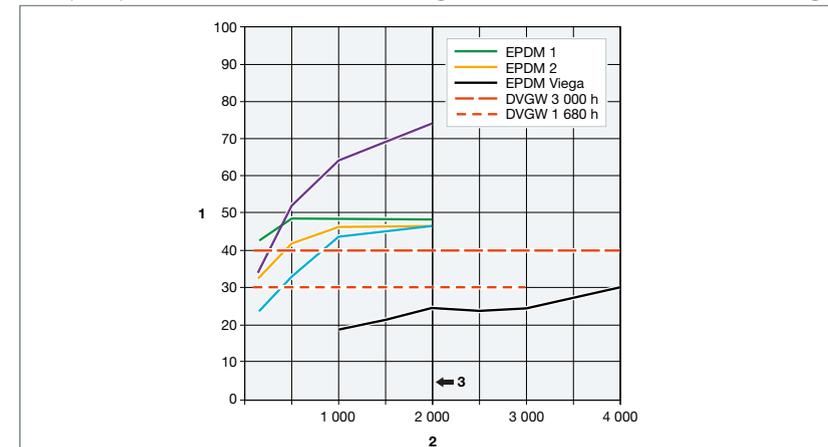


Abb. 9: Druckverformungsrest (DVR) für verschiedene EPDM-Typen bei gleicher Temperatur beim Testverfahren nach DIN EN 681-1

- 1 Druckverformungsrest [%]
- 2 Zeit [h]
- 3 Ende der DIN Testzeit (2000 h)



Höhere thermische Belastbarkeit (HTB)

Das Kriterium der höheren thermischen Belastbarkeit (HTB) orientiert sich an der Zündtemperatur von Erdgas in Luft (ca. 640 °C). Um zu verhindern, dass sich ein explosionsfähiges Gemisch bildet, darf im Brandfall an keiner Stelle im Gebäude, die unterhalb der Zündtemperatur liegt, Gas in bedrohlicher Menge austreten.

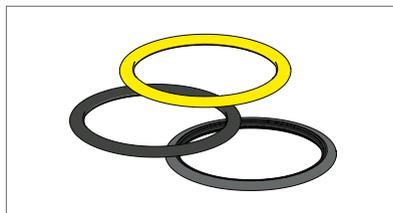
Für Gas-Installationen im häuslichen Bereich dürfen nur Bauteile verwendet werden, die als „höher thermisch belastbar (HTB)“ geprüft sind. Nicht HTB-beständige Bauteile müssen separat durch eine thermisch auslösende Absperreinrichtung (TAE) gesichert werden. Gasarmaturen erfüllen die HTB-Kriterien nach DIN EN 331, wenn Produkte bei einem Betriebsdruck von 0,1 MPa (1 bar) und einer Umgebungstemperatur von 650 °C einem Brand mindestens 30 Minuten lang widerstehen und funktionsfähig bleiben. Dichtigkeit auch bei extremen Umgebungstemperaturen verhindert eine Brandbeschleunigung durch unkontrolliert austretendes Gas und verschafft Zeit für das Schließen der Absperreinrichtungen.

Produkte, die den Kriterien nach DIN 3537-1 bei einem geforderten maximalen Betriebsdruck von 0,1 MPa (1,0 bar) entsprechen, erhalten die Kennzeichnung „GT 1“.

Produkte, die auch bei einem höheren maximalen Betriebsdruck die erhöhte thermische Belastbarkeit erfüllen, werden entsprechend gekennzeichnet, z. B. mit „GT 5“ für den maximalen Betriebsdruck von 0,5 MPa (5,0 bar).

Viega Lösungen

Viega setzt folgende Dichtungsmaterialien für Pressverbinder ein, deren Eigenschaften und Besonderheiten im Einzelnen beschrieben werden:



- EPDM
- FKM
- HNBR
- NBR
- PTFE
- AFM 34/2

Abb. 10: Dichtelemente für Viega Pressverbinder

Viega Dichtelemente

Viega verwendet Dichtelemente aus den in Tab. 1 aufgeführten Werkstoffen mit den angegebenen Eigenschaften. Sie werden werkseitig in die Verbindungsstücke der aufgelisteten Viega Pressverbindersysteme eingelegt. Einige typische Anwendungen der verschiedenen Dichtungsmaterialien sind in Tab. 2 zusammengestellt.



| Abkürzungen | EPDM ¹⁾ | HNBR | FKM |
|---|---|---|---|
| Material | Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk | Acrylnitril-Butadien-Kautschuk | Fluor-Karbon-Kautschuk |
| Farbe | Schwarz | Gelb | Schwarz |
| Max. Betriebstemperatur [°C]²⁾ | 105 | 70 | 140 |
| Max. Betriebsdruck [MPa (bar)]²⁾ | 1,6 (16) | 0,5 (5) | 1,6 (16) |
| Höhere thermische Belastbarkeit (HTB)³⁾ | Nein | Ja | Nein |
| Trinkwasser (KTW-Zulassung)⁴⁾ | Ja | Nein | Nein |
| Viega Pressverbindersystem | <ul style="list-style-type: none"> ■ Profipress ■ Sanpress ■ Sanpress LF⁵⁾ ■ Sanpress Inox ■ Sanpress Inox LF⁵⁾ ■ Prestabo ■ Prestabo LF⁵⁾ ■ Megapress ■ Seapress | <ul style="list-style-type: none"> ■ Profipress G⁶⁾ ■ Sanpress Inox G⁷⁾ ■ Megapress G⁷⁾ | <ul style="list-style-type: none"> ■ Profipress S ■ Megapress S |

¹⁾ Max. Ölgehalt in Druckluft < 25 mg/m³, nicht beständig gegen Kohlenwasserstoff-Lösungsmitteln, chlorierte Kohlenwasserstoffe, Terpentin, Benzin

²⁾ Trinkwasseranlagen nach DIN 1988-200/DIN EN 806-2: max. Betriebstemperatur 80°C / max. Druck 1,0 MPa, bis Temperatur max. 95 °C über einen Zeitraum von 60 Min. Heizungsanlagen nach DIN EN 12828: max. Betriebstemperatur 105 °C. Die Werte können je nach durchströmendem Medium und weiteren Betriebsbedingungen oder Anwendungsbereich variieren. Richten Sie detaillierte Anfragen mit dem Formular „Anfrage Werkstoffbeständigkeit“ an das Viega Service Center. Das Formular dafür finden Sie auf der Viega Website viega.de mit dem Suchwort „Werkstoffbeständigkeit“.

³⁾ Nach DIN 3537-1

⁴⁾ Bewertungsgrundlage für Kunststoffe und andere organische Materialien im Kontakt mit Trinkwasser (KTW)

⁵⁾ LF = LABS-frei

⁶⁾ GT 1 nach DIN 3537-1

⁷⁾ GT 5 nach DIN 3537-1

Tab. 1: Viega Dichtelemente – Technische Daten

Die Dichtwerkstoffe der Pressverbindersysteme unterliegen einer thermischen Alterung, die von der Medientemperatur und der Betriebsdauer abhängig ist. Bei speziellen Betriebsbedingungen, z. B. bei industriellen Wärmerückgewinnungsanlagen ist ein Abgleich der Angaben des Apparatherstellers mit den Angaben über das Pressverbindersystem erforderlich. Vor dem Einsatz des Pressverbindersystems außerhalb der beschriebenen Einsatzbereiche oder bei Zweifeln über die richtige Werkstoffauswahl wenden Sie sich bitte an Viega.



| Anwendung | Regelwerk | Betriebstemperatur | Betriebsdruck [MPa] | Rohrwerkstoff | Elastomere ⁶⁾ |
|--|--|--------------------------------------|--|--|--------------------------|
| Gas-Hausanschlüsse | DVGW-AB G 459-1/G 472 | -20 °C bis 20 °C ¹⁾ | ≤ 1,0 | PE/PE-X | NBR |
| Trinkwasser-Hausanschlüsse | DVGW-AB W 400 1-3 | ≤ 20 °C | ≤ 1,6 | PE/PE-X | EPDM |
| Gas-Installationen | DVGW-AB G 600 (TRGI 2018) | -20 °C bis 70 °C | ≤ 0,5 – HTB/GT 5 ≤ 0,5 – HTB/GT 1 | Edelstahl/Stahl ⁸⁾ / Kupfer | HNBR |
| Flüssiggas-Installationen | DVFG-TRF 2021 ²⁾ | -20 °C bis 70 °C | ≤ 0,5 – HTB/GT 5 ⁷⁾ ≤ 0,5 – HTB/GT 1 ⁷⁾ | Edelstahl/Stahl ⁸⁾ / Kupfer | HNBR |
| Heizöl-Installationen | TRbF 50 ³⁾ | ≤ 40 °C | -0,05 bis 0,5 | Edelstahl/Stahl ⁸⁾ / Kupfer | HNBR |
| Flächentemperierung | DIN EN 1264 | ≤ 50 °C | ≤ 0,6 | Polybuten/PE-X | EPDM |
| Trinkwasser-Anlagen | DIN 1988: DIN EN 806; VD/VTGA/ ZVSHK 6023 | 60 °C bis 85 °C | ≤ 1,0 DEA ≤ 1,6 | Edelstahl/Kupfer Mehrschichtverbundrohr | EPDM |
| Trinkwasser-Erwärmungsanlagen (therm. Desinfektion) | DIN 1988-200 DVGW-AB W 291/ W 551/W 553 | ≤ 60 °C > 70 °C | 1,0 0,6 (geschl. TWE) | Edelstahl/Kupfer Mehrschichtverbundrohr | EPDM |
| Trinkwasser-Erwärmungsanlagen (heizungsseitig) | DIN 1988-200 | ≤ 95 °C (TWE geschl.) | 1,0 | Edelstahl/Kupfer | EPDM |
| Heizungsanlagen (INT-PWWH) | DIN 4753-1 | > 95 °C (TWE mittelbar) | 0,6 (geschl. TWE) | Kupfer/Stahl | EPDM |
| Nahwärmeversorgung (Erreich) | DIN EN 12828 | ≤ 70 °C | ≤ 0,6 | Mehrschichtverbundrohr | EPDM |
| Heizungsanlagen (gewerblich) WRG | AGFW | ≤ 95 °C | ≤ 1,0 | Mehrschichtverbundrohr | EPDM |
| Solar-Anlagen, Flachkollektoren | DIN EN 12828 | ≤ 105 °C | ≤ 0,6 | Kupfer/Stahl | EPDM |
| Fernwärmeheizungsanlagen (im Gebäude) Sekundärkreise bei indirektem Anschluss | DIN EN ISO 9806/DIN EN 12976 | Nach Herstellerangaben ⁴⁾ | ≤ 0,6 | Edelstahl/Kupfer | EPDM |
| Fernwärmeheizungsanlagen (im Gebäude) mit direktem Anschluss / Primärkreise bei indirektem Anschluss | DIN EN 12828 | ≤ 105 °C ≤ 140 °C | ≤ 1,6 ≤ 1,6 | Edelstahl/Kupfer/Stahl | FKM |
| Solar-Anlagen, Vakuum-Röhrenkollektoren | Technische Anschlussbedingun- gen TAB Fernwärmevorsorge ⁵⁾ | ≤ 140 °C | ≤ 1,6 | Stahl ⁹⁾ | FKM |
| | DIN EN ISO 9806/DIN EN 12976 | Nach Herstellerangaben ⁴⁾ | ≤ 0,6 | Edelstahl/Kupfer/Stahl | FKM |

Tab. 2: Anwendungsbereiche von Viega Dichtelementen

¹⁾ -20 °C Prüfkriterium für den Einsatz in Gasleitungen
²⁾ In Anlehnung an DVGW-Arbeitsblatt G 600 TRGI 2018
³⁾ In Verbindung mit den bauaufsichtlichen Zulassungen
⁴⁾ Produktspezifisch
⁵⁾ Die Anforderungen der TAB der einzelnen VU können differieren
⁶⁾ Kurzbezeichnung für anwendungsspezifische Compounds mit den erforderlichen Zulassungen
⁷⁾ Maximaler Druck – entspricht dem Ansprechdruck des SAV im Druckventil
⁸⁾ Ausschließlich in Kombination mit Megapress G
⁹⁾ Ausschließlich in Kombination mit Megapress S (≤ DN50 / 2 Zoll)

Trinkwasser in Erste-Hilfe-Einrichtungen

Einrichtungen zur Ersten Hilfe sind technische Hilfsmittel zur Rettung aus Gefahr für Leben und Gesundheit. Die Bezeichnung entstammt dem deutschen Arbeitsstättenrecht und wird auch im autonomen Recht der Unfallversicherungsträger verwendet.

Notduschen zählen zu den technischen Einrichtungen zur Ersten Hilfe und werden überwiegend in Laboratorien und Fertigungsbetrieben eingesetzt.

Sie können keinen Notfall verhindern, aber sie müssen im Ernstfall funktionieren, wenn Augen, Hände oder der ganze Körper aggressiven oder gesundheitsschädlichen Stoffen ausgesetzt wurden. Man unterscheidet zwischen Körper-, Augen- und Gesichtsduschen.

Gesetzliche und normative Grundlagen

Im Arbeitsschutzgesetz, in der Gefahrstoffverordnung, in der Arbeitsstättenverordnung, in Unfallverhütungsvorschriften sowie in Laborrichtlinien sind Notduschen als notwendige Erste-Hilfe-Einrichtungen aufgeführt. Ob und wo eine Notdusche benötigt wird, lässt sich mithilfe einer Gefährdungsbeurteilung ermitteln. Hierzu steht das Internetportal der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) zur Verfügung.

Bei der Auswahl und Installation von Not- und Augenduschen die Trinkwasserverordnung (TrinkwV) berücksichtigen. Sie ist die deutsche Umsetzung der EG-Trinkwasserrichtlinie 98/83/EG, welche EU-weit umgesetzt wird.

Not- und Augenduschen müssen z.B. in Deutschland entsprechend der Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) mit gesetzlich vorgeschriebenen Hinweisschildern versehen werden. Die Technische Regel für Arbeitsstätten ASR A1.3 konkretisiert die Anforderungen dieser Verordnung. Seit 2013 sind international einheitliche Rettungszeichen für Notduschen und Augenspüleinrichtungen nach DIN EN ISO 7010 verbindlich.

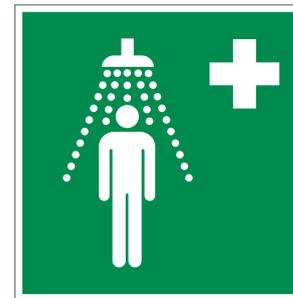


Abb. 11: E012 Notdusche



Abb. 12: E011 Augenspüleinrichtung



Die technischen Anforderungen für Not- und Augenduschen sind in folgenden Normen beschrieben:

In Deutschland:

- DIN EN 15154-1
- Sicherheitsnotduschen – Körperduschen mit Wasseranschluss für Laboratorien
- DIN EN 15154-2
- Sicherheitsnotduschen – Augenduschen mit Wasseranschluss
- DIN EN 15154-3
- Sicherheitsnotduschen – Körperduschen ohne Wasseranschluss
- DIN EN 15154-4
- Sicherheitsnotduschen – Augenduschen ohne Wasseranschluss
- DIN EN 15154-5
- Körperduschen über Kopf mit Wasser für andere Standorte als Laboratorien

In den USA:

ANSI Z358.1: Emergency Eyewash and Shower Standard

Die DIN EN sowie die ANSI werden häufig in anderen Teilen der Welt herangezogen. In Laboratorien muss eine mit Trinkwasser gespeiste Augendusche installiert sein.

Planungshinweise

Allgemeines

Eine Notdusche muss frei zugänglich sein. Sie sollte maximal 15 m von der Gefahrenquelle entfernt aufgestellt und innerhalb von 10 s, in Laboratorien sogar innerhalb von 5 s erreichbar sein. Bei sehr gefährlichen Substanzen sollte die Notdusche unmittelbar an der Gefahrenstelle stehen und das Wasser in einer Auffangwanne aufgefangen werden.

Normative Vorgaben zu Betriebsparametern

Die EN 15154 beschreibt die festgelegten Wassermengen- bzw. Temperaturen für Körper- und Augenduschen mit festem Wasseranschluss.

Körperduschen mit Wasseranschluss für andere Standorte als Laboratorien:

| Norm | DIN EN 15154-5 | ANSI Z358.1 |
|-----------------------------|----------------------------|-------------|
| Körperdusche [l/min] | Klasse I: 30–60 | 75,6 |
| | Klasse II: > 60–100 | |
| | Klasse III: > 100 | |
| Temperatur [°C] | 15–37 (idealerweise 20–25) | 16–38 |

Tab. 3: Betriebsparameter für Körperduschen mit Wasseranschluss für andere Standorte als Laboratorien



Die DIN EN 15154-1 empfiehlt für Körperduschen mit Wasseranschluss für Laboratorien einen Volumenstrom von mindestens 60 l/min. In Deutschland beträgt gemäß DGUV Information 213-850 die minimale Wassermenge 30 l/min.

Augenduschen mit Wasseranschluss:

| Norm | DIN EN 15154-2 | ANSI Z358.1 |
|----------------------------|----------------|-------------|
| Augendusche [l/min] | 6 | 11,5 |
| Temperatur [°C] | 15–37 | 16–38 |

Tab. 4: Betriebsparameter für Augenduschen mit Wasseranschluss

Die Wasserabgabe muss mindestens 15 min gewährleistet sein. Nationale Regelwerke hinsichtlich der Installation und Anwendung von Sicherheitsnotduschen berücksichtigen, soweit vorhanden.



Abb. 13: Kombination aus Körper- und Augendusche

Notduschen sind beheizt und unbeheizt erhältlich. Sie können jedoch auch an eine Warmwasserversorgung angeschlossen werden. Dies hat den Vorteil, dass eine ohnehin schon verletzte Person vor einem zusätzlichen Schock durch zu kaltes Wasser bewahrt wird.

Die Spülung einer Notdusche kann auf unterschiedliche Weise ausgelöst werden. Beispiele sind Trittrost, Fußhebel, Zugstange, Druckplatte oder ein zu öffnender Deckel bei einem Augenbad.

Für die Zuleitungen zu Notduschen sind Mindestrohrquerschnitte vorgeschrieben:

| Notdusche | Mindestrohrquerschnitt |
|-------------------------------------|------------------------|
| Körperduschen | 28 mm / 1 Zoll |
| Augenduschen | 15 mm / 1/2 Zoll |
| Kombinierte Augen- und Körperdusche | 35 mm / 1 1/4 Zoll |

Tab. 5: Mindestrohrquerschnitte für die Zuleitungen von Notduschen

Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung

Notduschen mit DVGW-Zulassung dürfen direkt an das Trinkwassernetz angeschlossen werden.

Vor der Inbetriebnahme von Not- und Augenduschen alle Rohrleitungen gründlich spülen. Alle Leitungen und eventuell vorhandene elektrische Verbraucher und Signalgeber kontrollieren.

Das Unterweisen gefährdeter Personen ist von hoher Bedeutung. Das Wissen über den Standort und die Funktionsweise der Notdusche muss den Mitarbeitern so vermittelt werden, dass sie auch notfalls unter Beeinträchtigung des Sehvermögens die Notdusche erreichen und bedienen können.

Notduschen grundsätzlich regelmäßig auf Funktionssicherheit prüfen. Die genauen Intervalle werden von den Herstellern von Notduschen angegeben. So müssen z. B. in Laboratorien laut DGUV-Information 213-850 Notduschen in regelmäßigen Abständen (in der Regel mindestens 1x monatlich) geprüft werden. Der Wasseraustausch in der Zuleitung kann durch eine geeignete Rohrleitungsinstallation in Reihen- oder Ringleitung durch Betätigung der Notdusche oder andere geeignete Spüleinrichtungen (z. B. Viega Spülventil universal) gut gewährleistet werden. In der Stichleitung von der Zuleitung zum Auslass muss der Wasseraustausch durch das Betätigen der Notdusche durchgeführt werden. Wenn dies manuell geschieht, muss es gegebenenfalls mit einem festgeschriebenen Spülplan organisiert und dokumentiert werden.

Automatisch arbeitende Spülventile erlauben es, zu den Zeitpunkten zu spülen, die am besten zu den Arbeitsbedingungen und -rhythmen passen. Somit wird die Gefahr reduziert, die von ruhendem Wasser vor der Entnahmestelle ausgehen kann. Augenspülzerstäuber und Duschköpfe halbjährlich gründlich reinigen. Mit einer Wasserableitvorrichtung und einem Eimer eine Sichtkontrolle auf Korrosionserscheinungen durchführen.

Viega Lösungen



Bei der Auswahl von Werkstoffen für Armaturen, Rohre und Dichtelemente müssen im Einzelfall immer die speziellen Betriebs- und Einbaubedingungen sowie weitere Anforderungen der Anlage berücksichtigt werden.

Richten Sie detaillierte Anfragen mit dem Formular „Anfrageständigkeit“ an das Viega Service Center. Das Formular dafür finden Sie auf der Viega Website viega.de mit dem Suchwort „Werkstoffbeständigkeit“.



Für die Anwendung der Produkte von Viega für den Bereich „Trinkwasser in Erste-Hilfe-Einrichtung“ die Planungshinweise für Trinkwasser-Installationen beachten.

Mit folgenden Viega Rohrleitungssystemen können Not- und Augenduschen an das Trinkwassernetz angebunden werden:

- Sanpress
- Sanpress LF
- Sanpress Inox
- Sanpress Inox LF
- Profipress
- Raxofix
- Raxinox

Bei der Verwendung von Trinkwasser in Erste-Hilfe-Einrichtungen kommt es bestimmungsgemäß zu vorhersehbaren Nutzungsunterbrechungen. Zur Sicherstellung der Hygiene bietet Viega z. B. **das Spülventil universal PWH/PWC** an. Weitere Informationen finden Sie auf Seite 884.

Prozesswässer

In industriellen Anlagen und zur Herstellung von Produkten wird Wasser mit erhöhten Anforderungen an die Wasserqualität und -eigenschaften benötigt. Dieses Prozesswasser ist frei von Inhaltsstoffen, die eine schädliche Auswirkung auf Anlagen oder Produkte haben könnten. Durch Anwendung geeigneter Aufbereitungsmethoden wird die geforderte Wasserqualität des Prozesswassers erreicht, abhängig von dem zur Verfügung stehenden Rohwasser.

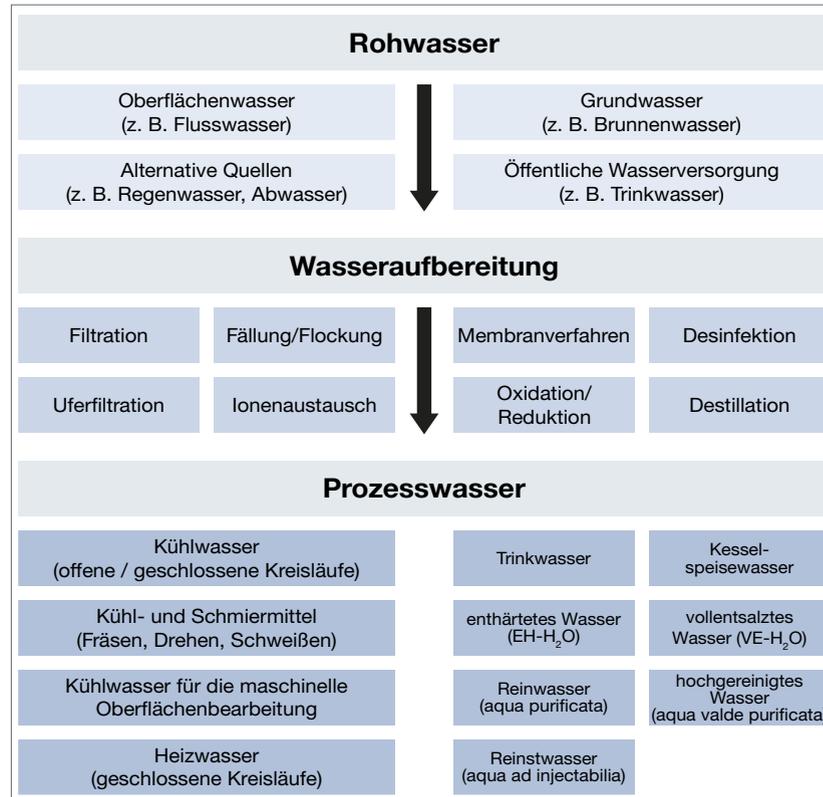


Abb. 14: Industrielle Prozesswasserversorgung

Die Aufbereitung des zur Verfügung stehenden Rohwassers besteht aus Verfahren zur Entfernung von Wasserbestandteilen (z. B. Reinigung, Sterilisierung, Enteisenung, Enthärtung und Entsalzung). Außerdem besteht die Aufbereitung aus einer anschließenden Einstellung von Parametern (z. B. des pH-Werts, der elektrischen Leitfähigkeit oder der Korrosionseigenschaften). Der Prozess der industriellen Wasseraufbereitung bezieht sich dabei nicht auf die Trinkwasseraufbereitung der Wasserversorgungsunternehmen, bei der z. B. die Trinkwasserverordnung maßgebend ist.

Wasseraufbereitung

Rohwasser

Prozesswasser wird zu einem sehr hohen Anteil aus Rohwasser gewonnen. In der chemischen Industrie werden beispielsweise ca. 80 % des gesamten Wasserbedarfs aus Flüssen entnommen und zum Kühlen von Anlagen eingesetzt. Die restlichen ca. 20 % des Wasserbedarfs werden aus Trinkwasser gewonnen und z. B. direkt in der Produktion verwendet. Rohwasser ist u. a. Grundwasser, Niederschlagswasser und Oberflächenwasser (z. B. Flusswasser). Es enthält gelöste Salze, Bakterien, Krankheitserreger sowie Verschmutzungen und muss daher für die weitere Verwendung aufbereitet werden.

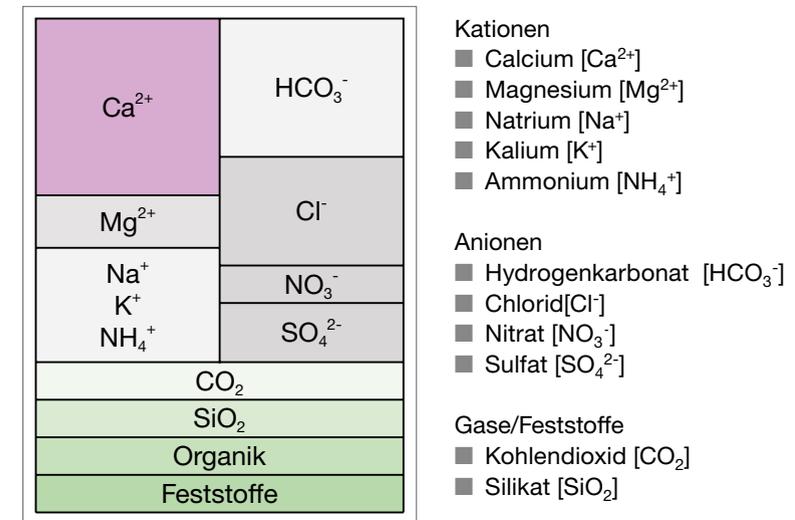


Abb. 15: Im Rohwasser gelöste Inhaltsstoffe

Wasserenthärtung

Die Wasserhärte ist bei vielen Prozessen in der Industrie von Bedeutung. Im Wasser gelöste Erdalkali-Kationen, sowie Calcium-Ionen (Ca²⁺) und Magnesium-Ionen (Mg²⁺) führen in Rohrleitungen, Maschinen und Apparaten zu störenden Kesselsteinablagerungen. Insbesondere in Kühlkreisläufen und bei Kesselspeisewasser (Dampfkessel) ist eine niedrige Wasserhärte sehr bedeutend.

Hohe Kalkkonzentrationen haben außerdem nachteiligen Einfluss auf

- die Lebensdauer von Maschinen,
- den Stromverbrauch,
- den Bedarf an Reinigungsmitteln zur Entfernung von Kalkrückständen und
- den Geschmack von Getränken und Lebensmitteln.

Besonders störend sind hohe Wasserhärten

- in der Textilindustrie,
- in Wäschereien, Bleichereien, Färbereien,
- in Brauereien sowie
- in Branntwein- und Likörherzeugung.

Die Wasserhärte gibt Aufschluss über die Anteile an Calcium-Ionen (Ca²⁺) und Magnesium-Ionen (Mg²⁺) im Wasser. Sie gibt vereinfacht gesagt an, wie viel „Kalk“ im Wasser vorhanden ist. In Deutschland wird die Wasserhärte in °dH (Grad deutscher Härte) angegeben. Sie hat ihren Ursprung im Wasch- und Reinigungsmittelgesetz. Folgende Härtebereiche werden unterschieden:

| Härtebereich | Calciumcarbonat [mmol/l] | Härte [°dH] |
|--------------|--------------------------|-------------|
| Weich | < 1,5 | < 8,4 |
| Mittel | 1,5–2,5 | 8,4–14 |
| Hart | > 2,5 | > 14 |

Tab. 6: Härtebereiche nach dem Wasch- und Reinigungsmittelgesetz (WRMG)

Die Wasserenthärtung hat das Ziel, eine hohe Konzentration an Calcium-Ionen (Ca²⁺) und Magnesium-Ionen (Mg²⁺) zu verringern. Eine detaillierte Beschreibung zur Trinkwasserenthärtung befindet sich im „Viega Planungswissen – Systemlösungen und Services digital – vernetzt – innovativ“ im Kapitel Trinkwasserbehandlung und -aufbereitung.

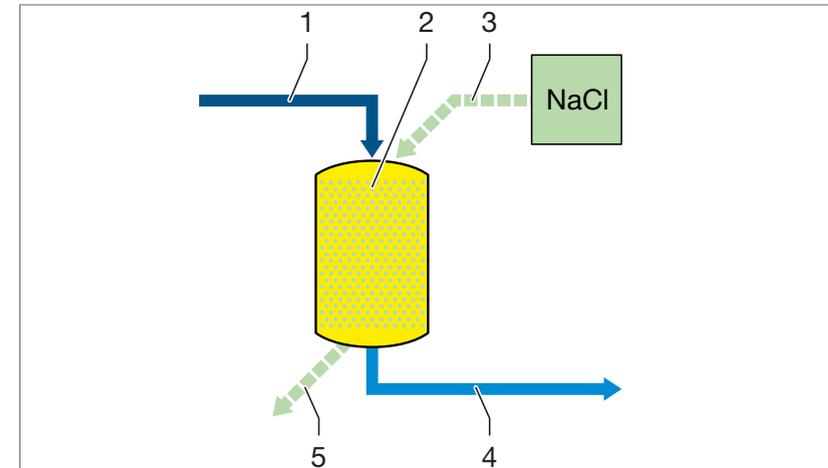


Abb. 16: Enthärtung von Rohwasser mit Kationenaustauscherharz

- 1 Rohwasser
- 2 Kationenaustauscherharz
- 3 Regeneration
- 4 Enthärtetes Wasser
- 5 Abwasser

Demineralisierung

Demineralisiertes Wasser, auch als deionisiertes Wasser, Deionat oder vollentsalztes Wasser (VE-Wasser) bezeichnet, ist Wasser ohne die im normalen Quell- und Trinkwasser vorkommenden Salze. Diese als Anionen und Kationen gelösten Salze bestimmen die elektrische Leitfähigkeit des Wassers, die in Mikrosiemens pro Zentimeter (µS/cm) gemessen wird. Dieser Wert gilt als Indikator hinsichtlich der Wasserqualität. Eine deutlich erhöhte Leitfähigkeit ist ein Anzeichen für eine Kontamination des Wassers. Je verunreinigter das Wasser, desto besser leitet es. Gemäß der deutschen Trinkwasserverordnung (TrinkwV Anlage 3 zu § 7 und § 14) liegt der Grenzwert für Trinkwasser bei 2790 µS/cm bei einer Wassertemperatur von 25 °C.

Demineralisiertes Wasser wird in teilentsalztes und vollentsalztes Wasser unterschieden. Bei der Teilentsalzung werden Hydrogencarbonatsalze des Calciums und des Magnesiums entfernt. Bei der Vollentsalzung werden alle weiteren gelösten Salze entfernt.

Grenzwerte und Reinheitsgrade für demineralisiertes Wasser

Die DIN ISO 3696 unterscheidet zwischen drei Reinheitsgraden von Wasser für analytische Zwecke:

| Parameter | Qualität 1 | Qualität 2 | Qualität 3 |
|--|-------------------------------|-------------------------------|------------------|
| pH-Wert bei 25 °C | Nicht anwendbar ¹⁾ | Nicht anwendbar ¹⁾ | 5,0–7,5 |
| Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$] bei 25 °C, höchstens | 0,1 ²⁾ | 1,0 ²⁾ | 5,0 |
| oxidierbare Bestandteile als Sauerstoff-Gehalt in mg/l, höchstens | nicht anwendbar ³⁾ | 0,08 | 0,4 |
| Extinktion bei 254 nm und 1 cm optische Weglänge, höchstens | 0,001 | 0,01 | nicht festgelegt |
| Rückstand nach Eindampfen und Trocknen bei 110 °C, in mg/kg, höchstens | nicht anwendbar ³⁾ | 1 | 2 |
| Konzentration an aktiver Kieselsäure (SiO_2) in mg/l, höchstens | 0,01 | 0,02 | nicht festgelegt |

¹⁾ Wegen der Schwierigkeiten bei der pH-Messung in hochreinen Wässern und der zweifelhaften Signifikanz des erhaltenen Wertes sind Grenzen für die pH-Werte für Wasser der Qualitäten 1 und 2 nicht festgelegt worden.

²⁾ Die Werte der Leitfähigkeit für Wasser der Qualitäten 1 und 2 betreffen frisch hergestelltes Wasser. Während der Aufbewahrung können Verunreinigungen wie Kohlenstoffdioxid aus der Luft und aus Glasbehältnissen herausgelöstes Alkalimetalloxid zu Änderungen der elektrischen Leitfähigkeit führen.

³⁾ Grenzwerte für oxidierbare Substanzen und für den Eindampfrückstand werden für die Qualität 1 wegen der Schwierigkeit, bei diesem Reinheitsgrad die Übereinstimmung mit einer Anforderung zu überprüfen, nicht festgelegt. Die Qualität dieses Wassers ist jedoch bei Erfüllung der übrigen Anforderungen und infolge des Herstellungsverfahrens gesichert.

Tab. 7: Anforderungen an Wasser für analytische Zwecke nach DIN ISO 3696

Die ASTM D1193-06 beschreibt vier Typen I bis IV von Analysewasser, jeweils weiter unterteilt in die Grade A, B und C

| Typ | I | II | III | IV |
|--|--|-------------------------------|-------------------------------|---------|
| pH-Wert bei 25 °C | Nicht anwendbar ¹⁾ | Nicht anwendbar ¹⁾ | Nicht anwendbar ¹⁾ | 5,0–8,0 |
| Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$] bei 25 °C, höchstens | 0,0555 | 1,0 | 0,25 | 5,0 |
| TOC ²⁾ [$\mu\text{g}/\text{l}$], höchstens | 50 | 50 | 200 | - |
| Widerstand [$\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$] bei 25 °C, mindestens | 18 | 1,0 | 4,0 | 0,2 |
| HBC ³⁾ [KBE/ml] ⁴⁾ , höchstens | Werte abhängig vom Grad A, B und C ⁵⁾ | | | |
| Endotoxin [EU/ml] ⁶⁾ , höchstens | Werte abhängig vom Grad A, B und C ⁵⁾ | | | |
| Natrium [$\mu\text{g}/\text{l}$], höchstens | 1 | 5 | 10 | 50 |
| Chloride [$\mu\text{g}/\text{l}$], höchstens | 1 | 5 | 10 | 50 |
| Kieselsäure [$\mu\text{g}/\text{l}$], höchstens | 3 | 3 | 500 | - |

¹⁾ Wegen der Schwierigkeiten bei der pH-Messung in hochreinen Wässern und der zweifelhaften Signifikanz des erhaltenen Wertes wurden Grenzen für die pH-Werte für Wasser der Typen I, II und III nicht festgelegt.

²⁾ gesamter organischer Kohlenstoff

³⁾ Heterotrophe Bakterien

⁴⁾ Koloniebildende Einheiten

⁵⁾ Details siehe ASTM D1193-06

⁶⁾ Endotoxin in endotoxin units pro ml

Tab. 8: Auszug aus den Anforderungen an Wasser für analytische Zwecke nach ASTM D1193-06

Demineralisiertes Wasser wird für folgende industrielle und wissenschaftliche Zwecke verwendet:

- Laboranwendungen und Tests
- Autowäsche
- Waschwasser für die Computerchip-Herstellung
- Kesselspeisung
- Laserschneiden
- Optimierung von Brennstoffzellen
- Pharmazeutische Produktion

Die Halbleiter- und pharmazeutische Industrie benötigt besonders reines Wasser.

Reinwasser (Aqua purificata, purified water) ist für die Herstellung von Arzneimitteln bestimmt, die weder steril noch pyrogenfrei sein müssen. Es wird unterschieden in „Gereinigtes Wasser als Bulk“ und „In Behältnisse abgefülltes gereinigtes Wasser“.

Hochgereinigtes Wasser (Aqua valde purificata, pure water) ist für die Herstellung von Arzneimitteln vorgesehen, für die Wasser von hoher biologischer Qualität benötigt wird.

Reinstwasser (WFI, Aqua ad injectabilia, ultrapure water) ist Wasser für Injektionszwecke, das zur Herstellung von Arzneimitteln zur parenteralen Anwendung bestimmt und deren Lösungsmittel Wasser ist. Es wird unterschieden in „Wasser für Injektionszwecke als Bulk“ und „Sterilisiertes Wasser für Injektionszwecke“. Dieses ist in Gefäßen abgefasst und sterilisiert.

Viega Rohrleitungssysteme mit Pressverbindern sind nicht für Wasser einsetzbar, das für die Arzneimittelherstellung (Aqua valde purificata) oder für Injektionszwecke (Aqua ad injectabilia) verwendet wird.

Zur Herstellung von demineralisiertem Wasser gibt es unterschiedliche Verfahren:

Ionenaustauschverfahren

Bei der Demineralisierung von Wasser durch Ionenaustausch werden alle gelösten Ionen aus dem Wasser entfernt. Das Wasser fließt durch ein Kation-Harz mit H^+ zum Austausch aller Kationen und durch ein Anionen-Harz mit OH^- zum Austausch aller Anionen. H^+ und OH^- bilden dabei reines Wasser.

Elektro-Deionisation

Bei der Elektro-Deionisation (EDI) werden Ionen und ionisierbare Stoffe mit Hilfe eines elektrochemischen Verfahrens weitestgehend aus dem Wasser entfernt. Bei dem Verfahren handelt es sich um eine Kombination aus Ionenaustausch und Elektrodialyse unter Verwendung einer semi-permeablen Membran. Der zentrale Baustein einer Wasseraufbereitungsanlage dieses Verfahrens ist das sogenannte EDI-Modul, in dem die Elektro-Deionisation abläuft.

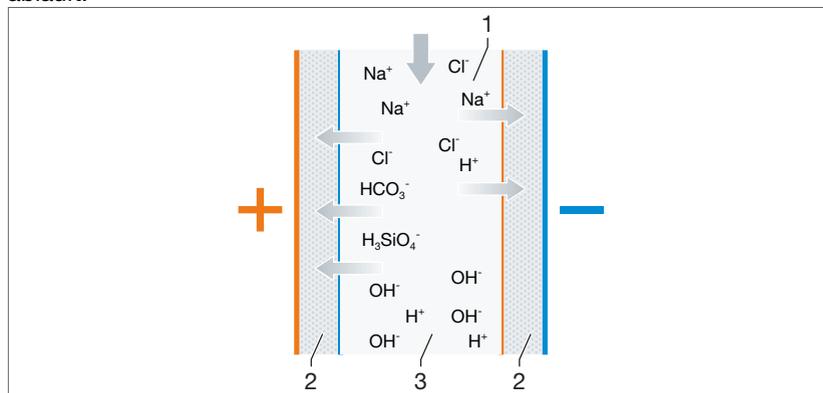
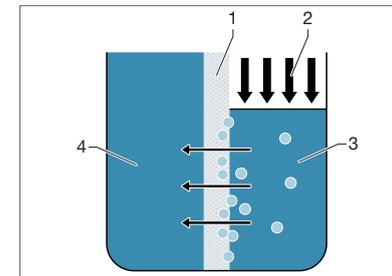


Abb. 17: Prinzip der Elektro-Deionisation in der Mischbettzelle

- 1 Herz im Mischbett
- 2 Konzentrat
- 3 Diluat

Umkehrosmose

Bei der Umkehrosmose wird das aufzubereitende Wasser mit Druck durch eine semi-permeable Membran geleitet. Die Membran ist für gelöste Salze weitestgehend undurchlässig, daher kann das Wasser je nach Membran, Wasserzusammensetzung und Temperatur bis zu 99 % entsalzt werden.



- 1 Semipermeable Membran
- 2 Druck
- 3 Salzwasser
- 4 Reinstwasser

Abb. 18: Umkehrosmose-Prinzip

Destillation

Destilliertes Wasser wird durch Destillation (Verdampfen und anschließende Kondensation) aus normalem Leitungswasser (Trinkwasser) oder aus vorge reinigtem Wasser gewonnen. Es ist weitgehend frei von Salzen, organischen Stoffen und Mikroorganismen. Destilliertes Wasser kann aber noch geringe Mengen leicht flüchtiger Verbindungen enthalten. Wenn besonders reines Wasser benötigt wird, so reicht eine einstufige Destillation nicht aus, um die gewünschte Reinheit und Klarheit zu erzielen. Daher gibt es zweifach destilliertes (bidestilliertes) Wasser (aqua bidestillata, abgekürzt auch aqua bidest) und dreifach destilliertes Wasser (aqua tridestillata). Aus Glasgefäßen lösen sich geringe Spuren Kieselsäure und verunreinigen das Wasser während und nach dem Destillationsvorgang. Deshalb wird mehrfach destilliertes Wasser ab dem zweiten Durchgang in Quarz- oder Platingefäßen destilliert und aufbewahrt.

Verwendung von Prozesswässern

Kühl- bzw. Rückkühlwasser in offenen und geschlossenen Kreisläufen

Kühlwassersysteme lassen sich in drei Kategorien unterscheiden: Durchlaufsysteme sowie geschlossene und offene Kühlsysteme.

Durchlaufsysteme sind kostengünstig und einfach. Nach einer mechanischen Reinigung wird das aus einem Fluss oder Kanal entnommene Wasser durch einen Wärmetauscher geleitet. Anschließend wird das Wasser mit oder ohne Abkühlung (Kühlturm) in den Fluss oder Kanal zurückgeführt. In der Regel ist der Einsatz durch die maximal zulässige Erwärmung des Flusswassers auf 25 °C limitiert.

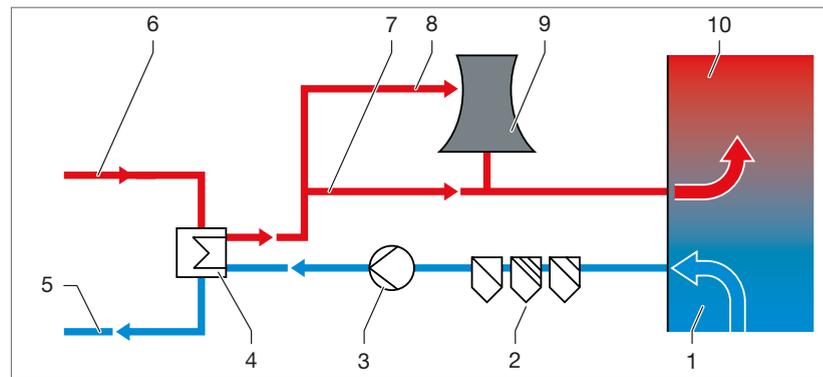


Abb. 19: Durchlaufkühlung

- 1 Flusswasser
- 2 mechanische Reinigung
- 3 Umwälzpumpe
- 4 Wärmetauscher
- 5 abgekühltes Prozess-Medium
- 6 zu kühlendes Prozess-Medium
- 7 erwärmtes Kühlwasser ohne Ablaufkühlung
- 8 erwärmtes Kühlwasser mit Ablaufkühlung
- 9 Kühlturm
- 10 zurückgeführtes (erwärmtes) Flusswasser

Offene Kühlkreisläufe mit Umlaufkühlung sind weit verbreitet. Zur Vermeidung von Schäden im Kühlsystem müssen Anforderungen an die Wasserqualität, die Konstruktion und die eingesetzten Materialien gestellt werden. Die Wasseraufbereitung reduziert die Risiken für Verkalkung, Ablagerungen, Korrosion, Fouling und biologisches Wachstum. Wasserverluste durch Verdunstung müssen durch Nachspeisung von mechanisch und/oder chemisch aufbereitetem Zusatzwasser ausgeglichen werden.

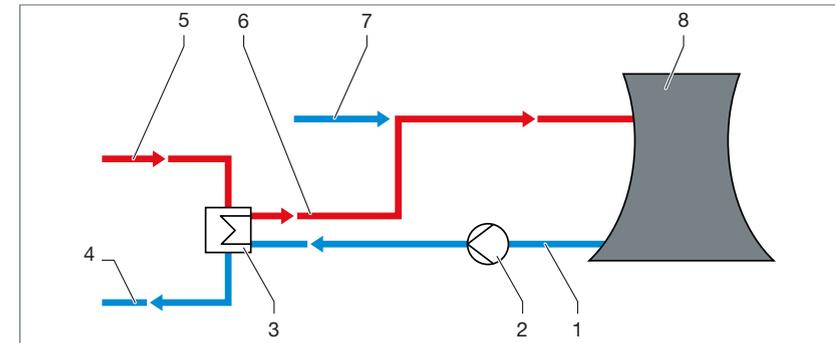


Abb. 20: Offener Kühlkreislauf mit Umlaufkühlung

- 1 Kühlwasser
- 2 Umwälzpumpe
- 3 Wärmetauscher
- 4 abgekühltes Prozess-Medium
- 5 zu kühlendes Prozess-Medium
- 6 erwärmtes Kühlwasser
- 7 Zusatzwasser-Nachspeisung
- 8 Kühlturm

Anforderungen an die Wasserqualität in offenen Kühlkreisläufen

Durch eine professionelle Wasserbehandlung wird Korrosion und Ablagerungen entgegengewirkt. Die Anforderungen an die Wasserqualität werden von den eingesetzten Materialien mitbestimmt. Folgende Parameter sind von Bedeutung:

- Gesamthärte (Summe der Calcium- und Magnesiumsalze)
- Karbonhärte
- Gesamtsalzgehalt und Leitfähigkeit
- Chloridgehalt
- Sulfatgehalt
- Eisen- und Mangengehalt

Der Eisen- und Mangengehalt ist besonders dann bedeutsam, wenn kein Trinkwasser zur Verfügung steht. Für die Auslegung der Wasseraufbereitung muss grundsätzlich eine detaillierte chemische Rohwasseranalyse durchgeführt werden. Die Konzentrationen der Wasserinhaltsstoffe in einem Kühlsystem unterliegen aufgrund der speziellen Bedingungen stetigen Veränderungen. Die Konzentrationsveränderung der Wasserinhaltsstoffe beruht auf der sogenannten Eindickung, die durch die Verdunstung im Kühlturm entsteht. Salze reichern sich im zurückbleibenden Wasser an. Daher ist eine ständige Überwachung der Wasserqualität empfehlenswert, auch um die Betriebskosten zu minimieren.

Am wenigsten wartungsintensiv sind **geschlossene Kühlsysteme**. Sie werden für die Kühlung von Transformatoren-Öl, Diesel- und Benzin-Motoren sowie für Kaltwasser von Klimaanlage eingesetzt. Das Kühlwasser wird über einen Wärmetauscher gekühlt und kommt nicht mit der Umgebungsluft in Kontakt. Da das Kühlwasser mehrfach genutzt wird, ist eine einmalige mechanische und/oder chemische Aufbereitung notwendig. Für viele industrielle Kühlprozesse werden Wasser-Glykol-Gemische mit Glykolanteilen bis zu 50 Vol.-% eingesetzt.

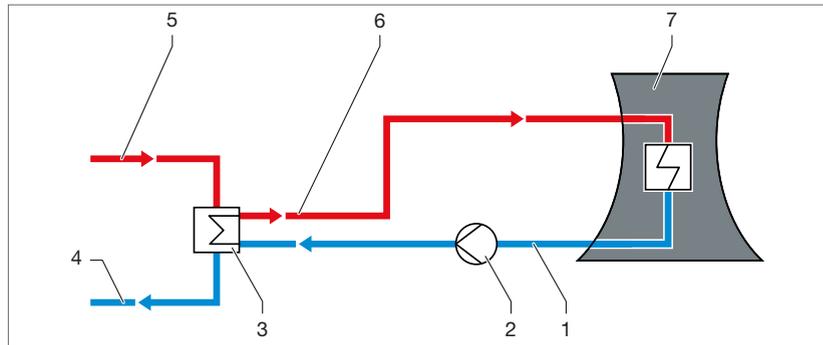


Abb. 21: Geschlossener Kühlkreislauf mit Umlaufkühlung

- 1 Kühlwasser
- 2 Umwälzpumpe
- 3 Wärmetauscher
- 4 abgekühltes Prozess-Medium
- 5 zu kühlendes Prozess-Medium
- 6 erwärmtes Kühlwasser
- 7 Kühlturm

Kesselspeisewasser

Kesselspeisewasser ist aufbereitetes Wasser, das zum Antrieb einer Dampfturbine, zu Heizzwecken oder zu verfahrenstechnischen Prozessen genutzt wird. Die Anforderungen an die Reinheit des Wassers hängen stark von der erforderlichen Speisewassermenge und der Auslegung des Heizkreislaufs ab. Auskunft über die zulässigen Konzentrationen an Verunreinigungen liefert der Kesselhersteller. Schädliche Inhaltsstoffe im eingesetzten Wasser sind Salze der Erdalkalien, die bei höheren Temperaturen auf den Heizflächen ausfallen, eine Isolierschicht bilden und somit den Wärmeabgang behindern. Dies führt zu einer Überhitzung mit der Folge von thermischen Spannungen. Darüber hinaus kann der Kesselstein sicherheitsrelevante Ausrüstungsteile durch Ablagerung außer Funktion setzen. Die im Wasser gelösten Gase O_2 und CO_2 führen zu Korrosion.

Je nach Nutzung des Dampfes kann mehr oder weniger Dampf als Kondensat wieder als Speisewasser genutzt werden. In einem Dampfkraftwerk müssen die Verluste durch Absalzung und thermische Entgasung durch Zusatzwasser ausgeglichen werden. In verfahrenstechnischen Anlagen wird teilweise der Dampf zur Direktbeheizung genutzt, sodass kein Kondensat zur Weiterverwendung zur Verfügung steht.

Bei Durchlaufkesseln wird das gesamte Speisewasser verdampft. Bei diesem Kesseltyp müssen deshalb alle gelösten Inhaltsstoffe des Rohwassers aus dem Speisewasser entfernt werden. Es darf daher nur Deionat (= Reinwasser ohne Inhaltsstoffe) verwendet werden.

Die Anforderungen an das Kesselspeisewasser sind unter anderem in folgenden Regelwerken beschrieben:

- Harmonisierte Europäische Normen:
 - EN 12952-12/Wasserrohrkessel und Anlagenkomponenten – Anforderungen an die Speisewasser- und Kesselwasserqualität
 - EN 12953-10/Großwasserraumkessel – Anforderungen an die Speisewasser- und Kesselwasserqualität
- Sonstige von Verbänden und Vereinen herausgegebene Regelwerke:
 - VGB-S-010-T-00/Speisewasser-, Kesselwasser- und Dampfqualität für Kraftwerke/Industriekraftwerke (ehemals VGB-R 450 L)
 - VGB-M 410 N/Qualitätsanforderungen an Fernheizwasser
 - VdTÜV MB TECH 1466 bzw. AGFW FW 510/Anforderungen an das Kreislaufwasser von Industrie- und Fernwärmeheizanlagen sowie Hinweise für deren Betrieb
- Betriebsanleitungen und Gewährleistungsbedingungen der Kessel- und Komponentenhersteller

Lösemittel, Reaktionsmedium, Reinigungsmittel

Wasser ist das bekannteste Lösemittel. Es findet Verwendung in der chemischen, der pharmazeutischen, der Getränke- und Lebensmittelindustrie sowie bei der Herstellung von Farben und Lacken. Wasser kann Gase, Flüssigkeiten und Feststoffe verdünnen oder lösen, ohne dass es dabei zu einer chemischen Reaktion zwischen gelöstem und lösendem Stoff kommt. Wasser als Lösemittel ist oftmals aus Trinkwasser hergestelltes Rein- bzw. Reinstwasser.

Wasser ist ebenfalls ein bedeutender Reaktionspartner in der Chemie, der Biologie und der Technik. Die außergewöhnlichen Eigenschaften des Wassers lassen sich mit seinen Bindungs- und Strukturverhältnissen erklären.

Es bestehen unterschiedlichste Prozesse mit Wasser als Reaktionspartner:

- Hydratation
- Protolyse
- Hydrolyse
- Redoxreaktionen mit Wasser
- Komplexbildung
- Hydratisierung

Das in Rohrleitungen, Apparaten und Maschinen geförderte Medium führt oftmals zu Ablagerungen, wodurch Oberflächen und Wärmeabgabe ungünstig beeinträchtigt werden. Insbesondere in der lebensmitteltechnischen und pharmazeutischen Industrie sowie in der Medizintechnik ist Keimfreiheit oder die Freiheit von Fremdkörpern gefordert. Aufbereitetes Wasser kommt auch z. B. als Spülmedium zum Einsatz.

Darüber hinaus wird Prozesswasser für die Reinigung von Produkten eingesetzt. So können beispielsweise wasserlösliche Flussmittelrückstände auf Leiterplatten mit Wasser als Reinigungsmittel entfernt werden.

Kühlschmiermittel

Ein Kühlschmiermittel, auch Bohrmilch genannt, dient in der Fertigungstechnik beim Trennen und Umformen auf Werkzeugmaschinen der Wärmeabfuhr, der Verminderung der Reibung zwischen Werkzeug und Werkstück und zum Spänetransport.



Abb. 22: Kühlschmiermittel in der Fertigungstechnik

In der DIN 51385 werden zwei Arten von Kühlschmiermitteln unterschieden:

- Wassermischbare und wassergemischte Kühlschmierstoffe
- Nichtwassermischbare Kühlschmierstoffe (Schneidöle, siehe „“ auf Seite 762)

Kühlwasser für die maschinelle Oberflächenbearbeitung

Die maschinelle Oberflächenbearbeitung und die Bauteilreinigung von Werkstücken ist aus heutiger Sicht aus der industriellen Fertigung nicht mehr wegzudenken. Beim Gleitschleifen werden vorwiegend Metalle unter Verwendung eines Gemisches aus Kunststoff oder Keramik mit Zugabe eines Wasser-Compound-Gemisches abgeschliffen oder verhärtet. Compounds sind wässrige Lösungen und sorgen während des Bearbeitungsprozesses für saubere, helle und korrosionsfreie Werkstücke.

Typische Prozesse sind:

- Entgraten
- Entzundern
- Glänzen und Polieren
- Kanten verrunden
- Schleifen/Vorschleifen
- Mattieren
- Entfetten und Entölen

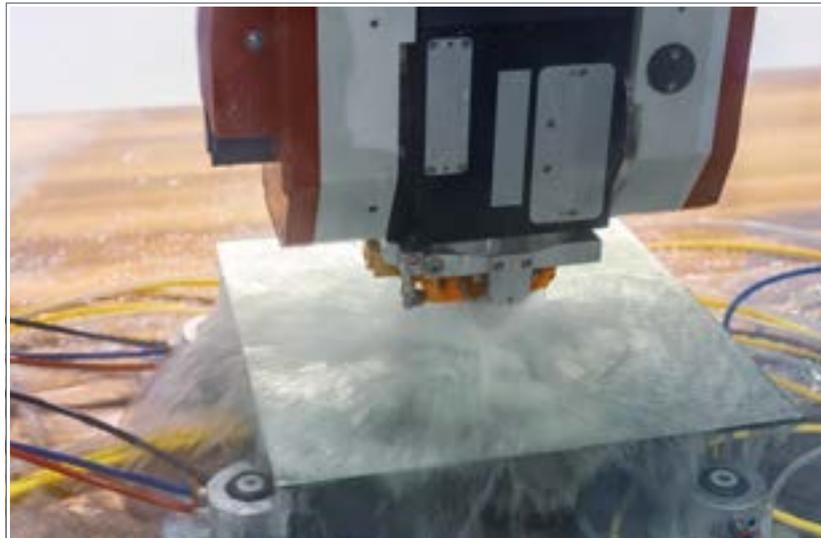


Abb. 23: Glaspolieren

Prozesswasser als Produktionsmittel

Prozesswasser wird in industriellen Anlagen zur Herstellung von Produkten benötigt. Je nach Verwendung gelten besondere Anforderungen an die Wasserqualität, Gasgehalt, pH-Wert und Wasserhärte. Beispielhaft seien an dieser Stelle die Getränke- und Lebensmittelindustrie sowie die Papierindustrie genannt:

Getränke- und Lebensmittelindustrie

Als Bestandteil von Lebensmitteln unterliegt Prozesswasser besonderen Anforderungen in Bezug auf chemische Reinheit, Mineralisation und Hygiene. Zumeist wird das Wasser aus der öffentlichen Trinkwasserversorgung oder dem eigenen Brunnen für die besonderen Anforderungen der Lebensmittelindustrie speziell aufbereitet. So können beispielsweise nicht entfernte Carbonate Geschmacksträger wie Essig und Fruchtsäuren neutralisieren, was zu geschmacklichen Veränderungen führt.

In der Getränke- und Lebensmittelindustrie wird Wasser auf verschiedene Weisen eingesetzt:

- als Zutat oder Bestandteil einer Zutat
- für die Verarbeitung (z. B. Erhitzung, Tiefkühlung)
- für die Reinigung



Abb. 24: Reinigung in der Lebensmittelindustrie

Papierindustrie

Die Herstellung eines Kilogramms Papier benötigt rund 100 Liter Wasser. Auch hier kommt aufbereitetes Prozesswasser zum Einsatz. Weiches Wasser mit möglichst wenig gelösten Stoffen wie Eisen-, Ammonium-, Kalk- und Magnesiumsalzen minimiert die Gefahr von Ablagerungen an Pumpen, Armaturen, Zylindern und Rohrleitungen, und ist für die Qualität des Papiers zwingend erforderlich.



Abb. 25: Papierherstellung

Viega Lösungen



Bei der Auswahl von Werkstoffen für Armaturen, Rohre und Dichtelemente müssen im Einzelfall immer die speziellen Betriebs- und Einbaubedingungen sowie weitere Anforderungen der Anlage berücksichtigt werden.

Richten Sie detaillierte Anfragen mit dem Formular „Anfrage Werkstoffbeständigkeit“ an das Viega Service Center. Das Formular dafür finden Sie auf der Viega Website viega.de mit dem Suchwort „Werkstoffbeständigkeit“.



Für die Auswahl eines geeigneten Rohrleitungssystems ist die chemische Zusammensetzung des Roh- bzw. des Prozesswassers mitentscheidend. Betriebsbedingungen und Anforderungen der Anlage müssen berücksichtigt werden. Prozesswässer sind chemisch aggressiver als Trinkwasser. Bei der Auswahl des Werkstoffs für Rohrleitungen, Armaturen und Dichtungen muss das hohe Lösungsvermögen des Wassers berücksichtigt werden. Die Auswahl eines optimalen Rohrleitungssystems erfordert deshalb oftmals eine Wasseranalyse und Kenntnis über mögliche Zusätze wie z. B. Korrosionsschutzmittel.

Rohwasser/Kühlwasser in offenen Systemen

Für Rohwasser- und Kühlwasseranwendungen in offenen Systemen können folgende Viega Rohrleitungssysteme eingesetzt werden:

- Profipress
- Sanpress Inox
- Sanpress



Abb. 26: Viega Rohrleitungssystem Sanpress XL in einer Wasseraufbereitungsanlage



HINWEIS! Gefahr von Sachschäden!

Viega Pressverbindersysteme sind nicht geeignet für den Transport von Kältemitteln. Installationen mit Profipress oder für Bohr- und Kühlschmiermittel müssen im Einzelfall mit dem Viega Service Center abgestimmt werden.

Kühlwasser in geschlossenen Systemen/Wasser-Glykol-Gemische

In geschlossenen Kühlkreisläufen können folgende Viega Rohrleitungssysteme eingesetzt werden:

- Profipress
- Sanpress Inox
- Sanpress
- Temponox
- Prestabo
- Megapress
- Seapress

Besondere Wasserreinheit

Bei enthärtetem, vollentsalztem, teilentsalztem oder destilliertem Wasser sowie Wasser als Produktionsmittel und Reinwasser hat die Wasserreinheit eine besondere Bedeutung.

Hier hat sich folgendes Viega Rohrleitungssystem besonders bewährt:

- Sanpress Inox



Viega Rohrleitungssysteme in Anwendungen, bei denen in Bezug auf organische Inhaltsstoffe besondere Anforderungen gelten, müssen an der Entnahmestelle nachgereinigt werden. Viega Rohrleitungssysteme mit Pressverbindern sind nicht für Wasser einsetzbar, das für die Arzneimittelherstellung (Aqua valde purificata) oder für Injektionszwecke (Aqua ad iniectabilia) verwendet wird.

Wasser für Wärmetransport

Viega Pressverbindersysteme haben sich in der technischen Gebäudeausrüstung als leistungsstark erwiesen. Sie sind darüber hinaus eine ausgezeichnete Lösung für Rohrleitungsnetze in Nah- und Fernwärmanlagen sowie bei der Versorgung technischer Prozesse und Verfahren mit Prozesswärme.

Prozesswärme

Kraft-Wärme-Kopplung

Prozesswärme ist Wärme, die für bestimmte technische Prozesse insbesondere in der Industrie benötigt wird. Sie wird zumeist durch das Verfeuern fossiler Brennstoffe, mittels Solarthermie-Kollektoren oder auch als Nebenprodukt stromerzeugender Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt. Darüber hinaus wird Prozesswärme mit Temperaturen bis 90 °C bei der Stromerzeugung in Blockheizkraftwerken gewonnen.

Mit modernen Hochtemperatur-Brennstoffzellen für die Stromerzeugung ist die Nutzung der Wärme besonders lohnenswert. Beim Einsatz von reinem Wasserstoff als Brennstoff wird sehr heißer Wasserdampf abgegeben. Dieser lässt sich nicht nur für die Versorgung von Häuserblocks mit Warmwasser, sondern auch für die Bereitstellung von Prozesswärme mit bis zu 400 °C in der Industrie verwenden.



Abb. 27: Kraft-Wärme-Kopplung

Solarthermie

Prozesswärme wird in der Industrie und im Gewerbe für eine Vielzahl an Prozessen benötigt. Dabei liegt die Temperatur in etwa einem Drittel der Prozesse unter 100 °C. Diese Temperaturen können problemlos mit Flachkollektoren erreicht werden. Bei Temperaturen von 100 bis etwa 150 °C, wie sie in Brauereien benötigt werden, kommen Vakuum-Röhrenkollektoren zum Einsatz. Prozesswärme wird überwiegend tagsüber benötigt und der Bedarf ist im Vergleich zum privaten Wohnen zudem gut planbar. Daher kann der Solarthermie in der Energiewende eine nicht unbedeutende Rolle zukommen.

Anwendung von Prozesswärme

Prozesswärme lässt sich in folgende Temperaturbereiche unterteilen:

| Temperaturbereich [°C] | Prozess |
|------------------------|---|
| < 100 | Wärmetransport meistens mit Warm-/Heißwasser |
| 100–300 | Wärmetransport mittels überhitztem Wasserdampf oder Wärmeträgerölen |
| > 400 | Hochöfen (ohne Beteiligung von Wasser/Wasserdampf) |

Tab. 9: Typische Temperaturbereiche für die Nutzung von Prozesswärme

Zu den typischen Verfahren, bei denen Wasser als Wärmeträger verwendet wird, zählen z. B.

- Herstellungsprozesse in der chemischen Industrie
- Trocknen
- Garen
- Schmelzen
- Schmieden
- Reinigen (z. B. Flaschen in Abfüllanlagen oder Waschprozesse in Großwäschereien)
- Erwärmung von Trink- und Schwimmbadwasser
- Heizungsunterstützung



Abb. 28: Durch Prozesswärme erhitztes Wasser zur Reinigung von Flaschen

Nah- und Fernwärme

Die Übertragung von Wärme zu Heizzwecken zwischen Gebäuden wird als Nahwärme umschrieben. Im Vergleich zur Fernwärme erfolgt die Übertragung über relativ kurze Strecken. Der Übergang von der Nahwärme zur Fernwärme ist fließend und wird über die Wärmemenge und die Leitungslänge definiert.

Fernwärmenetze werden häufig über Heizkraftwerke und Blockheizkraftwerke mit Wärme versorgt, die in Kraft-Wärme-Kopplung betrieben werden. Wärmelieferanten sind häufig fossile Brennstoffe, Biomasse oder Müll. Ein Trend zu nachhaltigen Fernwärmeanlagen mit höheren Anteilen an erneuerbarer Energie ist erkennbar. Geothermie, Solarthermie und Großwärmepumpen kommen vermehrt zum Einsatz.

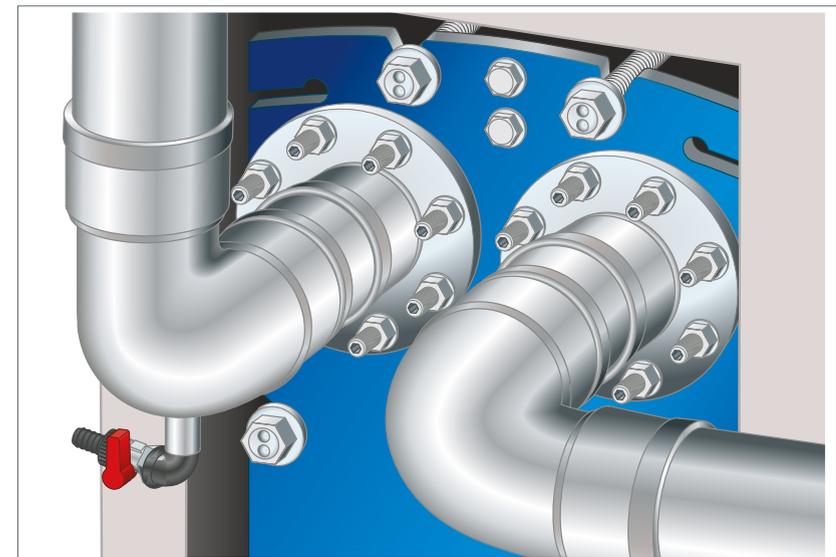


Abb. 29: Sekundäranschluss an einen Wärmetauscher in einer Fernwärme-Übergabestation

Nahwärmenetze bestehen aus einer zentralen Wärmeerzeugung, einem Rohrleitungsnetz, das in der Regel kleiner als 1 km ist, und mehreren Hausübergabestationen. Die Wärmeleistung beträgt meistens weniger als 1 MW. Typischerweise betragen die maximalen Temperaturen in Nah- und Fernwärmenetzen (Primärheizkreis) 100 bis 140 °C und im Heizungsnetz (Sekundärheizkreis) maximal 100 °C. Der Nenndruck von Nah- und Fernwärmenetzen ist in der Regel PN16 oder PN25.



Anforderungen an Heizungswasser

An das Kreislaufwasser von Fernwärmeanlagen werden besondere Anforderungen gestellt. Grundlegende Informationen liefern das Arbeitsblatt AGFW^[1] FW 510 sowie die VDI-Richtlinie 2035.

Das Arbeitsblatt AGFW FW 510 befasst sich mit der Beschaffenheit von Heizungswasser und liefert Informationen für den Betrieb von Industrie- und Fernwärme-Versorgungsanlagen.

Die VDI-Richtlinie 2035 Blatt 1 behandelt die Verkalkung in Trinkwassererwärmungsanlagen und Warmwasser-Heizungsanlagen. In der VDI Richtlinie 2035 Blatt 2 wird die heizwasserseitige Korrosion beschrieben.

Wasseraufbereitung

Die im Rohwasser enthaltenen unlöslichen und löslichen Feststoffe sowie Gase können in Fernwärme-Versorgungsanlagen zu Störungen führen. Daher sind sie durch eine entsprechende Wasseraufbereitung zu entfernen oder in ihrer Wirkung einzuschränken.

Unlösliche Feststoffe können zu Ablagerungen und Verstopfungen führen und müssen daher mit einer geeigneten Filtertechnik (z. B. Kerzen-, Beutel- oder Anschwemmkerzenfilter) entfernt werden.

Zu den wasserlöslichen Stoffen gehören z. B.

- Erdalkalien
- Chloride und Sulfate
- Hydrogenkarbonat
- Organische Substanzen
- Öle und Fette

Sie führen in Heizungs-Installationen zu Kesselstein und Korrosion sowie zu mikrobiologischen Reaktionen im Kreislaufwasser.

Die Entfernung von gelösten Salzen erfolgt in der Regel durch Ionenaustauschverfahren oder durch Umkehrosmose. Entgasungsverfahren, wie die thermische Entgasung oder die Vakuumentgasung, entfernen die im Wasser gelösten Gase.

Betriebstechnik

Grundsätzlich wird in der Fernwärmep Praxis zwischen zwei wasserchemischen Betriebsweisen unterschieden:

- salzarme Betriebsweise
- salzhaltige Betriebsweise

Die charakteristischen Richtwerte entsprechend der VDI-Richtlinie 2035 sind in Tab. 10 dargestellt.

[1] AGFW: Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V. (ehemals Arbeitsgemeinschaft für Wärme und Heizkraftwirtschaft bzw. Arbeitsgemeinschaft für FernWärme)



| | Salzarm | Salzhaltig |
|--|---|----------------------|
| Elektrische Leitfähigkeit bei 25°C [$\mu\text{S}/\text{cm}$] | >10 bis \leq 100 | >100 bis \leq 1500 |
| Aussehen | klar, frei von sedimentierenden Stoffen | |
| pH-Wert bei 25°C (mit Aluminiumlegierungen) | 8,2 bis 9 | |
| pH-Wert bei 25°C (ohne Aluminiumlegierungen) | 8,2 bis 10 | |
| Sauerstoff [mg/l] | < 0,1 | |

Tab. 10: Anforderungen an Heizungswasser nach VDI 2035 Blatt 1

Zur Vermeidung von Korrosion und Verkalkung in Heizungs-Installationen ist die Kontrolle der Beschaffenheit des Heizungs- und Ergänzungswassers von großer Wichtigkeit. Die Anforderungen bezüglich pH-Wert, Wasserhärte und Sauerstoffgehalt definiert VDI 2035 Blatt 1. Wenn die in dem VDI-Blatt angegebenen Tabellenwerte (Tab. 11) überschritten werden, dann müssen geeignete Maßnahmen (Demineralisierung, pH-Wert-Einstellung) durchgeführt werden. Es ist angeraten, bereits in der Planungsphase die geltenden Regelwerke zu sichten und eine Wasseranalyse beim Wasserversorgungsunternehmen (WVU) anzufordern.

| Gesamtheizleistung [kW] | Summe Erdalkalien [mol/m^3] | Gesamthärte [$^{\circ}\text{dH}$] |
|-------------------------|---|-------------------------------------|
| \leq 50 | keine Anforderungen ¹⁾ | |
| > 50 bis \leq 200 | \leq 2,00 | \leq 11,20 |
| > 200 bis \leq 600 | \leq 1,50 | \leq 8,40 |
| > 600 | < 0,05 | < 0,3 |

¹⁾ Bei Anlagen mit Umlaufwasserheizern und für Systeme mit elektrischen Heizelementen beträgt der Richtwert für die Summe Erdalkalien \leq 3,0 mol/m³, entsprechend 16,8 $^{\circ}\text{dH}$.

Tab. 11: Anforderungen an die Härte von Heizungswasser nach VDI 2035 Blatt 1 bei einem Anlagenvolumen bis 20 l/kW Heizleistung

Viega Lösungen



Bei der Auswahl von Werkstoffen für Armaturen, Rohre und Dichtelemente müssen im Einzelfall immer die speziellen Betriebs- und Einbaubedingungen sowie weitere Anforderungen der Anlage berücksichtigt werden.

Richten Sie detaillierte Anfragen mit dem Formular „Anfrage Werkstoffbeständigkeit“ an das Viega Service Center. Das Formular dafür finden Sie auf der Viega Website viega.de mit dem Suchwort „Werkstoffbeständigkeit“.

Für die Bereitstellung von Prozess- sowie Nah- und Fernwärme sind Rohrverbindersysteme von Viega eine gute Lösung. Sie sind mit entsprechend temperaturbeständigen Dichtelementen ausgestattet und für Temperaturen bis zu 140 °C, Nenndrücke bis PN16 und Nennweiten bis DN100 lieferbar. Pressverbinder für Heizungswasser mit einer maximalen Betriebstemperatur von 105 °C sind mit dem Dichtelement EPDM ausgestattet. Bis zu einer maximalen Betriebstemperatur von 140 °C wird FKM verwendet.

Nah- und Fernwärmeanlagen

Mit Megapress S in den Dimensionen 3/4 bis 2 Zoll können dickwandige Stahlrohre in Nah- und Fernwärmeanlagen nach AGFW FW 524 verpresst werden. Die Megapress S-Pressverbinder können ab Gebäudeeintritt für Primär- und Sekundärheizkreise bei indirektem Anschluss sowie für Systeme mit direktem Anschluss eingesetzt werden.

Die Megapress S-Pressverbinder bis 2 Zoll erfüllen die hohen Anforderungen des Arbeitsblattes AGFW FW 524. Zahlreiche Prüfungen von unabhängigen Laboren sowie ein Prüfbericht vom Materialprüfungsamt (MPA) Dortmund bestätigen, dass Megapress S-Pressverbinder für Fernwärmeanlagen nach AGFW FW 524 geeignet sind.



Abb. 30: Fernwärmeübergabestation primärseitig angeschlossen mit Megapress S

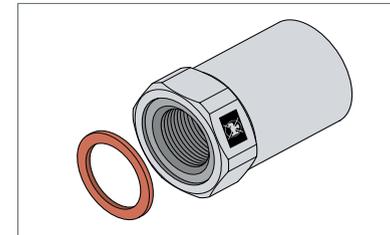


Abb. 31: Megapress S-Einsteckstück Modell 4312.7

Mit dem Megapress S-Einsteckstück Modell 4312.7 lassen sich z. B. Thermometer und Manometer problemlos anschließen. Dank der Kupferdichtscheibe kommt die Montage ohne weitere Dichtmittel aus, die oftmals nicht zulässig sind.

Des Weiteren können in Fernwärmeanlagen nach Abstimmung mit dem Versorgungsunternehmen je nach maximaler Betriebstemperatur auch Profipress S oder Profipress eingesetzt werden, wenn bei Profipress das EPDM gegen FKM ausgetauscht wird (vgl. „Dichtelemente“ auf Seite 630).



Vor der Installation von Pressverbindersystemen immer Rücksprache mit dem Versorgungsunternehmen halten. Dies stellt sicher, dass die Anlage gemäß den Vorgaben des Versorgungsunternehmens installiert wird.

Solarthermie

Pressverbinder des Rohrleitungssystems Profipress S können in allen Solaranlagen eingesetzt werden. Die zulässigen Frostschutzmittel und deren maximal zulässige Konzentration müssen beachtet werden und können der Medienliste auf der Viega Website viega.de entnommen werden. Pressverbinder der Rohrleitungssysteme Profipress und Temponox können in allen Solaranlagen mit Flachkollektoren eingesetzt werden. Wenn Profipress- und Temponox-Pressverbinder bei Installationen mit Vakuum-Röhrenkollektoren verwendet werden, dann müssen die werkseitig eingelegten EPDM-Dichtelemente gegen FKM-Dichtelemente ausgetauscht werden.





Löschwasser

Wasser als Löschmittel ist oftmals das Mittel der Wahl zum Bekämpfen von Bränden. Es ist preiswert, leicht verfügbar und seine Verdampfungstemperatur von 100 °C liegt niedriger als die Zündtemperatur vieler brennbarer Stoffe. Seine hohe Verdampfungswärme ermöglicht eine große Wärmeabfuhr bei gleichzeitiger Verdrängung des zur Verbrennung benötigten Sauerstoffs. In Feuerlöschanlagen (FLA) dient es der Rettung von Menschen und dem Schutz von Gebäuden.



Abb. 32: Viega Megapress in einer Sprinkleranlage

Grundsätzlich wird zwischen stationären und mobilen Feuerlöschanlagen unterschieden. Innerhalb der stationären Feuerlöschanlagen wird zwischen nicht selbsttätigen FLA, selbsttätigen FLA und Löschhilfeanlagen unterschieden. Tab. 12 gibt einen Überblick über stationäre FLA.

| Feuerlöschanlagen (FLA) | | Löschhilfeanlagen |
|--|--|-------------------|
| Nicht selbsttätige FLA | Selbsttätige FLA | |
| Wandhydrant Typ "S" (Selbsthilfe) | Wasserlöschanlagen nass, trocken, mit offenem Rohrleitungsnetz | - |
| Wandhydrant Typ „F“ (Feuerwehr) nass, nass/trocken | Gaslöschanlagen | |
| Feuerlöschanlage trocken (trockene Steigleitungen) | Pulverlöschanlagen | |

Tab. 12: Einteilung stationärer Feuerlöschanlagen



Löschwasser- und Trinkwasserkonzepte planen

Der Planer beschreibt im Brandschutzkonzept, mit welchen Rohrleitungssystemen die Löschwasserversorgung an den einzelnen Löschwasseranschlüssen sichergestellt werden soll. Um ein in sich schlüssiges Brandschutzkonzept erstellen zu können, muss der Fachplaner nicht nur mit den örtlichen Gegebenheiten der Löschwasserversorgung vertraut sein, sondern auch die Eigenschaften und Möglichkeiten der Trinkwasser-Versorgung genau kennen. Er kann beispielsweise nicht davon ausgehen, dass das Versorgungsunternehmen neben der ausreichenden Versorgung mit Trinkwasser zusätzlich eine ausreichende Menge Löschwasser bereithält.

Da verbundene Lös- und Trinkwasserinstallationen auch hygienische Probleme durch Stagnation (Verkeimung des Trinkwassers) verursachen können, sollte das Brandschutzkonzept immer das Ergebnis einer engen Zusammenarbeit der Planerinnen und Planer aus diesen Fachbereichen enthalten.

Nicht selbsttätige Feuerlöschanlagen

Übersicht

Nicht selbsttätige Feuerlöschanlagen sind Löschwasserleitungen und -entnahmestellen (z. B. Wandhydranten), die im Falle eines Brands den Anschluss von Löschgeräten ermöglichen.

Man unterscheidet ständig betriebsbereite, ständig unter Druck stehende „nasse“ Löschwasserleitungen und „trockene“, die im Falle eines Brands erst befüllt werden müssen, um verwendet werden zu können.

Einteilung

- nass: Löschwasserleitungen mit Löschwasser-Entnahmestellen, die ständig an die Trinkwasser-Versorgung angeschlossen und somit jederzeit einsatzbereit sind. Nutzung durch Feuerwehr oder Laien, ausgenommen Wandhydranten mit Flachschauch.
- nass/trocken: Löschwasserleitungen mit Löschwasser-Entnahmestellen, die erst im Falle eines Brands mithilfe schnell öffnender Armaturen an die Trinkwasser-Versorgung angeschlossen werden. Nutzung durch Feuerwehr oder Laien, ausgenommen Wandhydranten mit Flachschauch.
- trocken: Nicht-Trinkwasserleitungen mit Löschwasser-Entnahmestellen, die erst im Falle eines Brands extern von der Feuerwehr befüllt werden ohne unmittelbare Verbindung zu Trinkwasser-Installationen. Sie ersparen zeitraubendes Verlegen von Schläuchen. Nutzung ausschließlich durch Feuerwehr.

Trinkwasser-Installation mit Wandhydrant Typ S

Trinkwasser-Installationen mit direkt angeschlossenem Wandhydranten Typ S nach DIN 14461-1 und integrierter Sicherungskombination (Rückflussverhinderer und Belüfter, Bauform HD nach DIN EN 1717) sind für die Erst-Brandbekämpfung durch den Laien ausgelegt. Die Verwendung durch die Feuerwehr ist nicht vorgesehen, da der Anschluss von Feuerwehrschräuchen nicht möglich ist. Das wesentliche Unterscheidungsmerkmal von Wandhydranten Typ S und Typ F ist das Schlauchanschlussventil.

- Typ S: DN25, mit Rohrbelüfter Bauform HD
- Typ F: DN50

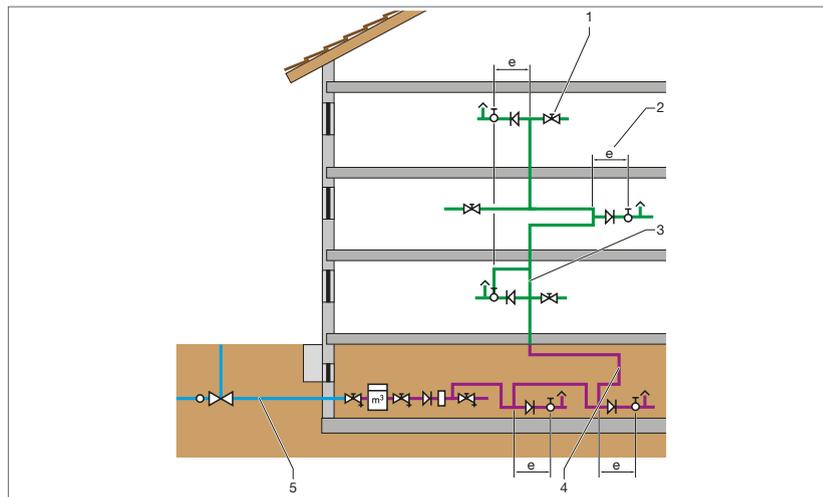


Abb. 33: Trinkwasser-Installation mit Wandhydrant Typ S

- 1 Der Trinkwasservolumenstrom muss unter Berücksichtigung der Gleichzeitigkeit größer sein als der Löschwasserbedarf. Die Armaturen der Verbraucher müssen eigensicher ausgeführt werden.
- 2 $e \leq 10 \cdot d$ maximaler Abstand zwischen ständig durchflossener Trinkwasserleitung mit ausreichendem Volumenstrom und dem Absperrventil des Wandhydranten Typ S.
- 3 Nichtbrennbare (A) und brennbare (B1/B2) Installationsrohre sind zulässig. Die Installationsrohre müssen hinter nichtbrennbaren Wandbelägen von Installationswänden oder mit einer brandschutztechnischen Kapsele verlegt werden. Brennbare Rohre dürfen nicht offen verlegt werden. Im Falle eines Brands darf die ausreichende Löschwasserversorgung nicht gefährdet sein.
- 4 Nichtbrennbare Trinkwasserleitungen zur Versorgung der Selbsthilfeeinrichtungen verwenden, wenn die Leitung offen in den „Schutzbereichen“ der Selbsthilfeeinrichtung verlegt ist. Zentrale Zuleitungen mit erhöhter Brandgefahr in den „Schutzbereichen“ müssen nichtbrennbar ausgeführt werden. Abweichungen müssen mit dem zuständigen Brandschutzsachverständigen, der Behörde und ggf. dem Prüfsachverständigen abgestimmt und im Brandschutzkonzept beschrieben werden.
- 5 Versorgungsleitung

Trinkwasser-Installationen mit Wandhydranten müssen nach DIN 1988 bzw. EN 806 ausgeführt werden, wobei die Trinkwasserleitung bis zur letzten Löschwasser-Entnahmestelle als Löschwasserleitung verwendet wird. Bei Auslegung von Trinkwasser-Installationen mit Wandhydranten müssen die Druckverlustberechnungen und Ermittlungen der erforderlichen Rohrlängen nach DIN 1988-300 oder EN 806-3 vorgenommen werden. Folgende Planungsdaten berücksichtigen:

| | |
|--|----------|
| Entnahmevolumenstrom | 24 l/min |
| Mindestfließdruck | 0,2 MPa |
| Fließdruck max. an der Entnahmestelle, bei gleichzeitiger Entnahme an den zwei ungünstigsten Löschwasser-Entnahmestellen | 0,8 MPa |
| Ruhedruck max. am hydraulisch günstigsten Hydranten-Nenn-Druck PN 12 nach DIN 14461-1 | 1,2 MPa |
| Schlauchanschlussventil mit integrierter Sicherungskombination | DN25 |

Tab. 13: Planungsdaten

Die DIN 1988 und DIN 14462 lässt den Einsatz von brennbaren Werkstoffen wie Kunststoffrohren zu. Als Löschwasserleitungen sollten sie nur erdverlegt verwendet oder in Hausanschlussräumen ohne Brandlasten werden.

Schutzziel Trinkwasser-Qualität

Feuerlöschanlagen werden mit Trinkwasser oder Wasser versorgt, das nicht der Trinkwasserverordnung entspricht. Bei unmittelbarem Anschluss an die Trinkwasser-Versorgung unterliegen Feuerlöschanlagen besonderen hygienischen Anforderungen (siehe DIN 1988-600). Löschwasser wird heute generell der Klasse V gemäß DIN EN 1717 und DIN 1988 zugeordnet.

Um Beeinträchtigungen der Trinkwasser-Qualität durch Stagnation auszuschließen, dürfen nur Wandhydranten des Typs S unmittelbar an die Trinkwasser-Installation angeschlossen werden. Falsch geplante und ausgeführte Feuerlöschanlagen können zu massiven Problemen in der Trinkwasser-Hygiene eines Gebäudes und damit zu Gesundheitsgefahren führen. Risikofaktoren bestehen aus folgenden Gründen:

- physikalisch – durch Temperaturerhöhung
- chemisch – durch Metallionen-Konzentration
- mikrobiologisch – durch Stagnation

Normen und deren Umsetzung sind darauf ausgerichtet, die Trinkwasser-Qualität zu erhalten. Dieses Schutzziel kann erreicht werden durch:

- Trennung von Löschwasser- und Trinkwasser-Versorgung
- Vermeidung direkter Löschwasseranschlüsse an die Trinkwasser-Versorgung
- Sichere Trennung der Systeme über einen freien Auslauf Typ AA oder AB nach DIN EN 1717
- Vermeidung von Stagnation in Trinkwasserleitungen
- Erhöhung des Trinkwasserdurchsatzes

Weil Feuerlöschanlagen selten betrieben werden, ergibt sich für Neuanlagen in Verbindung mit Trinkwasser-Installationen der Planungsansatz: Um hygienische Probleme durch Keimbildung auszuschließen, muss bei Planung, Bau und Betrieb darauf geachtet werden, dass stagnierendes Wasser nicht entsteht oder mit absoluter Sicherheit nicht in Trinkwasser-Installationen gelangen kann.

Stagnierendes Wasser kann verhindert werden durch:

- Anordnen der Verbraucher nach Nutzerverhalten
Häufig benutzte Entnahmestellen in Reihen-Installationen am Installationsende anordnen.
- Gewährleisten regelmäßiger Trinkwasserentnahme
- Präzise Dimensionierung der Rohrleitungen
- Versorgen der Löschwasser- und Trinkwasserleitungen eines Grundstückes über eine gemeinsame Anschlussleitung
- Anschließen der Trinkwasserleitung unmittelbar vor der Löschwasserübergabestelle
- Spülen der Zuleitungen zu Löschwasseranschlüssen einmal pro Woche mit dem 1,5-fachen Volumen des Leitungsinhalts mit 20 bis 50 % des Auslegungsvolumenstroms
- Absichern von Feuerlösch- und Brandschutzanlagen gegenüber Trinkwasser-Anlagen nach DIN EN 1717

Trinkwasser-Installation mit Wandhydrant Typ F

Feuerlöschanlagen nass und nass/trocken müssen nach DIN 14462 ausgeführt werden.

Die Trinkwasserleitung wird bis zur Löschwasserübergabestelle (LWÜ) als Löschwasserleitung verwendet.

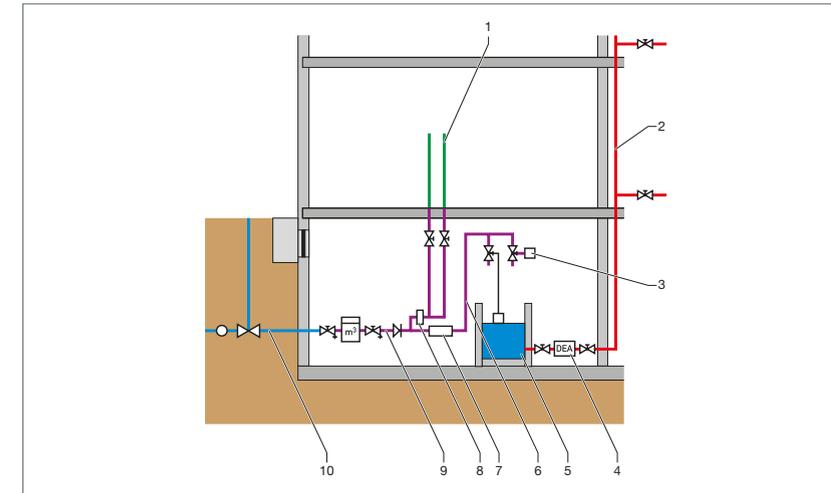


Abb. 34: LWÜ mit mittelbarem Anschluss an die Trinkwasser-Installation

- 1 Nichtbrennbare (A) und brennbare (B1/B2) Installationsrohre (Trinkwasser-Installation) sind zulässig. Sie müssen hinter nichtbrennbaren Wandbelägen von Installationswänden verlegt werden. Brennbare Rohre dürfen nicht offen verlegt werden. Im Brandfall darf die ausreichende Löschwasserversorgung nicht gefährdet werden.
- 2 Nichtbrennbare nasse oder trockene Löschwasserleitungen nach DIN 14462
- 3 Spüleinrichtung
- 4 Druckerhöhungsanlage nach DIN 14462
- 5 Zwischenbehälter mit freiem Auslauf Typ AA oder AB
- 6 Nichtbrennbare Trinkwasser- und Löschwasserleitungen nach DIN 1988-600 zur Einspeisung in den Zwischenbehälter
- 7 Steinfänger
- 8 Filter/Hauswasserstation
- 9 Trinkwasser-Installation nach DIN 1988-600 mit zusätzlichen Anforderungen nach DIN 14462
- 10 Versorgungsleitung

Bei Auslegung der Feuerlöschanlage nass und nass/trocken die Druckverluste berechnen und die erforderlichen Rohrweiten ermitteln. Mögliche Berechnungsverfahren sind in DIN 1988-300/EN 806-3 beschrieben.



Folgende Planungsdaten berücksichtigen:

- Entnahmevolumenstrom 100 oder 200 l/min, entsprechend dem Brandschutzkonzept
- Mindestfließdruck 0,3 oder 0,45 MPa
- Fließdruck max. 0,8 MPa an der Entnahmestelle, bei gleichzeitiger Entnahme an den drei ungünstigsten Löschwasser-Entnahmestellen
- Ruhedruck max. 1,2 MPa am hydraulisch günstigsten Hydranten (Nenn- druck PN 12) nach DIN 14461-1 und DIN 14461-6
- Schlauchanschlussventil DN50

| Kategorie | Mindestdurchflussmenge bei Mindestfließdruck | Gleichzeitigkeit | Mindestfließdruck | max. Fließdruck ¹⁾ | max. Ruhedruck |
|---|---|-------------------------|-------------------|-------------------------------|----------------|
| Wandhydrant Typ S | 24 l/min | 2 | 0,20 MPa | 1,2 MPa | 1,2 MPa |
| Wandhydrant mit Löschmittelzusatz | siehe DIN 14462 Abschnitt 4.4.2, Gleichzeitigkeit im Brandschutzkonzept | | | | |
| Wandhydrant Typ F bzw. Wandhydrant mit Flachschlauch sowie Schlauchanschlussventile | 100 l/min | 3 | 0,30 MPa | 0,8 MPa | |
| | 200 l/min | 3 | 0,45 MPa | | |
| Überflurhydrant DN 80 | 800 l/min | nach Brandschutzkonzept | 0,15 MPa | | |
| Überflurhydrant DN 100 | 1600 l/min | | | | |
| Unterflurhydrant DN 80 | 800 l/min | | | | |
| Löschwasserentnahme "trocken" | Es muss sichergestellt sein, dass bei einem Einspeisedruck von 0,8 MPa bei gleichzeitiger Nutzung von drei Entnahmestellen mit jeweils 200 l/min der Fließdruck an keiner Stelle unter 0,45 MPa liegt. Dabei darf die Druckdifferenz zwischen Löschwassereinspeisung und ungünstiger Entnahmestelle 0,1 Mpa + Druckverlust aus geodätischem Höhenunterschied nicht überschreiten. | | | | |
| ¹⁾ Bei geringeren Volumenströmen als der genannten Mindestdurchflussmenge, wie z. B. beim Wandhydrant Typ F im Selbsthilfebetrieb, darf der Fließdruck bis zum angegebenen Wert für den maximalen Ruhedruck ansteigen. | | | | | |

Tab. 14: Geforderte Mindestdurchflussmengen und Drücke nach der Feuerlösch-Schlauchanschlusseinrichtung

Feuerlöschanlage trocken

Feuerlöschanlagen trocken, „Abb. 35: Löschwasseranlage trocken“ auf Seite 680 nach DIN 14462 ausführen. Für Einspeisearmaturen die DIN 14461-4, für Entnahmearmaturen die DIN 14461-5 berücksichtigen. Die Löschwasserleitung nach DN80 bemessen. Bei geringeren Nennweiten oder bei Längen > 100 m muss die ausreichende Dimensionierung rechnerisch nachgewiesen werden. Es muss sichergestellt werden, dass bei einem Einspeisedruck von 0,8 MPa bei gleichzeitiger Nutzung von drei Entnahmestellen mit jeweils 200 l/min der Fließdruck an keiner Stelle unter 0,45 MPa liegt. Dabei darf die Druckdifferenz zwischen Löschwassereinspeisung und ungünstiger Entnahmestelle 0,1 MPa + Druckverlust aus geodätischem Höhenunterschied nicht überschreiten. Berechnungen können nach DIN 1988-300/EN 806-3 erfolgen.

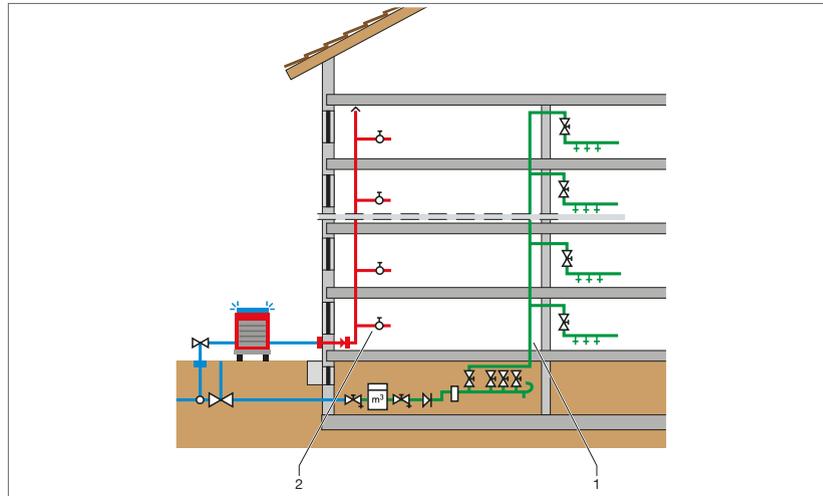


Abb. 35: Löschwasseranlage trocken

- 1 Nichtbrennbare trockene Feuerlöschleitung nach DIN 14462
- 2 Nichtbrennbare (A) und brennbare (B1/B2) Installationsrohre (Trinkwasser-Installation) sind zulässig.

Wartung

Die Wartung von Löschwasseranlagen nach den Vorgaben der DIN 14462, der DIN EN 671-3 und den anerkannten Regeln der Technik durchführen. Sie müssen regelmäßig und nach jedem Gebrauch erfolgen und müssen in einem Kontrollbuch dokumentiert werden. Die Wartungsintervalle sind vom Hersteller vorgegeben. Sie dürfen jedoch bei Löschwasseranlagen trocken zwei Jahre und bei Wandhydrantenanlagen ein Jahr nicht überschreiten.

Selbsttätige Feuerlöschanlagen (Sprinkleranlagen)

Aufgabe und Funktionsweise

Sprinkleranlagen sind fest installierte Einrichtungen zur automatischen Brandbekämpfung. Bereits bei der Entstehung eines Brands verzögern oder verhindern sie seine Ausbreitung durch einen gezielten Löschwassereinsatz. An den Geschossdecken installierte Sprühdüsen (Sprinkler) werden durch Temperatureinwirkung im Falle eines Brands ausgelöst und verringern so Personen- und Sachschäden.

Die Vorteile einer Sprinkler-Löschanlage liegen im räumlich begrenzten, effektiven Löschmitteleinsatz zu einem frühen Zeitpunkt der Brandentstehung.

Bevorzugte Einsatzbereiche:

- Büro- und Verwaltungsgebäude
- Krankenhäuser und Seniorenheime
- Hotels
- Schulen und Universitäten
- Tiefgaragen und Parkhäuser
- Industrieanlagen

Neben den bewährten Glasfasssprinklern sind für Sonderlösungen auch Schmelzlotsprinkler üblich. Die Bauformen decken alle möglichen örtlichen Gegebenheiten und Anforderungen ab, sowohl bezüglich deren Platzierungsmöglichkeiten an Decken, Wänden und Böden als auch bezogen auf das Sprühbild und die Löschleistung in Litern pro Minute. Die Auslegung muss durch Fachleute erfolgen unter Beachtung hydraulischer und löschtechnischer Kriterien.

Glasfasssprinkler

Sprinkler-Köpfe mit Glasampullen werden in definierten Abständen meist an der Geschossdecke installiert und in eine Feuerlösch- und Brandschutz-Installation eingebunden. Die Düsenöffnungen der Sprinkler sind mit Glasampullen verschlossen, die im Falle eines Brands durch thermische Beanspruchung zerplatzen und das unter Druck stehende Löschmittel freigeben. Die Auslösetemperatur der Sprinkler-Köpfe sollte ca. 30 °C über der maximal zu erwartenden Raumtemperatur liegen und kann durch unterschiedliche Typen von Glasampullen, die entsprechend farblich gekennzeichnet sind, zwischen 57 °C und 182 °C exakt eingestellt werden.



Abb. 36: Farblich gekennzeichnete Sprinkler mit Glasampullen

| Auslösetemperatur [°C] | Kennzeichnung | Anwendung |
|------------------------|---------------|-----------|
| 57 | orange | üblich |
| 68 | rot | |
| 79 | gelb | sonder |
| 93 | grün | |
| 141 | blau | |
| 182 | hellviolett | |

Tab. 15: Öffnungstemperatur-Klassifizierung



Wasserleistung – K-Faktor

Wegen der Vielfalt der Anwendungsbereiche werden Sprinkler unterschiedlicher Wasserleistung benötigt. Die Wasserleistung wird nach folgender Formel ermittelt:

$$Q = K \cdot \sqrt{p}$$

Q = Wassermenge in l/min

K = Ausflussfaktor des Sprinklers bei 0,1 MPa

P = Druck am Sprinkler in bar

Der Mindestdruck ist 0,05 MPa, der maximal zulässige 0,5 MPa.

| K-Faktor | Gewinde [R] | Anwendung | Leistung min bei 0,05 MPa [l/min] |
|----------|-------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 57 | 3/8 | Geringe Brandlast | 40,0 |
| 80 | 1/2 | Üblich | 57,0 |
| 115 | 3/4 | | 81,3 |
| 160–202 | 3/4 | Großtropfensprinkler bei 0,31 MPa | 281,7–355,7 |

Tab. 16: K-Faktoren für Sprinkler entsprechend der Einsatzsituation

Beispiel

Ein Sprinkler R 1/2 mit K = 80 leistet bei 0,1 MPa (1 bar)

$$Q = 80 \cdot \sqrt{1} = 80 \text{ l/min}$$

Der gleiche Sprinkler leistet bei 0,2 MPa (2 bar)

$$Q = 80 \cdot \sqrt{2} = 113 \text{ l/min}$$

Nominelle K-Faktoren werden beeinflusst durch den zum Einsatz kommenden Sprinklerwinkel. Diese K-Faktor-Beeinflussung muss in der hydraulischen Berechnung wie auch in der Anlagenauslegung berücksichtigt werden.

| K-Faktor nominell | K-Faktor gesamt einschließlich Sprinklerwinkel |
|-------------------|--|
| K-80 | K-69 |
| K-57 | K-53 |

Tab. 17: Sprinklerverwendung

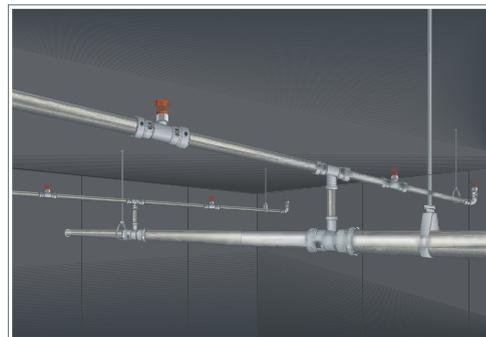


Abb. 37: Sprinkleranlage mit Viega Megapress und verzinktem Stahlrohr



Gesetzliche und normative Grundlagen

Einteilung – Einbettung in die Regelwerke

In den Bauordnungen der Bundesländer werden allgemeine Anforderungen an bauliche Anlagen zum vorbeugenden Brandschutz und zur Brandbekämpfung definiert.

Anforderungen an Feuerlöschanlagen werden aus den Bauordnungen der Bundesländer und den zugehörigen Verordnungen, Richtlinien und anerkannten Regeln der Technik abgeleitet.

In den Sonderbauverordnungen der Bundesländer sind in Abhängigkeit der Gebäudegröße oder -nutzung Forderungen für die verschiedenen Arten von Feuerlöschanlagen formuliert.

| | Nicht selbsttätig | Selbsttätig |
|---|-------------------|-------------|
| Garagenverordnung | x | x |
| Versammlungsstättenverordnung/-richtlinie | x | x |
| Verkaufsstättenverordnung/-richtlinie | x | x |
| Krankenhausbauverordnung | x | |
| Hochhausrichtlinie | x | x |
| Industriebaurichtlinie | x | x |

Tab. 18: Feuerlöschanlagen in Sonderbauvorschriften

Bauaufsichtsbehörden können unter Beachtung des Gebots und der Verhältnismäßigkeit weitergehende Anforderungen stellen.

Wesentlicher Bestandteil des Baugenehmigungsverfahrens ist bei Sonderbauten das Brandschutzkonzept bzw. der Brandschutznachweis, in dem die Anforderungen für Feuerlöschanlagen definiert werden.

Häufig ergeben sich aufgrund der Bestandssituation Abweichungen vom Bauordnungsrecht, die mit Anlagentechnik (z. B. Feuerlöschanlagen) kompensiert werden, beispielsweise die Überschreitung von Brandabschnittsflächen, der Überschreitung der zulässigen Rettungsweglänge oder dem Verzicht der Ertüchtigung des Tragwerkes. Sie dienen der Rettung, dem Schutz von Personen und der Brandbekämpfung. Aus diesem Grund sind an die Planung, Installation und den Betrieb dieser Anlagen besondere Anforderungen gestellt.

Feuerlöschanlagen können ihre Schutzfunktionen nur dann zuverlässig erfüllen, wenn der Bauherr/Eigentümer des Gebäudes von der Planungsphase an ein geeignetes Konzept verfolgt.

Dieses sogenannte „Brandschutzkonzept“ umfasst die Planung, die Ausführung und den Betrieb. Dazu gehören:

- Die wesentlichen Anforderungen an das Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen einschließlich der zulässigen Verwendung von Bauprodukten, Bauarten mit Ver- und Anwendbarkeitsnachweis
- Die Vergabe der Planung an autorisierte Fachplaner
- Das Einbinden bauaufsichtlich anerkannter Sachverständiger für Feuerlöschanlagen

- Die Vergabe von Installation, Reparatur und Wartung der Anlagen an autorisierte Fachfirmen
- Das Bereitstellen eines Konzepts für Ersatzmaßnahmen bei Außerbetriebnahme der Feuerlöschanlage
- Die verständlichen Beschreibung des Brandschutzkonzepts unter Berücksichtigung notwendiger Abweichungen, z. B. für Nebengebäude

Die Bedeutung des Brandschutzkonzepts kann man in der aktuellen Muster-Hochhausrichtlinie (MHHR) erkennen. Im Gegensatz zu den bisherigen Verordnungen geht die MHHR von einem Löschangriff der Feuerwehr aus dem Gebäudeinneren aus. Selbst bis zu einer Gebäudehöhe von 22 m bleibt für die Planung der Außenangriff die Ausnahme der Regel. Auch deshalb fordert die MHHR im Kapitel 6.3 neben selbsttätigen Löschanlagen auch nasse Steigleitungen mit Wandhydranten in allen notwendigen Treppenträumen (inkl. Sicherheitstreppe) in jedem Geschoss.

Trockene Steigleitungen sind hier nicht zulässig, da ihre Funktionsfähigkeit unbemerkt beeinträchtigt werden kann und im Falle eines Brands durch Maßnahmen der eintreffenden Feuerwehr erst hergestellt werden muss.

In Abhängigkeit von der Gebäudegrundfläche und der Brandgefahrenklasse können bei ausreichender Planung von Wandhydranten bis zu einem Drittel der vorzuhaltenden Feuerlöscher eingespart werden.

Im industriellen Bereich werden Wandhydranten mit Flachschläuchen eingesetzt, um für die Brandbekämpfung große Wassermengen bereitstellen zu können. Wegen der besonderen Eigenschaften dieser Anlagen muss deren Einsatz regelmäßig geübt werden und ist deshalb ausgebildetem Personal vorbehalten.

Normen und Regelwerke

Feuerlöscher- und Brandschutzanlagen müssen durch Fachfirmen geplant und ausgeführt werden. Dabei müssen neben den baurechtlichen Regelungen und eingeführten technischen Baubestimmungen folgende Normen und Regelwerke beachtet werden:

- Trinkwasserverordnung (TrinkwV)
- Muster einer Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen (MLAR)
- DIN 4102-4: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile
- DIN 1988-200: Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen Teil 200: Installation Typ A (geschlossenes System) – Planung, Bauteile, Geräte, Werkstoffe; Technische Regel des DVGW
- DIN EN 1717: Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen in Trinkwasser-Installationen und allgemeine Anforderungen an Sicherheitseinrichtungen zur Verhinderung von Trinkwasserverunreinigungen durch Zurückfließen; Deutsche Fassung EN 1717; Technische Regel des DVGW
- DIN 1988-500: Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen Teil 500: Druckerhöhungsanlagen mit drehzahlgeregelten Pumpen; Technische Regel des DVGW

- DIN 1988-600: Technische Regeln für die Trinkwasser-Installation Teil 600: Feuerlöscher- und Brandschutzanlagen; Technische Regel des DVGW
- DIN EN 806-1: Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen Teil 1: Allgemeines; Deutsche Fassung EN 806-1:2001 und A1:2001
- DIN EN 806-2: Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen Teil 2: Planung; Deutsche Fassung EN 806-2
- DIN EN 806-3: Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen Teil 3: Berechnung der Rohrrinnendurchmesser – Vereinfachtes Verfahren; Deutsche Fassung EN 806-3
- DIN EN 806-4: Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen Teil 4: Installation; Deutsche Fassung EN 806-4
- DIN EN 806-5: Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen Teil 5: Betrieb und Wartung; Deutsche Fassung EN 806-5
- DIN 14461-1: Feuerlöscher-Schlauchanschlüsseinrichtungen Teil 1: Wandhydrant mit formstabilem Schlauch
- DIN 14461-2: Feuerlöscher-Schlauchanschlüsseinrichtungen Teil 2: Einspeiseeinrichtung und Entnahmeeinrichtung für Löschwasserleitung „trocken“
- DIN 14461-3: Feuerlöscher-Schlauchanschlüsseinrichtungen Teil 3: Schlauchanschlussventile PN 16
- DIN 14461-4: Feuerlöscher-Schlauchanschlüsseinrichtungen Teil 4: Einspeisearmatur PN 16 für Löschwasserleitungen
- DIN 14461-5: Feuerlöscher-Schlauchanschlüsseinrichtungen Teil 5: Entnahmemarmatur PN 16 für Löschwasserleitung
- DIN 14461-6: Feuerlöscher-Schlauchanschlüsseinrichtungen Teil 6: Schrankmaße und Einbau von Wandhydranten mit Flachschlauch nach DIN EN 671-2
- DIN 14462: Löschwassereinrichtungen – Planung, Einbau, Betrieb und Instandhaltung von Wandhydrantenanlagen sowie Anlagen mit Über- und Unterflurhydranten
- DIN 14463-1: Löschwasseranlagen – Fernbetätigte Füll- und Entleerungsstationen Teil 1: Für Wandhydrantenanlagen
- DIN 14463-2: Fernbetätigte Füll- und Entleerungsstationen Teil 2: Für Wasserlöschanlagen mit leerem und drucklosem Rohrnetz; Anforderungen und Prüfverfahren
- DIN 14463-3: Löschwasseranlagen – Fernbetätigte Füll- und Entleerungsstationen Teil 3: Be- und Entlüftungsventile PN 16 für Löschwasserleitungen
- DIN 14464: Direktanschlussstationen für Sprinkleranlagen und Löschanlagen mit offenen Düsen – Anforderungen und Prüfung
- VDI/DVGW 6023: Hygiene in Trinkwasser-Installationen – Anforderung an Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung
- ZVSHK-Trinkwasserhygiene; T88/1: Fachinformation – Technische Maßnahme zur Einhaltung der Trinkwasserhygiene



Rohrleitungssysteme

Allgemeine Hinweise

Systemzulassungen

Kunststoffrohre dürfen als Löschwasserleitungen nur erdverlegt verwendet werden oder in Hausanschlussräumen ohne Brandlasten.



HINWEIS!

Gefahr von Sachschäden!

Installationssysteme mit Pressverbindungen in Feuerlöschanlagen trocken und nass/trocken dürfen nur verwendet werden, wenn sie über Zulassungen für den Anwendungsfall Sprinkleranlage "trocken" mindestens PN16 verfügen.

Entsprechende Informationen zu Viega Rohrleitungssystemen, siehe Tab. 22 auf Seite 693 und Tab. 23 auf Seite 694.

Rohrleitungssysteme für nicht selbsttätige Feuerlöschanlagen

Die DIN 14462 ist das wichtigste Werk für die Installation, den Betrieb und die Wartung von Feuerlöschanlagen. Tab. 19 gibt die zulässigen Werkstoffe für Feuerlöschanlagen wieder.

| Rohrleitungs-material | Regelwerke Rohre | Übliche Verbindungstechniken | Regelwerke Verbinder | Regelwerke Rohrverbindungen |
|-----------------------------------|--|---|---|-----------------------------|
| Verzinkte Eisenwerkstoffe | DIN EN 10255 Reihe M und H in Verbindung mit DIN EN 10240 DIN EN 10305-3 | Gewindeverbindung | DIN EN 10241 DIN EN 10242 | DIN EN 10226-1 |
| | | Klemmverbindung Pressverbindung Flanschverbindung | DVGW W 534 DIN 2459 DIN EN 1092-1 | DVGW W 534 |
| | | Pressverbindung Klemmverbindung | DIN 2459 DVGW W 534 | DVGW W 534 |
| Nichtrostender Stahl | DVGW GW 541 | Pressverbindung Klemmverbindung | DIN 2459 DVGW W 534 | DVGW W 534 |
| Kupfer und innenverzinntes Kupfer | DIN EN 1057 DVGW GW 392 | Hartlötverbindung ¹⁾ | DIN EN 1254-1 DIN EN 1254-4 DIN EN 1254-5 | DVGW GW 2 |
| | | Schweißverbindung/ Flanschverbindung ¹⁾ | DIN 2607 DIN EN 1092-3 DIN EN ISO 24373 | |
| | | Pressverbindung | DVGW W 534 DIN 2459 DIN EN 1254-7 | |
| | | Klemmverbindung, metallisch dichtend | DVGW W 534 DIN EN 1254-2 DIN EN 1254-4 | |
| | | Steckverbindung | DVGW W 534 | |

¹⁾ Hartlöt- und Schweißverbindungen sind für innenverzinntes Kupfer nicht zulässig.

Press-, Klemm- und Steckverbindungen in Löschwasseranlagen trocken und nass/trocken sind nur zulässig, wenn sie für den Einsatz geeignet sind und für den Einsatz in Trockensprinkleranlagen mind. PN16 in Verbindung mit der verwendeten Rohrleitung geprüft wurden.

Tab. 19: Zulässige Rohrwerkstoffe für Feuerlöschanlagen nach DIN 14462

Befestigungstechnik

Für die Ausführung und Befestigung von Löschwasserleitungen und Zuleitungen zu Löschwasserübergabestellen beachten:

- Planung der Anschlussleitungslängen nach DIN 1988-600
- Das Verlegen von Löschwasserleitungen in Rohrtrassen ist zulässig
- Das Verwenden von Kunststoffdübeln ist unzulässig
- Installation in Anlehnung an DIN 4102-4 in Verbindung mit DIN V 4102-21
- Stabilität der Befestigungspunkte entsprechend der zu erwartenden Einsatzdauer ausführen – 2 Stunden nach DIN 14462
- Befestigungspunkte und Befestigungsstrukturen (Traversen, Kragarme etc.) entsprechend der zu erwartenden Einsatzdauer ausführen und ggf. mit einem Brandschutz-Wandbelag versehen

Besondere Anforderungen können im Verlauf des Baugenehmigungsverfahrens unter Beachtung des Gebots der Verhältnismäßigkeit erhoben werden. Diese Anforderungen sind im Brandschutzkonzept oder den Bauauflagen spezifiziert.

Befestigungen aus Stahl ohne elastische Zwischenglieder herstellen und so bemessen, dass die rechnerischen Spannungen die in Tab. 20 gezeigten Grenzwerte nicht überschreiten. Bauteile von Abhängungen müssen eine Mindestdicke von 1,5 mm aufweisen.

| Beanspruchung | Feuerwiderstandsklasse nach DIN 4102-4 | |
|---|--|---------------|
| | L30 oder L60 | L90 oder L120 |
| Zugspannung σ in senkrechten Teilen [N/mm ²] | 9 | 6 |
| Schubspannung τ In Schrauben der Festigkeitsklassen 4.6 nach DIN EN ISO 898-1 [N/mm ²] | 15 | 10 |

Tab. 20: Zulässige Spannungen in Abhängungen entsprechend der Feuerwiderstandsklasse

Waagerechte Löschwasserleitungen dürfen nur an Balken oder Decken mit gleicher Feuerwiderstandsdauer befestigt werden. Das Verwenden von Kunststoffdübeln in Brandschutzanlagen ist nicht zulässig.

Wenn Dübel für Befestigungen verwendet werden, dann müssen die unterschiedlichen Anforderungen für Dübel mit und ohne brandschutztechnischem Eignungsnachweis beachtet werden.

Gemäß DIN 14462 müssen Halterungen im Allgemeinen einen Abstand von maximal 4 m bei verzinkten Eisenwerkstoffen und nichtrostendem Stahl mit einer Wandstärke > 2,6 mm haben.

Bei Kupferrohrleitungen sowie Rohrleitungen aus verzinkten Eisenwerkstoffen und nichtrostendem Stahl mit einer Wandstärke < 2,6 mm beträgt der Abstand der Befestigung maximal 2 m.

In Sprinkleranlagen gelten die unterschiedlichen Vorgaben der Befestigungstechnik der jeweiligen Regelwerke.

Fixpunkte

Löschwasserleitungen sind bei Brandeinwirkung einer Längenausdehnung unterworfen. Die daraus resultierenden Kräfte dürfen Brandabschottungen nicht zerstören. Deshalb müssen Löschwasserleitungen mit Fixpunkten in ausreichender Anzahl befestigt werden, um diese Kräfte kontrolliert über Dehnungsausgleicher (L- oder U-Rohr) oder Kompensatoren abzuleiten. Zusätzliche Fixpunkte müssen in Löschwasserleitungen nass/trocken und trocken vorgesehen werden, um die Reaktionskräfte der Löschwasserleitung während des Befüllvorganges abzufangen. Diese zusätzlichen Fixpunkte müssen am Anschluss von Druckerhöhungsanlagen auf der Druckseite und bei fernbetätigten Füll- und Entleerungsstationen (Nass-Trocken-Stationen) nach DIN 14463 angebracht werden. Für die Fixpunkte haben sich handelsübliche Konstruktionen aus nichtbrennbaren Baustoffen, z. B. Rohrbügel, bewährt.

Dübel verwenden

Für die Beschaffenheit und Ausführung von Befestigungen mit Dübeln **ohne** brandschutztechnischen Eignungsnachweis gilt

- Werkstoff Stahl
- Mindestgröße M8
- Einbautiefe = mindestens doppelte Dübellänge
- Rechnerische Zugbelastung max. = 500 N

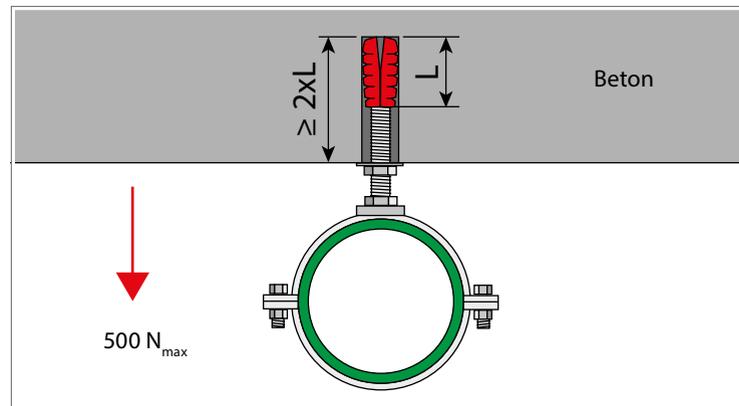


Abb. 38: Stahldübel ohne brandschutztechnischen Einbaunachweis

Die maximale Belastung und die Einbauart für Dübel **mit** brandschutztechnischem Eignungsnachweis sind im Verwendbarkeitsnachweis definiert.

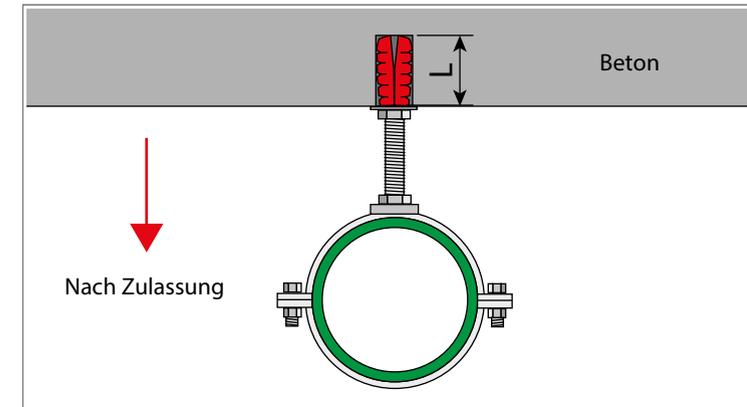


Abb. 39: Stahldübel mit brandschutztechnischem Eignungsnachweis

In beiden Fällen die zulässigen Befestigungsabstände nach Herstellerinformationen beachten.

Bei der Befestigung von Löschwasserleitungen an Stahlbauteilen mit Brandschutzverkleidung anstelle der Dübel kraftschlüssige Befestigungselemente einsetzen. Die angegebene Begrenzung der rechnerischen Spannung muss eingehalten werden. Die Brandschutzverkleidung der Stahlbauteile auf eine Länge von mindestens 300 mm auf die Abhängung erweitern. So wird verhindert, dass die Feuerwiderstandsdauer der Stahlbauteile durch den Anschluss der Abhängung beeinträchtigt wird.

Die Länge einer Abhängung (Abstand Unterkante Feuerlöschleitung und Unterkante Decke) darf bei ungeschützten Abhängern 1,5 m nicht überschreiten.

Brandschutzverkleidung für Rohrleitungen

Löschwasserleitungen und die Zuleitung zur Löschwasserübergabestelle entsprechend der zu erwartenden Einsatzdauer ausführen.

Löschwasserleitungen und Halterungen müssen so bemessen und geschützt sein, dass im Falle eines Brands die Funktionsfähigkeit der Anlage weiterhin gegeben ist.

Auf dem Markt existieren bereits brandschutztechnische Ummantelungen die auf einer kritischen Temperatur von 500 °C basieren. Es wird empfohlen im Vorfeld mit dem Sachverständigen für Brandschutz den Einbau solcher Lösungen abzustimmen und vorzugsweise brandschutztechnisch wirksame Bekleidung heranzuziehen, die auch die schwächste Komponente im Rohrleitungssystem, das Dichtelement, berücksichtigt.

Für trockene Steigleitungen können alternativ Bekleidungsstärken nach den Berechnungswerten der DIN 14462:2023-07 verwendet werden.

| Installationsort | Maßnahmen |
|--|---|
| In brandlastfreien Treppenträumen, Schleusen und Rettungswegen | Keine |
| In Bereichen mit selbsttätigen Löschanlagen (z. B. Sprinkler-Löschanlagen) | Abstimmung mit dem Ersteller des Brandschutzkonzeptes bzw. den örtlichen Behörden sowie der Brandschutzdienststelle |
| In Bereichen mit Brandlasten | Bekleidung der Rohrleitung entsprechend DIN 4102-4 oder gleichwertig |

Tab. 21: Brandschutz-Maßnahmen für Löschwasserleitungen

Als Brandschutzverkleidung von Löschwasserleitungen können verwendet werden:

- Unkaschierte und metallkaschierte Brandschutz-Rohrschalen
- Mineralfaser-Wolle nach DIN 4102-4
- Zugelassene Brandschutz-Systeme aus anderen Baustoffen

Die Verkleidungsdicke muss für jedes Bauteil separat gewählt werden, entsprechend der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung des Rohrleitungssystems. Wenn sich aufgrund der Berechnungslasten Zugspannungen in den Halterungen ergeben, die deutlich über 6 N/mm² liegen, dann müssen nach den Grundregeln der DIN 4102-4 auch die Abhänger verkleidet werden.

Inbetriebnahme nicht selbsttätiger Feuerlöschanlagen

Druckprobenprotokoll

Entsprechend den Anforderungen der DIN 14462 müssen Löschwasserleitungen einschließlich deren Armaturen vor Inbetriebnahme einer Festigkeits- und Dichtheitsprüfung unterzogen werden.

Das aktuelle Druckprobenprotokoll für Löschwasseranlagen können Sie über die Viega Homepage herunterladen mit „Druckprobenprotokoll“ als Suchbegriff.

Anlagenkontrollbuch

Weiterhin muss ein Kontrollbuch für die Feuerlöschanlage erstellt werden mit folgenden Angaben:

- Aufstellort/Anschrift
- Anschrift des Eigentümers
- Anschrift des Betreibers
- Anschrift des Errichters
- Zuständiges Wasserversorgungsunternehmen
- Bauauflagen und Planungsgrundlagen
- Technische Dokumente der verwendeten Komponenten
- Anlagenschema mit Wandhydranten, Einspeise- und Entnahmearmaturen sowie weiterer wesentlicher Bauteile
- Rohrleitungsbemessungen
- Flutungszeitberechnung bei Feuerlöschanlagen trocken oder nass/trocken

- Protokoll: Druck-/Dichtheitsprüfung
- Protokoll: Spülen
- Protokoll: Einweisung des Betreibers durch Errichter
- Übereinstimmungserklärung des Errichters
- Abnahmeprüfung
- Aufzeichnungen zu Instandhaltungsarbeiten
- Aufzeichnungen zu durchgeführten Wartungen
- Aufzeichnungen zu Funktionsstörungen und deren Ursache

Rohrleitungssysteme für selbsttätige Feuerlöschanlagen (Sprinkleranlagen)

Bei der Planung, Installation und Inbetriebnahme von Sprinkleranlagen sollten u. a. folgende Punkte berücksichtigt werden:

- Geltende bzw. vereinbarte Regelwerke sowie die anerkannten Regeln der Technik
- Abweichende länderspezifische Anforderungen und Regelwerke
- Produktinformationen der Hersteller

Das Rohrnetz muss entleerbar ausgeführt werden, sodass jeder Bereich vollständig und zu jeder Zeit entleert werden kann. Ein eventuelles Gefälle in den Rohrleitungen darf nicht dazu führen, dass Wasser bei einer Entleerung in der Anlage verbleiben kann.

Bei notwendigen Versprüngen, z. B. an einem Betonsturz, sollte an der tiefsten Stelle eine geeignete Entleerungsmöglichkeit vorgesehen werden. Gemäß VdS CEA 4001 Kapitel 13.6 müssen am Ende aller Nebenverteilerrohre Spülanschlüsse angebracht werden, über die das Rohrleitungsnetz gespült und entlüftet werden kann. Je nach Ausführung der Installation kann es notwendig sein, weitere Rohrleitungsabschnitte mit Be- und Entlüftungsventilen zu versehen.



Inbetriebnahme selbsttätiger Feuerlöschanlagen (Sprinkleranlagen)

Vor Inbetriebnahme der Anlage muss eine Druckprobe durchgeführt werden. Das Rohrnetz muss bei der Druckprobe vollständig zugänglich und darf nicht verdeckt sein.

Wenn die Anlage nicht direkt nach der Druckprobe in Betrieb genommen werden kann, dann die Druckprobe mit ölfreier Druckluft oder inerten Gasen durchführen.

Vorgehensweise bei einer Druckprobe:

- Sichtkontrolle der Gesamtanlage auf offensichtliche Mängel – gründliches Ausspülen des gesamten Rohrnetzes notwendig
- Anlage mit Prüfmedium vollständig befüllen – z. B. inerte Gase/ölfreie Druckluft/filtriertes Trinkwasser gemäß TrinkwV
- Druckprobe gemäß den a. a. R. d. T. (z. B.: VdS CEA 4001, Kapitel 17) durchführen
- Ergebnisse der Druckprobe in einem Protokoll dokumentieren
- Durch Unterschrift eines autorisierten Fachmanns bestätigtes Protokoll dem Auftraggeber aushändigen

Viega Lösungen



Bei der Auswahl von Werkstoffen für Armaturen, Rohre und Dichtelemente müssen im Einzelfall immer die speziellen Betriebs- und Einbaubedingungen sowie weitere Anforderungen der Anlage berücksichtigt werden.

Richten Sie detaillierte Anfragen mit dem Formular „Anfrage Werkstoffbeständigkeit“ an das Viega Service Center. Das Formular dafür finden Sie auf der Viega Website viega.de mit dem Suchwort „Werkstoffbeständigkeit“.



| | Profipress | Sanpress Inox | Sanpress | Prestabo sendzimverzinkt | Megapress / Megapress S |
|---|---|---|---|---|---|
| Anwendungsreich | Ausschließlich Feuerlöschanlagen nass | Ausschließlich Feuerlöschanlagen nass | Ausschließlich Feuerlöschanlagen nass | Ausschließlich Feuerlöschanlagen nass | Ausschließlich Feuerlöschanlagen nass |
| Rohr | Kupfer nach DIN EN 1057 | Edelstahl 1.4401 oder 1.4521 | Edelstahl 1.4401 oder 1.4521 | Innen und außen verzinktes Stahlrohr | Stahlrohre verzinkt, nach DIN EN 10255 Verzinkung nach DIN EN 10240 |
| Nenn Durchmesser | DN10 12 x 1,0mm DN12 15 x 1,0mm DN15 18 x 1,0mm DN20 22 x 1,0mm DN25 28 x 1,5mm DN32 35 x 1,5mm DN40 42 x 1,5mm DN50 54 x 2,0mm DN65 64,0 x 2,0mm DN80 76,1 x 2,0mm DN100 88,9 x 2,0mm DN100 108,0 x 2,0mm | Edelstahl 1.4401 oder 1.4521 DN15 18 x 1,2mm DN20 22 x 1,2mm DN25 28 x 1,2mm DN32 35 x 1,5mm DN40 42 x 1,5mm DN50 54 x 1,5mm DN65 64,0 x 2,0mm DN80 76,1 x 2,0mm DN100 88,9 x 2,0mm DN100 108,0 x 2,0mm | Edelstahl 1.4401 oder 1.4521 DN15 18 x 1,2mm DN20 22 x 1,2mm DN25 28 x 1,2mm DN32 35 x 1,5mm DN40 42 x 1,5mm DN50 54 x 1,5mm DN65 64,0 x 2,0mm DN80 76,1 x 2,0mm DN100 88,9 x 2,0mm DN100 108,0 x 2,0mm | - - DN20 22 x 1,5mm DN25 28 x 1,5mm DN32 35 x 1,5mm DN40 42 x 1,5mm DN50 54 x 1,5mm DN65 64,0 x 2,0mm DN80 76,1 x 2,0mm DN100 88,9 x 2,0mm DN100 108,0 x 2,0mm | - - 3/4 (DN20) 1 (DN25) 1 1/4 (DN32) 1 1/2 (DN40) 2 (DN50) 2 1/2 (DN65) 3 (DN80) 4 (DN100) |
| Pressverbinder | Kupfer und Rotguss/Siliziumbronze | Edelstahl | Rotguss/Siliziumbronze | Verzinkter Stahl | Stahl unlegiert |
| Dichtelement | EPDM | EPDM | EPDM | EPDM | ≤ DN50 EPDM / FKM ≥ DN65 FKM |
| Druckbereich | 1,6 MPa | 1,6 MPa | 1,6 MPa | 1,6 MPa | 1,6 MPa |
| Norm, Zertifikat, Eignungsnachweis | DIN 1988-600; DVGW-Zertifikat | DIN 1988-600; DVGW-Zertifikat | DIN 1988-600; DVGW-Zertifikat | | |
| Hinweis | | | | | Nicht an TW-Installationen anschließen. Prüftintervalle nach DIN 14462-7.4 (Instandhaltung) sind zulässig |

Tab. 22: Einsatzbereich der Viega Rohrleitungssysteme in Feuerlöschanlagen nach DIN 14462



| | Profifress | Sanpress Inox | Prestabo sendzimirverzinkt | Megapress / Megapress S |
|---|---|--|--|--|
| Anwendungsbereich | Sprinkleranlagen nass | Sprinkleranlagen nass-/trocken trocken | Sprinkleranlagen nass | Sprinkleranlagen nass nass-/trocken trocken |
| Rohr | Kupfer, nach DIN EN 1057 R 290 (hart) | Edelstahl 1.4401 oder 1.4521 | Innen und außen verzinktes Stahlrohr | Stahlrohre schwarz, verzinkt, industriell lackiert oder pulverbeschichtet nach DIN EN 10255, DIN EN 10216-1, DIN EN 10217-1 oder DIN EN 10220 (Verzinkung nach DIN EN 10240) |
| Nenn Durchmesser | 22 x 1 mm DN20 DN25 DN32 DN40 DN50 | 22 x 1,5 mm DN20 DN25 DN32 DN40 DN50 | 22 x 1,5 mm DN20 DN25 DN32 DN40 DN50 | 3/4 (DN20) 1 (DN25) 1 1/4 (DN32) 1 1/2 (DN40) 2 (DN50) 2 1/2 (DN65) 3 (DN80) 4 (DN100) |
| Wandstärke | 28 x 1,5 mm 35 x 1,5 mm 42 x 1,5 mm 54 x 2 mm | 28 x 1,5 mm 35 x 1,5 mm 42 x 1,5 mm 54 x 1,5 mm 76,1 x 2 mm 88,9 x 2 mm 108 x 2 mm | 28 x 1,5 mm 35 x 1,5 mm 42 x 1,5 mm 54 x 1,5 mm 76,1 x 2 mm 88,9 x 2 mm 108 x 2 mm | 2,6 bis 3,3 mm 2,6 bis 4,5 mm 2,9 bis 5,0 mm 3,2 bis 5,4 mm |
| Pressverbinder | Kupfer und Rotguss | Edelstahl | Verzinkter Stahl | Stahl umlagert |
| Dichtelement | EPDM | Feuerlöschanlage nass: EPDM Nass-/Trockenanlagen: FKM Trockenanlage: FKM | EPDM | ≤ DN50 EPDM/FKM ≥ DN65 FKM |
| Druckbereich | 1,6 MPa | DN20 bis DN65: 1,6 MPa DN80 bis DN100: 1,25 MPa | DN20 bis DN65: 1,6 MPa DN80: 1,25 MPa DN100: 1,0 MPa | DN20-DN65: 1,6 MPa DN80: 1,25 MPa DN100: 1,0 MPa |
| Zertifikat | VdS: G 4980009 | VdS: G 4070017 | VdS: G 4090017 | VdS: G414021 |
| Brandgefahrenklassen nach VdS CEA 4001 | LH, OH1 – OH3, OH4 eingeschränkt auf Ausstellungshallen, Kino, Theater, Konzerthallen | LH, OH1 – OH3, OH4 eingeschränkt auf Ausstellungshallen, Kino, Theater, Konzerthallen | LH, OH1 – OH3, OH4 eingeschränkt auf Ausstellungshallen, Kino, Theater, Konzerthallen | LH, OH1 – OH4, HHP1 – HHP4 und HHS1 – HHS4 |
| Hinweis | | Keine Zulassung für Rohrgröße 64,0 mm | | |

Tab. 23: Sprinkleranlage nach VdS-Richtlinien



LABS-Konformität

Mit der Einführung wasserlöslicher Lacke in der Automobilindustrie entstanden höchste Anforderungen an Anlagen und Zubehör, die in den Lackierprozessen eingesetzt werden. Verunreinigungen, z. B. Schmiermittel oder Weichmacher aus Dichtungsmaterialien, auf den zu lackierenden Werkstücken führen zu Beschichtungsfehlern, einer sogenannten „Kraterbildung“. Um diese zu vermeiden, fordert die Industrie Produkte, die frei von **lackbeetzungsstörenden Substanzen**, kurz LABS, sind. Die Wechselwirkung von Substanzen mit dem Lacksystem wurde zunächst bei Silikonen festgestellt, umfasst jedoch auch Trennmittel, Öle, Fette und weitere Substanzen. Aus diesem Grund wurde mit dem Begriff „LABS-Konformität“, umgangssprachlich „LABS-frei“, eine stoffunabhängige Anforderung definiert.



Abb. 40: Makellose Lackoberflächen

LABS-Freiheit bezieht sich nicht nur auf Bauteile im Lackierbereich, sondern umfasst auch sämtliche Stoffe, Schmiermittel sowie Verpackungsmaterialien, die im Lackierbetrieb zum Einsatz kommen.

LABS-Quellen

Mikroskopisch kleine Verunreinigungen können bei Lackierprozessen zu Oberflächenspannungsdefekten führen. Die Folge ist eine ungleichmäßige Benetzung der Oberfläche durch den Lack.

Grundsätzlich gibt es zwei typische Quellen für die Kontamination mit lackbeetzungsstörenden Substanzen: betriebliche und personenbezogene.

Beispiele für betriebliche Quellen sind:

- Schmiermittel (für bewegliche Teile von Geräten und Anlagen)
- Trennmittel und Weichmacher aus Kunststoffanbauteilen der Anlagentechnik oder Werkstücken
- Zieh- und Gleitmittelreste
- Schläuche und Dichtmassen
- Verunreinigungen, die über Raumlufttechnik, Prozesslufttechnik oder das Druckluftsystem verteilt werden
- Verschleppungen aus anderen Produktionsbereichen

- Verunreinigtes Lackmaterial, z. B. durch unsachgemäße Lagerung, Transport oder durch ungeeignete Zusätze (Additive, Lösemittel)
- Betriebs- und Hilfsmittel wie Reinigungsmittel, Putztücher, Schleifmittel, Poliermittel, Klebebänder oder Montageeinheiten

Personenbezogene Quellen sind u. a.:

- Kosmetika, Hautpflegeprodukte, Shampoo, Haarspray, Haargel, Haarfärbemittel, Brillenreiniger, Deodorant, Lippenstift, Aftershave, Make-up, Hautschutzcreme
- Bekleidung (z. B. Imprägnierung), Handschuhe, Schuhpflegemittel
- Essen und Trinken (Fettsäureester, z. B. Butter oder Fette) sowie Trinkbecher (Trennmittel in Kaffeeautomaten)
- Kunststoffarmbänder oder -schmuck, Fitnessstracker, Smartphone-Hüllen
- Natürliche Hautfette

LABS-konforme Produktion

Eine LABS-konforme Produktion erfordert in der gesamten Produktionskette geeignete Maßnahmen, die ständig sichergestellt werden müssen. Hierzu zählt die Verwendung LABS-freier Produktions- und Arbeitsmittel wie z. B.:

- Werkstoffe, insbesondere Elastomere
- Hilfs- und Betriebsstoffe
- Arbeitsmittel
- Transportbehälter
- Pflegeprodukte wie Seife und Hautschutzcreme
- Arbeitskleidung und persönliche Schutzausrüstung

LABS-freie Pressverbinder-Installationssysteme von Viega unterliegen von der Produktion bis zur Verpackung besonderen Herstellungskriterien:

- Reinigung der Pressverbinder nach dem Produktionsprozess (Gießen/Verformen/Zerspanen)
- Montage spezieller Dichtelemente unter Verwendung LABS-freier Schmiermittel
- Kennzeichnung durch blauen Punkt am Pressanschluss, Abb. 41
- Verpackung mit LF-Kennzeichnung, Abb. 42



Abb. 41: Sanpress Inox LF



Abb. 42: Sanpress Inox LF, einzeln verpackt

Qualitätskontrolle

Die Herstellung von LABS-freien Pressverbindern bei Viega unterliegt einer strengen internen Prüfung. Zur Qualitätssicherung liegen die sogenannten „Kraterprotokolle“ aller namhaften deutschen Automobilhersteller vor, die Viega Produkte ständig selbst testen.

Viega Lösungen



Bei der Auswahl von Werkstoffen für Armaturen, Rohre und Dichtelemente müssen im Einzelfall immer die speziellen Betriebs- und Einbaubedingungen sowie weitere Anforderungen der Anlage berücksichtigt werden.

Richten Sie detaillierte Anfragen mit dem Formular „Anfrage Werkstoffbeständigkeit“ an das Viega Service Center. Das Formular dafür finden Sie auf der Viega Website viega.de mit dem Suchwort „Werkstoffbeständigkeit“.



Zurzeit stehen drei LABS-freie Pressverbindersysteme zur Verfügung, die speziell für diese Anforderungen entwickelt wurden:

- Sanpress LF
- Sanpress Inox LF
- Prestabo LF

Ergänzt wird das Produktsortiment mit LABS-freien Rotguss/Siliziumbronze-Armaturen aus dem Easytop-Programm (Easytop LF). „Tab. 24: Übersicht LABS-freie Easytop-Absperrventile und -Kugelhähne“ auf Seite 698 gibt einen Überblick über das LABS-freie Armaturensortiment.

Alle in diesem Kapitel aufgeführten Easytop-Armaturen sind DVGW-zugelassen und mit Viega Pressanschlüssen ausgestattet. LABS-freie Armaturen sind wie die Pressverbinder mit einem blauen Punkt am Pressanschluss gekennzeichnet.

| Abbildung | Modell | Produktname | Größe d [mm] | Artikelnummer | | | | | | |
|-----------|----------|--|--------------|---------------|--|--------|---------|-------------------|----|---------|
| | 2237.5LF | Easytop-Schrägsitzventil Freiflussventil | 15 | 757 120 | | | | | | |
| | | | 18 | 757 137 | | | | | | |
| | | | 22 | 757 144 | | | | | | |
| | | | 28 | 757 151 | | | | | | |
| | | | 35 | 757 168 | | | | | | |
| | | | 42 | 757 175 | | | | | | |
| | 2238.5LF | Easytop-Kombiniertes Schrägsitzventil KRV Freiflussventil mit Rückflussverhinderer | 15 | 757 458 | | | | | | |
| | | | 18 | 757 465 | | | | | | |
| | | | 22 | 757 472 | | | | | | |
| | | | 28 | 757 489 | | | | | | |
| | | | 35 | 757 496 | | | | | | |
| | | | 42 | 757 502 | | | | | | |
| | 2239.4LF | Easytop-Rückflussverhinderer | 15 | 757 786 | | | | | | |
| | | | 18 | 757 793 | | | | | | |
| | | | 22 | 757 809 | | | | | | |
| | | | 28 | 757 816 | | | | | | |
| | | | 35 | 757 823 | | | | | | |
| | | | 42 | 757 830 | | | | | | |
| | 2234LF | Easytop-Entleerungsventil | G ¼ | 565 312 | | | | | | |
| | | | | 2234.5LF | Easytop-Entleerungsventil-Verlängerung | G x L | 565 329 | | | |
| | | | | | | ¼ x 50 | | | | |
| | | | | | | | 2275LF | Easytop-Kugelhahn | 15 | 784 959 |
| | | | | | | | | | 18 | 784 966 |
| | | | | | | | | | 22 | 784 973 |
| 28 | 784 980 | | | | | | | | | |
| 35 | 784 997 | | | | | | | | | |
| 42 | 785 000 | | | | | | | | | |
| 54 | 785 017 | | | | | | | | | |

Tab. 24: Übersicht LABS-freie Easytop-Absperrventile und -Kugelhähne

Druckluft

Druckluft findet in der Industrie vielfältige Verwendung. Sie wird als Teil eines Prozesses (Prozessluft), zur Reinigung von Maschinen und Werkstücken (Blasluft), zum Betrieb von Steuerungen (Steuerluft) und zur Erzeugung von Vakuum genutzt.

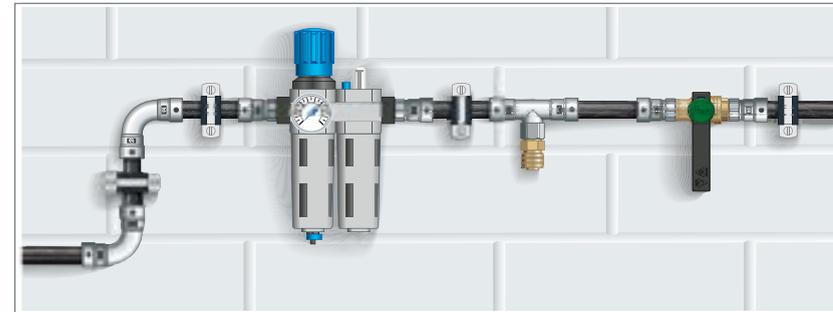


Abb. 43: Druckluft-Installation mit Viega Megapress

Prozessluft

Als Prozessluft wird Druckluft bezeichnet, die als Medium physikalisch oder chemisch in einem Be- oder Verarbeitungsprozess einbezogen ist oder zum Transport von Produkten dient. Sie kommt dabei stets mit dem Produkt direkt in Berührung.

Typische Anwendungen für Prozessluft sind:

- Schüttguttransport
- Belüftungs- und Trocknungsprozesse
- Spritzgießen



Abb. 44: Prozessluft zum Hin- und Herschießen von Schiffchen bei Webmaschinen



Blasluft

Als Blasluft wird Druckluft bezeichnet, die zur Reinigung von Maschinen und Werkstücken dient. Die Blasluft kommt wie die Prozessluft mit dem Produkt in einem Be- und Verarbeitungsprozess direkt in Berührung.



Abb. 45: Blasluft beim Sandstrahlen

Steuerluft

Als Steuerluft wird Druckluft bezeichnet, die zum Betrieb von Steuerungen, linearen und rotierenden Druckluftmotoren und zur Instrumentierung verwendet wird. Sie wird auch Instrumentenluft, Energieluft oder Arbeitsluft genannt und kommt im Prozess nicht mit dem Produkt in Berührung.

Typische Anwendungen für Steuerluft sind:

- Antrieb von Maschinen
- Instrumentenluft
- Pneumatische Türöffner



Abb. 46: Druckluft-Membranpumpe



Vakuum

Die Verwendung von Druckluft zur Vakuumerzeugung ermöglicht den Verzicht auf dezentrale Ausrüstung am jeweiligen Einsatzort.

Typische Anwendungen sind:

- Verpacken
- Trocknen
- Anheben
- Positionieren
- Saugen



Abb. 47: „Pick and Place“-Anwendung mit Druckluft

Grundlagen

Definition für Druckluft

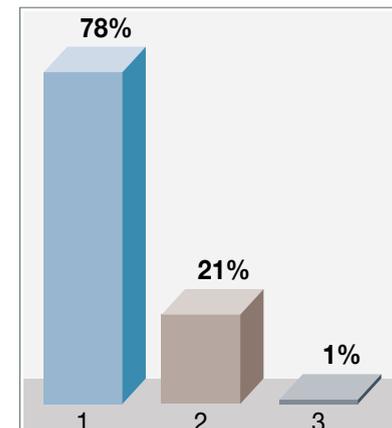


Abb. 48: Zusammensetzung der Luft

Druckluft ist verdichtete atmosphärische Luft. Sie besteht zu 78 % aus Stickstoff, zu 21 % aus Sauerstoff und zu 1 % aus weiteren Gasen. Der Verdichtungsprozess macht Druckluft zu einem Energiespeicher. Die bei der Entspannung frei werdende Energie kann für verschiedene technische Zwecke als Arbeitsluft genutzt werden.

- 1 Stickstoff
- 2 Sauerstoff
- 3 weitere Gase

Die thermischen Größen Temperatur, Volumen und Druck bestimmen den Zustand der Druckluft. Dabei ist das Gasvolumen mit dem Druck umgekehrt proportional (ideales Gasgesetz):

$$\frac{p \cdot V}{T} = \text{constant}$$

Physikalische Grundlagen

Mit dem Gesetz von Boyle-Mariotte lassen sich folgende Verdichtungsprozesse definieren.

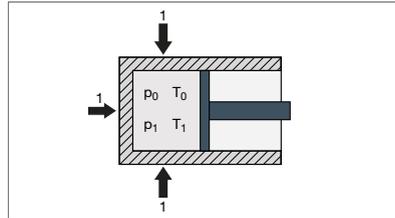


Abb. 49: Isochore Verdichtung

Isochore Verdichtung
bei konstantem Volumen

1 Wärme

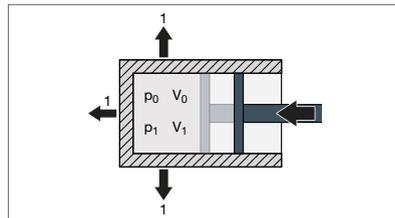


Abb. 50: Isotherme Verdichtung

Isotherme Verdichtung
bei konstanter Temperatur

1 Wärme

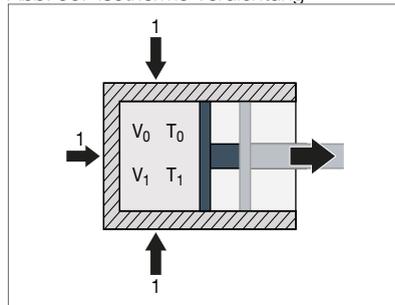


Abb. 51: Isobare Verdichtung

Isobare Verdichtung
bei konstantem Druck

1 Wärme

Bewegte Druckluft

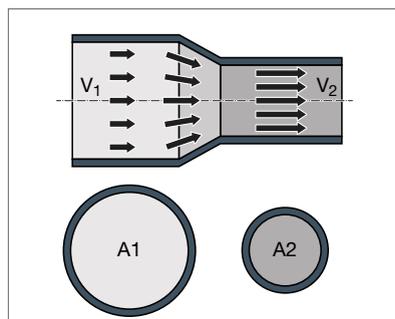


Abb. 52: Strömungsverhalten bei Querschnittsänderung

Bei der Dimensionierung von Druckluft-Installationen sind die Gesetzmäßigkeiten bewegter Druckluft zu berücksichtigen. Der Volumenstrom berechnet sich aus der Querschnittsfläche der Leitung und der Strömungsgeschwindigkeit:

$$\dot{V} = A1 \cdot V1 = A2 \cdot V2$$

Die Strömungsgeschwindigkeit ist umgekehrt proportional zum Rohrlängendurchmesser. Sie beträgt in Druckluft-Installationen 2 bis 3 m/s und sollte nie höher sein als 20 m/s. Bei höheren Geschwindigkeit geht die laminare Strömung in eine turbulente Strömung über. Die Folgen sind Strömungsgeräusche, ein hoher Druckabfall und Wärmeverluste.

Druckluftqualität

Unbehandelte Druckluft

Ein Kubikmeter unbehandelter Luft enthält durchschnittlich

- 180 Millionen Schmutzpartikel mit einer Größe von 0,01–100 µm,
- 5–40 g Wasser,
- 0,01–0,03 mg Öl in Form von Aerosolen und nicht verbrannter Kohlenwasserstoffe und
- Spuren von Schwermetallen.

Durch die Verdichtung von Umgebungsluft bei 0,1 MPa zu Druckluft von 1 MPa wird die Konzentration der Bestandteile um den Faktor 11 erhöht. Eine hohe Druckluftqualität ist deshalb eine entscheidende Voraussetzung für die Wirtschaftlichkeit und Produktionssicherheit einer Anlage.

Vorteile einer richtigen Druckluftaufbereitung

Die in der Umgebungsluft enthaltenen Verunreinigungen können die Druckluft-Installation und die Verbraucher beeinträchtigen. Die Qualität von Produkten kann dadurch gemindert werden.

Eine richtige Druckluftaufbereitung hat folgende Vorteile:

- Die Lebensdauer der nachgeschalteten Druckluftverbraucher wird erhöht
- Die Qualität der Erzeugnisse wird besser und konstanter
- Die Druckluftleitungen bleiben kondensat- und korrosionsfrei
- Die Betriebsstörungen reduzieren sich
- Die Kondensatsammler entfallen
- Der Wartungsaufwand ist geringer
- Die Druckverluste durch Undichtigkeit und Strömungswiderstände verringern sich
- Der Energieverbrauch sinkt durch geringere Druckverluste

Druckluftqualitäten nach ISO 8573-1

Zur Gewährleistung eines reibungslosen Produktionsablaufs muss ständig genügend Druckluft in gleich bleibender Qualität und ausreichendem Druck zur Verfügung stehen. Eine auf die Betriebsanforderungen abgestimmte Wartung ist für den störungsfreien Betrieb einer Druckluftanlage notwendig. In der ISO 8573-1 werden Druckluftqualitäten in verschiedenen Klassen definiert:



| Klasse | Maximale Partikelanzahl pro m ³ / Massenkonzentration C _p [mg/m ³] | | | Druck- taupunkt [°C]/ Rest- feuchtig- keitsgehalt C _w [g/m ³] | Ölgehalt [mg/m ³] |
|--------|---|-----------------------|-----------|---|----------------------------------|
| | 0,1–0,5 µm | 0,5–1 µm | 1–5 µm | | |
| 0 | Vom Nutzer oder Lieferanten des Geräts angegeben, strenger als Klasse 1 | | | | |
| 1 | ≤ 20.000 | ≤ 400 | ≤ 10 | ≤ -70 °C | ≤ 0,01mg/m ³ |
| 2 | ≤ 400.000 | ≤ 6.000 | ≤ 100 | ≤ -40 °C | ≤ 0,1 mg/m ³ |
| 3 | nicht spezifiziert | ≤ 90.000 | ≤ 1.000 | ≤ -20 °C | ≤ 1 mg/m ³ |
| 4 | | nicht spezifiziert | ≤ 10.000 | ≤ 3 °C | ≤ 5 mg/m ³ |
| 5 | | spezifiziert | ≤ 100.000 | ≤ 7 °C | |
| 6 | ≤ 5 mg/m ³ | | | ≤ 10 °C | |
| 7 | 5–10 mg/m ³ | | | ≤ 0,5 g/m ³ | |
| 8 | | | | 0,5–5 g/m ³ | |
| 9 | | | | 5–10 g/m ³ | |
| x | > 10 mg/m ³ | | | > 10 g/m ³ | > 5 mg/m ³ |

* Wenn Partikel größer als 5 µm gemessen wurden, können die Klassen 0-5 nicht angewendet werden.

Tab. 25: Druckluftreinheitsklassen nach ISO 8573-1

Typische Druckluftreinheiten für verschiedene Anwendungsbereiche

Die nachstehend genannten typischen Reinheitsklassen entstammen den VDMA Einheitsblättern 15390-1, 15390-2 sowie 15390-3 und stellen unverbindliche Branchen-Erfahrungswerte dar. Sie sind insbesondere ein Anhaltspunkt für den Druckluftanwender, wenn die Maschinen-/Gerätehersteller keine Angaben zur erforderlichen Druckluftreinheit gemacht haben.

| Anwendung | Reinheitsklassen | | | |
|--|------------------|-------------------------------|----------------|---------------------|
| | Partikel | Feuchtigkeit (dampfförmig) | | Gesamt- ölgehalt |
| | | Umgebungstemperatur | | |
| | | > + 10 °C | ≤ + 10 °C | |
| | A | B ₁ | B ₂ | C |
| Bergbau | | | | |
| Steuerluft (Arbeitsgeräte und Schachtanlagen) | 7 | 4 | 2-3 | 4 |
| Petrochemie | | | | |
| Steuerluft Raffinerien | 5 | 4 | 2-3 | 2 |
| Steuerluft Bohrstellen (Gas/ÖL) | 7 | 4 | 2-3 | 4 |
| Nahrungsmittelindustrie | | | | |
| Steuerluft im Produktionsbereich Indirekter Kontakt mit dem Verpackungsmaterial bzw. Produkt | 2 | 4* | 2-3 | 1 |
| Prozessluft Direkter Kontakt mit dem Material einer nicht-sterilen Verpackung | 2 | 4* | 2-3 | 1 |
| Tabakverarbeitung | | | | |
| Steuerluft | 3 | 4 | 2-3 | 2 |
| Prozessluft (Förderluft) | 3 | 4 | 2-3 | 1 |
| Textilgewerbe | | | | |
| Steuerluft | 3 | 4 | 2-3 | 2 |
| Prozessluft (Förderluft) | 3 | 4 | 2-3 | 2 |
| Papiergewerbe | | | | |
| Steuerluft | 3 | 4 | 2-3 | 2 |
| Prozessluft (Förderluft) | 3 | 4 | 2-3 | 2 |
| Verlags- und Druckgewerbe | | | | |
| Steuerluft | 3 | 4 | 2-3 | 2 |
| Prozessluft (Förderluft) | 3 | 4 | 2-3 | 1 |
| Chemische Industrie | | | | |
| Steuerluft | 3 | 4 | 2-3 | 2 |
| Prozessluft (Förderluft) | 3 | 4 | 2-3 | 1 |
| Pharmazeutische Industrie | | | | |
| Steuerluft im Produktionsbereich (Indirekter Kontakt mit dem Verpackungsmaterial bzw. Produkt) | 2 | 4* | 2-3 | 1 |
| Prozessluft (Direkter Kontakt mit dem Material einer nicht-sterilen Verpackung) | 2 | 4* | 2-3 | 1 |
| Gummi- und Kunststoffindustrie | | | | |
| Steuerluft | 3 | 4 | 2-3 | 2 |
| Prozessluft (Förderluft) | 2-3 | 4 | - | 1 |
| Blasluft | 2-3 | 4 | - | 2 |
| Glasgewerbe, Keramik | | | | |
| Steuerluft | 3 | 4 | 2-3 | 2 |
| Prozessluft (Förderluft) | 3 | 4 | 2-3 | 2-3 |

| Anwendung | Reinheitsklassen | | | |
|---|------------------|----------------------------|-----------|----------------|
| | Partikel | Feuchtigkeit (dampfförmig) | | Gesamtölgehalt |
| | | Umgebungstemperatur | | |
| | | > + 10 °C | ≤ + 10 °C | |
| A | B ₁ | B ₂ | C | |
| Metallerzeugung und -verarbeitung | | | | |
| Steuerluft | 3-4 | 4 | 2-3 | 3 |
| Prozessluft (Ausblasen von Formen) | 4 | 4 | 2-3 | 3 |
| Gießerei | | | | |
| Steuerluft | 3-4 | 4 | 2-3 | 3 |
| Prozessluft (Kernschießen) | 4 | 4 | 2-3 | 2-3 |
| Oberflächenveredlung | | | | |
| Steuerluft allgemein | 2 | 4 | 2-3 | 2 |
| Prozessluft (Pulverbeschichtung) | 1 | 4 | - | 1 |
| Steuerluft | 2 | 4 | 2-3 | 2 |
| Steuerluft ohne direkten Kontakt zum Lack, zum Lösemittel oder zu lackierenden Untergründen | 2 | 4 | 2-3 | 1 |
| Blas- bzw. Förderluft (Spritzluft) mit direktem Kontakt zum Lack (Lackierpistolen/-düsen) | 1 | 2-4 | 2-3 | 1 |
| Maschinen- und Anlagenbau | | | | |
| Steuerluft (Antriebsluft) | 3 | 4 | 2-3 | 3 |
| Blasluft | 3-4 | 4 | 2-3 | 3 |
| Elektrotechnik, Elektronik | | | | |
| Steuerluft | 2 | 4 | 2-3 | 2 |
| Kabelherstellung | 3 | 4 | - | 3 |
| Energieversorgung | | | | |
| Steuerluft | 3 | 4 | 2-3 | 3 |
| Prozessluft (Kohlenstaubbeförderung dezentral) | - | 4 | 2-3 | - |
| Mess- und Prüfsysteme | | | | |
| 3-D Messtechnik | 2 | 3-4 | - | 1 |
| Mess- und Prüfluft | 2 | 3-4 | 3-4 | 1 |

* Abhängig vom Druckluftsystem (siehe VDMA 15390-2, 4.1 bis 4.5) bzw. den Anwendungen sowie insbesondere der Gefahrenbewertung von kritischen Lenkungspunkten nach dem HACCP-Konzept sind ggfs. höhere Druckluftreinheiten erforderlich

Tab. 26: Typische Reinheitsklassen und deren Anwendungen (Auswahl aus VDMA Einheitsblättern 15390-1, 15390-2 und 15390-3)

Die jeweils aufgelisteten Punkte, Tabellen oder Listen stellen nur einzelne Beispiele dar, es gibt noch weitere Methoden und Darstellungen. Die Tabelle erhebt weder Anspruch auf Vollständigkeit noch auf die exakte Auslegung der bestehenden Rechtsvorschriften. Die Besonderheiten der jeweiligen Produkte sowie deren unterschiedliche Verwendungsmöglichkeit müssen berücksichtigt werden.

Druckluftanlagen

Vorteile der Druckluft

Druckluft bietet in der Industrie zahlreiche Vorteile:

■ Zentrale Bereitstellung und Verteilung

Die von zentral installierten Kompressoren erzeugte Druckluft kann über ein Rohrleitungsnetz verteilt werden.

■ Speichermöglichkeit in Tanks

Druckluft kann in Tanks aller Größen – mobil und stationär – auch an exponierte Orte geliefert werden.

■ Geringes Gewicht von Antrieben

Mit Druckluft betriebene Antriebe sind leichter als elektrische Antriebe. Dies ist besonders bei Handwerkzeugen von Vorteil.

■ Sauberkeit

Rückstandsfreie Verwendung mit Vorteilen in der Lebensmittel-, Textil-, Papier- und Verpackungsindustrie.

■ Betriebssicherheit

Druckluftgeräte arbeiten funkenfrei und können deshalb auch in brand- und explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden.

■ Schnelle Arbeitstakte

Hohe Strömungsgeschwindigkeiten von > 20 m/s ermöglichen kurze Schaltzeiten von Ventilen und hohe Arbeitsgeschwindigkeiten der Maschinen. Die Ventil-Schaltzeit bei 0,6 MPa liegt bei ca. 50 ms. Die Kolbengeschwindigkeit in Pneumatikzylindern beträgt ca. 15 m/s.

■ Regulierbarkeit

Kräfte, Drehmomente und Geschwindigkeiten der Antriebs- und Regелеlemente können mit Druck- und Durchflussmengenbegrenzern leicht den Forderungen angepasst werden.

Druckluftaufbereitung

Zur zentralen Versorgung industrieller Druckluft-Installationen mit hohem Druckluftbedarf haben sich mehrstufige Kompressoren nach dem Kolbenverdichterprinzip bewährt, hierbei liegen die verwendeten Betriebsdrücke meist unter 1,0 MPa liegen.

Kompressoren saugen Luft aus der Umgebung an und verdichten sie auf den benötigten Betriebsdruck. Je nach Aufstellort sind in der angesaugten Luft Verunreinigungen enthalten, wie Ruß, Staub, Emissionen von Maschinen und Luftfeuchtigkeit, die vor der Einspeisung in die Druckluft-Installation entfernt werden müssen.

Beim Verdichten reichern sich Verunreinigungen proportional zur Verdichtung an. Beim Produzieren von Druckluft mit 1,0 MPa Überdruck steigt die Konzentration der Verunreinigungen demnach um das 11-fache.

Ziel jeder Druckluftaufbereitung ist neben der Öl- und Schmutzabscheidung das Reduzieren der Luftfeuchtigkeit. Meist wird aus wirtschaftlichen Gründen die energiesparende Kältetrocknung eingesetzt.

Die Aufbereitung richtet sich nach den gestellten Anforderungen. Nach ISO 8573-1 ist die Druckluft in Reinheitsklassen mit entsprechenden Anforderungen eingeteilt. Dabei können die geforderten Reinheitsklassen für



Partikel, Wassergehalt und Ölgehalt durchaus unterschiedlich sein. So kann z. B. die Partikelgröße und Partikelanzahl nach Klasse 2, der Restwassergehalt nach Klasse 3 und der Restölgehalt nach Klasse 1 als Anforderung des Betreibers gestellt werden. Dementsprechend muss die Aufbereitung individuell geplant und ausgeführt werden. Eine derartige Druckluft wird nach ISO 8573-1:2010 mit der Angabe „ISO 8573-1:2010 [2:3:1]“ gekennzeichnet.

Druckluft-Installationen in frostgefährdeten Bereichen werden anstelle eines Kältetrockners mit einem Absorptionstrockner ausgerüstet. Absorptionstrockner erzielen einen niedrigeren Restfeuchtegehalt (Drucktaupunkt), der bei sehr niedrigen Umgebungstemperaturen ein Vereisen der Anlage verhindert.

Luftverschmutzungen – Kondensat

Die Qualität von Außenluft, die zur Druckluftherzeugung verwendet wird, ist besonders im industriellen Bereich vom Standort abhängig. Partikel und aggressive Bestandteile müssen ausgefiltert werden – entweder bereits bevor sie vom Kompressor angesaugt werden oder spätestens bei der Druckluftaufbereitung vor dem Einspeisen in die Anlage. Gelingt das nicht oder nur unzureichend, sind negative Auswirkungen auf die Druckluft-Installation und auf die Funktion der angeschlossenen Armaturen, Maschinen und Geräte die Folge. Außerdem kann austretende kontaminierte Druckluft gesundheitsschädigend wirken und die Qualität der Produktion beeinträchtigen. Daher empfiehlt es sich, gegebenenfalls Vorfilter für die Ansaugluft vorzusehen und den Aufwand für die Druckluftaufbereitung den individuellen Gegebenheiten anzupassen.

Wirkung unsauberer Druckluft auf Anlagenteile und Personen:

- **Kondensatbildung aus Festkörperpartikeln und Ölen**
Frühzeitiger Maschinenverschleiß durch Abrasion und Korrosion
- **Transport von Keimen/aggressiven Chemikalien**
Gesundheitsschäden durch Einatmen austretender Druckluft
- **Ölablagerungen**
Querschnittsverengung durch Verharzen bewirkt Leistungs- und Energieverluste, welche die Anlageneffizienz reduzieren
- **Wasseransammlungen**
Begünstigen von Undichtigkeit durch elektrochemische Korrosion; Beeinträchtigen der Schmier-systeme in angeschlossenen Geräten und Maschinen; Frostschäden



Gemische aus Wasser, Ölen, Fetten und weiteren Verunreinigungen, die beim Verdichten von Luft anfallen, bezeichnet man als Kondensate. Druckluftkondensat als ein Gemisch unterschiedlichster Stoffe ist äußerst umweltschädlich und belastend. In Deutschland beispielsweise wird die fachgerechte Kondensatentsorgung im Wasserhaushaltsgesetz WHG geregelt. Es schreibt in § 7a vor, dass schadstoffhaltiges Wasser entsprechend den „allgemein anerkannten Regeln der Technik“ aufbereitet werden muss. Überall dort, wo Kondensat anfällt (Druckbehälter, Filter, Trockner), muss es automatisch abgeleitet und gesammelt werden, um erneutes Einleiten in den Druckluftstrom zu vermeiden.

Anlagenkomponenten

Anforderungen an Druckluftanlagen

Druckluftanlagen gliedern sich in drei Anlagenteile:

- Die Druckluftherzeugung – Kompressor mit Wärmerückgewinnung
- Die Druckluftaufbereitung – Speicherung, Reinigung
- Das Rohrleitungssystem – Verteilung

Die Anforderungen an die Anlage bestimmen die Auswahl der Anlagenkomponenten. Sie betreffen:

- die Art der Druckluftherzeugung – Kompressorentyp
- die Bereitstellung – zentral oder dezentral
- die Art der Wärmenutzung bzw. -rückgewinnung
- die Art der Speicherung – Speichertyp
- die Art der Druckluftaufbereitung – Systemtyp
- das Rohrleitungssystem – Material und Ausführung

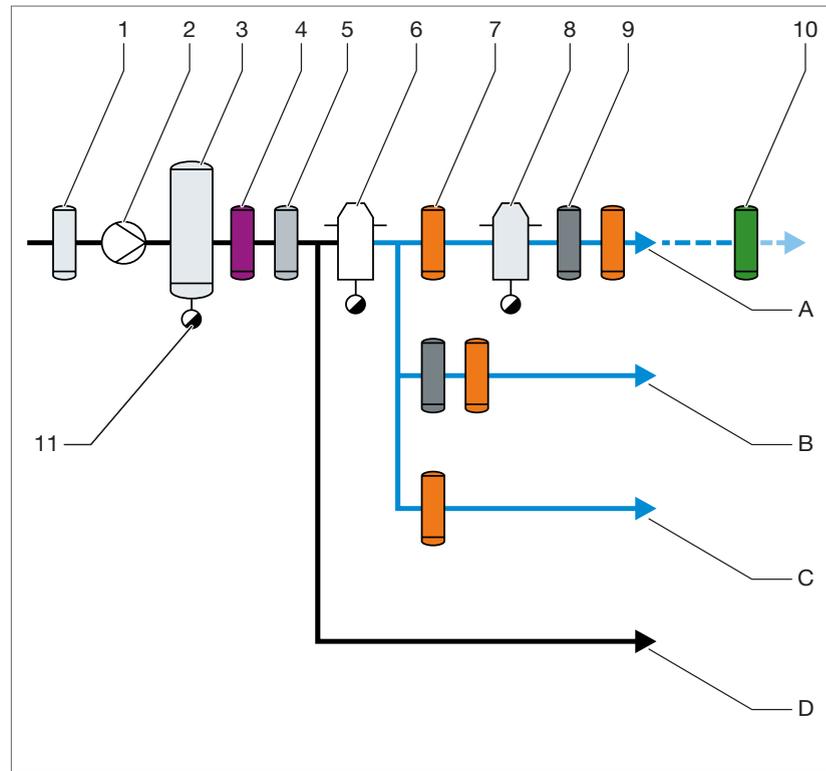


Abb. 53: Prinzip einer Druckluftanlage

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| 1 Ansaugfilter | 9 Mikrofilter (Aktivkohle) |
| 2 Kompressor mit Wärmerückgewinnung | 10 Mikrofilter (Sterilfilter) |
| 3 Speicher | 11 Kondensatabscheider |
| 4 Zyklonabscheider | |
| 5 Vorfilter (Sieb) | A höchste Qualität |
| 6 Kältetrockner | B höhere Qualität |
| 7 Mikrofilter (Volumenfiltration) | C normale Qualität |
| 8 Absorptionstrockner | D niedrige Qualität |

Drucklufterzeugung

Zur Auslegung des Kompressortyps werden benötigt:

- die Summe der benötigten Druckluftmengen
- die erforderlichen Reserveluftmengen
- der erforderliche Betriebsdruck
- die Angaben zu geplantem zukünftigem Bedarf

Abhängig von den benötigten Druckluftmengen und deren Druckstufen werden für die Produktion von Druckluft Maschinen unterschiedlicher Bauart verwendet.

■ Ventilator

Für große Luftmengen mit geringem Druck.
Rotierende Propellerflügel erzeugen eine Luftströmung, meist unmittelbar in den Arbeitsbereich.
Einsatz: Kühlungen

■ Radialverdichter

Für geringe Luftmengen mit Mitteldruck.
Luft wird dem Zentrum eines rotierenden Laufrads zugeführt und durch die Fliehkraft gegen die Peripherie geschleudert. Der Druckanstieg wird bewirkt, indem die beschleunigte Luft vor Erreichen des nächsten Laufrades durch einen Diffusor geleitet wird. Die kinetische Energie (Bewegungsenergie) wandelt sich dabei in statischen Druck um.
Einsatz: Turbolader im Auto

■ Axialverdichter

Für große Luftmengen mit Mitteldruck
Luft strömt in axialer Richtung abwechselnd durch eine Reihe rotierender und stationärer Schaufeln. Die Luft wird zunächst beschleunigt und dann verdichtet. Die Schaufelkanäle bilden diffusorartig erweiterte Kanäle, in denen die durch den Umlauf erzeugte kinetische Energie der Luft verzögert und in Druckenergie umgesetzt wird.
Einsatz: Flugzeugturbine

■ Kompressor

Für mittlere und große Luftmengen mit hohen Drücken.
Komprimieren angesaugter Luft mit Hilfe von Kolben, oft in mehreren Stufen bei Zwischenspeicherung, bis auf den benötigten Betriebsdruck – Bauarten als Tauchkolben- oder Schraubenkompressor.
Einsatz: Bevorratung großer Luftmengen in kleinen Speichern (z. B. Tauchflaschen) oder zentrale Druckluftbereitstellung mit großen Transportwegen.

■ Brandschutz

In Sonderbauten werden besonders brandgefährdete Räume wie z. B. Betriebsräume für Kompressoren brandschutztechnisch abgetrennt, auch wenn sie in derselben Nutzungseinheit liegen. Diese Vorgaben können dem Brandschutzkonzept bzw. der Baugenehmigung entnommen werden.



Anforderungen an brandgeschützte Betriebsräume

- Wände, Decken, Bodenaufbauten und Türen müssen mindestens feuerhemmend ausgeführt sein.
- Es dürfen keine brennbaren Flüssigkeiten gelagert werden.
- Der Bodenaufbau um den Kompressor herum muss aus nichtbrennbarem Material bestehen.
- Auslaufendes Öl darf keine Möglichkeit haben, sich auf dem Boden auszubreiten.
- Im Umkreis von mindestens drei Metern um den Kompressor dürfen sich keine brennbaren Materialien befinden.
- Über dem Kompressor dürfen sich keine brennbaren Anlagenteile befinden (Kabeltrassen, Kunststoffrohre etc.).

Druckluftspeicherung

Druckbehälter sind fester Bestandteil jeder Druckluftanlage. Die benötigte Behältergröße ist abhängig vom Druckluftbedarf und der Bauart des Kompressors.

Aufgaben der Druckbehälter sind:

- Puffer für Verbrauchsspitzen
- Pulsationsdämpfer bei Einsatz von Kolbenkompressoren
- Kondensatabscheidung

Druckluftverteilung

Rohrleitungssysteme

Druckluftbetriebene Werkzeuge, Geräte, Maschinen und Anlagen werden über ein Rohrleitungssystem mit Druckluft versorgt. Basis für einen effizienten, wirtschaftlichen Betrieb sind die differenzierte Dimensionierung der Rohrleitungsdurchmesser bei der Planung sowie die fachgerechte Ausführung der Installation. An die Leistungsfähigkeit von Druckluftanlagen werden hohe Anforderungen gestellt:

- Jedem Verbraucher muss jederzeit Druckluft in ausreichender Menge, mit gleichbleibender Qualität und konstantem Druck zur Verfügung stehen.
- Das Rohrleitungssystem muss leckagefrei sein.
- Das Rohrleitungssystem muss in absperrbare Abschnitte unterteilt sein. Erweiterungen, Wartungen und Reparaturen dürfen nicht zum Ausfall des gesamten Systems führen.
- Die Ausführung muss den geltenden Sicherheitsvorschriften entsprechen.

Ein Rohrleitungssystem gliedert sich in die Abschnitte

- Versorgungs-/Hauptleitung
- Verteilleitung
- Anschlussleitung



Es ist wichtig, die Druckverluste der einzelnen Rohrleitungsabschnitte zu berechnen, wobei die Gesamtröhrlänge, auch als „strömungstechnische Röhrlänge“ bezeichnet, die äquivalenten Röhrängen für Formstücke und Armaturen einschließt. Bei der äquivalenten Längenmethode wird der Druckverlust durch Bögen, Armaturen und andere Rohrleitungskomponenten mittels Tabellenwerken als Druckverlust auf der Länge eines geraden Rohrs beschrieben.

Wenn die Rohrleitungsführung bei der Planung noch nicht bekannt ist, dann kann die strömungstechnische Röhrlänge annäherungsweise ermittelt werden, indem man die gerade Röhrlänge mit 1,6 multipliziert.

Die Nennweiten der einzelnen Rohrleitungsabschnitte werden mithilfe eines Auslegungsdiagramms bestimmt, unter Berücksichtigung der dem Rohrleitungsabschnitt zugeordneten Luftmenge, dem einzuhaltenden Druckverlust sowie dem Betriebsdruck der Anlage (siehe Abb. 57 auf Seite 717).

Versorgungs- / Hauptleitung

Die Kompressorstation mit der Druckluftaufbereitung und der Druckluftbehälter werden über die Hauptleitung verbunden. Der Druckabfall Δp in der Hauptleitung sollte gemäß VDMA 15391-1 30 hPa nicht überschreiten. Von der Hauptleitung wird die Druckluft über eine Verteilerleitung geführt. In der Verteilerleitung (Ring- oder Stichleitung) sollte der Druckabfall Δp 30 hPa nicht überschreiten (siehe Abb. 56 auf Seite 716).

Ringleitung als Verteilung

Eine Ringleitung stellt einen geschlossenen Verteilerring dar. Zu Wartungszwecken lassen sich einzelne Bereiche der Leitung absperren. Dadurch ist die Versorgung der meisten anderen Verbraucher immer sichergestellt. Kurze Wege, geringe Druckverluste und kleine Rohrleitungsnennweiten sind charakteristisch für eine Ringleitung.

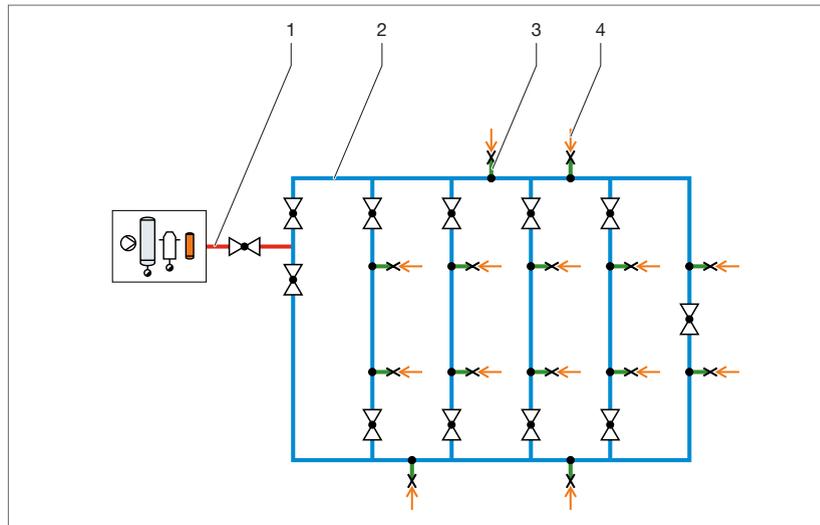


Abb. 54: Druckluftversorgung mit Ringleitung

- 1 Versorgungs-/Hauptleitung
- 2 Ringleitung
- 3 Anschlussleitung
- 4 Anschlusspunkt

Vorteile:

- Abschnitte möglich
- Abschnittsweise Wartung
- Kurze Wege zu den Anschlusspunkten
- Geringe Druckverluste
- Kleinere Rohrleitungsnennweiten

Nachteile:

- Höherer Materialbedarf als bei einer Stichleitung-Installation

Stichleitung als Verteilung

Eine Stichleitung zweigt als einzelner Verteilerstrang von der Hauptleitung ab und führt zu den Anschlussleitungen, die zum Verbraucher führen. Der Materialbedarf ist geringer, jedoch müssen Stichleitungen zur Vermeidung höherer Druckverluste größer bemessen werden. Stichleitungen sollten zu Wartungszwecken mit einem Absperrventil ausgerüstet werden.

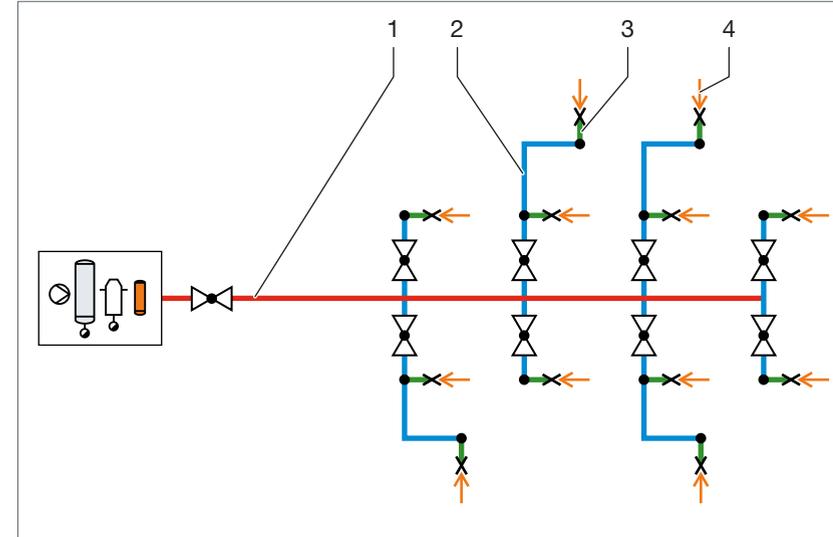


Abb. 55: Druckluftversorgung mit Stichleitung

- 1 Versorgungs-/Hauptleitung
- 2 Stichleitung
- 3 Anschlussleitung
- 4 Anschlusspunkt

Vorteile

- Geringerer Materialbedarf als bei einer Ringleitung

Nachteile

- Häufig hohe Druckverluste
- Große Rohrleitungsnennweiten

Anschlussleitung

Über die Anschlussleitung werden die Verbraucher mit Druckluft versorgt. Wenn die Verbraucher mit unterschiedlichen Drücken betrieben werden, dann muss vor dem Verbraucher eine Wartungseinheit mit Druckregelventil installiert werden, mit dem der Versorgungsdruck auf den Arbeitsdruck des Verbrauchers reduziert wird. Wartungseinheiten, bestehend aus Filter, Abscheider, Regler und Öler, können bei aufbereiteter Druckluft entfallen. Der Druckabfall Δp in den Anschlussleitungen sollte 40 hPa nicht überschreiten. Bis zu einem Druckluftbedarf von 1800 l/min und einer Leitungslänge von 10 m werden in der Industrie Anschlussleitungen mit der Nennweite DN25 empfohlen.

Gesamtdruckverlust der Druckluftanlage

Der gesamte Druckverlust einer Druckluftanlage sollte aus ökonomischen und ökologischen Gründen 0,1 MPa nicht übersteigen.

Bei einem Druckverlust von 0,1 MPa (1000 hPa) lassen sich den Anlagenteilen anteilmäßig etwa folgende Druckverluste zuordnen:

- 100 hPa Rohrleitungsnetz mit Haupt-, Verteil- und Anschlussleitung
- 700 hPa Bereitstellung mit Trocknung, Reinigung, Speicherung, Hauptleistungsanschluss
- 200 hPa Reserven, Werkzeug- oder Maschinenanschluss

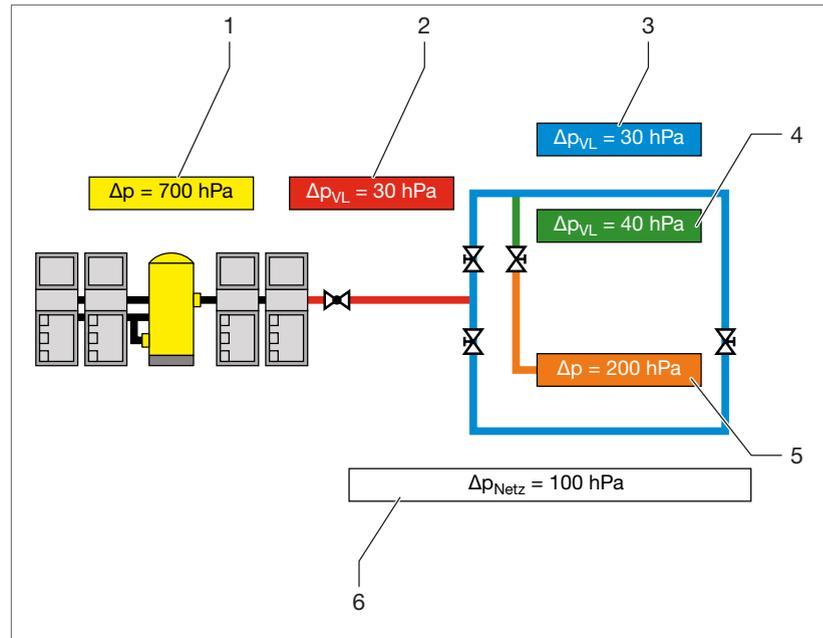


Abb. 56: Druckverluste einer Druckluftanlage

- 1 Bereitstellung
- 2 Versorgungs-/ Hauptleitung
- 3 Verteilung
- 4 Anschlussleitung
- 5 Werkzeug- oder Maschinenanschluss
- 6 Druckverlust im Rohrleitungsnetz (2 + 3 + 4)

Rohrleitungen berechnen

Das Einhalten der wirtschaftlich empfohlenen Druckverluste erfordert eine fehlerfreie Dimensionierung des Rohrleitungssystems. Die Rohrfestigkeit wird vom maximalen Druck bestimmt. Die Dimensionierung des Rohrdurchmessers orientiert sich am maximalen Volumenstrom bei geringstmöglichem Druckverlust. Hierbei ist einheitlicher Fließdruck an jeder Entnahmestelle einzuhalten. Die Strömungsgeschwindigkeit der Druckluft in Rohrleitungen ist üblicherweise 2 bis 3 m/s und sollte 20 m/s nicht überschreiten, da sonst

Strömungsgeräusche und turbulente Strömung auftreten. Bei kondensathaltiger Druckluft sollte die Fließgeschwindigkeit nicht über 3–4 m/s liegen, damit das Kondensat nicht mitgerissen wird. Prozessbedingt können auch höhere Strömungsgeschwindigkeiten gefordert sein, z. B. bei Maschinen mit schnellen Arbeitstakten. Der Druckverlust des gesamten Rohrleitungssystems sollte 0,01 MPa nicht übersteigen.

Zur genauen Druckverlustberechnung unterstützt z. B. der VDI-Wärmeatlas. Praxistauglich ist die Berechnung der lichten Rohrnenweite unter Verwendung des Nomogramms aus VDMA 15391-1.

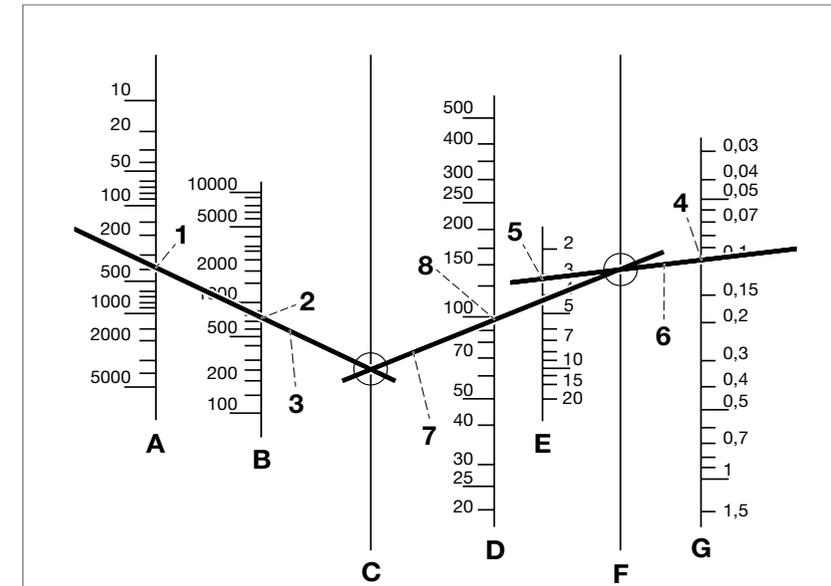


Abb. 57: Nomogramm zur Berechnung der lichten Rohrweite

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| A Rohrlänge [m] | E Systemdruck [bar] |
| B Ansaugmenge [m³/h] | F Hilfsachse 2 |
| C Hilfsachse 1 | G Druckverluste [bar] |
| D lichte Rohrweite [mm] | |

Die Rohrenweite folgendermaßen ermitteln:

1. Achse A: äquivalente Rohrlänge markieren.
2. Achse B: Ansaugmenge markieren.
3. Punkt 1 und 2 mit einer Geraden verbinden und Achse C schneiden.
4. Achse G: Druckverlust markieren.
5. Achse E: Systemdruck markieren.
6. Punkt 4 und 5 mit einer Geraden verbinden und Achse F schneiden.
7. Schnittpunkte Achse C und F mit einer Geraden verbinden.
8. Achse D: lichte Rohrweite ablesen.

Weitere Planungshinweise

- Druckluftleitungen bei getrockneter Druckluft geradlinig verlegen
- Richtungsänderungen mit Bögen und Hosenstücken durchführen
- Bei getrockneter Druckluft keine T- und Knie-Stücke verwenden
- Abrupte Querschnittsänderungen vermeiden

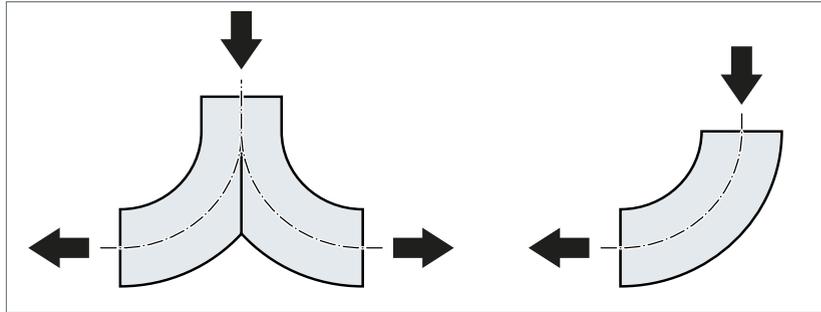


Abb. 58: Hosenstück und Bogen

Rohrleitungsnetze ohne Drucklufttrocknung

Wenn bei einer Druckluftaufbereitung auf das Trocknen verzichtet wird, dann kann im gesamten Rohrleitungsnetz Kondensat anfallen. Zum Vermeiden von Schäden an Druckluftverbrauchern folgende Maßnahmen einhalten:

- Die Druckluft im Verlauf nicht abkühlen lassen
- Rohrleitungen mit Gefälle verlegen (1,5–2 ‰)
- Die Hauptleitung nach dem Kompressor senkrecht verlegen
- Kondensatableiter an den tiefsten Punkten der Druckluft-Installation installieren
- Anschlussleitung in Strömungsrichtung nach oben abzweigen
- Wartungseinheiten mit Filter, Wasserabscheider und Druckminderer installieren

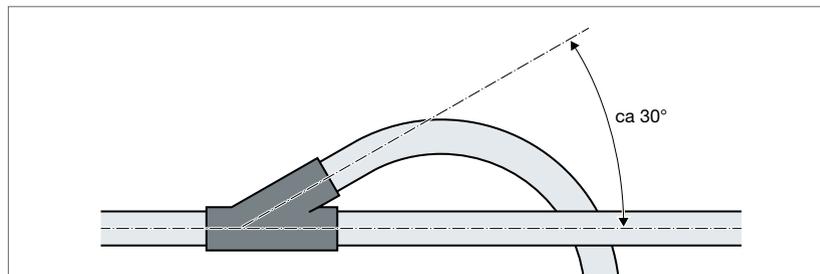


Abb. 59: Anschlussleitung verlegen

Rohrleitungsnetze mit Drucklufttrocknung

In Rohrleitungsnetzen mit Drucklufttrocknung können viele Maßnahmen entfallen:

- Rohrleitungen können waagrecht verlegt werden
- Kondensatableiter sind nur an Filtern, Behältern und Trocknern vorhanden
- Anschlussleitungen können nach unten verlegt werden
- Druckminderer können ohne Wasserabscheider vorgesehen werden

Materialauswahl und Verbindungstechnik für Rohrleitungssysteme

Druckluft-Installationen sollten möglichst wartungsfrei und bedarfsgerecht bemessen sein. Im Rahmen der Planung und der Materialauswahl für die Rohrleitungs-Installation ist es wichtig, individuelle, mechanische und chemische Einflüsse zu berücksichtigen.

Um für den Drucklufteinsatz den geeigneten Werkstoff zu ermitteln, müssen die Vor- und Nachteile der üblicherweise verwendeten Werkstoffe im Einzelfall abgewägt werden:

- Vergleich der mechanischen und chemischen Eigenschaften der Rohrwerkstoffe
- Einflüsse der Rohrwerkstoffe auf die Druckluftqualität
- Montage- und Befestigungsaufwand für Rohrleitungen
- Synergie-Effekte durch das Verwenden bestimmter Rohrwerkstoffe – z. B. geringerer Energieverbrauch durch geringe Rohrreibungsdruckverluste; Verwenden der Pressverbindersysteme auch in anderen Bereichen (Trinkwasser, technische Gase etc.)

Beim Auswählen einer geeigneten Rohrverbindungstechnik spielen die gleichen Kriterien eine Rolle wie bei der Materialauswahl. Noch höher bewertet wird der Ressourcenaufwand für die Montage.

Wichtige Kriterien für die Rohrverbindungstechnik:

- Bauteile – überschaubare Anzahl, einfach zu handhaben
- Eigenschaften – zug- und drucksicher
- Personalqualifikation – keine besondere erforderlich
- Montage – schnell, mit wenig Werkzeug und Personal

Abnahme von Druckluftsystemen

Ein Druckluftsystem ist eine überwachungsbedürftige Anlage. Sie ist nach aktueller Druckgeräterichtlinie (DGRL) und Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) abnahmepflichtig. Druckanlagen unterliegen daher einer Prüfung vor der erstmaligen Inbetriebnahme und nach prüfpflichtigen Änderungen sowie den wiederkehrenden Prüfungen. Die Verpflichtung zur Prüfung von Druckluftsystemen ist als Anforderung in der EU-Richtlinie 2014/68/EU (Amtsblatt der Europäischen Union) festgelegt. Das Merkblatt T 039/BGI 619 April 2012 der Berufsgenossenschaft Rohstoffe und Industrie beschreibt die Durchführung der Prüfung. In der EU obliegen diese Prüfungen nur zugelassenen Überwachungsstellen, in Deutschland z. B. der DEKRA oder dem TÜV.



Viega Lösungen



Bei der Auswahl von Werkstoffen für Armaturen, Rohre und Dichtelemente müssen im Einzelfall immer die speziellen Betriebs- und Einbaubedingungen sowie weitere Anforderungen der Anlage berücksichtigt werden.

Richten Sie detaillierte Anfragen mit dem Formular „Anfrage Werkstoffbeständigkeit“ an das Viega Service Center. Das Formular dafür finden Sie auf der Viega Website viega.de mit dem Suchwort „Werkstoffbeständigkeit“.

Die Druckluftqualität kann von verschiedenen Faktoren beeinflusst werden. Wichtige Einflussfaktoren sind u. a. der Druckluftkompressor, das eingesetzte Rohrleitungssystem sowie Transport, Lagerung und Installation der eingesetzten Komponenten.

Während des Betriebs der Druckluftanlage spielen zudem der mögliche Partikelabrieb und das Kondensieren der Luftfeuchtigkeit eine wichtige Rolle. Damit sich keine Luftfeuchtigkeit in den Rohrleitungen niederschlagen kann, muss bei der Planung darauf geachtet werden, dass der Taupunkt nicht unterschritten werden kann.

Tab. 27 gibt einen Überblick über die Viega Rohrleitungssysteme und deren Verwendungsmöglichkeiten gemäß ISO 8573-1. Zur Einhaltung der Reinheitsklassen muss das Verunreinigen der Bauteile durch geeignete Maßnahmen während des Transports, der Lagerung, der Installation und der Inbetriebnahme vermieden werden.

Durch die Verwendung von FKM- oder HNBR-Dichtelementen eignen sich die Viega Rohrleitungssysteme auch für ölhaltige Druckluft.

Um Produkte von Viega für den Bereich „Druckluft“ anwenden zu können, sind die Reinheitsklassen der Druckluft gemäß DIN ISO 8573-1 mitentscheidend.

Viega Rohrleitungssysteme sind unter Berücksichtigung der Anforderungen aus der DIN ISO 8573-1 eine gute Wahl für Druckluft.

Folgende Systeme können eingesetzt werden:

- Profipress, Profipress S, Profipress G
- Sanpress
- Sanpress Inox, Sanpress Inox G
- Sanpress Inox LF
- Temponox
- Prestabo
- Prestabo LF
- Megapress, Megapress S, Megapress G
- Seapress

| Systemname | Rohrwerkstoff | Dichtelement ¹²⁾ | p _{max} [MPa] | T _{max} [°C] | Feststoffpartikel ¹³⁾ | | | | | Restfeuchtegehalt | | | | | Ölgehalt Klasse | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------------|---|---|---|---|-------------------|---|---|---|---|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | | | | |
| Profipress | Kupferrohr nach DIN EN 1057 | EPDM | 1,6 | 60 | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | | | | | | | | | |
| Profipress S | | FKM | | | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | | | | | | |
| Profipress G | | HNBR | | | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | | | | | |
| Sanpress | 1.4401 Modell 2203/2203XL | EPDM | | | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | | | | | |
| | | FKM ¹⁵⁾ | | | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | | | | |
| | | EPDM | | | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | | | | |
| Sanpress | 1.4521 Modell 2205/2205XL | FKM ¹⁵⁾ | | | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | | | | |
| | | EPDM | | | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | | | |
| | | FKM ¹⁵⁾ | | | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | | | |
| Sanpress Inox | 1.4520 Modell 2204/2204XL | EPDM | | | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | | | |
| | | FKM ¹⁵⁾ | | | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | | | |
| | | EPDM | | | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | | |
| Sanpress Inox | 1.4401 Modell 2203/2203XL | FKM ¹⁵⁾ | | | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | | |
| | | EPDM | | | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | |
| | | FKM ¹⁵⁾ | | | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | |
| Sanpress Inox G | 1.4520 Modell 2204/2204XL | EPDM | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | | | |
| | | FKM ¹⁵⁾ | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | | | |
| | | HNBR | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | | |
| Sanpress Inox LF | 1.4401 Modell 2203/2203XL | EPDM | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | | |
| | | FKM ¹⁵⁾ | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | | |
| | | HNBR | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | |
| Sanpress Inox LF | 1.4521 Modell 2205/2205XL | EPDM | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | |
| | | FKM ¹⁵⁾ | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | |
| | | HNBR | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | |
| Sanpress Inox LF | 1.4520 Modell 2204/2204XL | EPDM | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | |
| | | FKM ¹⁵⁾ | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o |
| | | HNBR | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o |

12) EPDM-Dichtelement für Ölkonzentrationen < 25 mg/m³
 13) Empfehlung Klassen 1 bis 3; Vor Inbetriebnahme Leitung spülen
 15) Austausch der werkseitig eingelegten EPDM Dichtelemente gegen FKM Dichtelemente bauseitig möglich
 ✓ = einsetzbar
 ✗ = nicht einsetzbar
 ○ = bedingt einsetzbar, Rücksprache mit dem Service Center erforderlich

Tab. 27: Einsatzbereich der Viega Rohrleitungssysteme nach Reinheitsklassen gemäß ISO 8573-1, Teil 1 von 2 (2023-11, V39)



| Systemname | Rohrwerkstoff | Dicht- element ⁽¹²⁾ | P _{max} [MPa] | T _{max} [°C] | Feststoffpartikel ⁽¹³⁾ | | | | | | | | | | Restfeuchtegehalt Klasse | | | | | | | | | | Ölgehalt Klasse | | | | | | | | | |
|-------------|---|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--------------------|---|---|---|---|---|---|---|--|--|
| | | | | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | X | | |
| Seapress | Kupfer-Nickel-Knetlegierung nach DIN 86019 WL 2.1972.11 oder WL 2.1972.22 | EPDM | 1,6 | 60 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | X | | |
| | | FKM ⁽¹⁵⁾ | | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | X | | |
| Tempnox | 1.4520 Modell 2204/2204XL | EPDM | 1,6 | 60 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | X | | |
| | | FKM ⁽¹⁵⁾ | | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | X | | |
| Prestabo | Außen verzinkt Modell 1103/1103XL | EPDM | 1,6 | 60 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | X | | |
| | | FKM ⁽¹⁵⁾ | | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | X | | |
| Prestabo LF | PP-ummantelt Modell 1104 | EPDM | 1,6 | 60 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | X | | |
| | | FKM ⁽¹⁵⁾ | | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | X | | |
| Megapress S | Außen und innen verzinkt Modell 1106/1106XL | EPDM | 1,6 | 60 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | X | | |
| | | FKM ⁽¹⁵⁾ | | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | X | | |
| Megapress G | Außen verzinkt Modell 1103/1103XL | EPDM | 1,6 | 60 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | X | | |
| | | FKM ⁽¹⁵⁾ | | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | X | | |
| Megapress S | Stahlrohre nach DIN EN 10255 | EPDM | 1,6 | 60 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | X | | |
| | | FKM ⁽¹⁵⁾ | | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | X | | |
| Megapress G | DIN EN 10216-1 | EPDM | 1,6 | 60 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | X | | |
| | | FKM ⁽¹⁵⁾ | | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | X | | |
| Megapress G | DIN EN 10217-1 | EPDM | 1,6 | 60 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | X | | |
| | | FKM ⁽¹⁵⁾ | | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | X | | |

⁽¹²⁾ EPDM-Dichtelement für Ölkonzentrationen < 25 mg/m³
⁽¹³⁾ Empfehlung Klassen 1 bis 3: Vor Inbetriebnahme Leitung spülen
⁽¹⁵⁾ Austausch der werkseitig eingelegten EPDM Dichtelemente gegen FKM Dichtelemente bauseitig möglich
 ✓ = einsetzbar
 ✗ = nicht einsetzbar
 ○ = bedingt einsetzbar, Rücksprache mit dem Service Center erforderlich

Technische Gase

Technische Gase sind Gase, die durch einen technischen Prozess hergestellt werden und deren Reinheit spezifiziert ist. Sie finden hauptsächlich in der Industrie und im Gewerbe Anwendung. Oft verfügen sie über einen hohen Reinheitsgrad, der in der Regel nur durch eine verfahrenstechnische Aufbereitung erreicht werden kann. Begrifflich werden sie zu Industriegasen abgegrenzt, da bei diesen die Stoffreinheit nicht spezifiziert ist. Technische Gase sind reine Gase aus einem Element oder Gasgemische von reinen Gasen.

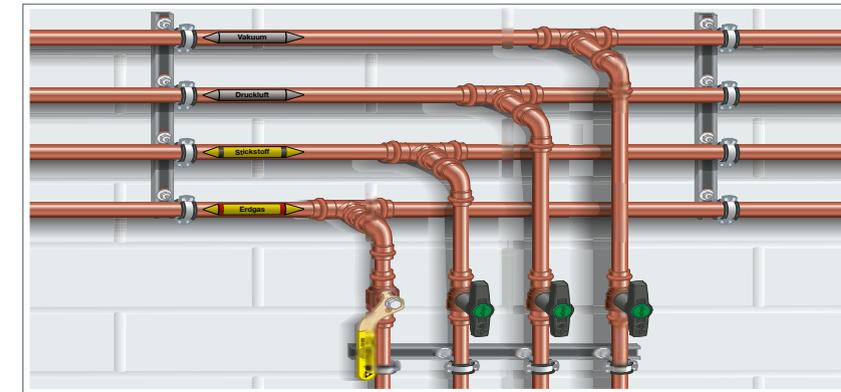


Abb. 60: Rohrleitungssystem für technische Gase mit Viega Profipress

Einsatzmöglichkeiten technischer Gase

Heute werden technische Gase in fast allen industriellen Bereichen angewendet. Sie werden als Steuerungs-, Schutz- und Trägergase eingesetzt, übertragen Energie und wirken reaktiv, reduktiv, oxidierend, inertisierend, kryogen oder thermisch. Typische Industriesegmente, in denen technische Gase zum Einsatz kommen sind z. B.:

- Lebensmittelindustrie
- Automobilindustrie
- Chemische Industrie
- Pharmazeutische Industrie □
- Petrochemische Industrie □
- Metallverarbeitende Industrie

Die chemisch-physikalischen Eigenschaften technischer Gase bestimmen die Anwendungsmöglichkeiten. Hauptsächlich werden diese eingesetzt als: □

- Schutzgas beim Schweißen und Härten
- Inertgas □
- Brenngas □
- Beatmungsgas (und weitere Anwendungen in der Medizintechnik) □
- Gas für Dichtheitsprüfungen □
- Transportmittel (pneumatische Förderung explosiver und brandgefährdeter Schüttgüter) □
- Verpackungsgas

Tab. 28: Einsatzbereich der Viega Rohrleitungssysteme nach Reinheitsklassen gemäß ISO 8573-1, Teil 2 von 2 (2023-11, V39)

Die nachfolgenden Beispiele verdeutlichen die vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten.

Schweißtechnik

Je nach Schweißverfahren werden unterschiedliche Gase verwendet:

- Acetylen/Sauerstoff:
Autogenverfahren
- Argon/Helium Gemisch:
Metallinertgasschweißen (MIG), Wolfram-Inertgasschweißen (WIG)
- Argon/Kohlendioxid/Sauerstoff-Gemisch (z. B. Corgon®):
Metallaktivgasschweißen (MAG)

Das Schutzgas verdrängt die Luft und verhindert somit die Entstehung eines explosiven Luft-Gas-Gemischs. Es verhindert beim Schutzgasschweißen Verbrennungen und Korrosion, da das Metall nicht mit Sauerstoff reagieren kann. Bei hochlegierten Stählen mit Aluminium- und Titananteilen wird das Risiko des Anlaufens durch hochwertiges Schutzgas ausgeschlossen. Die DIN EN ISO 14175 regelt die Reinheitsgrade verschiedener technischer Gase speziell für das Schweißen.



Abb. 61: Schutzgasschweißen

Härtetechnik

Im Bereich der Härtetechnik verhindern Stickstoff und Wasserstoff, dass der zu härtende Stahl durch Sauerstoff unerwünscht verändert wird. So erhalten beispielsweise Bauteile aus Stahl nach dem Härten eine glänzende, ruckstandsfreie Oberfläche.



Abb. 62: Schutzgasofen zur Härtung von Zahnrädern

Lebensmitteltechnik

Sauerstoff beschleunigt die Oxidation von Lebensmitteln und das Wachstum von aeroben Mikroorganismen. Stickstoff und Kohlendioxid hingegen verhindern dies und werden deshalb in der Verpackungstechnik als Schutzgas eingesetzt. Im Gegensatz dazu ist die Verwendung von Sauerstoff in der Fleisch- und Gemüseproduktion weit verbreitet. Er dient als Stabilisator für die rote Farbe des Fleisches und hält Gemüse länger frisch. Kohlendioxid wird neben der Verwendung in der Verpackungstechnik auch zur Karbonisierung von Getränken oder als Trockeneis eingesetzt.



Abb. 63: Kohlendioxid zur Karbonisierung von Getränken

Dichtheitsprüfungen

Helium dient als Medium bei Dichtheitsprüfungen von technischen Anlagen in vielen Industriebereichen:

| Dichtheitsprüfungen | |
|---------------------|-------------------------------------|
| Automotive | Airbagzünder, Stoßdämpfer, Sensoren |
| Halbleiterindustrie | integrierte Schaltkreise |
| Luftfahrt | Hydraulikbauteile, Triebwerke |
| Vakuumsysteme | gasführende Leitungen |
| Anlagenbau | Dichtheitsprüfung von Rohrleitungen |
| Allgemein | Verpackungen, Fässer, Uhren |

Medizintechnik

In der Medizintechnik werden Sauerstoff, Kohlendioxid, Lachgas, Helium und Stickstoff verwendet. Anwendungen sind z. B. Atemunterstützung und Narkose sowie die Kalibrierung medizinischer Geräte. Medizinische Gase müssen eine besondere Reinheit aufweisen, daher müssen in Deutschland z. B. die Vorgaben aus dem Arzneimittelgesetz berücksichtigt werden.

Grundlagen

Übersicht technischer Gase

Technische Gase unterscheiden sich in physikalischer, chemischer und physiologischer Hinsicht und werden wie folgt unterschieden:

- Inertgas
- brennbare und selbstentzündliche Gase
- brandfördernde Gase
- korrosive Gase
- toxische Gase
- Prüf- und Kalibriergase

Einige technische Gase werden mit Luftzerlegungsanlagen aus der Atmosphäre gewonnen. Hierzu zählen z. B.:

- Sauerstoff
- Argon
- Stickstoff
- Xenon
- Neon

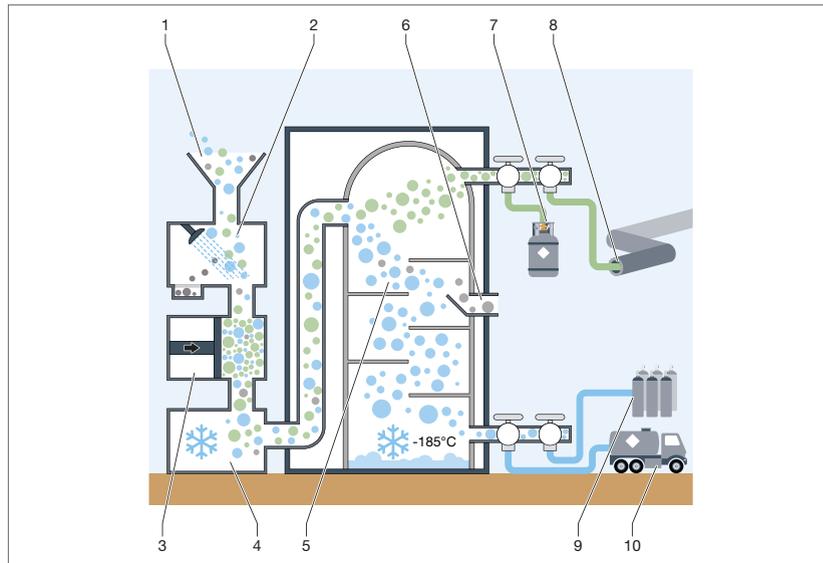


Abb. 64: Prinzip einer Luftzerlegungsanlage

- 1 Ansaugen der Luft
- 2 Vorreinigen
- 3 Verdichten
- 4 Vorkühlen
- 5 Trennen
- 6 Rohargonentnahme
- 7–10 Abfüllen

Andere technische Gase werden auf anderen Wegen gewonnen. Beispielsweise gewinnt man Kohlendioxid aus der Abluft von Industriebetrieben. Wasserstoff und Acetylen werden chemisch hergestellt.

Beispiele technischer Gase

Wichtige Eigenschaften, Sicherheitshinweise, Materialverträglichkeiten und relevante Regelwerke bedeutender technischer Gase sind nachstehend aufgeführt.



Eine Übersicht der geeigneten Viega Rohrleitungssysteme befindet sich in der Medienliste auf der Viega Website viega.de.



Ethin (C₂H₂), auch Acetylen genannt

| | |
|-----------------------|---|
| Eigenschaften: | farblos, schwach riechend, brennbar, leichter als Luft |
| Anwendung: | Von großer industrieller Bedeutung. Dient als Ausgangsverbindung bei der großtechnischen Herstellung wichtiger Grundchemikalien. Weitere Anwendungen: autogene Schweiß- und Schneidverfahren. |
| Sicherheit: | Nicht toxisches, brennbares Gas. Bildet mit Luft explosionsfähige Gemische (Zündbereich: 1,5 - 83 Vol.-%). Das energiereiche Acetylenmolekül kann unter ungünstigen Umständen ohne Mitwirken von Sauerstoff zerfallen und dabei Energie freisetzen. Dieser Selbstzerfall kann durch eine Acetylenflasche in großer Hitze eingeleitet werden, oder er entsteht durch einen Flammenrückschlag in die Flasche. Erkennbar ist der Beginn des Zerfalls durch Wärmeentwicklung in der Flasche. Gegenmaßnahmen: Gefahrenbereich räumen. Flasche aus sicherer Entfernung mit großen Wassermengen kühlen. |
| Rohrwerkstoff: | Edelstahl Kupfer als Rohrwerkstoff ist bei Acetylen verboten, da bei der Reaktion von Acetylen mit Kupfer Kupferacetylid entsteht. Dies ist im trockenen Zustand äußerst schlagempfindlich und kann bereits durch Reibung zur Explosion gebracht werden. Armaturen aus Kupferlegierungen dürfen nicht mehr als 70 % Kupfer enthalten. |
| Regelwerke: | Code of Practice Acetylen, BetrSichV |

Argon (Ar)

| | |
|-----------------------|---|
| Eigenschaften: | farblos, geruchlos, reaktionsträge |
| Anwendung: | Dient als Inertgas in der Metallurgie und beim Lichtbogenschweißen. Wird in der Schweißtechnik in zahlreichen Gemischvarianten verwendet, wobei Argon meist die Hauptkomponente ist und so die Eigenschaften dominiert. Wird als Lebensmittelzusatzstoff (E938) und bei der Verpackung von Lebensmitteln als Schutzgas eingesetzt. |
| Sicherheit: | Ist ein nicht toxisches, inertes Gas, das praktisch keine chemischen Verbindungen eingeht. Wie Stickstoff kann Argon den zum Atmen nötigen Sauerstoff verdrängen. Da Argon schwerer ist als Luft, sammelt es sich bei Undichtigkeiten vor allem in Bodennähe und in Vertiefungen. O ₂ -Gehalt überprüfen! Direkten Hautkontakt mit flüssigem Argon vermeiden. Schutzhandschuhe und Schutzbrille tragen! |
| Rohrwerkstoff: | Kupfer und Edelstahl für Argon und Edelgase wie Helium, Krypton, Xenon, Radon Stahl für Argon |
| Regelwerke: | UVV Gase (BGV-Nr. B6) |

Sauerstoff (O₂)

| | |
|-----------------------|--|
| Eigenschaften: | farblos, geruchslos |
| Anwendung: | Wird zur Intensivierung von Verbrennungsvorgängen, z. B. in der Stahlindustrie und bei autogenen Schweiß- und Schneidverfahren verwendet. Unterstützt außerdem biologische Prozesse, z. B. den Abbau von Schadstoffen in Kläranlagen. In besonders reiner Form wird er als medizinischer Sauerstoff zur Beatmung verwendet. |
| Sicherheit: | Ist ein nicht toxisches Gas und brennt nicht, fördert jedoch die Verbrennung. Eine geringfügige Erhöhung des Sauerstoffgehaltes der Luft kann Verbrennungsvorgänge erheblich beschleunigen. In reinem Sauerstoff brennen sogar vermeintlich unbrennbare Stoffe wie z. B. Stahl. Die Temperatur flüssigen Sauerstoffs beträgt unter atmosphärischen Bedingungen ca. -183 °C. Daher den direkten Hautkontakt mit flüssigem Sauerstoff vermeiden. Schutzhandschuhe und Schutzbrille tragen! |
| Rohrwerkstoff: | Kupfer, Edelstahl und Stahl Alle mit Sauerstoff in Berührung kommenden Teile müssen aufgrund der Explosionsgefahr frei von Öl, Fett, Glycerin oder anderen kohlenstoffhaltigen Schmiermitteln sein. |

| | |
|--------------------|---|
| Regelwerke: | UVV Sauerstoff (BGV-Nr. B7) UVV Schweißen und Schneiden (BGV-Nr. D1) BG-Information Umgang mit Sauerstoff (BGI-Nr. 617) BG-Information Gefahren durch Sauerstoff (BGI-Nr. 644) |
|--------------------|---|

Stickstoff (N₂)

| | |
|-----------------------|---|
| Eigenschaften: | farblos, geruchlos, reaktionsträge |
| Anwendung: | Wird als Inertgas zum sicheren Lagern von brennbaren Flüssigkeiten, Stäuben und als Schutzgas beim Glühen von Metallen verwendet. Dient in tiefkaltem verflüssigtem Zustand als Kälteträger, z. B. in der Lebensmittelindustrie und in der industriellen Fertigung. |
| Sicherheit: | Ist ein nicht toxisches, inertes Gas. Beim Umgang mit Stickstoff beachten, dass er den zum Atmen nötigen Sauerstoff in der Luft verdünnen bzw. verdrängen kann. Beim Verdampfen vom flüssigem Stickstoff entsteht etwa das 700-fache Gasvolumen. Verdampfender Flüssigstickstoff kann daher in geschlossenen Räumen den Sauerstoffgehalt merklich herabsetzen. Diese Gefahr durch Lüften oder Absaugen beseitigen. Direkten Hautkontakt mit flüssigem Stickstoff vermeiden. Schutzhandschuhe und Schutzbrille tragen! |
| Rohrwerkstoff: | Kupfer, Edelstahl und Stahl |

Wasserstoff (H₂)

| | |
|-----------------------|---|
| Eigenschaften: | farblos, geruchlos, brennbar |
| Anwendung: | Wird als Schutzgas bei der Wärmebehandlung von Metallen und für Hydrierprozesse in der chemischen Industrie verwendet. In der Elektronikindustrie und Lebensmitteltechnik dient er als Prozessgas. Zudem wird Wasserstoff in der Antriebstechnik eingesetzt. |
| Sicherheit: | Bildet mit Luft explosionsfähige Gemische (Zündbereich 4 - 75 Vol.-%). Ist wesentlich leichter als Luft und steigt bei Undichtigkeiten rasch nach oben. Die Gefahr einer Explosion besteht daher beim Ausströmen von Wasserstoff meistens nur für kurze Zeit (im Gegensatz zum Flüssiggas). Verbrennt mit Luft in einer fast farblosen, nahezu unsichtbaren Flamme. |
| Rohrwerkstoff: | Kupfer und Edelstahl |
| Regelwerk: | BG-Information Wasserstoff (BGI-Nr. 612) |

Kohlendioxid (CO₂)

| | |
|-----------------------|--|
| Eigenschaften: | farblos, geruchlos, reaktionsträge, gut in Wasser löslich |
| Anwendung: | Wird als Schutzgas zur Verpackung von Lebensmitteln und zur Karbonisierung von Getränken verwendet. Ebenfalls als Inertgas zum Abdecken und Fördern von explosions- und brandgefährdeten Siloschüttgütern eingesetzt. Weitere Anwendungen sind z. B. die Konservierung von Obst, Gemüse und Getreide sowie die Verwendung als Feuerlöschmittel. In Form von Trockeneis dient es Kühlzwecken. |
| Sicherheit: | Ist ein sehr schwach toxisches, nahezu inertes Gas. Kohlendioxid kann den zum Atmen nötigen Sauerstoff in der Luft verdünnen bzw. verdrängen. Ist 1,5-mal schwerer als Luft. Bei größeren Gasaustritten kann es deshalb zu gefährlichen Anreicherungen in Bodennähe, in Vertiefungen und Kellerräumen kommen. Direkter Hautkontakt mit Trockeneis (Temperatur -78 °C) vermeiden. Schutzhandschuhe und Schutzbrille tragen! |
| Rohrwerkstoff: | Rohrleitungen müssen in kältebeständigen Werkstoffen (z. B. Edelstahl) ausgeführt werden. Zur Vermeidung von chemischen Reaktionen mit dem Rohrwerkstoff muss das Kohlendioxid technisch trocken sein und das Eindringen von Feuchtigkeit in das Rohrleitungssystem verhindert werden. |
| Regelwerk: | UVV Gase (BGV-Nr. B6) |

Corgon® (Gemische aus CO₂ und Ar)

| | |
|-----------------------|--|
| Eigenschaften: | farblos, geruchlos, reaktionsträge |
| Anwendung: | Wird als Schutzgas zum MAG-Schweißen verwendet. |
| Sicherheit: | Ist nicht brennbar. In hohen Konzentrationen droht Erstickungsgefahr. Es ist schwerer als Luft. Bei größeren Gasaustritten kann es deshalb zu gefährlichen Anreicherungen in Bodennähe, in Vertiefungen und Kellerräumen kommen. |
| Rohrwerkstoff: | Kupfer, Edelstahl und Stahl |

Medizinische Gase

(z. B. Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid, Lachgas, Helium, Stickstoff)

| | |
|-----------------------|---|
| Eigenschaften: | Unterliegen z. B. in Deutschland dem Arzneimittelgesetz und müssen daher hohen Qualitätsansprüchen genügen. Damit sind nur technische Gase sehr hoher Reinheit zu medizinischen Zwecken verwendbar. |
| Anwendung: | Werden zur Atemunterstützung und Narkose sowie zur Kalibrierung medizinischer Geräte eingesetzt. |
| Sicherheit: | Werden als Arzneimittel oder Medizinprodukt verwendet und werden daher in direktem Kontakt zu lebenden Körpern eingesetzt. |
| Rohrwerkstoff: | Durch das technische Regelwerk DIN EN ISO 7396 werden für medizinische Gase korrosionsbeständige Werkstoffe vorgeschrieben. Als Verbindungstechnik sind derzeit das Hartlöten und das Schweißen unter Schutzgas aufgeführt. |
| Regelwerk: | DIN EN ISO 7396 Müssen eine besondere Reinheit aufweisen, daher sind in Deutschland zum Beispiel die Vorgaben aus dem Arzneimittelgesetz zu berücksichtigen. |



Reinheitsklassen technischer Gase

Die Reinheit eines Stoffs ist definiert als der Stoffmengenanteil des gewünschten Stoffs am gesamten Stoffgemisch. Chemische Stoffe werden in ihrer Reinheit von „roh“ bis „zur Analyse“ geordnet. Bei technischen Gasen hingegen hat sich die sogenannte Punkt-Notation etabliert. Die Stoffmengenanteile beziehen sich dabei auf Vol.-%. Ein Stoff ohne jegliche Verunreinigung hat die Reinheit 1 oder 100 %.

- Die Ziffer vor dem Punkt gibt die Anzahl der „Neuner“ in der Prozentangabe für den Anteil des reinen Gases an.
- Die Ziffer hinter dem Punkt gibt die erste von der Ziffer „Neun“ abweichende Dezimalstelle an.

| Punkt-Notation | Stoffmengenanteil |
|----------------|-------------------|
| 2.0 | 99 % |
| 2.5 | 99,5 % |
| 3.0 | 99,9 % |
| 5.0 | 99,999 % |
| 5.7 | 99,9997 % |
| 6.0 | 99,9999 % |

Tab. 29: Beispiele Reinheitsklassen

Folgende Gasreinheiten lassen sich unterscheiden:

| Gastypen | Gasqualität | Reinheit [%] | Restfettgehalt [mg/dm ²] | Leckrate [mbar·l/s] |
|-----------------|-------------|------------------|--------------------------------------|---------------------|
| Technische Gase | < 4.5 | 99,995 | 0,2–0,4 | ≤ 10 ⁻⁴ |
| Reingas | 4.5 - 5.0 | 99,995 – 99,999 | ≤ 0,2 | ≤ 10 ⁻⁵ |
| Reinstgas | > 5.0 - 6.0 | 99,999 – 99,9999 | ≤ 0,1 | ≤ 10 ⁻⁸ |
| Ultra-Reinstgas | > 6.0 | > 99,9999 | < 0,1 | ≤ 10 ⁻⁹ |

Tab. 30: Übersicht Gastypen und Reinheitsgrade

Technische Gase enthalten Restverunreinigungen wie Feuchtigkeit, Kohlenwasserstoffe und andere Gase. Diese werden von den Herstellern auf nicht einheitliche Art angegeben und können wie folgt aussehen:

| Argon 5.0 (99,999 %) | |
|-------------------------------|-----------|
| O ₂ | ≤ 2 ppm |
| N ₂ | ≤ 4 ppm |
| C _n H _m | ≤ 0,3 ppm |
| H ₂ O | ≤ 3 ppm |

Tab. 31: Beispiel für die Restbestandteile von Argon 5.0

Gasreinheiten für verschiedene Anwendungsbereiche

Technische Gase müssen eine der Anwendung entsprechende Reinheitsklasse aufweisen. Tab. 32 zeigt Beispiele von Reinheitsklassen abhängig von der Anwendung.

| Anwendung | Gas | Reinheitsklasse | Norm |
|--|--------------|-----------------|------------------------|
| MIG-Schweißgas | Argon | 4.8 | ISO 14175 Gruppe I1 |
| Laserschweißen | Helium | 4.6 | ISO 14175 Gruppe I2 |
| Metallverarbeitung | Kohlendioxid | 4.5 | ISO 14175 Gruppe C1 |
| Gaschromatographie, Messtechnik | Stickstoff | 5.0 | ISO 14175 Gruppe N1 |
| Trockeneis (Lebensmittelqualität E290) | Kohlendioxid | 3.0 | EU-Verordnung 231/2012 |

Tab. 32: Typische Reinheitsgrade technischer Gase

Bei der Verwendung technischer Gase in der Lebensmittelindustrie müssen die Reinheitsanforderungen der EU-Verordnung Nr. 231/2012 beachtet werden. In der Praxis sind die Anforderungen an die Reinheitsgrade oftmals höher als gefordert.



Gesetzliche und normative Grundlagen

Die Verlegung von Rohrleitungen für technische Gase müssen nach einschlägigen Regelwerken ausgeführt werden. Hierzu zählen z. B. Code of Practice Acetylen, AD 2000, TRBS, DVS Merkblatt.

In Deutschland müssen für den Umgang mit Gasen die staatlichen und berufsgenossenschaftlichen Sicherheitsvorschriften beachtet werden. Gase sind zumeist Gefahrstoffe im Sinne der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV). Diese regelt den Schutz der Arbeitnehmer vor den möglichen schädigenden Wirkungen von Gefahrstoffen. Die Gefahrstoffverordnung schreibt unter anderem vor, dass stoffspezifische Betriebsanweisungen für den Umgang mit Gefahrstoffen erarbeitet werden müssen.

Beim Umgang mit technischen Gasen müssen zum Datum der Veröffentlichung dieses Dokumentes folgende bedeutende Vorschriften beachtet werden:

- Produktsicherheitsgesetz (ProdSG)
- Betriebssicherheits-Verordnung (BetrSichV)
- 14. Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Druckgeräteverordnung – 14.GPSGV)
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung DGUV Regel 113-001 Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)
- Technische Regel für Gefahrstoffe – TRGS 510 „Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern“

Rohrleitungsprüfungen

Die Betriebssicherheits-Verordnung (BetrSichV) gilt für die Verwendung von Arbeitsmitteln und hat das Ziel, die Sicherheit und den Gesundheitsschutz von Beschäftigten zu gewährleisten.

Ihr Anwendungsbereich beinhaltet Druckanlagen und somit Rohrleitungsanlagen für z. B. entzündbare oder toxische Gase.

Die Verordnung schreibt Prüfungen vor der Inbetriebnahme und vor jeder Wiederinbetriebnahme nach prüfpflichtigen Änderungen vor. Wiederkehrende Prüfungen zur Sicherstellung eines sicheren Zustandes des Betriebs sind fristgemäß durchzuführen.

Zugelassene Überwachungsstellen, wie z. B. TÜV oder DEKRA werden von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin benannt.

Not-Absperrung

Bei der Herstellung des Druckgerätes „Rohrleitung“ ist die Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU die Grundlage für die Einstufung, Gefahrenanalyse, Prüfung und Erklärung der Konformität. Danach müssen Rohrleitungen für brennbare, brandfördernde oder giftige Gase, die in geschlossene Gebäude führen, von ungefährdeter Stelle aus absperrbar sein.



Rohrleitungssysteme

Allgemeine Hinweise

Bei der Versorgung von Verbrauchern mit technischen Gasen wird zwischen einer dezentralen und einer zentralen Gasversorgung unterschieden. Wenn Verbrauchern das Gas direkt zugeführt wird, dann spricht man von einer dezentralen Gasversorgung. Bei einer zentralen Gasversorgung werden die Verbraucher eines Betriebs von einem zentralen Gasspeicher über ein Rohrleitungsnetz versorgt.

Als Speicher dienen beispielsweise Einzelflaschen, Flaschenbatterien, Fässer, Fassbatterien und Tankanlagen.

Die Vorteile einer zentralen Gasversorgung sind:

- Platzersparnis
- reduzierte Unfallgefahr
- geringere Transportkosten
- keine Arbeitsunterbrechung
- gleichmäßige Entleerung der Flaschen/Tanks
- einfachere Überwachung des Bestands
- kleinerer Flaschenpark

Für die richtige Auswahl des Rohrleitungssystems müssen die physikalischen und chemischen Eigenschaften sowie die physiologischen Wirkungen des Gases berücksichtigt werden. Von ihnen hängen die Werkstoffauswahl, die Art der Verbindung und der Spülprozess ab.

Eine Übersicht der geeigneten Viega Rohrleitungssysteme befindet sich in der Medienliste auf der Viega Website viega.de.



Berechnung von Rohrleitungen

Bei der Berechnung von Rohrleitungsdurchmessern muss die Wirtschaftlichkeit einer Anlage betrachtet werden. Die Anlagenkosten ergeben sich aus der Summe der Investitions- und Betriebskosten. Kleine Rohrleitungs-nennweiten führen zu geringen Investitionskosten, jedoch aufgrund der höheren Druckverluste auch zu höheren Betriebskosten. Verwendet man bei der Berechnung der Rohrleitungs-nennweiten empfohlene Strömungsgeschwindigkeiten, gelangt man zu wirtschaftlichen Rohrdurchmessern und kann die Gesamtkosten optimieren. Bei der Festlegung des Rohrleitungsdurchmessers wird für technische und medizinische Gase üblicherweise ein Druckverlust in Rohrleitungen mit $0,1 \cdot p_B$ (Betriebsdruck) zu Grunde gelegt.

Die Berechnungsformel für den lichten Rohrdurchmesser d [m] einer Gasleitung lautet:

$$d = \sqrt{\frac{Q \cdot 4}{\pi \cdot v}}$$

Q = Durchflussmenge [m³/s], v = Strömungsgeschwindigkeit [m/s]

Materialauswahl

Rohrleitungen für die hier genannten technischen Gase dürfen nur aus metallenen Werkstoffen bestehen.

Für Gase minderer Reinheit werden in der Regel Kupferrohre oder Rohre aus Edelstahl verwendet.

Bei Gasen mit einer Qualität bis maximal 5.0 kann Kupfer mit einem Restfettgehalt von $\leq 0,2 \text{ mg/dm}^2$ verwendet werden.

Gase, die besser als 5.0 sind, erfordern Kupfer- oder Edelstahlrohrsysteme mit einem Restfettgehalt von $\leq 0,1 \text{ mg/dm}^2$.

Rohrleitungssysteme mit Gasreinheiten von 6.0 und besser, wie sie z. B. in der Mikroelektronik verwendet werden, bestehen in der Regel aus Edelstahl und werden oftmals geschweißt.

Aufgrund von Gaseigenschaften sind Einschränkungen bei der Materialauswahl möglich. So darf z. B. bei Acetylen kein Kupfer verwendet werden (siehe auch „Beispiele technischer Gase“ auf Seite 727).

Je nach Gasart müssen geeignete Dichtungsmaterialien verwendet werden. Dies gilt auch für im Gas mitgeführte Lösungsmittel wie beispielsweise Aceton (Propanon-2) bzw. Dimethylformamid (DMF) in Acetylenleitungen oder NO_x -Zusatz bei Schweißschutzgasen.

Rohrverbindungstechniken

Neben Schweißen und anderen Verbindungstechniken haben sich Pressverbinder zum Verbinden von Rohren bestens bewährt.

Zu den Vorteilen der Pressverbindungstechnik zählen:

- große Zeitersparnis
- geringerer Personalaufwand
- höhere Sicherheit – kein Brandrisiko (keine Brandschutzvorkehrungen und keine Brandwache)
- geringere Kosten für die Montage (kürzere Mietzeiten von Arbeitsbühnen etc.)
- keine Röntgenkosten
- geringste Anlagenstillstände

Rohrhalterungsmaterial

- Grundsätzlich für den Brandfall nicht abschmelzendes Rohrhalterungsmaterial verwenden
- Den direkten Kontakt von Rohrleitungen aus austenitischem Edelstahl oder Kupfer mit ferritischem Halterungswerkstoff zur Vermeidung von Kontaktkorrosion ausschließen
- Rohrschellen mit Dämmung/Einlage verwenden
- Reihen- und Registerschellen in Verbindung mit C-Profil-Schienen gelten als Standardlösung für die Rohrmontage im Gasanlagenbau

Rohrleitungsverlegung

Bei der Verlegung von frei verlegten Leitungen eine gute Zugänglichkeit sicherstellen. Der Rohrabstand muss bei Parallelführungen und Kreuzungen Reparatur- und Wartungsarbeiten ohne Gefährdung der Leitungen ermöglichen. Die Leitungsanlagen vor Erschütterungen und Verlagerung schützen. Gasführende Rohre müssen über wasserführende Rohre verlegt werden. Rohre für leichtere Gase sollten über denen für schwerere Gase angeordnet sein.

Folgende Hinweise beachten (Auszug aus VDMA 4390-2):

- Druckgasleitungen möglichst horizontal oder vertikal verlegen.
- Rohrtrassen möglichst in aufliegender Montage verlegen.
- Rohrleitungen nicht durch Bauteile anderer Gewerke (z. B. Lüftungskanäle) verlegen.
- Rohrleitungen nicht fest in Beton oder im Mauerwerk verlegen
- Trennstellen an Gebäuden (z. B. Baudehnungsfugen) mit Ausgleichsbögen in den Rohrleitungen überbrücken.
- Rohrtrassen, die starken Temperaturschwankungen wie Tag/Nacht oder Sommer/Winter ausgesetzt sind, mit Ausgleichsbögen versehen.
- Abblaseleitungen dürfen keine Absperrventile und keine Schleifen enthalten, in denen sich Kondensat sammeln kann.
- Sofern Rohrleitungen parallel zu Niederspannungs-Elektrleitungen bis 1000 V Wechselspannung geführt werden, mit einem Mindestabstand von 50 mm arbeiten. An Kreuzungspunkten ist eine Annäherung auf weniger als 50 mm zulässig. Es darf jedoch keinesfalls eine Berührung beider Systeme stattfinden.

Die Verlegung von Rohrleitungen mit Pressverbindern für technische Gase sollte immer durch einen Fachbetrieb und mit geschultem Personal erfolgen. Viega bietet entsprechende Schulungen an, siehe viega.de/de/service/Seminare.html
Rohre je nach transportiertem Gas nach DIN 2403 kennzeichnen.

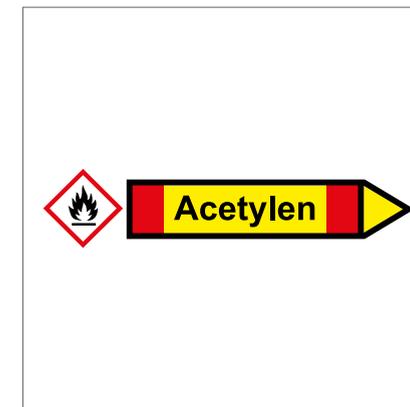


Abb. 65: Acetylen mit Gefahrenpiktogramm



Viega Lösungen



Bei der Auswahl von Werkstoffen für Armaturen, Rohre und Dichtelemente müssen im Einzelfall immer die speziellen Betriebs- und Einbaubedingungen sowie weitere Anforderungen der Anlage berücksichtigt werden.

Richten Sie detaillierte Anfragen mit dem Formular „Anfrage Werkstoffbeständigkeit“ an das Viega Service Center. Das Formular dafür finden Sie auf der Viega Website viega.de mit dem Suchwort „Werkstoffbeständigkeit“.

Viega Rohrleitungssysteme sind unter Berücksichtigung der geforderten Reinheitsklasse eine gute Wahl für technische Gase. Folgende Systeme können eingesetzt werden:

- Profipress, Profipress G
- Sanpress Inox, Sanpress Inox G
- Temponox
- Megapress, Megapress G

Die Tab. 33 gibt einen ersten Überblick über die Verwendungsmöglichkeiten der Viega Rohrleitungssysteme. Weiterführende Informationen können der Medienliste auf der Viega Website viega.de entnommen werden.

| | Profipress, Sanpress Inox | Profipress G, Sanpress Inox G | Temponox | Megapress | Megapress G |
|----------------------|---------------------------|-------------------------------|----------|-----------|-------------|
| | Dichtelement | | | | |
| | EPDM | HNBR | EPDM | EPDM | HNBR |
| Druckluft | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Kohlendioxid trocken | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | ✗ |
| Stickstoff | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Argon | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | ✓ |
| Corgon®-Schutzgas | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | ✓ |
| Vakuum | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Sauerstoff | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ | ✗ |

Tab. 33: Viega Rohrleitungssysteme für technische Gase



Viega Rohrleitungssysteme sind z. B. für folgende Gasreinheiten geeignet:

- N₂ 4.8
- O₂ 2.8
- Ar 4.0

Stimmen Sie die Eignung für höhere Gasreinheiten und andere Gasarten mit dem Viega Service Center ab.

Aufgrund der guten Verpressbarkeit der Verbinder verfügen Viega Rohrleitungssysteme über eine hohe Dichtheit mit Leckraten < 10⁻⁵ mbar l/s.

Brenngase

Brenngase sind brennbare Gase, die hauptsächlich als Brennstoff verwendet werden. Das heutzutage verbreitetste Brenngas ist Erdgas.



Abb. 66: Brenngas

Wenn Brenngase entweder durch Kühlung oder Kompression verflüssigt werden, dann werden sie als Flüssiggase bezeichnet. Als Flüssigkeit lassen sie sich sehr leicht in großen Mengen transportieren und lagern, weil sie als Flüssigkeiten ein geringeres Volumen aufweisen. Im Moment des Verbrauchs werden sie wieder in die Gasphase überführt.



Abb. 67: Beispiel für eine Flüssiggasflasche

Gasfamilien

In einer Gasfamilie werden unterschiedliche Brenngase mit vergleichbaren verbrennungstechnischen und physikalischen Eigenschaften zusammengefasst. Dieses Ordnungssystem wird hauptsächlich in der häuslichen Gas-Installation verwendet und in dem DVGW-Arbeitsblatt G 260 beschrieben.

| Gasfamilie | Brenngase | Bemerkung |
|------------|--------------------------|---|
| 1 | Stadtgase (Kohlegase) | Diese Gase werden in großen Mengen durch Vergasungsprozesse von Kohle erzeugt. Sie enthalten oft große Mengen an giftigem Kohlenmonoxid (CO). Stadtgase haben an Bedeutung verloren und werden seit ca. 1950 nicht mehr in öffentliche Netze eingespeist. |
| 2 | Erd- und Erdölgase | Dies sind fossile Brennstoffe aus natürlichen Lagerstätten, die in geologischer Vorzeit aus Abbauprodukten von toten Pflanzen und Tieren entstanden sind. |
| | Naturgas | Dieser regenerative Brennstoff wird aus biologischen Materialien gewonnen, z. B. als Faulgas, Deponiegas oder Klärgas. |
| 3 | Flüssiggase | Diese auf Grund ihrer Herkunft auch als Raffineriegase bezeichneten Gase enthalten hauptsächlich Propan und Butan (Untergruppen P und B). |
| 4 | Luft-Flüssiggas-Gemische | Dieses auch Aërogengas genannte Gas stellt eine Mischung aus dem Dampf von Leichtbenzin und Luft dar. Früher wurde es für die Beleuchtung mit Gaslaternen verwendet. Seit der Einführung der elektrischen Beleuchtung wird es aber nicht mehr verwendet. |
| 5 | Wasserstoff | Er gilt als emissionsarmer Brennstoff sowie Treibstoff und wird in aller Regel durch Synthese gewonnen. Die alternative Gewinnung durch Elektrolyse steht zum Zeitpunkt der Drucklegung noch nicht im industriellen Maßstab zur Verfügung. |
| | | Gruppe A ¹⁾ Wasserstoffanteil $\geq 98\%$ |
| | | Gruppe B ^{1,2)} Wasserstoffanteil $\geq 99,97\%$ |

¹⁾ siehe ISO 14687

²⁾ siehe DIN EN 17124

Tab. 34: Gasfamilien nach DVGW-Arbeitsblatt G 260

Regelwerke

Haustechnische und vergleichbare Installationen für die Gasfamilien 1, 2 und 4 bis zu einem Betriebsdruck von 0,1 MPa (1,0 bar) deckt die „Technische Regel für Gasinstallation TRGI 2018“ (DVGW-Arbeitsblatt G 600) ab. Ihr Geltungsbereich beginnt hinter der Hauptabsperreinrichtung (HAE) und endet mit dem Auslass des Abgases ins Freie.

Gewerbliche Anwendungen sind in dem DVGW-Arbeitsblatt G 631 „Installation von gewerblichen Gasgeräten in Anlagen für Bäckerei und Konditorei, Fleischerei, Gastronomie und Küche, Räucherei, Reifung, Trocknung sowie Wäscherei“ geregelt.

Die **Industrieanwendungen** werden in dem DVGW-Arbeitsblatt G 614 „Freiverlegte Gasleitungen auf Werksgelände hinter der Übergabestelle“ behandelt.

Für **Installationen der Gasfamilie 3** nach DIN 51622 sind die „Technischen Regeln Flüssiggas (DVFG-TRF 2021) zuständig“.

Für andere Anwendungen der Brenngase, bei einem maximal zulässigen Druck von mehr als 0,05 MPa (0,5 bar), muss die Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU beachtet werden.

Besonderheiten

Für die technische Verwendung von Brenngasen sind neben dem Heizwert bzw. dem Brennwert auch noch andere Eigenschaften wichtig und müssen berücksichtigt werden, wie z. B. der Taupunkt, der Flammpunkt oder die Explosionsgrenzen.

Weil Brenngase in der Regel explosionsfähige Gemische mit Luft bilden können, siehe Abb. 70 auf Seite 744, kommt dem Sicherheitsaspekt im Umgang mit Brenngasen eine erhebliche Bedeutung zu.

Höhere thermische Belastbarkeit (HTB)

Aufgrund der Gefährdung der Installation durch Feuer oder Explosion ist die richtige Materialauswahl für Rohrleitungssysteme besonders wichtig. Ein Kriterium dafür ist die höhere thermische Belastbarkeit des eingesetzten Systems.

Das Kriterium der höheren thermischen Belastbarkeit (HTB) orientiert sich an der Zündtemperatur von Erdgas in Luft (ca. 640 °C). Um zu verhindern, dass sich ein explosionsfähiges Gemisch bildet, darf im Brandfall an keiner Stelle im Gebäude, die unterhalb der Zündtemperatur liegt, Gas in bedrohlicher Menge austreten.

Für Gas-Installationen im häuslichen Bereich dürfen nur Bauteile verwendet werden, die als „höher thermisch belastbar (HTB)“ geprüft sind. Nicht HTB-beständige Bauteile müssen separat durch eine thermisch auslösende Absperreinrichtung (TAE) gesichert werden. Viega Gasarmaturen erfüllen die HTB-Kriterien nach DIN EN 331, wenn Produkte bei einem Betriebsdruck von 0,1 MPa (1 bar) und einer Umgebungstemperatur von 650 °C einem Brand mindestens 30 Minuten lang widerstehen und funktionsfähig bleiben. Dichtheit auch bei extremen Umgebungstemperaturen verhindert eine Brandbeschleunigung durch unkontrolliert austretendes Gas und verschafft Zeit für das Schließen der Absperreinrichtungen.

Produkte, die den Kriterien nach DIN 3537-1 bei einem geforderten max. Betriebsdruck von 0,1 MPa (1,0 bar) entsprechen, erhalten die Kennzeichnung „GT 1“.

Produkte, die auch bei einem höheren maximalen Betriebsdruck die erhöhte thermische Belastbarkeit erfüllen, werden entsprechend gekennzeichnet, z. B. mit „GT 5“ für den maximalen Betriebsdruck von 0,5 MPa (5,0 bar).

Erdgas

Grundlagen

Erdgas ist ein fossiler Energieträger, der in unterirdischen Lagerstätten natürlich vorkommt, siehe Abb. 68. Am häufigsten tritt es in Verbindung mit Erdöl oder Kohle auf, weil es auf ähnliche Weise entstanden ist.

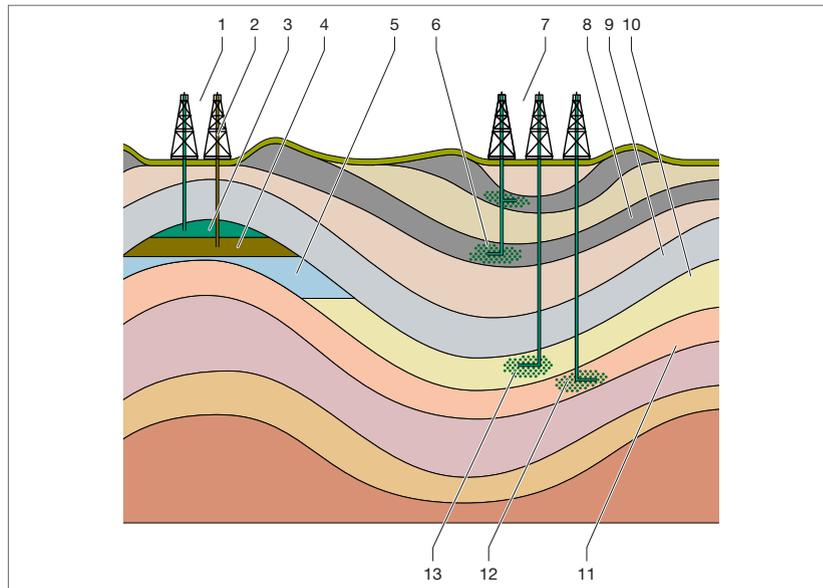


Abb. 68: Natürliche Vorkommen von Erdgas

- | | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| 1 Konventionelle Lagerstätten | 8 Steinkohle |
| 2 Ölquelle | 9 Undurchlässige Gesteinsschicht |
| 3 Erdgas | 10 Dichter Sandstein |
| 4 Erdöl | 11 Ölschiefer |
| 5 Lagerstättenwasser | 12 Schiefergaslager |
| 6 Kohlengaslager | 13 Gaslager |
| 7 Unkonventionelle Lagerstätten | |

Sein Hauptbestandteil ist das hochentzündliche Methan (CH₄), der einfachste Kohlenwasserstoff. Daneben findet sich im Rohgas, das direkt aus der jeweiligen Quelle gewonnen wird, auch noch Ethan, Propan, Butan und Pentan in unterschiedlichen Konzentrationen. Je nach Lagerstätte kann die Zusammensetzung aber stark variieren, sodass vor der technischen Verwendung des Erdgases eine entsprechende Aufarbeitung in Raffinerien notwendig ist.

Dabei werden unerwünschte Bestandteile entfernt und das Methan auf die gewünschte Konzentration angereichert.

Die zusätzlichen Bestandteile führen auch zu dem Ausdruck „nasses Erdgas“, der zwei verschiedene Bedeutungen hat. Zum einen bezieht er sich auf Rohgas mit einem erhöhten Anteil Ethan, Propan, Butan und Pentan, die sich schon unter leicht erhöhtem Druck verflüssigen lassen und deshalb im Englischen auch **natural gas liquids (NGL)** genannt werden, siehe Abb. 69. Zum anderen ist damit Rohgas mit einem relativ hohen Wasserdampfanteil gemeint.

„Trockenes Erdgas“ dagegen hat einen sehr geringen Anteil an leicht kondensierbaren Gasen.

In der DIN EN 16723 sind die Anforderungen für die Einspeisung von Erdgas in das Erdgasnetz sowie für die Verwendung im Transportwesen festgelegt.

Für den Transport wird Erdgas zur Verringerung des Transportvolumens entweder unter hohem Druck komprimiert (engl.: **compressed natural gas (CNG)**) oder durch Kühlung verflüssigt (engl.: **liquefied natural gas (LNG)**), siehe Abb. 69.

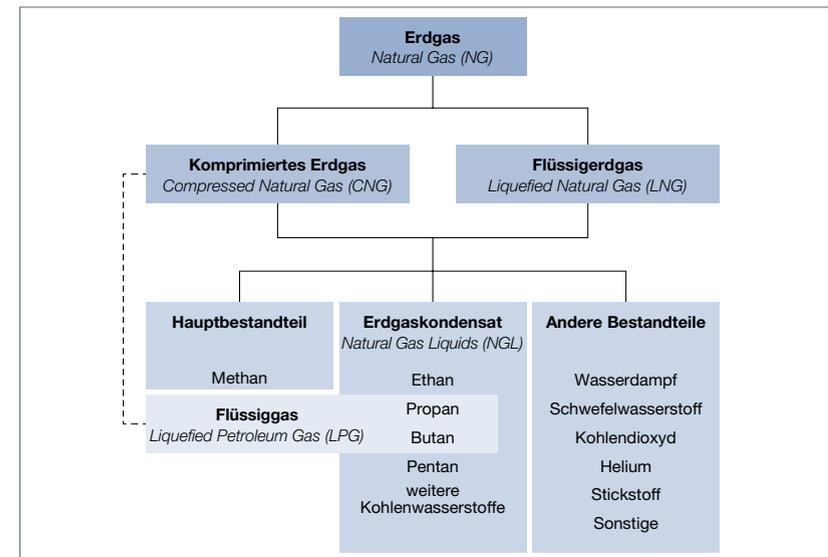


Abb. 69: Begriffe und Abkürzungen

Aufgrund seines hohen Energieinhalts wird Erdgas vorwiegend für die Beheizung von Gebäuden und im Rahmen von thermischen Prozessen in der Industrie und dem Gewerbe verwendet. Daneben findet es breite Anwendung in der Stromerzeugung und beim Antrieb für Kraftfahrzeuge und Schiffe. Es ist ebenfalls ein wichtiger chemischer Rohstoff, z. B. für die Düngemittelindustrie, Stahlgewinnung und Herstellung von Wasserstoffgas.



Eigenschaften

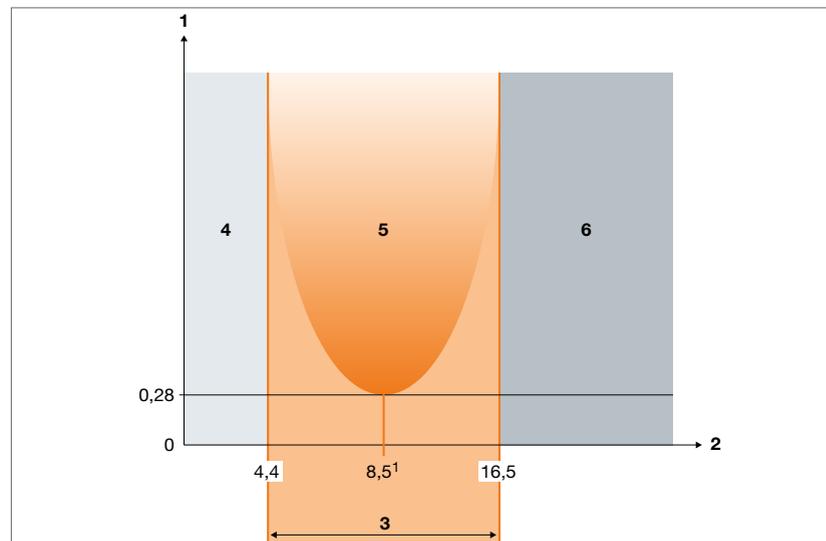
Das Methan des Erdgases ist ein unter atmosphärischen Bedingungen farb- und geruchloses Gas, das leichter als Luft ist und mit ihr explosive Gemische bildet, siehe Abb. 70. Es brennt mit bläulich-heller Flamme. Es ist kaum löslich mit Wasser, wohl aber in Ethanol und Diethylether.

Biologische Gefährdung

Erdgas ist zwar ein nicht toxisches Gas, aber es hat eine narkotisierende Wirkung, weil es den Sauerstoff in der eingeatmeten Luft verdrängt und es dadurch zu einem Sauerstoffmangel im Gehirn kommt. Im weiteren Verlauf kann es zu einer Ohnmacht oder bei höheren Konzentrationen sogar zum Atemstillstand kommen. Deshalb wird dem farblosen und fast geruchlosen Gas ein Odorierungsmittel beigemischt, damit ein Gasaustritt rechtzeitig von Menschen bemerkt werden kann.

Brand- und Explosionsgefahr

Erdgas ist brennbar und bildet mit Luft explosionsfähige Gemische (Zündbereich ca. 4,4 – 16,5 Vol.-% Erdgas), die leicht schon durch einen kleinen Funken zur Explosion gebracht werden können. Der genannte Zündbereich sowie die Zündtemperatur für die Selbstentzündung von ca. 640 °C können je nach Zusammensetzung des Gases variieren und sind den Sicherheitsdatenblättern der Hersteller zu entnehmen.



¹⁾ Technische Regeln für Gefahrstoffe TRGS 727 – Anhang G
Abb. 70: Explosionsgrenzen von Methan bei 20 °C

- 1 Zündenergie [mJ]
- 2 Vol-% Methan [CH₄]
- 3 Explosionsbereich
- 4 zu mager
- 5 zündfähiges Gemisch CH₄/Luft
- 6 zu fett



Biogas

Biogas ist ein brennbares Gas, das bei dem mikrobiellen Abbau organischer Stoffe erzeugt wird. Die Silbe „Bio“ weist dabei auf die biologische Herkunft hin, an der im Gegensatz zum fossilen Erdgas lebende Organismen beteiligt sind. Vielfach werden auch die Begriffe „Biomethan“ oder „Naturgas“ verwendet.

Biogas wird aus verschiedenen Quellen in großen Bioreaktoren gewonnen, sogenannten Fermentern. Den größten Anteil liefert die Landwirtschaft durch die Vergärung jeglicher Biomasse und nachwachsender Rohstoffe. In Klärwerken entsteht bei der Faulung von Klärschlamm zum einen das sogenannte „Faulgas“ und zum anderen das „Klärgas“, das bei der Reinigung von Abwasser entweicht.

Auf Mülldeponien bildet sich durch den biologischen und bakteriologischen Abbau von organischem Müll das „Deponiegas“.

Die Biogase aus allen Quellen haben immer eine unterschiedliche Zusammensetzung mit großer Schwankungsbreite. In der Tab. 35 sind die typischen Komponenten von Biogas zusammengestellt.

| Komponente | Schwankungsbreite | Durchschnitt |
|---------------------|------------------------------|-----------------------|
| Methan | 45 – 70 Vol.-% | 60 Vol.-% |
| Kohlenstoffdioxid | 25 – 55 Vol.-% | 35 Vol.-% |
| Wasserdampf | 0 – 10 Vol.-% | 3,1 Vol.-% |
| Stickstoff | 0,01 – 5 Vol.-% | 1 Vol.-% |
| Sauerstoff | 0,01 – 2 Vol.-% | 0,3 Vol.-% |
| Wasserstoff | 0 – 1 Vol.-% | < 1 Vol.-% |
| Ammoniak | 0,01 – 2,5 mg/m ³ | 0,7 Vol.-% |
| Schwefelwasserstoff | 10 – 30000 mg/m ³ | 500 mg/m ³ |

Tab. 35: Typische Zusammensetzung von Biogas

Der technisch wichtigste Anteil im Biogas ist das Methan, das im Abschnitt „Erdgas“ auf Seite 742 behandelt wird. Um dieses nutzbar zu machen, muss das rohe Biogas in mehreren Schritten aufbereitet werden (Tab. 36).

| Aufbereitungsschritte | Zweck |
|-----------------------------|--|
| Entschwefelung | Vermeidung von Korrosion durch Schwefelwasserstoff |
| Gastrocknung | Vermeidung von Korrosion durch kondensierendes Wasser bei Verdichtung und/oder Kühlung |
| CO ₂ -Abtrennung | Erhöhung der Methankonzentration im Gas zur Einstellung des Brenn-/Heizwertes |
| Konditionierung | Anpassung des Brennwertes über Gaszusammensetzung |
| Odorierung | Erkennung austretenden Gases über den Geruch |
| Verdichtung | Anpassung an den Leitungsdruck |

Tab. 36: Aufbereitungsschritte von Biogas

Da bei der Erzeugung von Biogas lebende Organismen beteiligt sind, ist es notwendig, die Temperatur im Fermenter auf relativ konstantem Niveau zu halten. Deshalb wird eine Wandheizung angebracht, um bei Außentemperaturen, die unterhalb der Betriebstemperatur des Fermenters liegen, ein Auskühlen über die Wand zu vermeiden. Dadurch bleibt die Biogasproduktion auch bei sehr niedrigen Außentemperaturen nahezu konstant.

Acetylen (Ethin)

Eigenschaften

Acetylen (Ethin) ist eine chemische Verbindung aus den Elementen Kohlenstoff (C) und Wasserstoff (H) und wird chemisch mit der Formel C_2H_2 beschrieben. Das reine Acetylen ist unter atmosphärischen Bedingungen ein farbloses und geruchloses Gas. Bei normaler, handelsüblicher Reinheit hat es einen typischen knoblauchartigen Geruch.

Es ist etwas leichter als Luft und brennt darin mit sehr heißer, leuchtenden und rußenden Flamme. Bei atmosphärischem Druck liegt der Explosionsbereich der Acetylen-Luft-Mischung zwischen 2,3 % und 82 % Acetylen. Außerdem neigt Acetylen sehr leicht zum spontanen Zerfall in die Elemente Kohlenstoff und Wasserstoff. Das kann schon bei niedrigem bis mittlerem Druck auf zwei verschiedene Arten geschehen. Der Zerfall bei der sogenannten Deflagration^[1] weist eine relativ niedrige Reaktionsgeschwindigkeit auf, während er bei der Detonation mit Überschallgeschwindigkeit ablaufen kann.

Regelwerke

Aufgrund des Gefährdungspotenzials von Acetylen ist im Umgang damit besondere Vorsicht geboten. Die „European Industrial Gases Association“ (EIGA) hat mit dem IGC-Dokument 123/13/D^[2] den „Code of Practice für Acetylen – Praxisleitfaden für den sicheren Umgang mit Acetylen“ als Leitfaden zu den Sicherheitsanforderungen bei der Produktion, Abfüllung und Handhabung von Acetylen herausgegeben.

Darin sind auch die Anforderungen an Rohrleitungen für die Leitung von Acetylen zusammengestellt. Eine davon trägt der Gefahr der Deflagration bzw. der Detonation des Acetylens Rechnung. Es sind für die Kombination von Absolutdruck p_{abs} und Rohrdurchmesser d_i verschiedene Arbeitsbereiche definiert worden, siehe Abb. 71:

■ Arbeitsbereich I

Unterhalb des Grenzdrucks für eine Deflagration (Linie A) ist die Gefahr eines Zerfalls des Acetylens gering.

■ Arbeitsbereich II

Auf der Linie A und unterhalb des Grenzdrucks für eine Detonation (Linie B) kann bei der Entzündung der Acetylen-Zerfall in Form einer Deflagration auftreten.

[1] Explosion, die mit Unterschallgeschwindigkeit abläuft

[2] Die feste Ordnungsnummer des Dokumentes ist „123“, während „13“ die aktuelle Version (zum Druckzeitpunkt dieses Dokumentes) kennzeichnet. Der Buchstabe „D“ steht für die deutschsprachige Übersetzung. Das englische Original ist als „123/13/E“ erhältlich.

■ Arbeitsbereich III

Auf und oberhalb der Linie B beginnt der Acetylen-Zerfall bei einer Entzündung als Deflagration und kann sich in ausreichend langen Rohren zu einer Detonation entwickeln.

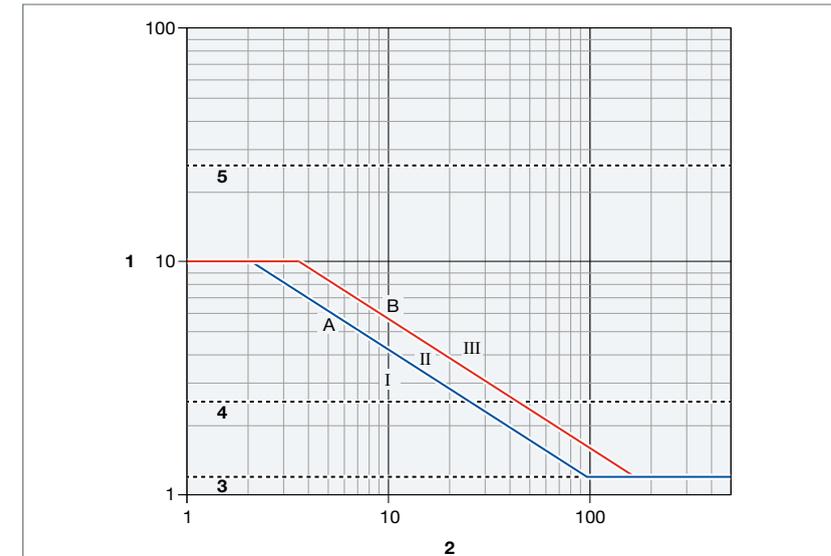


Abb. 71: Arbeitsbereiche entsprechend der Gefährdung bei einem Acetylen-Zerfall (Quelle: EIGA IGC-Dokument 123/13/D)

- 1 Druck [bar_{abs}]
- 2 Rohrdurchmesser [mm]
- 3 Niederdruck ($< 0,2 bar_{abs}$)
- 4 Mitteldruck ($< 2,5 bar_{abs}$)
- 5 Hochdruck ($< 26 bar_{abs}$)

Werkstoffauswahl

Rohrleitungen aus Kupfer



VORSICHT! **Explosionsgefahr**

Acetylen reagiert mit Kupfer zu Acetyliden, die hochempfindlich gegenüber Energiezufuhr durch Stöße und Reibung sind und explosionsartig reagieren können.

- Stöße und Reibungen vermeiden.

Der Werkstoff Kupfer ist sowohl beim Bau als auch bei der Wartung von Acetylen-Anlagen verboten. Einige Kupferlegierungen mit einem Kupferanteil von weniger als 70 % dürfen jedoch für bestimmte Anwendungen eingeschränkt verwendet werden.

Rohrleitungen aus Edelstahl

Edelstähle müssen nicht nur die Belastungen aufgrund des maximalen Betriebsdrucks standhalten, sondern auch den thermischen und mechanischen Belastungen, die beim Acetylen-Zerfall in den Arbeitsbereichen II und III auftreten, siehe Abb. 71.

Außerdem muss der möglichen Korrosion Rechnung getragen werden, die insbesondere bei austenitischen Edelstählen durch Chloride erfolgen kann, die normalerweise beim Einsatz einer Calciumchlorid-Trocknung verstärkt auftreten.

Werkstoffe für Dichtungen

Werkstoffe für Packungen, Dichtungen und Membranen müssen gegenüber den Lösemitteln Aceton und Dimethylformamid (DMF) beständig sein. Wenn diese Bedingung erfüllt ist, dann darf jede Art von Packung oder Dichtung verwendet werden.

Flüssiggase

Grundlagen

Flüssiggas bezeichnet die C3- und C4-Kohlenwasserstoffe Propan, Propylen (Propen), Butan, Butylen (Buten) und deren Gemische, die in der DIN 51622 spezifiziert werden. Diese Gase werden bei der Förderung von Rohöl und Erdgas sowie bei der Verarbeitung von Rohöl gewonnen und in Deutschland meist zu Heizzwecken eingesetzt. Flüssiggas kann unter geringem Druck bei Raumtemperatur gelagert werden und wird für die Verwendung in Flüssiggasanlagen in die Gasphase überführt.

Sicherheit

Da Gase in flüssigem Zustand nur einen Bruchteil ihres Normalvolumens beanspruchen, sind in Flüssiggasbehältern beträchtliche Energiemengen gespeichert. Weil Flüssiggas schwerer als Luft ist, kann es bei Undichtigkeit zu gefährlichen Anreicherungen in Bodennähe, in Vertiefungen und Kellerräumen kommen.

Biologische Gefährdung

Flüssiggas ist zwar ein nicht toxisches Gas, aber es hat eine narkotisierende Wirkung, weil es den Sauerstoff in der eingeatmeten Luft verdrängt und es dadurch zu einem Sauerstoffmangel im Gehirn kommt. Im weiteren Verlauf kann es zu einer Ohnmacht oder bei höheren Konzentrationen sogar zum Atemstillstand kommen. Deshalb wird dem farblosen und fast geruchlosen Gas ein Odorierungsmittel beigemischt, damit ein Gasaustritt rechtzeitig von Menschen bemerkt werden kann.

Brand- und Explosionsgefahr

Flüssiggas ist brennbar und bildet mit Luft explosionsfähige Gemische (Zündbereich ca. 1,7–9,5 Vol.-%), die leicht schon durch einen kleinen Funken zur Explosion gebracht werden können. Der genannte Zündbereich sowie die Zündtemperatur für die Selbstentzündung von über 365 °C können je nach Zusammensetzung des Gases variieren und können den Sicherheitsdatenblättern der Hersteller entnommen werden.

Flüssiggasanlagen

Regelwerke

Für die Planung, Errichtung und Prüfung von Flüssiggasanlagen gilt die „Technische Regel Flüssiggas 2021“, die vom Deutschen Verband Flüssiggas e. V. veröffentlicht werden (DVFG-TRF 2021).

Zusätzlich zu der DVFG-TRF 2021 beachten:

- Landesbauordnung
- Feuerungsverordnung
- Regeln der Berufsgenossenschaften

Komponenten

Eine Flüssiggasanlage besteht aus der Versorgungsanlage und der Verbrauchsanlage.

Zu einer Versorgungsanlage gehören:

- Flüssiggasflaschen oder Flüssiggastanks für die Lagerung
- Regeleinrichtungen – Druck- /Volumenstromregelung für den Transport und die Verwendung
- Rohrleitungen

Flüssiggasflaschen

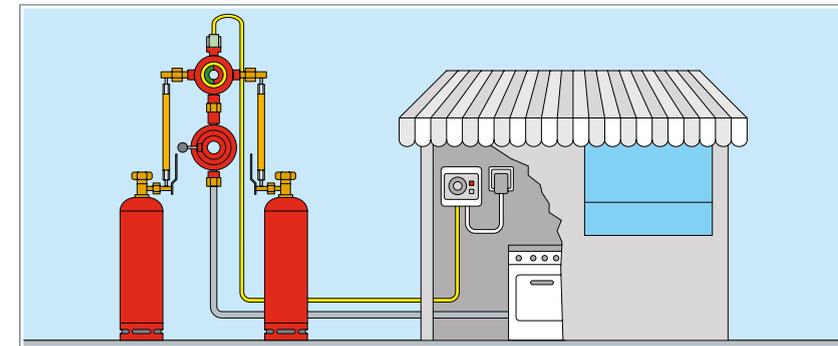


Abb. 72: Flüssiggasflaschen



Abb. 73: gesicherte Flüssiggasflaschen

Flüssiggasflaschen gegen Umfallen und Beschädigung sichern.

Eine Flüssiggasflasche ist ein Druckbehälter, der nicht vor Ort befüllt wird. Verbraucher mit geringem Flüssiggasbedarf wie einzelne Wohnungen, Einfamilienhäuser oder Gewerbe versorgen ihr Gebäude oder ihre Arbeitsstelle durch den Austausch einzelner Flüssiggasflaschen, siehe Abb. 72. Diese müssen so gesichert gelagert werden, dass sie nicht durch Umfallen oder andere äußere Einflüsse beschädigt werden können, siehe Abb. 73.

Flüssiggastanks

Flüssiggastanks sind fest installierte, zylindrische Stahlbehälter, die von Tankwagen befüllt werden. Die Dimensionierung des Tanks ist verbrauchsabhängig. Es ist empfehlenswert, dass der Gasvorrat mindestens für ein halbes Jahr ausreicht.



Abb. 74: Flüssiggastanks

Die Rohrleitungen werden oben am Tank angeschlossen; unterirdische Tanks sind über einen zylindrischen Aufsatz – den Domschacht – zugänglich. Geopress K- oder Geopress G-Übergangsstücke in Verbindung mit dem Profipress G-Pressverbindersystem ermöglichen eine schnelle und sichere Tankanbindung. Dabei verbinden die Geopress K- oder Geopress G-Übergangsstücke das erdverlegte PE-Rohr mit Kupferrohr, sodass der Tank durchgängig mit Pressverbindungstechnik angeschlossen werden kann.

Flüssiggastanks werden meist im Freien aufgestellt, weil die Sicherheitsauflagen und damit die Kosten geringer sind als bei der Aufstellung in Gebäuden. Folgende Aufstellvarianten sind möglich:

- **oberirdisch**
Der Behälter ist auf einer Grundplatte aus Beton befestigt.
- **halboberirdisch**
Der Behälter liegt bis zur Mittelachse im Erdreich.
- **erdgedeckt**
Der Behälter ist allseitig im Sandbett gelagert und mit mindestens 50 cm Erde überdeckt. Der Domschacht ist nur über einen in den Boden eingelassenen Deckel zugänglich.

Wichtig für den Aufstellort ist eine Zufahrtsmöglichkeit für den Tankwagen, sodass der Schlauch (25 m) direkt angeschlossen werden kann.

Wenn mehrere Gebäude zentral von einem Tank versorgt werden, dann spricht man von einer „Inselversorgung“. Dazu wird eine Ringleitung um das zu versorgende Gebiet verlegt und jedes Gebäude mit einer Anschlussleitung angebunden. Für das Herstellen der Anschlussleitung ist idealerweise die Geopress G-Anbohrarmatur geeignet.

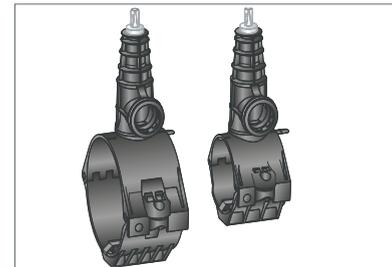


Abb. 75: Viega Geopress G-Anbohrarmatur

Flüssiggase als Kältemittel

Flüssiggase sind in der Natur vorkommende natürliche Kältemittel. Sie spielen eine bedeutende Rolle in Kälteanlagen, in denen sie zur Wärmeübertragung und dabei zur Kälteerzeugung dienen. Ihre Verwendung für diesen Zweck ist nicht neu. In den 1990er Jahren wurden sie standardmäßig für Haushaltskühlschränke verwendet, bis sie durch die nichtbrennbaren Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe (FCKW) abgelöst wurden. Nachdem die Umweltschädlichkeit der FCKW und ihre Auswirkung auf die Ozonschicht aber zunehmend in den Fokus rückte, wurden sie im Laufe der Zeit wieder weitestgehend durch Flüssiggase ersetzt, die auch einen wesentlich kleineren Betrag zum Treibhauseffekt leisten als andere mögliche Ersatzstoffe (z. B. fluorierte Kohlenwasserstoffe).

| Kältemittel | Kennung |
|---------------------------|---------|
| Ethan | R-170 |
| Propen (Propylen) | R-1270 |
| Propan | R-290 |
| n-Butan | R-600 |
| 2-Methylpropan (Isobutan) | R-600a |

Tab. 37: Beispiele für Flüssiggase als Kältemittel



Viega Lösungen



Bei der Auswahl von Werkstoffen für Armaturen, Rohre und Dichtelemente müssen im Einzelfall immer die speziellen Betriebs- und Einbaubedingungen sowie weitere Anforderungen der Anlage berücksichtigt werden.

Richten Sie detaillierte Anfragen mit dem Formular „Anfrage Werkstoffbeständigkeit“ an das Viega Service Center. Das Formular dafür finden Sie auf der Viega Website viega.de mit dem Suchwort „Werkstoffbeständigkeit“.

Viega setzt für Brenngase und Flüssiggase in der Gasphase Pressverbindersysteme mit speziellen Dichtelementen ein:

| Parameter | HNBR | NBR |
|--|--|---|
| Betriebstemperatur¹⁾ | -20 °C – +70 °C | -20 °C – +40 °C |
| Max. Betriebsdruck¹⁾ | 0,5 MPa (5 bar) | 1,0 MPa (10 bar) |
| Pressverbindersystem | Profipress G ²⁾ Sanpress Inox G ³⁾ Megapress G ³⁾ | Geopress G ^{4) 5)} Geopress K |
| Max. Betriebsdruck¹⁾ HTB | | |
| GT 1 ²⁾ Pressverbindersystem | 0,1 MPa (1 bar) Profipress G | Nicht anwendbar |
| GT 5 ³⁾ Pressverbindersystem | 0,5 MPa (5 bar) Sanpress Inox G Megapress G | |

¹⁾ Der maximale Betriebsdruck und die maximale Betriebstemperatur sind abhängig von der eingesetzten Rohrart und dem Anwendungsfall und müssen im Einzelfall zu geprüft werden.

²⁾ GT 1 nach DIN 3537-1

³⁾ GT 5 nach DIN 3537-1

⁴⁾ Einsatz der Stützhülse aus Rotguss/Siliziumbronze (Modell 9605) erforderlich.

⁵⁾ NBR beim Übergang von Kunststoffrohren auf Metallrohre.

Tab. 38: Viega Pressverbindersysteme mit Dichtelementen für Brenn- und Flüssiggase – Technische Daten

Pressverbindersysteme für metallene Rohrleitungen

Die in Tab. 38 genannten Pressverbindersysteme Profipress G, Sanpress Inox G und Megapress G sind als unlösbare Rohrverbindungen für metallene Gasleitungen (mit Gasen nach DVGW-Arbeitsblatt G 260) nach DVGW-Arbeitsblatt G 5614 bzw. G 5614-B1 geprüft und geeignet.



Der Einsatz ist in nachfolgend beschriebenen Gas-Installation möglich:

- Gas-Installationen
 - Niederdruckbereich ≤ 100 hPa (100 mbar)
 - Mitteldruckbereich von 100 hPa (100 mbar) bis 0,1 MPa (1bar)
 - industrielle, gewerbliche und verfahrenstechnische Anlagen mit den entsprechenden Bestimmungen und technischen Regeln bis 0,5 MPa (5 bar)
- Flüssiggas-Installationen
 - mit Flüssiggastank im Mitteldruckbereich nach dem Druckregelgerät, 1. Stufe am Flüssiggastank > 100 hPa (100 mbar) bis zu einem zulässigen Betriebsdruck von 0,5 MPa (5 bar)
 - mit Flüssiggastank im Niederdruckbereich ≤ 100 hPa (100 mbar) nach dem Druckregelgerät, 2. Stufe
 - mit Flüssiggas-Druckbehälter (Flüssiggasflaschen) < 16 kg nach dem Kleinflaschen-Druckregelventil
 - mit Flüssiggastank (Flüssiggasflasche) ≥ 16 kg nach dem Großflaschen-Druckregelgerät

Die genannten Pressverbindersysteme sind u. a. für die nachstehenden Medien geeignet:

- Naturgase
- Flüssiggase, nur im gasförmigen Zustand für häusliche und gewerbliche Anwendungen

Pressverbindersysteme für erdverlegte PE-HD- und PE-X-Rohre

Die in Tab. 38 genannten Pressverbindersysteme Geopress G und Geopress K sind für erdverlegte PE-HD- und PE-X-Rohre gemäß den Regelwerken in Tab. 39 geeignet.

| Geltungsbereich / Hinweis | In Deutschland geltendes Regelwerk |
|--|------------------------------------|
| Zulässige Verwendung mit Rohrmaterialien in Gas-Installationen (PE-HD) | DIN 8074/75 |
| Zulässige Rohrarten (PE) – Gasversorgung | DVGW-Arbeitsblatt GW 335-A2 |
| Rohrarten (PE) – Gasversorgung | DIN EN 1555 |
| Zulässige Rohrarten (PE-X) – Gasversorgung | DIN 16893 |
| Rohrarten (PE-X) – Gasversorgung | DVGW-Arbeitsblatt GW 335-A3 |

Tab. 39: Eignung für erdverlegte PE-Rohre der Pressverbindersysteme



Im Detail dürfen nur die in Tab. 40 aufgeführten Kunststoffrohre für Geopress G und Geopress K verwendet werden. Darin ist die Kennzahl **SDR**^[1] das Verhältnis zwischen Außendurchmesser d_a und Wandstärke s eines Rohrs $SDR = \frac{d_a}{s}$ und MOP^[2] der maximale Betriebsdruck.

| Rohrart | Rohrreihe SDR | MOP |
|---------|-----------------------|------------------|
| PE 80 | 17,0 ^{1) 2)} | 0,1 MPa (1 bar) |
| PE 80 | 11,0 | 0,4 MPa (4 bar) |
| PE 100 | 17,0 ^{1) 2)} | 0,5 MPa (5 bar) |
| PE 100 | 11,0 | 1,0 MPa (10 bar) |
| PE-X | 11,0 | 0,8 MPa (8 bar) |

¹⁾ Nur Geopress G

²⁾ PE 80- und PE 100-Rohrleitungen der Rohrreihe SDR 17 dürfen erst ab einer Nennweite ≥ 75 mm eingesetzt werden.

Tab. 40: SDR und MOP der für Geopress G und Geopress K erlaubten Kunststoffrohre

Pressverbindersysteme für Biogasanlagen

Bei Biogas muss unterschieden werden, ob das Gas vor oder nach der Aufbereitung („Biogas“ auf Seite 745) transportiert werden soll, weil sich die Zusammensetzung des Gases und dadurch seine Eigenschaften unterschiedlich auf die eingesetzten Werkstoffe auswirken können. Viega stellt für den Einsatz mit Biogas die in der Tab. 41 aufgeführten Pressverbindersysteme mit den beschriebenen Parametern zur Verfügung.

| Biogas | | p_{max} [MPa] | T_{max} [°C] | Sanpress Inox | Sanpress Inox G | Profipress G | Megapress G |
|-----------------------|---|-----------------|----------------|---------------|-----------------|-----------------|-------------|
| Vor der Aufbereitung | 45 – 70 % CH ₄ 20 – 45 % CO ₂ < 30 mg/m ³ H ₂ S | 0,5 | 70 | | ✓ | | |
| Nach der Aufbereitung | Gemäß G 260 und G 262 | 0,5 | 70 | | ✓ | ✓ ¹⁾ | ✓ |
| Fermenterheizung | Substrattemperatur 65 °C | 1,0 | 105 | ✓ | | | |

¹⁾ Bei HTB-Anforderung (Höhere Thermische Belastbarkeit) max. zulässiger Betriebsdruck $p_{max} = 0,1$ MPa

Tab. 41: Betriebsparameter der Viega Pressverbindersysteme für mineralische Öle und Dieselkraftstoffe

[1] SDR: engl. **standard dimension ratio**

[2] MOP: engl. **maximum operating pressure**



Pressverbindersysteme für Acetylen

Viega stellt mit seinen Edelstahl-Pressverbindersystemen Sanpress Inox und Sanpress Inox LF Lösungen für den Nieder- und Mitteldruckbereich im **Arbeitsbereich I**, siehe Abb. 71, mit den in Tab. 42 genannten Parametern zur Verfügung.

| Acetylen | |
|---|---|
| Sanpress Inox Sanpress Inox LF | Pressverbinder in Kombination mit 1.4521 Rohr |
| Dimension d | 15 mm, 18 mm, 22 mm, 28 mm |
| Mind. Betriebstemperatur T_{min} [°C] | -20 |
| Max. Betriebstemperatur T_{max} [°C] | 60 |
| Max. Betriebsdruck p_{max} [MPa] | 0,15 |
| Prüfdruck $p_{prüf}$ [MPa] | 2,4 |

Tab. 42: Parameter der Pressverbindersysteme für Acetylen

Pressverbindersysteme für Wasserstoff

Die Eigenschaften des Wasserstoffs sind im entsprechenden Abschnitt des Kapitels „Technische Gase“ auf Seite 729 beschrieben. Für Wasserstoff stellt Viega die in Tab. 43 aufgeführten Pressverbindersysteme mit den genannten Parametern zur Verfügung.

| Wasserstoff | Profipress Profipress G | Sanpress Inox Sanpress Inox G | Temponox | Megapress ¹⁾ Megapress G ¹⁾ |
|--|----------------------------|--|------------|--|
| Werkstoff | Kupfer | Edelstahl | Edelstahl | Stahl |
| Dimensionen | 12 - 108 mm | | ¾ - 2 Zoll | |
| Max. Betriebstemperatur T_{max} [°C] | 60 | | | |
| Max. Betriebsdruck p_{max} [MPa] | 0,5 | | | |

¹⁾ nach Rücksprache mit dem Viega Service Center

Tab. 43: Parameter der Pressverbindersysteme für Wasserstoff

Lecksuche im Rahmen der Dichtheitsprüfung

Zur Lecksuche in Gasleitungen empfiehlt Viega das speziell entwickelte Viega Lecksuchspray, siehe Abb. 76, das in keine negativen Wechselwirkungen mit den Rohr- oder Verbinderwerkstoffen tritt. Das Viega Lecksuchspray macht versehentlich unverpresste Verbindungsstücke bei einer trockenen Dichtheitsprüfung durch die SC-Contur der Pressverbinder sofort sichtbar. Undichtigkeiten werden durch Bläschenbildung sofort erkennbar.



Abb. 76: Viega Lecksuchspray

Niederdruckdampf

Wasserdampf ist die Bezeichnung für Wasser im gasförmigen Aggregatzustand. Sein Einsatz in der Industrie ist vielfältig. Er findet seine Hauptanwendungen zumeist in Form von Heizprozessen und in der Stromerzeugung bei Dampfturbinenprozessen.



Abb. 77: Dampfleitung mit Kennzeichnung nach DIN 2403

Wasserdampf wird in der Industrie in verschiedensten Prozessen verwendet, z. B. zum

- Heizen
- Antreiben von Turbinen zur Stromerzeugung
- Transportieren von Produkten
- Zerstäuben
- Reinigen
- Befeuchten von Luft oder Produkten

Zu den häufigsten Prozessen gehören

- Dampfheizung
- Dampfreinigung
- Produktbefeuchtung
- Luftbefeuchtung

Dampfheizung

Dampfanlagen nutzen die physikalischen Eigenschaften des Zweiphasensystems Wasser/Wasserdampf. Die beim Verdampfen von Wasser zugeführte hohe Wärmemenge (Verdampfungsenthalpie) wird bei der Kondensation in Wärmetauschern wieder frei und ermöglicht so die Übertragung großer Wärmemengen.

So liegen die Vorteile einer Dampfanlage gegenüber einer Warmwasserheizungsanlage grundsätzlich darin, dass auf einem höheren Energieniveau gearbeitet wird.

Das bedeutet für die Praxis

- höhere Temperaturen
- höhere wärmetechnische Leistung
- höhere Wärmeübertragung in Wärmetauschern

Diese Eigenschaften werden vor allem für Anlagen mit hohem Wärmeumsatz genutzt, wie Fernwärme-Versorgungsanlage (im Gebäude) und für industrielle Prozesse. Die Nachteile bestehen im höheren technischen Aufwand für die Errichtung und den Betrieb von Dampfanlagen:

- Höherer technischer und sicherheitstechnischer Aufwand
- Aufwendigere Planung, Montage, Betrieb und Wartung
- TÜV-Abnahmen

Die Bauteile von Dampfanlagen und deren Installationen werden durch Temperatur und Druck hoch belastet und müssen dementsprechend sorgfältig geplant und ausgeführt werden. Dampfkessel werden nach ihrem Einsatzbereich unterschieden:

- Niederdruck-Dampfkessel bis 0,1 MPa (1 bar) und 120 °C
- Hochdruck-Dampfkessel über 0,1 MPa (1 bar) und 120 °C

Dampfreinigung

In der Industrie wird Dampf zur Reinigung von Oberflächen verwendet. Kohle- oder ölbetriebene Dampfkessel werden beispielsweise mit Dampf- und Ölfrüßbläsern von Rußablagerungen gereinigt. Dadurch wird der durch die Rußablagerungen abnehmende Wärmeübergang und somit der Wirkungsgrad verbessert.

Produktbefeuchtung

Dampf wird auch angewendet, um ein Produkt gleichzeitig aufzuheizen und mit Feuchtigkeit zu versorgen. In der Papierproduktion dient Dampf z. B. zur Befeuchtung, um mikroskopische Risse oder Schäden zu vermeiden, die bei der hohen Rotationsgeschwindigkeit der Papiermaschinen auftreten können. Auch bei der Pelletierung von Futterstoffen wird Dampf zum Aufheizen und Befeuchten benötigt.

Luftbefeuchtung

Viele industrielle Gebäudekomplexe, besonders in kälteren Klimazonen, werden durch Dampf mit geringem Druck als Hauptwärmequelle beheizt. Luftheizer dienen in Kombination mit Dampf- und Luftbefeuchtern zur Behandlung angesaugter Luft für ein angenehmes Raumklima, zur Erzeugung einer günstigen Atmosphäre, zur Lagerung von Büchern oder Akten sowie zur Desinfektion der Luft. Bei der Erwärmung von Luft sinkt dessen relative Feuchtigkeit. Hier wird Sattdampf zum Ausgleich eingesetzt, siehe „Grundlagen“ auf Seite 759.

Grundlagen

Dampfzustände

Überhitzter Dampf ist Dampf mit einer Temperatur oberhalb der Siedetemperatur. Der Dampf ist trocken und enthält keine Tröpfchen. In Dampfkesseln wird der erzeugte Dampf mittels eines Überhitzers in diesen Zustand gebracht.

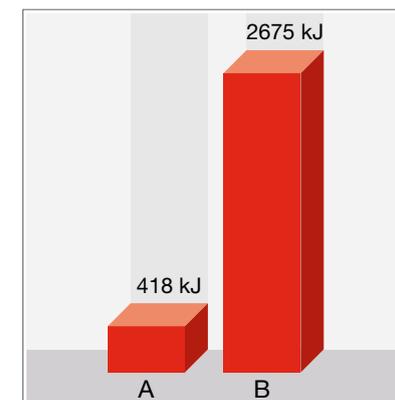
Wenn Dampf in eine kältere Umgebung strömt, dann kondensieren Teile des gasförmigen Wassers zu feinsten Tröpfchen. Ein solches Gemisch bezeichnet man als **Nassdampf**, der zum Beispiel beim Wasserkochen beobachtet werden kann.

Der Grenzbereich zwischen Nassdampf und überhitztem Dampf heißt **Sattdampf**. Bei Temperaturen ab 10 bis 20 °C über der Sattdampftemperatur spricht man von einer Überhitzung.

Wärmetransport

Wasser in flüssiger Form hat von allen anorganischen Substanzen die höchste Wärmekapazität. Sie beträgt ca. 4,18 kJ/(kg * K). Um 1 kg Wasser von 0 auf 100 °C zu erwärmen, benötigt man also etwa 418 kJ. Für die Verdampfung des Wassers bei 100 °C benötigt man die Verdampfungsenthalpie in Höhe von 2257 kJ/kg. Das ist mehr als die fünffache Wärmemenge, die zur Erwärmung von 0 °C auf 100 °C notwendig ist.

Daraus ergibt sich ein wesentlicher Vorteil von Dampf als Energieträger. Die bei der Kondensation in Wärmetauschern wieder frei werdende Wärmemenge kann mit etwa einem Fünftel der Masse bewegt werden.



A Wärmeinhalt Wasser
B Wärmeinhalt Wasserdampf

Abb. 78: Wärmeinhalt von Wasser und Wasserdampf pro 1 kg bei 100°C im Vergleich

Aufgrund der Verdampfungsenthalpie ergeben sich je nach Dampfzustand unterschiedliche Einsatzzwecke. Überhitzter Dampf besitzt einen schlechteren Wärmeübergang, daher ist er das bessere Medium für den Wärmetransport, beispielsweise in langen Rohrleitungen. Sattdampf hingegen besitzt einen sehr guten Wärmeübergang und ist deshalb das bessere Medium für die Wärmeübergabe. Für Heizzwecke sollte daher Sattdampf verwendet werden.

Dampfqualität

Dampfkreisläufe werden kontinuierlich frisches Wasser zugeführt. Dieses sogenannte Kesselspeisewasser wird in Speisewasserbehältern vorgehalten. Um Korrosion im Dampferzeuger und in der Installation zu vermeiden, sollte hier nur aufbereitetes Speisewasser verwendet werden. Wirksames Entlüften verhindert, dass schädlicher Sauerstoff, der die Korrosion fördert, in die Leitungen eintritt.

Wasserschlaggefahr in Dampfleitungen

Wasserschläge in Dampfleitungen unbedingt vermeiden, da sie eine große Gefahr für die Leitungen und die Armaturen bilden. Wenn das Kondensat nicht aus der Dampfleitung abgeführt wird, bilden sich Kondensatpfützen. Die Strömungsgeschwindigkeit von Dampf beträgt typischerweise 25 m/s (90 km/h). Der schnell strömende Dampf kräuselt die Wasseroberfläche dieser Pfützen, sodass letztendlich Wassertropfen mitgerissen und mit Dampfgeschwindigkeit durch die Leitung getrieben werden. Wenn hierbei ein mit dieser Bewegungsenergie ankommender Wasserpfropfen durch ein Hindernis plötzlich abgebremst wird, entsteht in der Leitung ein Wasserschlag, bei dem örtliche Drücke von mehreren tausend Bar auftreten können. Temperaturregler, Reduzierventile oder Rohrkrümmer können zerstört, sogar völlig zerrissen werden. Viele Unglücksfälle, teils mit tödlichen Verletzungen, belegen die Bedeutung dieser Vorgänge.

Rohrleitungssysteme

Installationen in Dampfanlagen müssen so konstruiert sein, dass in den Rohrleitungen durch Abkühlung entstehendes Kondensat wirksam von der Dampfphase getrennt wird, siehe Abb. 79 bis Abb. 82. Der Abtransport des Kondensats wird unterstützt, indem Dampfleitungen in Strömungsrichtung mit einem Gefälle von mindestens 1 % verlegt werden und an den tiefsten Stellen der Installation in separate Kondensatleitungen zum Abtransport des Kondensats münden. An den Verbindungsstellen von Kondensatableitern und Dampfleitungen werden „Kondensatschleifen“ angeordnet, die sich mit Kondensat füllen und verhindern, dass Dampf in die Kondensatableiter gelangt. Anordnung und Planung solcher „Kondensatableiter“ regelt die EN 26704.

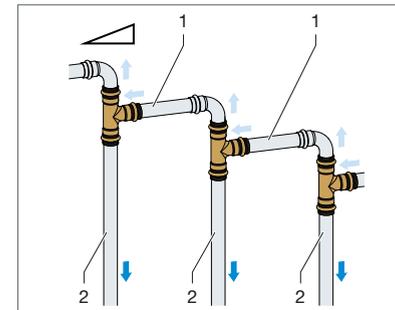


Abb. 79: Kondensatableitung nach unten

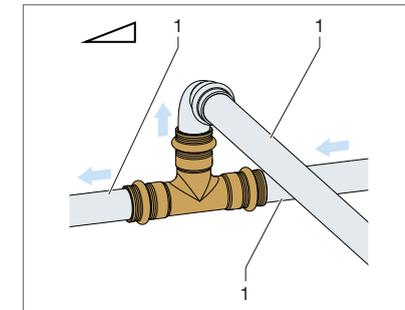


Abb. 80: Dampfabzweig auf der Rohroberseite

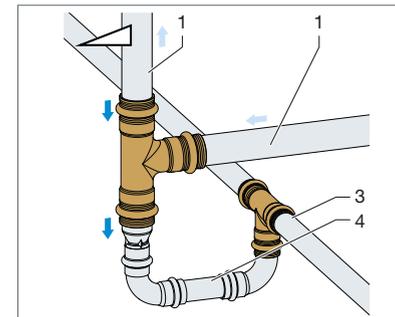


Abb. 81: Kondensatschleife – Trennung von Dampf und Kondensat

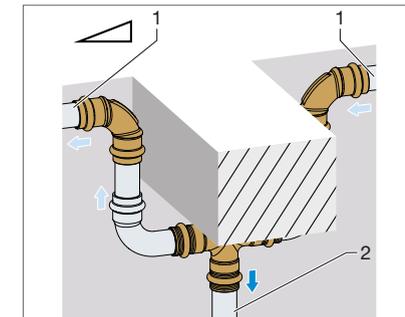


Abb. 82: Umgehung eines Hindernisses

- 1 Dampf/Kondensat
- 2 Entwässerungsleitung
- 3 Kondensatableitung
- 4 Kondensatschleife



Viega Lösungen



Bei der Auswahl von Werkstoffen für Armaturen, Rohre und Dichtelemente müssen im Einzelfall immer die speziellen Betriebs- und Einbaubedingungen sowie weitere Anforderungen der Anlage berücksichtigt werden.

Richten Sie detaillierte Anfragen mit dem Formular „Anfrage Werkstoffbeständigkeit“ an das Viega Service Center. Das Formular dafür finden Sie auf der Viega Website viega.de mit dem Suchwort „Werkstoffbeständigkeit“.

Viega Rohrleitungssysteme für Niederdruckdampf sind für einen Betriebsdruck bis max. 0,1 MPa (1 bar) und einer Temperatur bis max. 120 °C einsetzbar. Als Verbinder- und Rohrwerkstoff sind Stahl, Kupfer und Edelstahl sehr gut geeignet. Die Rohrverbinder müssen mit FKM-Dichtungselementen ausgeführt sein. Das Fördermedium muss frei von Additiven sein.

Folgende Viega Rohrleitungssysteme sind für Niederdruckdampfprozesse einsetzbar, weiterführende Informationen können der Medienliste auf der Viega Website viega.de entnommen werden:

- Profipress S
- Megapress S
- Viega Rohrleitungssysteme – mit bauseitigem Austausch der Dichtelemente gegen FKM-Dichtelemente gemäß Medienliste auf viega.de.

Öle und Dieselkraftstoffe

Öle

Das Wort „Öl“ ist ein Sammelbegriff für Flüssigkeiten, die auf Kohlenstoffbasis aufgebaut und nicht mit Wasser mischbar sind. Es geht zurück auf die lateinische Bezeichnung Oleum für das aus Oliven gewonnene Pflanzenöl, das seit mehr als 8000 Jahren bekannt ist. Wenn ein flüssiges „Öl“ verfestigt wird, dann spricht man von „Fett“.

In der Abb. 83 ist eine Systematik der Fette und verschiedenen Öle dargestellt. Zusätzlich werden Beispiele für Öle und für ihre Verwendung angegeben. Öle werden in verschiedene Gruppen mit jeweils charakteristischen Eigenschaften eingeteilt:

- Mineralöle
- Fette Öle
- Ätherische Öle
- Silikonöle

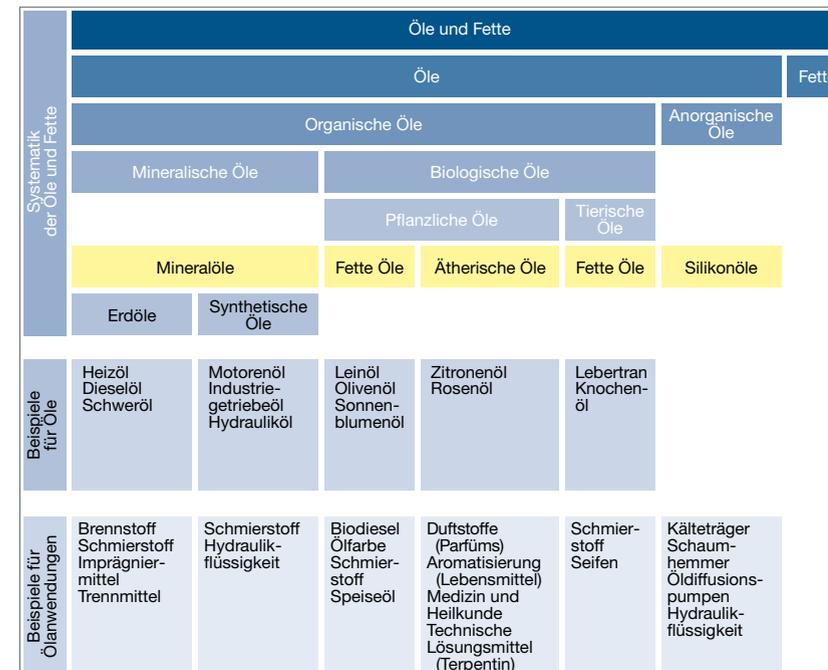


Abb. 83: Systematik der Öle und Beispiele für deren Anwendung

Mineralöle

Erdöl

Das Wort „Mineralöl“ wird häufig für Erdöl verwendet, um es von den biologischen Ölen zu unterscheiden.

Im engeren Sinne sind damit auch die bei der Destillation von Rohöl (Abb. 84) oder die bei der Kohleverflüssigung entstehenden schwereren Zwischenprodukte (Grundöle) gemeint, die zu den Endprodukten weiterverarbeitet werden, z. B. zu Motorölen, Kühlschmiermitteln oder Schmierfetten.

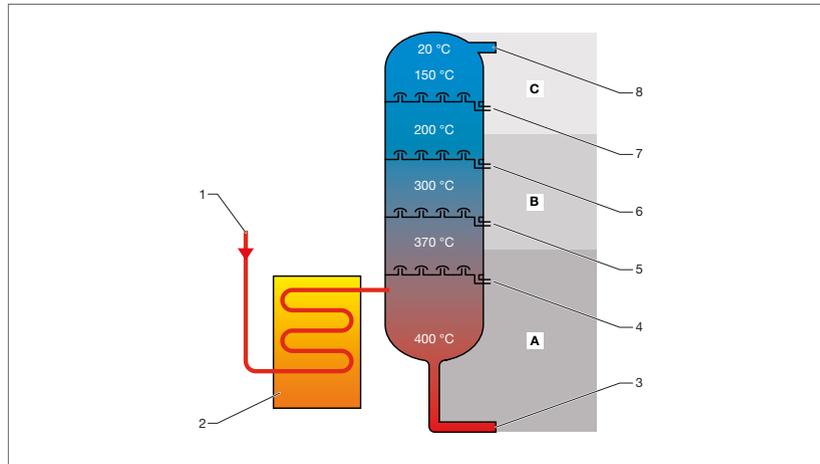


Abb. 84: Schema einer Destillationskolonne für Erdöl

- | | |
|---|--------------------------------|
| 1 Rohöl | 6 Kerosene, Petroleum |
| 2 Röhrenofen | 7 Leichtbenzine |
| 3 Schmieröle, Paraffine, Wachse, Bitumen/Teer, Koks | 8 Flüssiggas |
| 4 Schweröle | A Grundöle |
| 5 Diesel, Heizöl | B Ölige Brennstoffe |
| | C Leicht flüchtige Brennstoffe |



Abb. 85: Destillationskolonnen in einer Erdölraffinerie

Synthetisches Öl

„Synthetische Öle“ basieren ebenfalls auf Rohöl oder Kohle, enthalten aber beigemischte synthetische Kohlenwasserstoffe mit Molekülstrukturen, die so in den beiden Rohstoffen nicht vorkommen.

Allerdings wird der Begriff „Synthetisches Öl“ international nicht einheitlich verwendet. In Deutschland existiert eine eindeutige Definition auf der Grundlage der verwendeten Grundöle und Additive. Öle, die dieser Definition nicht entsprechen, werden oft als „Hochleistungsöl“ oder „Premium Öl“ bezeichnet.

Für die Leistungsfähigkeit der Öle sind nicht die Namen entscheidend, sondern die chemischen und physikalischen Eigenschaften, die in der Norm SAE J357 der **S**ociety of **A**utomotive **E**ngineers (SAE) definiert werden.

Heizöl

„Heizöl“ ist ein flüssiger Brennstoff, der bei der Verarbeitung von Mineralöl und Mineralölprodukten aus dem mittleren Teil einer Destillationskolonne gewonnen wird, siehe Abb. 84. Es ist eine Mischung aus verschiedenen Produkten der Destillation und speziellen Additiven.

In Deutschland spezifiziert die DIN 51603 die Zusammensetzung von Heizöl. Dabei werden verschiedene Sorten und Qualitäten unterschieden.

| Heizölsorte | Eigenschaften | Bemerkungen | Regelwerk |
|--------------------------------------|--|---|------------------|
| EL, Standard | extra leichtflüssig | <ul style="list-style-type: none"> ■ verschwindend geringer Marktanteil ■ Mischung aus Kerosin, Gasölfractionen und Additiven | DIN 51603-1 |
| EL, schwefelarm | extra leichtflüssig, Schwefelgehalt ≤ 50 mg/kg | <ul style="list-style-type: none"> ■ Standard in Deutschland ■ wesentlich geringere Schadstoffemission als EL ■ für Brennwertanlagen ■ für private Haushalte und Gewerbe | |
| EL, schwefelarm, stickstoffarm | extra leichtflüssig, Schwefelgehalt ≤ 50 mg/kg, Stickstoffgehalt ≤ 140 mg/kg | <ul style="list-style-type: none"> ■ heute selten verwendet ■ früher für größere Zentralheizungsfeuerungen benutzt | |
| EL A Bio | Bioheizöl | <ul style="list-style-type: none"> ■ Heizöl EL mit Beimischungen von Biodiesel, siehe „Biodiesel“ auf Seite 772 | DIN SPEC 51603-6 |
| S | schwerflüssig | <ul style="list-style-type: none"> ■ Einsatz in Feuerungsanlagen mit Vorwärmanrichtungen für Transport, Lagerung und Verbrennung ■ Kraftstoff für Großdieselmotoren ■ bei Raumtemperatur hochviskos ■ pumpfähig bei ca. 40–50 °C ■ Einspritztemperatur für den Verbrennungsraum ca. 130–140 °C | DIN 51603-3 |
| SA | schwerflüssig, schwefelarm | - | DIN 51603-5 |
| SA-LW | schwerflüssig, schwefelarm, low wear | <ul style="list-style-type: none"> ■ LW bezieht sich auf niedrige Aluminium- und Silicium-Gehalte | DIN 51603-7 |
| R | aus der Verarbeitung aromatenhaltiger Mineralölfractionen aus der Reraffination, Schwefelgehalt für: R-LS ≤ 0,5 % R-TS ≤ 1,0 % | <ul style="list-style-type: none"> ■ In Heizölen der Reraffination muss der Gehalt an Schadstoffen so eingehalten werden, dass die zutreffenden immisionsschutzrechtlichen Emissionsgrenzwerte nicht überschritten werden. | DIN 51603-4 |

Tab. 44: Heizölsorten nach DIN 51603

Die Qualität eines Heizöls wird bestimmt durch

- seine Dichte
- den Asche- und Schwefelgehalt
- dem Verhältnis von Kohlenstoff (C) zu Wasserstoff (H)

Technisch gesehen ist das Heizöl, das hauptsächlich in Feuerungsanlagen eingesetzt wird, mit dem Dieselmotorkraftstoff („Diesel“ auf Seite 771) vergleichbar, der zum Antrieb von Dieselmotoren Verwendung findet. Weil aber Heizöl und Dieselmotorkraftstoff in der EU unterschiedlich besteuert werden, wird dem Heizöl zur leichteren Identifizierung ein roter Farbstoff und der Gelbmarker „Solvent Yellow 124“ zugemischt.

Fette Öle

„Fette Öle“ sind biologischen Ursprungs. Es handelt sich um die bei Raumtemperatur flüssigen Fette, die aus Pflanzen und Tieren gewonnen werden. Chemisch gesehen handelt es sich um Ester des Glycerins mit unverzweigten aliphatischen Monokarbonsäuren.

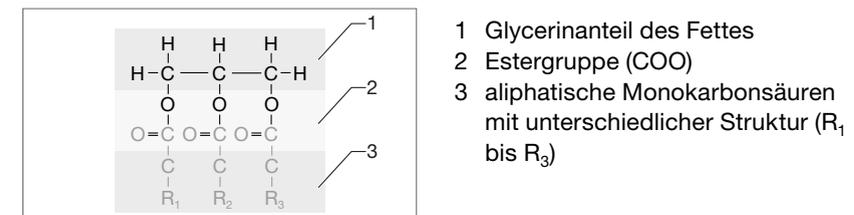


Abb. 86: Schematische Darstellung der Struktur der biologischen Fette

Tierische fette Öle werden vielfach zu Seifen, Tensiden für die Waschmittelindustrie und biogene Schmierstoffe verarbeitet.

Die pflanzlichen fetten Öle werden ebenfalls zu Schmierstoffen und zu Biodiesel weiterverarbeitet oder oft direkt als Speiseöle verwendet, z. B.

- Palmöl
- Sojaöl
- Sonnenblumenöl
- Olivenöl
- Rapsöl

Da es sich bei fetten Ölen um biologische Produkte handelt, werden sie u. a. in der Lebensmittelindustrie als lebensmittelverträgliche Schmieröle und als biologisch abbaubarer Ersatz für Schmierstoffe aus Mineralölen eingesetzt.

Ätherische Öle

„Ätherische Öle“ sind ebenfalls biologischen Ursprungs und werden aus Pflanzen gewonnen. Jede Pflanzenart gibt dem Öl seinen charakteristischen Geruch, der vereinzelt sehr stark sein kann.

Bei ätherischen Ölen handelt es sich um Stoffgemische, die aus vielen unterschiedlichen chemischen Substanzen bestehen. Sie enthalten im Gegensatz zu fetten Ölen aus Pflanzen kein Fett und verdampfen deshalb rückstandsfrei. In Fetten bzw. Ölen sind sie löslich, aber nicht in Wasser, auf dem sie in der Regel schwimmende Öltropfen bilden, da ihre Dichte geringer ist.

Ätherische Öle werden hauptsächlich in der Medizin und Naturheilkunde (z. B. Aromatherapie, Pflanzenheilkunde, Allergiebekämpfung), in der Kosmetik für Parfüme und der Nahrungsmittelindustrie für Tees, Gewürze etc. verwendet.



Abb. 87: Beispiele für die Verwendung ätherischer Öle

Silikonöle

„Silikonöle“ sind im Gegensatz zu Mineralölen und biogenen Ölen nicht rein auf Kohlenstoffbasis aufgebaut, sondern sind technisch polymerisierte Verbindungen auf Siliziumbasis. Die Hauptkette besteht aus Silizium- und Sauerstoffatomen, an der unterschiedliche Seitenketten hängen, die auch Kohlenstoffatome enthalten können und die die Eigenschaften des jeweiligen Silikonöls bestimmen.

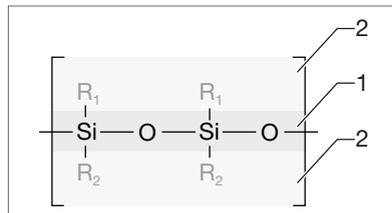


Abb. 88: Schematische Darstellung der Struktur der Silikonöle

- 1 Hauptkette mit Silizium- und Sauerstoffatomen (Si und O)
- 2 Charakteristische Seitenketten (R_1 und R_2)

Silikonöle sind unter atmosphärischen Bedingungen klare, farblose wasserabweisende Flüssigkeiten. Sie sind geruchs- sowie geschmacklos und ungiftig, weil sie chemisch so gut wie keine Reaktion eingehen. Sie sind sehr temperaturbeständig und weisen in einem weiten Temperaturbereich sehr gute Schmiereigenschaften auf.

Aufgrund ihrer Eigenschaften werden sie in vielen technischen Anwendungen eingesetzt, z. B.

- als Wärmeträger in Ölbädern
- als Kälteüberträger in der Kältetechnik
- in Visco-Kupplungen
- als Hydraulikflüssigkeit
- als Hydrophobierungsmittel („Wasserabweiser“)
- als Entschäumer in Medizin und Lebensmitteltechnologie (Lebensmittelzusatz E900)

Technische Verwendung der Öle

Aus der Vielzahl der möglichen Verwendungen der verschiedenen Öle neben der Verbrennung zur Wärmegewinnung („Heizöl“ auf Seite 765) werden hier nur einige Ausgewählte beispielhaft behandelt.

Kühlschmierstoffe (KSS)

„Kühlschmierstoffe (KSS)“ sind Gemische aus vielen Komponenten, die bei der spanbildenden Metallverarbeitung eingesetzt werden. Sie erfüllen dabei drei Aufgaben:

1. **Kühlen** des zu bearbeitenden Werkstücks
2. **Schmieren** der Kontaktfläche von Werkstück und Werkzeug zur Verringerung der Reibung
3. **Spülen** der Bearbeitungsstelle zum Entfernen der erzeugten Metallspäne



Abb. 89: Anwendung eines Kühlschmierstoffs

Die Anforderungen, die an den Kühlschmierstoff gestellt werden, sind sehr vielfältig und unterschiedlich. Sie hängen vom jeweiligen Bearbeitungsverfahren und den Verfahrensparametern ab, z. B. der Schneidgeschwindigkeit, der Materialhärte, der Bearbeitungstemperatur, etc.

Um die gestellten Anforderungen optimal erfüllen zu können, bestehen Kühlschmierstoffe aus drei Hauptbestandteilen (Primärstoffen).

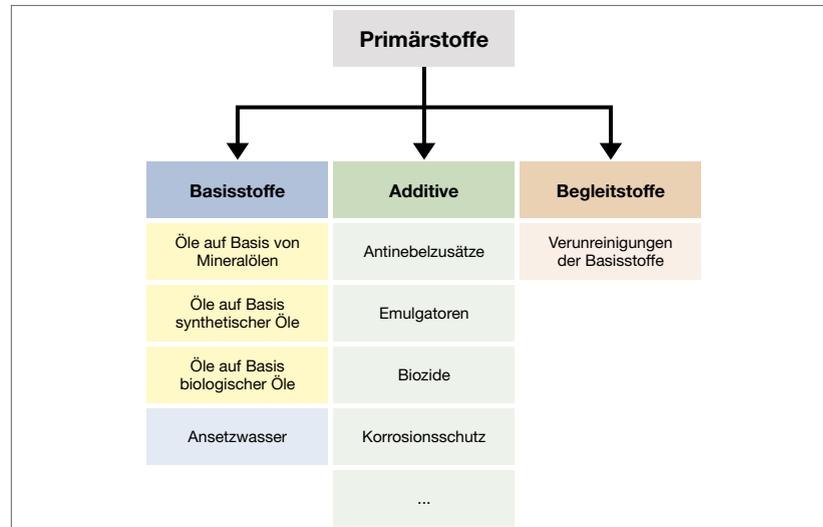


Abb. 90: Primärstoffe der Kühlschmierstoffe (KSS)

Da keine Kennzeichnungspflicht für die Inhaltsstoffe besteht, muss die Zusammensetzung dem Sicherheitsdatenblatt entnommen oder im Einzelfall vom Hersteller erfragt werden. Allgemeine Hinweise über verwendete Inhaltsstoffe können auch der VKIS-VSI-IGM-BGHM-Stoffliste entnommen werden. Sie enthält spezifische Anforderungen nach DIN 51385 für wassermischbare (wm), wassergemischte (wg) und nichtwassermischbare (nw) Kühlschmierstoffe (Abb. 91) sowie Zusatzstoffe und wird von vier Interessengruppen gemeinsam herausgegeben und gepflegt:

- Verbraucherkreis Industrieschmierstoffe (VKIS)
- Verband Schmierstoffindustrie e.V. (VSI)
- Industriegewerkschaft Metall (IGM)
- Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM)

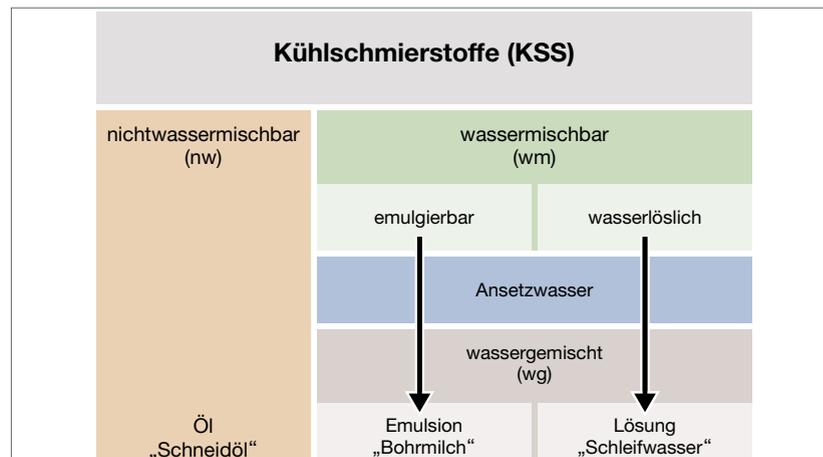


Abb. 91: Arten der Kühlschmierstoffe (KSS)



Abb. 92: Einsatz von "Schneidöl"



Abb. 93: Einsatz von "Bohrmilch"

Dieselmotoren

Diesel

„Diesel“, auch Dieselmotoren oder früher Dieselöl genannt, ist ein Gemisch aus verschiedenen Kohlenwasserstoffen, die aus der Mittelfraktion bei der Erdöldestillation gewonnen werden, siehe Abb. 84 auf Seite 764. Technisch gesehen ist es als Kraftstoff für den Betrieb von Verbrennungsmotoren nach dem Diesel-Prinzip (Dieselmotor) geeignet. Legal müssen die dafür verwendeten Dieselmotoren gemäß § 4 der 10. Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV) den Anforderungen der DIN EN 590 genügen. Durch Variation des Mischungsverhältnisses der Kohlenwasserstoffe in Kombination mit unterschiedlichen Additiven lassen sich die Eigenschaften des Diesels für eine große Vielzahl von Spezifikationen einstellen.



Abb. 94: LKW-Dieselmotor



Abb. 95: Dieselmotorendes Notstromaggregat

Marinediesel (Schiffsdiesel)

„Schiffsdiesel“ ähnelt dem Diesel, weist aber eine größere Dichte auf. Seine Zusammensetzung ist in der ISO 8217 geregelt. Er wird beispielsweise in kleineren Schiffsdieselmotoren verwendet. Größere Dieselmotoren für Seeschiffe laufen mit sogenanntem Schiffstreibstoff, einem Gemisch aus Schweröl (Abb. 84 auf Seite 764) und Diesel.



Abb. 96: Schiffsdieselmotor

Biodiesel

Bei „Biodiesel“ handelt es sich um einen Kraftstoff, der in seiner Verwendung dem mineralischen Dieselkraftstoff (Diesel) gleichkommt. Biodiesel ist allerdings biologischer Herkunft und wird technisch durch Umesterung tierischer oder pflanzlicher Öle und Fette mit Methanol gewonnen. Diese Verbindung aus einer Fettsäure mit Methanol wird Fettsäuremethylester genannt (engl.: **fatty acid methyl ester (FAME)**). Biodiesel lässt sich in jedem Verhältnis mit mineralölbasiertem Diesel mischen und hinsichtlich seiner Eigenschaften in weiten Bereichen gut einstellen. Die Mindestanforderungen an Biodiesel sind in der DIN EN 14214 beschrieben.

Viega Lösungen

Bei der Auswahl von Werkstoffen für Armaturen, Rohre und Dichtelemente müssen im Einzelfall immer die speziellen Betriebs- und Einbaubedingungen sowie weitere Anforderungen der Anlage berücksichtigt werden.

Richten Sie detaillierte Anfragen mit dem Formular „Anfrage Werkstoffbeständigkeit“ an das Viega Service Center. Das Formular dafür finden Sie auf der Viega Website viega.de mit dem Suchwort „Werkstoffbeständigkeit“.

**Mineralische Öle und Dieselkraftstoffe**

Viega bietet für den Transport der mineralischen Öle und Dieselkraftstoffe Pressverbindersysteme mit speziellen Dichtelementen aus HNBR^[1] an, die von dem Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) zertifiziert sind:

- Profipress G
- Sanpress Inox G
- Megapress G

Megapress G ist über den Transport der Medien hinaus auch zur Herstellung von Saug-, Druck-, Befüll- sowie Be- und Entlüftungsleitungen in Anlagen zum Lagern von Heizöl nach DIN 51603-1 und Dieselkraftstoff nach DIN EN 590 geeignet und zertifiziert.



Abb. 97: Abfüllanlage für Dieselkraftstoff

[1] vgl. „Dichtelemente“ auf Seite 630



Für die Anwendung der Pressverbindersysteme gelten die in Tab. 45 genannten Betriebsbedingungen und die Regelwerke für die Medien.

| Medium | Regelwerk | Betriebsdruck [MPa] | Betriebs-temperatur [°C] | Profipress G | Sanpress Inox G | Megapress G | Megapress S |
|-----------------|--------------|---------------------|--------------------------|--------------|-----------------|-------------|-------------|
| Mineral-öle SAE | SAE J357 | ≤ 1,6 | ≤ 70 | x | ✓ | ✓ | ✓ |
| Heizöl | DIN 51603-1 | ≤ 0,5 | ≤ 40 | ✓ | ✓ | ✓ | x |
| Diesel | DIN EN 590 | | | | | | |
| Bio-Diesel | DIN EN 14214 | siehe Tab. 46 | | | | | |

Tab. 45: Betriebsparameter der Viega Pressverbindersysteme für mineralische Öle und Dieselkraftstoffe

Biogene Öle und Dieselkraftstoffe

Viega bietet für den Transport der biogenen Öle und Dieselkraftstoffe Pressverbindersysteme mit speziellen Dichtelementen aus HNBR oder FKM^[1] an:

- Sanpress Inox G
- Sanpress Inox – bei Austausch der EPDM-Dichtelemente gegen FKM
- Temponox – bei Austausch der EPDM-Dichtelemente gegen FKM
- Megapress G
- Megapress S

Für die Anwendung der Pressverbindersysteme gelten die in Tab. 45 genannten Betriebsbedingungen und die Regelwerke für die Medien.

[1] vgl. „Dichtelemente“ auf Seite 630



| Medium | Regelwerk | Be-triebs-druck [MPa] | Be-triebs-tempe-ratur [°C] | Sanpress Inox G | Sanpress Inox | Temponox | Megapress G | Megapress S |
|-------------------------------------|--------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Biodiesel | DIN EN 14214 | ≤ 1,0 | ≤ 70 | x | ✓ ¹⁾ | ✓ ¹⁾ | x | ✓ |
| Rapsöl | - | | | ✓ | x | x | ✓ ²⁾ | ✓ ²⁾ |
| Palmöl Sojaöl Sonnen-blumenöl | - | | | | | | | |

¹⁾ Austausch der EPDM-Dichtelemente gegen FKM erforderlich
²⁾ nach Rücksprache mit dem Viega Service Center

Tab. 46: Betriebsparameter der Viega Pressverbindersysteme für biogene Öle und Dieselkraftstoffe

Kühlschmierstoffe (KSS)

Grundsätzlich sind folgende Viega Pressverbindersysteme auch für Kühlschmierstoffe (KSS) geeignet:

- Profipress G
- Sanpress Inox G
- Megapress G

Aufgrund der Vielfältigkeit an Kühlschmierstoffen und deren Zusammensetzung muss die Verwendung der Viega Pressverbindersysteme in jedem Einzelfall sorgfältig geprüft werden.



Abb. 98: Management einer großen Zahl von Kühlschmiermitteln mit Viega Sanpress Inox G



Abb. 99: Befüllen und Entleeren von Kühlschmiermitteltanks mit Viega Sanpress Inox G

WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

Viega stellt das Datenblatt „Einsatzbereiche metallener Rohrleitungssysteme“ zur Verfügung, in dem neben Installationen für Wasser auch Anwendungsbereiche für Frostschutzmittel, Öle, Kühl- und Schmierstoffe sowie weitere Sondermedien und technische Gase beschrieben sind.

Für die Auswahl von Viega Rohrleitungssystemen für Industrieanwendungen und Sondermedien siehe „Rohrleitungssysteme Metall“ ab Seite 927 und „Rohrleitungssysteme Kunststoff“ ab Seite 967.

Produkte für Industrietechnik

- „Profipress“ auf Seite 929
- „Sanpress Inox G“ auf Seite 958
- „Profipress S“ auf Seite 934
- „Prestabo“ auf Seite 939
- „Prestabo LF“ auf Seite 942
- „Megapress“ auf Seite 945
- „Megapress G“ auf Seite 950
- „Megapress S“ auf Seite 947
- „Sanpress Inox“ auf Seite 952
- „Sanpress Inox LF“ auf Seite 955
- „Sanpress Inox G“ auf Seite 958
- „Sanpress“ auf Seite 960
- „Seapress“ auf Seite 963
- „Temponox“ auf Seite 936
- „Kugelhähne“ auf Seite 987
- „Schrägsitzventile“ auf Seite 991
- „Gaskugelhähne“ auf Seite 997
- „Gassteckdosen“ auf Seite 998
- „Gasströmungswächter“ auf Seite 999
- „Gaszählerkugelhähne“ auf Seite 1000

Software

viega.de/software

Für weitere Informationen siehe

- „Viptool Engineering“ auf Seite 1046
- „Viptool Master“ auf Seite 1048





Viega Website

Anwendungen für die Industrie

viega.de/de/produkte/anwendungen/industrieanwendungen.html



Planungswissen Industrietechnik

viega.de/de/produkte/anwendungen/industrieanwendungen/planungswissen-industrietechnik.html



HAUSANSCHLUSS- UND VERSORGUNGSSYSTEME

INHALT

Einleitung _____ 781

Gesetzliche und normative Grundlagen _____ 782

Regelwerke _____ 782

Trinkwasserversorgung _____ 782

Gasversorgung _____ 783

Qualifikation ausführender Fachbetriebe _____ 783

Planerische Grundlagen _____ 785

Hausanschlusseinrichtungen innerhalb von Gebäuden _____ 785

Rohre und Rohrverlegung _____ 790

Kunststoffrohre _____ 790

PE-HD und PE-X _____ 790

PE-X _____ 791

PE-HD, PE-RC _____ 791

Rohrauswahl _____ 791

Rohrarten – zulässige Druckbereiche _____ 792

Klassifizierung _____ 792

Anforderungen an Installationsbauteile _____ 794

Rohrleitungsführung _____ 794

Rohrleitungsgraben _____ 795

Leitungszone _____ 795

Sandbettfreie Verlegung _____ 797

Grabenlose Verlegung _____ 797

Trinkwasserversorgung _____ 799

Grundlagen _____ 799

Hauseinführungen _____ 800

Bemessung _____ 802

Funktion der Tabellen _____ 806

Gasversorgung _____ 810

Erdgas _____ 810

Hausanschlussleitungen _____ 810

Komponenten _____ 810

Anbohrarmatur _____ 811

Gasströmungswächter _____ 811

Hauseinführungen _____ 812

Hauptabsperreinrichtungen _____ 814

| | |
|---|------------|
| Bemessung von Gas-HAL | 814 |
| Weitere Kriterien | 816 |
| Vereinfachtes Bemessungsverfahren | 817 |
| Nachweis über die absicherbare Rohrlänge der Gas-HAL | 825 |
| Flüssiggas | 838 |
| Grundlagen | 838 |
| Komponenten | 838 |
| Flüssiggasflaschen | 839 |
| Flüssiggastanks | 839 |
| Geothermie | 841 |
| Grundlagen | 841 |
| Erdwärmekollektoren | 842 |
| Erdwärmesonden | 843 |
| Nahwärmeversorgung | 844 |
| Weiterführende Informationen | 845 |

EINLEITUNG

Die Anforderungen an Rohrverbindungen im Bereich der Versorgungstechnik sind hoch – sie müssen besonders robust, langlebig und verlässlich sein. Die eingesetzten Verbinder und Werkstoffe müssen nicht nur für das geführte Medium, sondern auch für die Gegebenheiten auf der Baustelle geeignet sein: Erde, Lehm, Schlamm, nachlaufendes Restwasser oder Witterungseinflüsse können die Verbindung beeinflussen.

Für den Ablauf auf der Baustelle ist es besonders wichtig, ein System zur Verfügung zu haben, mit dem schnell und zuverlässig gearbeitet werden kann. Dazu gehört zum einen ein Sortiment, das Lösungen auch für schwierige Installations-Situationen bereithält und zum anderen passendes Werkzeug, mit dem im Rohrleitungsgraben auch unter engen Platzverhältnissen sicher gearbeitet werden kann.

Aus diesen Gründen gibt es einen Trend zu mechanischen Pressverbinder. Gerade in Reparatursituationen, wo es auf schnelles Handeln ankommt, können die sofort mit Druck beaufschlagbaren mechanischen Pressverbinder ihren Vorteil ausspielen: Abkühlzeiten entfallen und Restwasser spielt keine Rolle.

Viega bietet für die Installation von Trinkwasser- und Gas-Hausanschlussleitungen verschiedene mechanische Lösungen an, die die geforderte Sicherheit bieten und aufeinander abgestimmt sind.



GESETZLICHE UND NORMATIVE GRUNDLAGEN

Die Verantwortung für Planung, Bemessung, Errichtung und Betrieb des Versorgungsnetzes und der Hausanschlussleitungen trägt das Versorgungsunternehmen. Nach dem Prinzip „ein Grundstück, ein Anschluss“ ergibt sich so ein umfangreiches Rohrleitungsnetz.

Das DVGW-Regelwerk ist die Grundlage für die Planung, Bemessung, Errichtung und den Betrieb von Versorgungsnetzen. Außerdem gibt dieses Regelwerk die Rahmenbedingungen vor für die Herstellung von Produkten im Gas- und Wasserbereich.

Europäische Normen und Richtlinien werden kontinuierlich in diese Regelwerke eingebunden. Für neue Techniken werden Schutzziele definiert und Anforderungen und Prüfungen erarbeitet.

Regelwerke

Trinkwasserversorgung

Folgende Regelwerke (Auszug) bilden die Grundlage für die Trinkwasserversorgung:

| Regelwerk | Geltungsbereich/Hinweis |
|---------------------------------|--|
| Trinkwasserverordnung (TrinkwV) | Planung, Ausführung, Betrieb und Wartung von Trinkwasser-Installationen |
| DIN EN 805 | Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden |
| DVGW Arbeitsblatt W 400-1-3 | Technische Regeln für Wasserverteilungsanlagen (TRWV); Teile 1 bis 3 |
| DIN 1988-100 - 600 | Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen ; Teile 100 bis 600 |
| DIN EN 1717 | Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen in Trinkwasser-Installationen und allgemeine Anforderungen an Sicherungseinrichtungen zur Verhütung von Trinkwasserverunreinigungen durch Rückfließen |
| DIN 4124 | Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten |

Tab. 144: Regelwerke für die Trinkwasserversorgung



Gasversorgung

Folgende Regelwerke bilden die Grundlage für die Gasversorgung (Auszug):

| Regelwerk | Geltungsbereich / Hinweis |
|------------------------|---|
| DVGW G 260 | Gasbeschaffenheit |
| DVGW G 459-1 | Gas-Hausanschlüsse |
| DVGW G 466-3 | Gasrohrnetze aus PVC – Instandhaltung |
| DVGW G 469 | Druckprüfverfahren Gastransport/Gasverteilung |
| DVGW G 472 | Gasleitungen aus Polyethylenrohren bis 10 bar; Betriebsdruck – Errichtung |
| DVGW G 600 (DVGW-TRGI) | Die technischen Regeln für Gasinstallationen |

Tab. 145: Regelwerke für die Gasversorgung

Qualifikation ausführender Fachbetriebe

Die meisten Anforderungen an die Qualifikation ausführender Unternehmen und Fachkräfte gleichen sich sowohl für Trinkwasser- als auch für Gas-Anschlussleitungen:

Gas- und Trinkwasser

- Nur Fachbetriebe, die eine Qualifikation nach DVGW-Arbeitsblatt GW 301 „Qualifikationskriterien für Rohrleitungsbauunternehmen“ nachweisen können, dürfen beauftragt werden.
- Schweißarbeiten an PE-Rohren dürfen nur von Fachkräften ausgeführt werden, die eine Ausbildung nach dem DVGW-Arbeitsblatt GW 330 erhalten haben und eine gültige Prüfbescheinigung besitzen.
- Für die Verwendung von mechanischen Verbindern (z. B. Pressverbindern) müssen die Vorgaben des DVGW-Arbeitsblatts GW 326 berücksichtigt werden. Das ausführende Unternehmen muss dabei entscheiden, ob sein Personal bereits als Fachkraft bzw. Fachaufsicht geeignet ist oder ob eine Zusatzqualifikation erforderlich ist. Viega bietet die geforderte produktspezifische Schulung nach Anhang C für die Viega Produkte Geopress K, Geopress K Gas, Geopress, Geopress G, Maxiplex und die Geopress-Anbohrarmaturen an.
- Erdverlegte und freiverlegte Außenleitungen, die sich auf einem Grundstück hinter der Hauptabsperreinrichtung befinden – z. B. zwischen Haus und Garage – fallen nicht in die Zuständigkeit der hier genannten DVGW-Arbeitsblätter. Die Installation dieser Leitungen kann durch ein Vertragsinstallationsunternehmen (VIU) ohne Nachweis nach GW 330 oder GW 326 ausgeführt werden.



Für erdverlegte und freiverlegte Außenleitungen gelten

- die W 400 „Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen“, Teile 1 bis 3,
- die DIN EN 1717 „Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen in Trinkwasser-Installationen und allgemeine Anforderungen an Sicherungseinrichtungen zur Verhütung von Trinkwasserunreinigungen durch Rückfließen“ und
- die DIN 1988 „Technische Regeln für Trinkwasser-Installation“.

Zusätzlich bei Gas

Zusätzlich zu den oben genannten Anforderungen gilt für erdverlegte und freiverlegte Außenleitungen nach der Hauptabsperreinrichtung das DVGW-Arbeitsblatt G 600 „Technische Regeln für Gas-Installationen“.



PLANERISCHE GRUNDLAGEN

Bis in die Dreißigerjahre wurden Hausanschlussleitungen ausschließlich mit metallenen Rohren erstellt – es folgten PVC- und PE-Rohre, die deutliche Vorteile gegenüber den damals verwendeten Stahlrohr- oder Bleileitungen haben. Schwierigkeiten bereitete in den ersten Jahren vor allem die Verbindungstechnik. Geklebte PVC-Leitungen wurden nach einigen Jahren verstärkt undicht. Die ersten PE-Leitungen, insbesondere das PE63-Material, waren noch sehr kerbempfindlich und bekamen aufgrund mechanischer Beanspruchungen Risse – z. B. durch Steine oder Riefen.

Die Erfahrungen und Ergebnisse dieser Zeit haben die Normen und technischen Regelwerke geprägt. Heute haben sich PE- und PE-X-Werkstoffe etabliert – PVC dagegen wird kaum noch eingesetzt. Die neueste Entwicklung ist das PE100 RC Rohr (resistant to crack) mit nochmals verbesserten Widerständen gegenüber langsamer und schneller Rissausbreitung, die Einsparungen bei der Verlegung ermöglichen. So kann z. B. auf die Sandrohrbettung verzichtet werden.

Die folgenden Beschreibungen in diesem Kapitel beschränken sich auf die am häufigsten verwendeten PE-, HD- und PE-X-Rohre.

Hausanschlusseinrichtungen innerhalb von Gebäuden

Anschlusseinrichtungen müssen nicht innerhalb des Gebäudes installiert werden. Wenn Anschlusseinrichtungen jedoch innerhalb des Gebäudes sind, müssen sie wie folgt ausgeführt werden:

- Hausanschlussnischen ausschließlich für Einfamilienhäuser
- Hausanschlusswände innerhalb Gebäude mit bis zu fünf Nutzungseinheiten
- Hausanschlussräume innerhalb Gebäude mit mehr als fünf Nutzungseinheiten.

Die Anforderungen an Hausanschlussräume können auch schon in Gebäuden mit bis zu fünf Nutzungseinheiten oder Einfamilienhäusern sinngemäß angewendet werden.

Hausanschlussleitungen und Abwasserrohre werden durch die Hauswand in das Gebäude geführt. Nach DIN 18012 „Haus-Anschlusseinrichtungen – allgemeine Planungsgrundlage“ muss der Anschlussnehmer die baulichen Voraussetzungen dafür schaffen, dass eine fachgerechte Installation und ein sicherer Betrieb der notwendigen Anschluss- und Betriebseinrichtungen möglich ist. Dazu gehört auch, dass der Raum dauerhaft frostfrei und zugänglich ist. Den Bauteilen der unterschiedlichen Gewerke müssen Flächen zugewiesen werden, die den technisch einwandfreien Betrieb gewährleisten.

Mindestanforderungen

Die Übergabestelle muss folgende Mindestanforderungen erfüllen.

- Die Übergabestelle muss über trockene, frostfreie und allgemein zugängliche Räume, z. B. Treppenraum, Kellergang oder direkt von außen erreichbar sein.
- Rohrleitungsteile dürfen nicht der Gefahr einer mechanischen Beschädigung ausgesetzt sein.
- Die Zähleranlage sollte in demselben Raum liegen wie die Hauseinführung der Anschlussleitung.
- Die Übergabestelle muss an der Gebäudewand liegen, durch die die Anschlussleitungen eingeführt werden.
- Die Übergabestelle muss mit einer schaltbaren, fest installierten Beleuchtung und mit einer Schutzkontakt-Steckdose ausgestattet sein.

Hausanschlussraum

- Sie sind erforderlich in Gebäuden mit mehr als fünf Nutzungseinheiten. Die Anforderungen an Hausanschlussräume können auch schon in Gebäuden mit bis zu fünf Nutzungseinheiten sinngemäß angewendet werden.
- Der Hausanschlussraum muss über allgemein zugängliche Räume, z. B. Treppenraum, Kellergang, oder direkt von außen, erreichbar sein.
- Der Hausanschlussraum muss mit einer abschließbaren Tür nach DIN 18100 mit einer Breite von 875 mm und einer Höhe von 2000 mm versehen sein.
- Jeder Hausanschlussraum muss an seinem Zugang mit der Bezeichnung „Hausanschlussraum“ gekennzeichnet sein.
- Ein Hausanschlussraum muss
 - min. 2,00 m lang und
 - min. 2,10 m hoch sein.
 Die Breite muss
 - min. 1,50 m bei Belegung nur einer Wand und
 - min. 1,80 m bei Belegung gegenüberliegender Wände betragen.

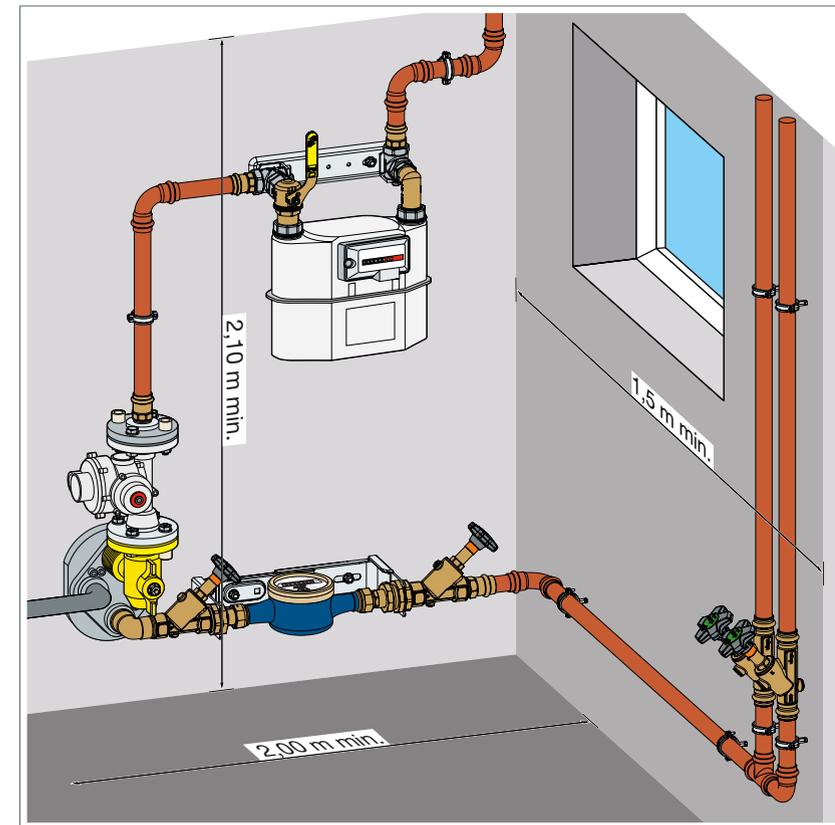


Abb. 377: Hausanschlussraum

Hausanschlusswand

- sind geeignet für Gebäude mit bis zu fünf Nutzungseinheiten
- Der Raum mit Hausanschlusswand muss über allgemein zugängliche Räume, z. B. Treppenraum, Kellergang, oder direkt von außen erreichbar sein.
- Die Hausanschlusswand muss in Verbindung mit einer Außenwand stehen, durch die die Anschlussleitungen geführt werden.
- Die Hausanschlusswand muss über die gesamte Wandfläche mindestens 2,10 m hoch sein.

Hausanschlussnische

- Hausanschlussnischen sind ausschließlich geeignet für die Versorgung von nichtunterkellerten Einfamilienhäusern. Aufgrund der Abmessungen der Hausanschlussnische ist der Platzbedarf für Betriebsmittel wie z. B. Kommunikationsverteiler, Messeinrichtungen für Erzeugungsanlagen, Trinkwasserbehandlungsanlagen etc. in der Hausanschlussnische nicht gegeben.
- Türen für Hausanschlussnischen müssen mit ausreichend großen Belüftungsöffnungen ausgestattet sein, um die Temperaturgrenzen nach 5.4.1 und 5.4.3 nicht zu überschreiten.
- Türen für Hausanschlussnischen mit Gasversorgungseinrichtungen müssen nach DVGW Arbeitsblatt G 600 oben und unten Belüftungsöffnungen von jeweils mindestens 5 cm² haben.
- Die Funktionsflächen der Anschlusseinrichtungen der einzelnen Sparten muss bei den Versorgungsunternehmen erfragt werden.

Wenn keine Übergabestelle nach DIN 18012 zur Verfügung steht, dann müssen alternative Lösungen verwendet werden, z. B. vorgefertigte Zähler-schächte. Das Versorgungsunternehmen hat die Aufgabe, gemeinsam mit dem Anschlussnehmer alternative Lösungen auszuwählen.

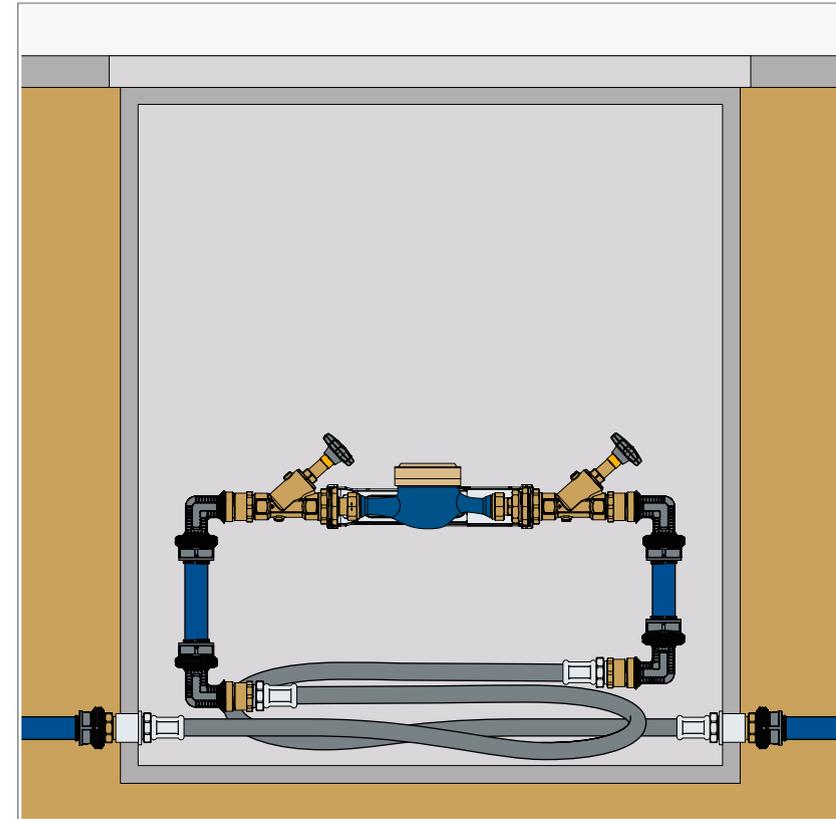


Abb. 378: Vorgefertigter Wasserzählerschacht



Rohre und Rohrverlegung

Kunststoffrohre

PE-HD und PE-X

Für die Erdverlegung dürfen ausschließlich PE-HD-Rohrleitungen nach DIN 8074, DIN 8075, DIN EN 12201 und DIN EN 1555 oder PE-X-Rohrleitungen nach DIN 16893 und DIN 16892 verwendet werden. Der maximale Betriebsdruck und die maximale Temperatur sind abhängig von der eingesetzten Rohrart und dem Anwendungsfall. Die Auswahl der Rohre richtet sich nach der mechanischen und/oder der chemischen Belastungsart.

Die Verlegungsarten gliedern sich wie folgt auf:

- Offene Verlegung – im Rohrleitungsgraben, mit anschließender Verdichtung
- Grabenlose Verlegung
- Horizontalspülverfahren
- Gesteuertes Horizontalspülverfahren
- Pflugverfahren
- Berstliningverfahren

Bei der Auswahl der Verlegungsart müssen folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Betriebsbedingungen, Betriebsdruck
- Bodenbeschaffenheit
- Verlegeverfahren
- Wirtschaftliche Gesichtspunkte, z. B. Werkstoff- und Verlegekosten

Der wichtigste kennzeichnende Wert MDP (Maximum Design Pressure - höchster Systembetriebsdruck) ist der höchste vom Betreiber festgelegte Betriebsdruck des Systems unter Berücksichtigung zukünftiger Entwicklungen und Druckstöße.

Rohrkennzeichnung nach Medium

Rohre aus Kunststoff für die Gas- und Wasserversorgung müssen medienbezogen farblich gekennzeichnet sein.

| | PE 80 | PE 100 | PE-X |
|--------|---------------------------------------|------------|----------|
| Gas | gelb oder schwarz mit gelben Streifen | orange | gelb |
| Wasser | schwarz mit blauen Streifen | königsblau | hellblau |

Tab. 146: Rohrkennzeichnung nach Medium

PE-X

Rohre aus vernetztem Polyethylen (PE-X) werden seit ca. 30 Jahren für die Wasser- und Gasversorgung eingesetzt. Ausgehend von der Gebäudetechnik, dehnte sich die Verwendung zu Beginn der Neunzigerjahre auf die Versorgungssysteme aus.

PE-HD, PE-RC

Kunststoffrohre aus Polyethylen (PE) werden seit mehr als 50 Jahren eingesetzt – seit Anfang der Neunzigerjahre die 3. Generation des Werkstofftyps PE 100.

PE 100RC-Rohre zeichnen sich durch einen erhöhten Widerstand gegen schnelle Rissfortpflanzung und eine höhere Zeitstandsinnendruckfestigkeit aus.

Nach DIN 8075 sind heute die PE-Typen nach dem MRS-Wert zu unterscheiden in

- PE 63 PE 1. Generation MRS 6,3 N/mm²
- PE 80 PE 2. Generation MRS 8,0 N/mm²
- PE 100 PE 3. Generation MRS 10,0 N/mm²

Rohrauswahl

Bei der Planung einer Hausanschlussleitung (HAL) beeinflussen neben betriebswirtschaftlichen Gründen auch der Betriebsdruck des Versorgungssystems und die örtlichen Gegebenheiten die Auswahl des Rohrtyps. Erfahrungswerte und Werkstoffkennzahlen helfen, technisch korrekte Lösungen zu finden.

Allgemein sollten bei der Werkstoffauswahl folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Betriebsbedingungen (Betriebsdruck)
- Bodenbeschaffenheit, z. B. aggressive oder kontaminierte Böden
- Beabsichtigtes Verlegeverfahren, z. B. grabenlos
- Kosten für Materialbeschaffung und Verlegung

10

10



Rohrarten – zulässige Druckbereiche

Die zulässigen Betriebsdrücke sind berechnet aus den Zeitstand-Innen-druckfestigkeiten der Referenzkurven aus DIN 8075 unter Berücksichtigung eines Sicherheitsfaktors SF.

| Rohrart | Rohrreihe SDR | MDP [MPa] | DIN | DVGW-Arbeitsblatt |
|---------|------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| PE 80 | 17 | 0,1 | DIN 8074 | GW 335-A2 |
| PE 80 | 11,0 | 0,4 | DIN 8075 | |
| PE 100 | 17 ¹⁾ | 0,5 | DIN EN 1555 | |
| PE 100 | 11,0 | 1,0 | | |
| PE-X | 11,0 | 0,8 | DIN 16893 und DIN 16892 | GW 335-A3 |

¹⁾ PE 100-Rohrleitungen der Rohrreihe SDR 17 dürfen nach Regelwerk des DVGW erst ab einer Nennweite ≥ 75 mm eingesetzt werden.

Tab. 147: Gasversorgung – Druckbereiche

| Rohrart | Rohrreihe SDR | MDP [MPa] | DIN | DVGW-Arbeitsblatt |
|---------|---------------|-----------|--------------|-------------------|
| PE 80 | 7,4 | 2,0 | DIN 8074 | GW 335-A2 |
| PE 80 | 11,0 | 1,25 | DIN 8075 | |
| PE 100 | 7,4 | 2,5 | DIN EN 12201 | |
| PE 100 | 11,0 | 1,6 | | |
| PE 100 | 17,0 | 1,0 | | |
| PE-X | 7,4 | 2,0 | DIN 16893 | GW 335-A3 |
| PE-X | 9,0 | 1,6 | DIN 16892 | |
| PE-X | 11,0 | 1,25 | | |
| PE-X | 13,6 | 1,0 | | |

Tab. 148: Wasserversorgung – Druckbereiche

Klassifizierung

Der SDR-Wert ist das Verhältnis zwischen Durchmesser und Wandstärke und gibt an, bis zu welchem Druck ein Rohrtyp belast- und einsetzbar ist.

Der MDP-Wert gibt den höchsten Betriebsdruck des Systems an – Angabe durch den Betreiber.

Der MRS-Wert steht für die erforderliche Mindestfestigkeit, die ein Werkstoff haben muss nach 50 Jahren Standzeit, 20 °C Temperaturbelastung und Wasser als Prüfmedium. Dieses sog. „Zeitstandverhalten“ der Kunststoffe wurde in einem Klassifizierungssystem normiert.

Zeitstandverhalten



Die Rohrreihe wird mit „S“ gekennzeichnet und ist dimensionslos. Sie berechnet sich nach der Formel

$$S = (d_a - e) / (2 \cdot e)$$

mit

e Rohrwanddicke in mm

d_a Rohraußendurchmesser in mm

Beispiel

Ein PE-Rohr hat die Abmessungen d_a × e von 110 × 10 mm. Daraus ergibt sich: S = (110 – 10) / (2 · 10) = 5.

Die Größe „S“ steht in Beziehung zum SDR-Wert „Standard Dimension Ratio“, der das Verhältnis Durchmesser zu Wandstärke angibt: **SDR = d_a / e**. Serien- und SDR-Bezeichnung sind verbunden durch die Formel

$$SDR = 2 \cdot S + 1$$

Daraus ergibt sich: S = (SDR – 1) / 2.

Bezogen auf das vorher genannte Beispiel ergibt sich somit:

$$SDR = 110 / 10 = 2 \cdot 5 + 1 = 11$$

Zurzeit werden alle drei Bezeichnungen „PN“, „S“ und „SDR“ parallel verwendet, was zu Verwechslungen führen kann.

Eindeutig ist immer die Angabe von Rohraußendurchmesser, Wandstärke und Rohrreihe oder SDR. Beispiel: **d110 x 10 SDR11 PE 100**.

Bestimmung von Rohrwanddicken

Angaben in Normen und sonstige Berechnungen zu Mindest-Rohrwanddicken innendruckbeanspruchter PE-Rohre (Thermoplaste) basieren auf der „Kesselformel“. Sie berücksichtigt den Rohrdurchmesser, den Betriebsdruck und die zulässigen Spannungsbelastungen des gewählten Rohrwerkstoffs

$$e = p \cdot d_a / (2 \cdot \sigma_{zul.})$$

mit

e Rohrwanddicke in mm

d_a Rohraußendurchmesser in mm

p zulässiger Betriebsdruck in bar

σ_{zul.} zulässige Vergleichsspannung in N/mm²

C Sicherheitsfaktor (falls erforderlich)

Standard Dimension Ratio

Kesselformel



Anforderungen an Installationsbauteile

Alle verwendeten Bauteile müssen so beschaffen sein, dass sie den betrieblichen Beanspruchungen standhalten und die hygienischen Anforderungen für Trinkwasser erfüllen. Dazu gehört, dass sie unversehrt sind und erst unmittelbar vor der Verwendung den Verpackungen entnommen werden. Für die Handhabung und Lagerung müssen die Regeln der Installationstechnik und die Hinweise der Hersteller beachtet werden.

Rohrleitungsführung

Folgende allgemeine Regeln sollten bei der Planung der Rohrleitungs-Installation berücksichtigt werden:

- Verlegung auf kürzestem Wege von der Versorgungsleitung zum Gebäude – möglichst geradlinig und rechtwinklig zur Grundstücksgrenze
- Leichte Zugänglichkeit ermöglichen, nicht überbauen.
- Bei der Verlegung unter Wintergärten, Garagen, Terrassen oder Treppen, Mantelrohre verwenden (Abb. 379).
- Durch Hohlräume verlegte Gas-Hausanschlussleitungen durch Mantelrohre führen – sicherstellen, dass im Schadenfall austretendes Gas nach außen entweicht.

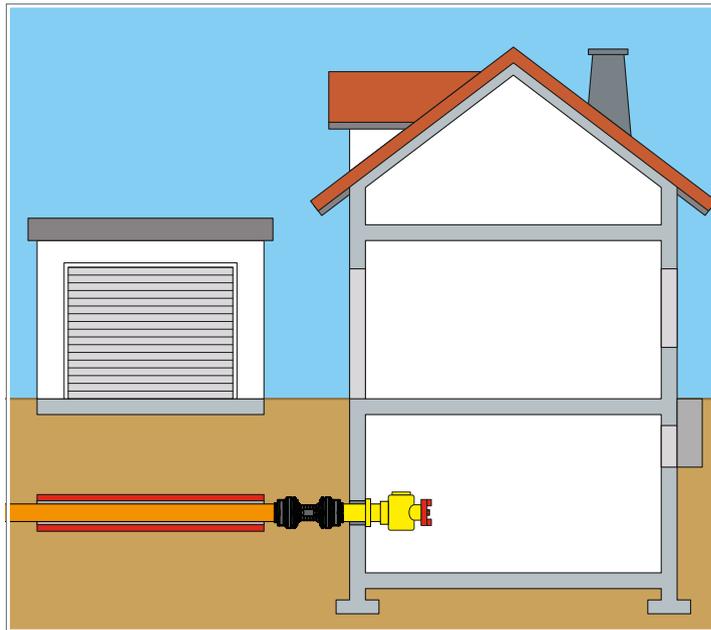


Abb. 379: Rohrleitungsführung unterhalb von Bebauungen

Rohrleitungsgräben

Bei der Verlegung im offenem Graben wird zwischen „Verlegung im Sandbett“ und „Sandbettfreier Verlegung“ unterschieden.

Für die „Sandbettfreie Verlegung“ ist ein Rohrleitungssystem Voraussetzung, welches den auftretenden Lasten gewachsen ist.

Die Herstellung von Rohrleitungsgräben muss nach DIN EN 805 und DIN 4124 erfolgen. Die lichte Mindestgrabenbreite für Gräben mit Arbeitsraum beträgt für den Rohrschaftdurchmesser bis 0,4 m im geböschten Graben OD + 0,4 m. Als geböschet werden alle Baugruben- und Grabenwände bezeichnet, die weder ganz noch teilweise verbaut sind.

Arbeitsräume

- In Bereichen, in denen der Rand eines Grabens oder der Graben selbst betreten werden muss, müssen mindestens 0,6 m breite, möglichst waagerechte Schutzstreifen vorgesehen werden, die von Aushubmaterial und Gegenständen freigehalten werden müssen.
- Bei Gräben bis zu einer Tiefe von 0,8 m genügt ein Schutzstreifen auf einer Seite.

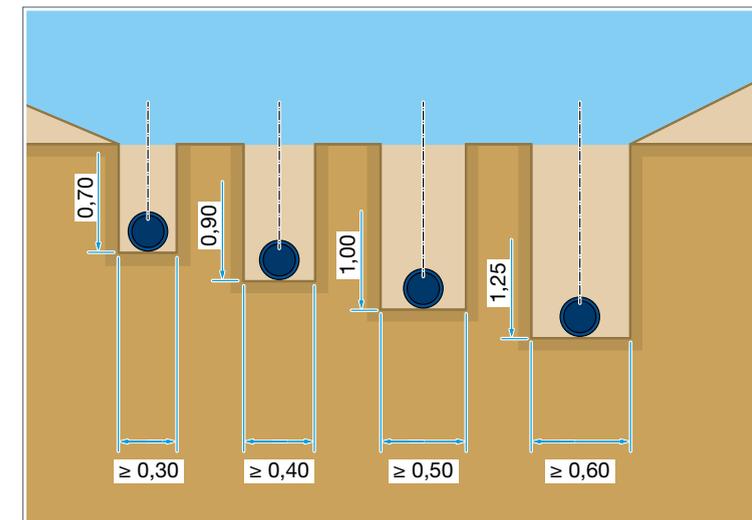


Abb. 380: Lichte Mindestgrabenbreite für Gräben ohne Arbeitsraum

Leitungszone

Die Anforderungen an eine fachgerechte Ausführung der Leitungszone (Abb. 381) definieren das DVGW-Arbeitsblatt W 400-2 und die DIN 4124. Sie müssen entsprechend den Planungsanforderungen, den örtlichen Gegebenheiten und den statischen Berechnungen umgesetzt werden. Unter Umständen muss durch Bodenaustausch ein tragfähiger Untergrund hergestellt werden.

Die **obere Bettungsschicht „b“** ergibt sich aus der statischen Berechnung. Bei felsigem oder steinigem Untergrund muss die Rohrgrabensohle ausgehoben und mit geeignetem Bodenmaterial aufgefüllt werden.

Rohrleitungsgräben
ohne Arbeitsraum

Die **Abdeckzone** ist mit 0,15 m über dem Rohrscheitel bzw. 0,10 m über der Rohrverbindung festgelegt. Beim Einbau der Abdeckung und der darüberliegenden Bodenschichten muss sichergestellt werden, dass das Rohr durch Verfüllen und Verdichten nicht beschädigt wird.

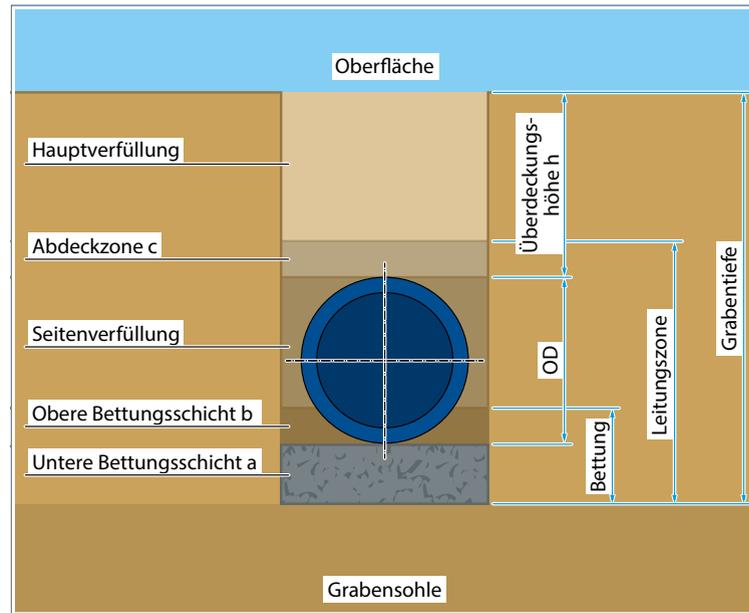


Abb. 381: Erdverlegte Rohre – Begriffsdefinitionen

Mindestüberdeckung

Mindestüberdeckung „h“ für Rohrleitungen (Abb. 382):

| | |
|---------------------------|--------|
| Gas-Hausanschluss | 0,50 m |
| Gasversorgung | 0,60 m |
| Trinkwasser-Hausanschluss | 0,80 m |
| Wasserversorgung | 0,80 m |

Die untere Rohrbettung muss so ausgeführt werden, dass das Rohr in gesamter Länge aufliegt, da durch ungleichmäßige Druckbelastung die Rohrleitung beschädigt werden kann. Mindestdicke „a“ der unteren Rohrbettung (Abb. 383). Das DVGW-Arbeitsblatt W400-2 lässt dazu eine Korngröße von max. 22 mm zu.

| | |
|---------------------------|--------|
| Normale Bodenverhältnisse | 0,10 m |
| Fels oder harte Böden | 0,15 m |

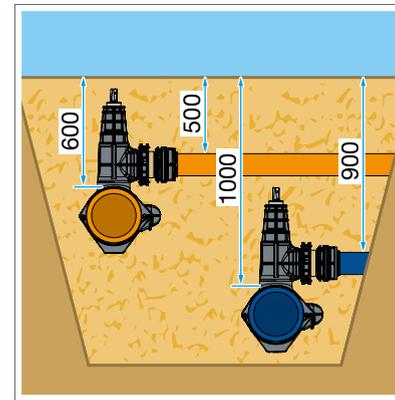


Abb. 382: Mindest-Überdeckungshöhen von VL und HAL

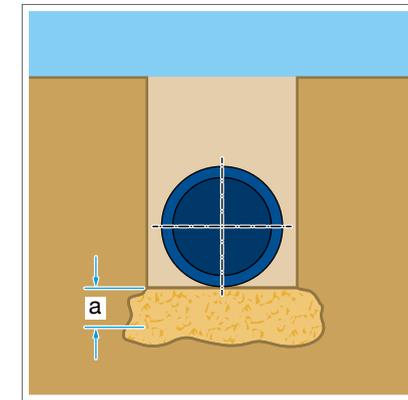


Abb. 383: Untere Bettung von HAL

Folgende Mindestabstände zu unterirdischen Leitungen und Objekten müssen eingehalten werden:

- Zu parallel geführten Versorgungsleitungen 0,2 m
- Zu kreuzenden Leitungen 0,1 m
- Zu parallel geführten Kabeln über 1 kV 0,4 m
- Zu Gründungen oder ähnlichen Bauwerken 0,4 m
- Bei einem Abstand < 1 m darf die Trinkwasserleitung nicht tiefer als das Abwasserrohr liegen oder muss in einem Mantelrohr verlegt werden.
- Wenn diese Abstände nicht eingehalten werden können, muss durch Zwischenlegen isolierender Materialien eine Berührung ausgeschlossen werden.

Sandbettfreie Verlegung

Aufgrund der fehlenden Sandrohrbettung ist es möglich, dass die Rohroberfläche verkratzt (max. 10 % der Wandstärke sind zulässig). Die für diese Verlegungsart zulässigen Rohrleitungssysteme widerstehen diesen Oberflächenbeschädigungen sowie entstehenden Punktlasten durch Steine etc..

Grabenlose Verlegung

Die grabenlose Verlegung von Hausanschlussleitungen reduziert erheblich den Kostenanteil für Tiefbauarbeiten. Dies gilt besonders für lange Leitungen, die zudem unter Fahrbahnen, Gehwegen, Zufahrten und anderen Verkehrswegen geführt werden. Allerdings erfordert das Durchpressen von Rohren nicht nur eine Umstellung der Arbeitsweise, sondern stellt weitere Anforderungen an die zu verwendenden Rohrqualitäten, weil die mechanische Belastung des Rohrs stark von der Bodenbeschaffenheit abhängt, diese aber im Detail unbekannt ist. Für das Durchpressen empfiehlt Viega deshalb stabile Schutzrohre zur Aufnahme der medientransportierenden Rohre zu verwenden – die sogenannte „Rohr-in-Rohr-Verlegung“ oder PE 100RC-Druckrohre nach PAS 1075. Für kontaminierte Böden wurden Rohre mit einer innenliegenden Diffusionssperre aus Aluminium entwickelt.

Rohr-in-Rohr-Verlegung



Übersicht – Verfahren für grabenlose Verlegung

| Verfahren Merkmale | Erneuerung PE-Relining | Berstlining | Auswechslung Austreiben von Stahlrohrleitungen | Pressen / Ziehen | Schneiden / Ziehen | Aufwickeln | Neuverlegung | |
|--|--------------------------------------|--|--|--------------------|--------------------|------------|---------------------------|------------------------------|
| | | | | | | | Boden verdrängen | Horizontal spülen |
| Nennweite min. alte HAL | DN25 | DN65 | DN20 | DN16 ¹⁾ | DN20 | DN16 | - | - |
| Nennweite max. neue HAL | da63 | da100 | DN 80 / da110 | DN 80 / da110 | DN 80 / da110 | - | da110 | - |
| Werkstoff alte HAL | St, GG, GGG | St, GG, GGG, Ku | St | St, GG, GGG | Blei, Cu | - | - | - |
| Nennweitenänderung | keine | variabel (abhängig von Bodenverdrängbarkeit) | - | - | - | - | - | - |
| Anwendungslänge max. (Erfahrungswerte) | 40 m | 60 m | 25 m | - | - | - | 20 m / 60 m ²⁾ | 60 m ³⁾ |
| Richtungsnahme | keine (weitere Bögen ggf. tolerabel) | - | - | - | - | - | nein/ja ²⁾ | ja R > 12 m ⁴⁾ |
| Außerbetriebnahme | ja | - | - | - | - | - | - | - |
| Baugrubenzahl | 1 oder mehr | - | - | - | - | - | - | - |
| Alte HAL – bleibt erhalten | ja | zerstört im Erreich | wird vollständig entfernt | - | - | - | - | - |
| Alte HAL – gleiche Trasse | ja | - | - | - | - | - | - | - |
| Neue HAL – neue Trasse | - | - | - | - | - | - | - | - |

- nicht zutreffend für dieses Verfahren
¹⁾ Bei Längskraftschlüssigkeit der alten HAL DN16, andernfalls DN25
²⁾ Reduzierte Anwendungslänge bei lockerem Gestein auf max. 30 m sowie bei festem Gestein auf max. 20–40 m je nach Gesteinsfestigkeit
³⁾ Bei Einsatz gesteuerter Verfahren
⁴⁾ „R“ Mindest-Biegeradius abhängig von Gestänge und Rohrmaterial

Tab. 149: Übersicht – Verfahren für grabenlose Verlegung

Trinkwasserversorgung

Grundlagen

Mit dem Ausbau der Trinkwassernetze hat sich der Anteil der PE-Rohrleitungen bei Neuverlegungen deutlich erhöht und liegt nun vor den anderen verwendeten Rohrwerkstoffen. Parallel zu dieser Entwicklung werden die in Versorgungssystemen verwendeten Bauteile mehr und mehr den Eigenschaften der Rohrwerkstoffe angepasst.

Grundsätzlich muss bei der Ausführung von Trinkwasser-Hausanschlussleitungen Folgendes beachtet werden:

- Jedes Gebäude auf einem Grundstück separat an die Versorgungsleitung anschließen.
- Alle Teile der Hausanschlussleitung mindestens für 1,0 MPa Betriebsdruck bemessen.
- Hausanschlussleitungen auf kürzestem Wege, möglichst geradlinig und in rechtem Winkel ins Gebäude führen.
- Absperrrichtungen im unmittelbaren Anbindebereich an die Versorgungsleitung vorsehen.
- Anschlussleitung nicht überbauen, für Ausnahmen Mantelrohre verwenden.
- Keine „vorsorgliche“ Verlegung von Trinkwasser-Hausanschlussleitungen zu unbebauten Grundstücken

Frost kann Schäden an Rohrleitungen verursachen. Erfahrungswerte nach Tab. 150 bieten ausreichende Sicherheit bei der Planung.

| Rohrwerkstoff | Nennweite | Frostbeständige Böden, ständiger Durchfluss | Frostempfindliche Böden, stagnierender Durchfluss |
|---------------|-----------------|---|---|
| | [mm] | [m] | [m] |
| Stahl | < 100 | 1,25 | 1,45 |
| Grauguss | 100–150 | 1,25 | 1,50 |
| Asbestzement | 150–200 | 1,20 | 1,45 |
| Stahlbeton | 200–300 | 1,10 | 1,40 |
| PVC | 300–400 | 1,00 | 1,35 |
| | 400–500 | 0,80 | 1,30 |
| | 500–600 | 0,80 | 1,25 |
| | 600–800 | 0,80 | 1,20 |
| | 800–1000 | 0,80 | 1,10 |
| | > 1000 | 0,60 | 0,90 |
| PE | Alle Nennweiten | 1,10 | 1,45 |

Tab. 150: Frostsichere Rohrüberdeckungen – Erfahrungswerte



Hauseinführungen

Anders als bei Gas-Hausanschlüssen kann bei Trinkwasser-Hausanschlüssen das PE-Rohr bis ins Gebäude geführt werden (Abb. 384 und Abb. 385). Die HAL muss rechtwinklig und mit Wand- und Bodenabständen so eingeführt werden, dass die Wasserzähleranlage spannungsfrei installiert werden kann.

Wie bei Gas-HAL gibt es mittlerweile auch Hauseinführungen für Trinkwasser-HAL für unterkellerte und nichtunterkellerte Gebäude in Form von Mauer-
schutzrohren mit Fixpunkt im Mauerwerk. Im Hausanschlussraum oder in der Hausanschlussnische kann dann über entsprechende Form- und Verbindungsstücke der Anschluss an die Wasserzähleranlage erstellt werden.

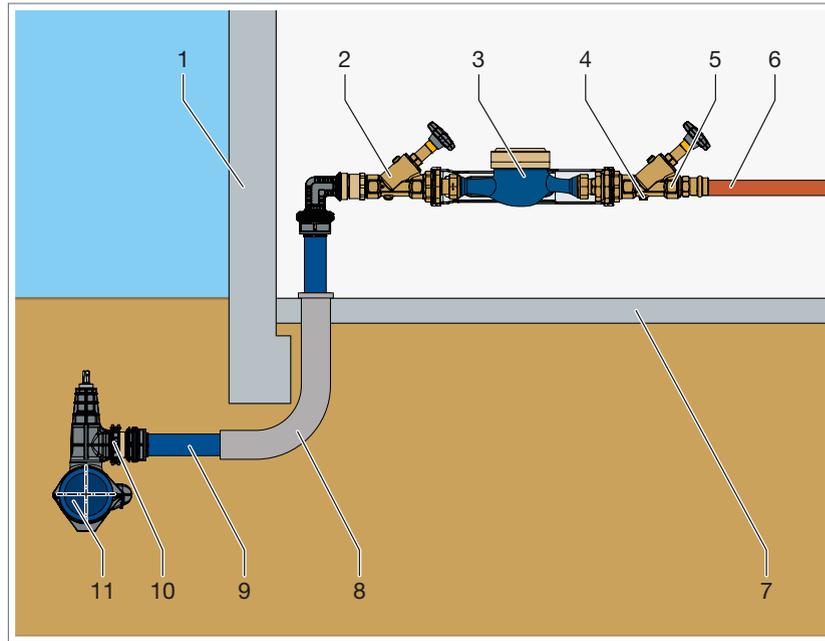


Abb. 384: Trinkwasser-Hausanschluss durch Bodenplatte

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1 Mauerwerk | 7 Sohle |
| 2 Hauptsperrereinrichtung | 8 Mantelrohr |
| 3 Wasserzähler | 9 PE-Hausanschlussleitung |
| 4 Prüfstopfen | 10 Anbohrarmatur |
| 5 KFR-Freistromventil | 11 PE-Hauptleitung |
| 6 zu Hausinstallation | |

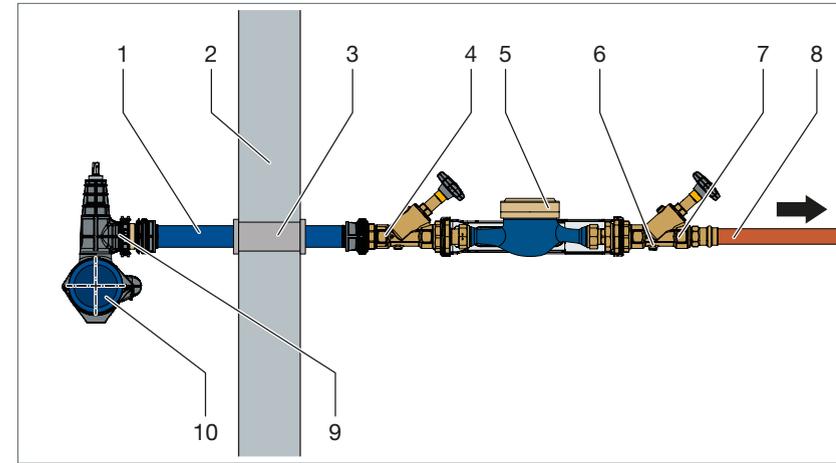


Abb. 385: Trinkwasser-Hausanschluss durch Wand

- | | |
|---------------------------|-----------------------|
| 1 PE-Hausanschlussleitung | 6 Prüfstopfen |
| 2 Mauerwerk | 7 KFR-Freistromventil |
| 3 Mantelrohr | 8 zu Hausinstallation |
| 4 Hauptsperrereinrichtung | 9 Anbohrarmatur |
| 5 Wasserzähler | 10 PE-Hauptleitung |

Bemessung

Das Wasserversorgungsunternehmen hat die Aufgabe, seinen Kunden kontinuierlich Trinkwasser in ausreichender Menge, mit dem notwendigen Druck und in einwandfreier Qualität bereitzustellen. Um diese Anforderungen zu erfüllen, müssen die Hausanschlussleitungen fachgerecht bemessen und ausgeführt werden.

| Wohn-einheiten | maßgebender Durchfluss (Q _{10s}) | | Länge der Anschlussleitung in mm | | | | |
|----------------|--|---------------------|----------------------------------|----|---------------|----|---------------|
| | [l/s] | [m ³ /h] | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| 1 | 1,5 | 5,4 | DN 32 (DN 25) | | | | |
| 2 | 1,8 | 6,5 | | | DN 40 (DN 32) | | DN 50 (DN 40) |
| 3 bis 5 | 2,2 | 7,9 | | | | | |
| 6 bis 10 | 2,5 | 9,0 | DN 40 | | | | |
| 11 bis 30 | 3,0 | 10,8 | | | DN 50 | | |
| 31 bis 100 | 3,5 | 12,6 | | | | | |
| 101 bis 200 | 3,8 | 13,7 | | | | | DN 65 |

Q_{10s} = Durchfluss basierend auf Bezugszeit 10 Sekunden bei Anschlussleitungen laut DVGW W 410

Abb. 386: Bemessung von Trinkwasser-HAL – nach DVGW-AB W 400-1^[1]

Vereinfachtes Bemessungsverfahren

Der Wasserverbrauch pro Kopf ist seit Jahren rückläufig (Abb. 387). Vor diesem Hintergrund spielt auch in der Trinkwasserinstallation das Thema „Bemessung“ eine große Rolle. Angestrebt wird, mit strömungsoptimierten Bauteilen den Leitungsinhalt so weit wie möglich zu reduzieren, ohne dabei auf Komfort verzichten zu müssen. Natürlich spielen auch wirtschaftliche Gründe eine Rolle, denn kleinere Rohrnennweiten bedeuten auch weniger Investitionen und Montageaufwand. Als Folge dieser Entwicklung können auch Rohrnennweiten der Trinkwasser-HAL reduziert werden.

[1] Mit Hilfe des Diagramms können auf Basis der Anzahl der Wohneinheiten (WE) und der Leitungslänge Rohrnennweiten der Trinkwasser-HAL für verschiedene Gebäudetypen bemessen werden. Ein evtl. Löschwasserbedarf wird nicht berücksichtigt.

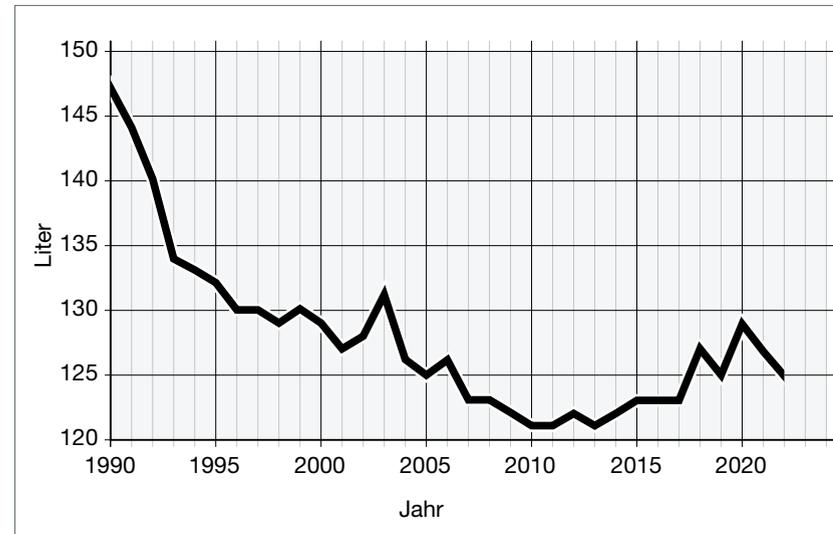


Abb. 387: Entwicklung des personenbezogenen Wassergebrauchs in Deutschland – in Litern pro Einwohner und Tag^[1]

Die Bemessung der Hausanschlussleitungen erfolgt auf der Grundlage des vom VIU nach DIN 1988-300 ermittelten Spitzenvolumenstroms. Grundlage hierzu sind die in der DIN 1988-300 angegebenen Volumenströme einzelner Entnahmestellen und entsprechende Gleichzeitigkeiten (Tab. 151 auf Seite 806). Die Fließgeschwindigkeit sollte zur Begrenzung dynamischer Druckänderungen 2 bis 2,5 m/s nicht überschreiten.

[1] Quelle: BDEW-Wasserstatistik, bezogen auf Haushalte und Kleingewerbe (HuK);



| Art der TW-Entnahme | Anschlussgröße | Mindestfließdruck P _{min FI} | Berechnungsdurchfluss R |
|---|----------------|--|----------------------------|
| | [DN] | [MPa] | [l/s] |
| Auslaufventile ohne Strahlregler ¹⁾ | 15 | 0,05 | 0,30 |
| | 20 | | 0,50 |
| | 25 | | 1,00 |
| Auslaufventile mit Strahlregler | 10 | 0,10 | 0,15 |
| | 15 | | |
| WC-Spülkasten-Füllventil nach DIN EN 14124 | 15 | 0,05 | 0,13 |
| Urinal-Druckspüler manuell nach DIN EN12541 | 15 | 0,10 | 0,30 |
| Urinal-Druckspüler elektronisch nach DIN EN 15091 | 15 | 0,10 | 0,30 |
| WC-Druckspüler | 20 | 0,12 | 1,00 |
| Geschirrspülmaschine nach DIN EN 50242 | 15 | 0,05 | 0,07 |
| Waschmaschine nach DIN EN 60456 | 15 | 0,05 | 0,15 |
| Mischarmaturen ^{2) 3)} | 15 | 0,10 | 0,15 |
| Dusche | | | 0,15 |
| Badewanne | | | 0,07 |
| Küchenspüle | | | 0,07 |
| Waschtisch Bidet | | | 0,07 |

¹⁾ Ohne angeschlossene Geräte (Rasensprenger etc.)

²⁾ Der angegebene Berechnungsdurchfluss ist für den kalt- und warmwasserseitigen Anschluss in Rechnung zu stellen.

³⁾ Eckventile z. B. für Waschtischarmaturen und S-Anschlüsse für Dusch- oder Badewannenarmaturen sind als Einzelwiderstände oder im Mindest-Fließdruck der Entnahmemarmatur zu berücksichtigen.

Tab. 151: Mindest- und Berechnungsdurchflüsse häuslicher Trinkwasser-Entnahmestellen – nach DIN 1988-300



Die Hersteller müssen die Mindestfließdrücke und Berechnungsdurchflüsse für beide Ausgänge ihrer Armaturen – PWC und PWH – angeben. Diese realen Werte sind bei der Bemessung der Rohrdurchmesser zu berücksichtigen und können erheblich von denen in o. g. Tabelle abweichen. Liegen die Herstellerinformationen unter denen in der Tabelle, ist mit dem Bauherrn die weitere Vorgehensweise bei der Bemessung, unter Beachtung der bestehenden Anforderungen an die Installation, abzustimmen und zu dokumentieren. Wenn die Herstellerinformationen über denen in der Tabelle liegen, dann sind diese für die Bemessung zu verwenden.

Beispiel

Berechnung eines Wohngebäudes mit 16 WE = 40 Nutzer

- Nach DIN 1988-300 S = 1,53 l/s oder 5,5 m³/h
- Nach DVGW-AB W 400-1 S = 3,50 l/s oder 12,6 m³/h

Der Spitzenvolumenstrom nach DIN 1988-300 liefert niedrigere Werte als die pauschale Ermittlung nach der Einwohnerzahl.

Konsequent wäre demnach, dass auch die Trinkwasser-HAL nach dem vom VIU ermittelten Spitzenvolumenstrom – unter Berücksichtigung der Druckverluste – bemessen werden.

Vorgehensweise

Das im Folgenden beschriebene Bemessungsverfahren beruht im Wesentlichen auf Druckverlustberechnungen aller an der Trinkwasser-HAL beteiligten Bauteile mit Hilfe von Tabellen aus dem Bemessungsverfahren nach DIN 1988-300.

Berücksichtigt werden der Spitzenvolumenstrom mit Fließgeschwindigkeit $v_{max} = 2 \text{ m/s}$ und ein verfügbarer Druckverlust $\Delta p_{verfügbar} = 200 \text{ hPa}$. Um das Bemessungsverfahren für den privaten Wohnungsbau zu vereinfachen, wurde ein auf Viega Produkte abgestimmtes Bemessungsverfahren mit Formblättern entwickelt. Das Bemessungsverfahren verwendet vereinfachte Tabellen und führt den Berechnungsweg mithilfe eines Formblatts. Die grafische Darstellung der Trinkwasser-HAL mit allen für die Bemessung wichtigen Bauteilen und Berechnungsschritten macht das gesamte Verfahren nachvollziehbar und dokumentiert die Ergebnisse.

Das Ziel des vereinfachten Bemessungsverfahrens ist erreicht, wenn $\Delta p_{HAL} \leq \Delta p_{verfügbar} \leq 200 \text{ hPa}$ ist.



Berechnungsgrundlagen

- Die Rohrlänge „L“ ist die abgewinkelte Rohrlänge, gemessen von der Mitte der Versorgungsleitung bis zur HAE.
- Bemessungsgrundlage von Wasserzählern (WZ) für Wohngebäude ist das DVGW-Arbeitsblatt W 406 „Volumen- und Durchflussmessung von kaltem Trinkwasser in Druckrohrleitungen – Auswahl, Bemessung, Einbau und Betrieb von Wasserzählern“.

Das DVGW-Arbeitsblatt W 406 weist auf die WZ-Durchflussklassen der europäischen Richtlinie 2014/32/EU hin.

Funktion der Tabellen

Mithilfe der Tabellen 1–3 in den Formblättern, (Abb. 388 und Abb. 389), wird bezogen auf den Spitzenvolumenstrom S und der Fließgeschwindigkeit v der Gesamtdruckverlust der TWHL ermittelt.

- Tabelle 1: Rohrreibungsdruckverlust R in Abhängigkeit von Spitzenvolumenstrom, v und d_a
- Tabelle 2: Rohrreibungsdruckverlust R in Abhängigkeit von Spitzenvolumenstrom, v und d_a für PE-X Rohr
- Tabelle 3: Druckverluste für Anbohrarmatur, Formstücke (FT) und Hauptabsperreinrichtung (AV). Für die Druckverluste aller Formstücke ist der größte Druckverlust eines Geopress-Winkels mit d_a = 63 mm zugrunde gelegt worden. Beim Einsatz anderer Formstücke ergibt sich demnach ein geringerer Druckverlust.
- Tabelle 4: Auswahl Wasserzähler

Berechnungsbeispiel mit Formblatt zur Bemessung der Trinkwasser-Hausanschlussleitung

Grundlage für das Arbeiten mit den Formblättern sind die Basisdaten des Projekts:

- Projektname/Baustellenbezeichnung
- VIU-Angabe für Spitzenvolumenstrom
- Hausanschlusslänge
- Rohrmaterial
- Anzahl Verbinder
- Anzahl Wohneinheiten

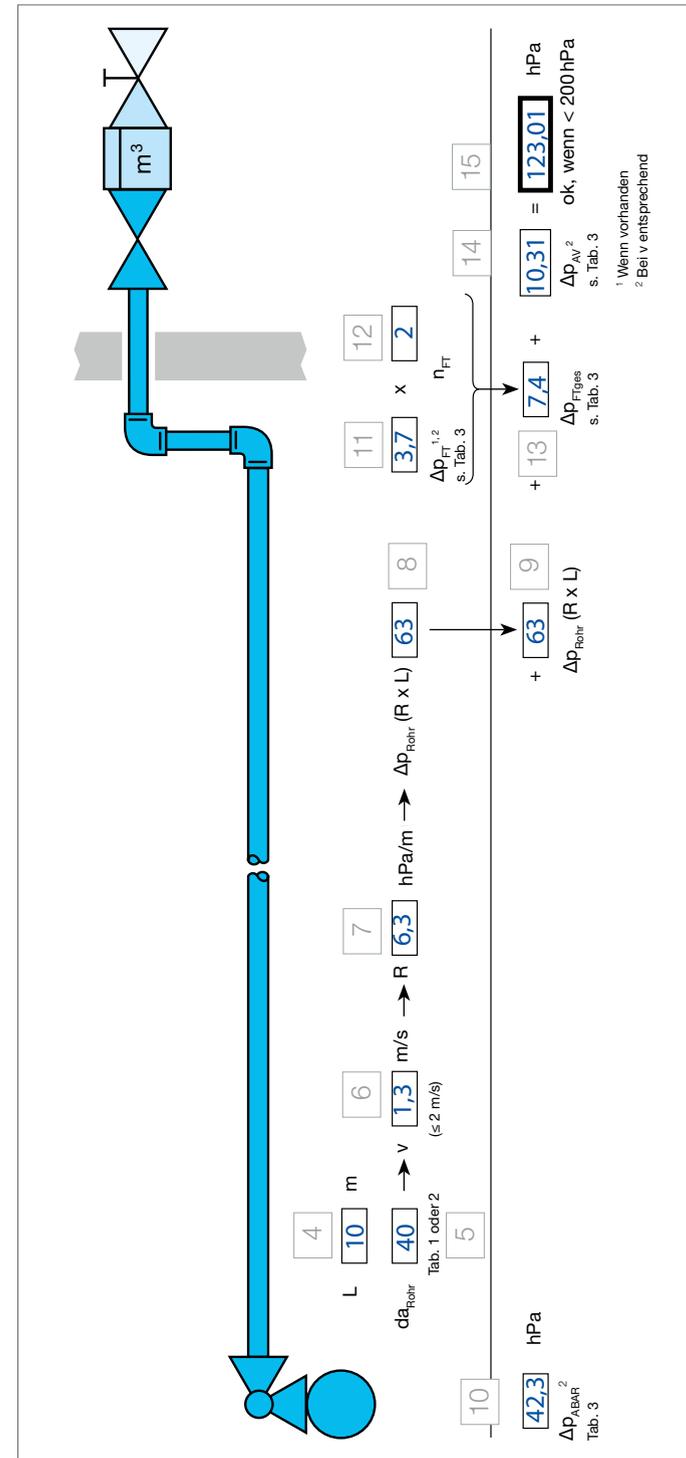


Abb. 388: Formblatt 1 – Zur Ermittlung der Trinkwasser-Hausanschlussleitung



Tabelle 3 Druckverluste Bauteile

| v [m/s] | Anbohr- armatur stück | Form- stück | Δp [hPa] | | | |
|---------|-----------------------------|----------------|-------------|-------------|---------------|-------------|
| | | | ¼ / 1,68 | 1 / 1,43 | 1 ½ / 1,22 | 2 / 1,53 |
| 0,30 | 2,30 | 0,20 | 0,76 | 0,64 | 0,55 | 0,73 |
| 0,40 | 4,00 | 0,40 | 1,34 | 1,14 | 0,98 | 1,30 |
| 0,50 | 6,30 | 0,60 | 2,10 | 1,79 | 1,53 | 2,04 |
| 0,60 | 9,00 | 0,80 | 3,02 | 2,57 | 2,20 | 2,93 |
| 0,70 | 12,30 | 1,10 | 4,12 | 3,50 | 2,99 | 3,99 |
| 0,80 | 16,00 | 1,40 | 5,38 | 4,58 | 3,90 | 5,22 |
| 0,90 | 20,30 | 1,80 | 6,80 | 5,79 | 4,94 | 6,60 |
| 1,00 | 25,00 | 2,20 | 8,40 | 7,15 | 6,10 | 8,15 |
| 1,10 | 30,30 | 2,60 | 10,16 | 8,65 | 7,38 | 9,86 |
| 1,20 | 36,00 | 3,10 | 12,10 | 10,30 | 8,78 | 11,02 |
| 1,30 | 42,30 | 3,70 | 14,20 | 12,08 | 10,31 | 13,77 |
| 1,40 | 49,00 | 4,30 | 16,46 | 14,01 | 11,96 | 15,97 |
| 1,50 | 56,30 | 4,90 | 18,90 | 16,09 | 13,73 | 18,34 |
| 1,60 | 64,00 | 5,60 | 21,50 | 18,30 | 15,62 | 20,86 |
| 1,70 | 72,30 | 6,30 | 24,28 | 20,66 | 17,63 | 23,55 |
| 1,80 | 81,00 | 7,00 | 27,22 | 23,17 | 19,76 | 26,41 |
| 1,90 | 90,30 | 7,80 | 30,32 | 25,81 | 22,02 | 29,42 |
| 2,00 | 100,00 | 8,60 | 33,60 | 28,60 | 24,40 | 30,60 |

Tabelle 4 Auswahl WZ [m³/h]

| WZ | V _s [m³/h] | WE mit | | |
|-----|-----------------------|--------|----------|-----------|
| | | Q3 | Q4 | SK |
| 2,5 | 4,0 | 5 | ≤ 15 | ≤ 30 |
| 6 | 10 | 12,5 | 16 - 86 | 31 - 100 |
| 10 | 16 | 20 | 86 - 200 | 101 - 200 |

DS = Drucksprüher SK = WC-Spülkasten

Bauherr
 Anschrift
 Versorgungsunternehmen

Tabelle 2 PE-Xa SDR 7,4

| V _s | d _a 32 | | d _a 40 | | d _a 50 | | d _a 63 | |
|----------------|-------------------|-----|-------------------|-----|-------------------|-----|-------------------|-----|
| | R | v | R | v | R | v | R | v |
| 0,7 | 14,4 | 1,7 | 4,9 | 1,1 | 1,7 | 0,7 | 0,6 | 0,4 |
| 0,8 | 18,3 | 1,9 | 6,2 | 1,2 | 2,2 | 0,8 | 0,7 | 0,5 |
| 0,9 | 22,6 | 2,1 | 7,7 | 1,4 | 2,7 | 0,9 | 0,9 | 0,6 |
| 1,0 | | | 9,3 | 1,5 | 3,2 | 1,0 | 1,1 | 0,6 |
| 1,1 | | | 11,0 | 1,7 | 3,8 | 1,1 | 1,3 | 0,7 |
| 1,2 | | | 12,9 | 1,8 | 4,4 | 1,1 | 1,5 | 0,7 |
| 1,3 | | | 14,9 | 2,0 | 5,1 | 1,2 | 1,7 | 0,8 |
| 1,4 | | | 17,0 | 2,1 | 5,8 | 1,3 | 1,9 | 0,9 |
| 1,5 | | | | | 6,6 | 1,4 | 2,2 | 0,9 |
| 1,6 | | | | | 7,4 | 1,5 | 2,4 | 1,0 |
| 1,7 | | | | | 8,3 | 1,6 | 2,7 | 1,0 |
| 1,8 | | | | | 9,2 | 1,7 | 3,0 | 1,1 |
| 1,9 | | | | | 10,1 | 1,8 | 3,3 | 1,2 |
| 2,0 | | | | | 11,1 | 1,9 | 3,6 | 1,2 |
| 2,1 | | | | | 12,1 | 2,0 | 4,0 | 1,3 |
| 2,2 | | | | | 13,2 | 2,1 | 4,3 | 1,3 |
| 2,3 | | | | | | | 4,7 | 1,4 |
| 2,4 | | | | | | | 5,0 | 1,5 |
| 2,6 | | | | | | | 5,8 | 1,6 |
| 2,8 | | | | | | | 6,7 | 1,7 |
| 3,0 | | | | | | | 7,5 | 1,8 |
| 3,2 | | | | | | | 8,5 | 2,0 |
| 3,4 | | | | | | | 9,5 | 2,1 |
| 3,6 | | | | | | | | |
| 3,8 | | | | | | | | |
| 4,0 | | | | | | | | |
| 4,2 | | | | | | | | |

V_s [l/s], R [hPa/m], v [m/s]

Spitzenvolumen \dot{V}_s l/s → m³/h

Wohnheiten WE

Auswahl WZ Q3

Abb. 389: Formblatt 2 – Zur Ermittlung der Trinkwasser-Hausanschlussleitung

| | |
|------------------------------------|---------|
| Spitzenvolumenstrom \dot{V}_s | 1,1 l/s |
| Strömungsgeschwindigkeit v_{max} | 2 m/s |
| Rohrart | PE-HD |
| Anzahl Verbinder | 2 |
| HAL-Länge | 10 m |
| Anzahl Wohneinheiten | 15 |

Tab. 152: Basisdaten – Beispiel 1

Die Reihenfolge der notwendigen Schritte wird durch die in den Formblättern grau hinterlegten Zahlen vorgegeben.

| Formblatt-Position | Berechnungsschritt | Ergebnis |
|--------------------|---|--|
| 1 | Spitzenvolumenstrom \dot{V}_s – VIU-Angabe | l/s 1,1 |
| 2 | Umrechnung \dot{V}_s | m³/h 3,96 |
| 3 | Anzahl WE | 15 |
| 4 | Abgewickelte Länge der TWHL | L 10 |
| 5 | Rohrnenntweite auswählen: \dot{V}_s und $\dot{V}_{max} = 2$ m/s nach Tabelle 1 oder 2 beachten | d_{aRohr} 40 |
| 6 | Fließgeschwindigkeit | v 1,3 |
| 7 | Rohrreibungsdruckgefälle | R 6,3 |
| 8 | Produkt bilden | $\Delta p_{Rohr} = R \cdot L$ 63 |
| 9 | Produkt übertragen | $R \cdot L$ 63 |
| 10 | Druckverlust Δp_{ABAR} bestimmen: Nach Tabelle 3, Fließgeschwindigkeit aus 6 berücksichtigen | Δp_{ABAR} 42,3 |
| 11 | Druckverlust Δp_{FT} bestimmen: Nach Tabelle 3, Fließgeschwindigkeit aus 6 berücksichtigen | Δp_{FT} 3,7 |
| 12 | Anzahl der Rohrverbinder | n_{FT} 2 |
| 13 | Produkt bilden | $\Delta p_{FTges} = \Delta p_{FT} \cdot n_{FT}$ 7,4 |
| 14 | Druckverlust Δp_{AV} bestimmen: Nach Tabelle 3, Fließgeschwindigkeit aus 6 berücksichtigen | Δp_{AV} 10,31 |
| 15 | Addition und Bewertung: ok, wenn < 200 hPa | $\Sigma \Delta p = 10 + 9 + 13 + 14$ 42,3 |
| 16 | Auswahl des WZ: Nach Tabelle 4 – Wohngebäude nach WE, sonstige Gebäude nach V_s | Q3 4,0 |
| 17 | Auswahl WZ | nach WE |

Tab. 153: Arbeiten mit Formblättern – Schritt-für-Schritt-Anleitung

Berechnungsergebnisse:

- Der verfügbare Gesamtdruckverlust wurde mit Rohrnennweite $d_a = 40$ nicht vollständig ausgenutzt – $\Sigma\Delta p < 130$ hPa und damit kleiner als 200 hPa.
- WZ-Größe = Q3 4,0 m³/h nach Tabelle 4 – ausreichend für 15 Wohneinheiten mit Druckspüler-WC oder ≤ 30 Wohneinheiten mit Spülkasten-WC

Gasversorgung

Erdgas

Hausanschlussleitungen

Der Gas-Hausanschluss ist die Verbindung zwischen der Gasversorgungsleitung des Gasversorgungsunternehmens (GVU) und der Gas-Installation nach TRGI 2018 (DVGW G 600). Die Gas-Hausanschlussleitung beginnt mit einem Abzweig oder einer Anbohrarmatur an der Versorgungsleitung und endet mit der Hauptabsperreinrichtung (HAE). Der Gas-Hausanschluss ist Bestandteil der öffentlichen Gasversorgung, deshalb erfolgen Planung, Bemessung und Ausführung durch das GVU.

Die Bauteile des Gas-Hausanschlusses müssen auf den maximalen Betriebsdruck des Gasversorgungsnetzes bemessen werden. Die Dimensionierung der Gas-Hausanschlüsse wird durch das GVU oder beauftragte Dritte durchgeführt und erfolgt auf Basis des DVGW-Arbeitsblatts G 459-1.

Komponenten

Gas-Hausanschlussleitungen bestehen im Wesentlichen aus den folgenden Komponenten:

- Anbohrarmatur
- Gasströmungswächter
- Rohrleitung
- Verbinder
- Hauseinführung
- Hauptabsperreinrichtung

Anbohrarmatur

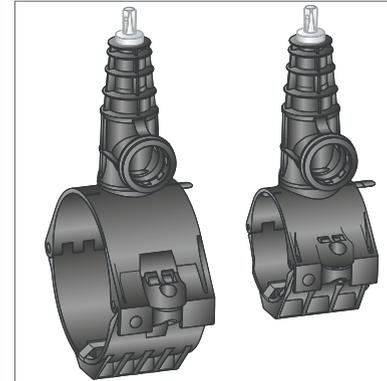


Abb. 390: Geopress G-Anbohrarmatur

Die Anbohrarmatur verbindet die Versorgungsleitung (VL) mit der Hausanschlussleitung (HAL). Damit beim Anschluss einer neuen HAL die Versorgung anderer Kunden nicht beeinträchtigt wird, wird die unter Druck stehende VL mithilfe einer dafür speziell konstruierten Anbohrarmatur angebohrt.

Die Anbohrarmatur wird entweder im Schweißverfahren oder mechanisch mit Spannvorrichtungen befestigt. Für die Verwendung von Geopress G-Anbohrarmaturen für Versorgungsleitungen aus PE 80, PE 100, PE 100RC und PE-X liegt die Begrenzung im Außendurchmesser bei $d_a \leq 225$ mm. Anbohrarmaturen sind mit und ohne Betriebsabsperrrung lieferbar.

Gasströmungswächter

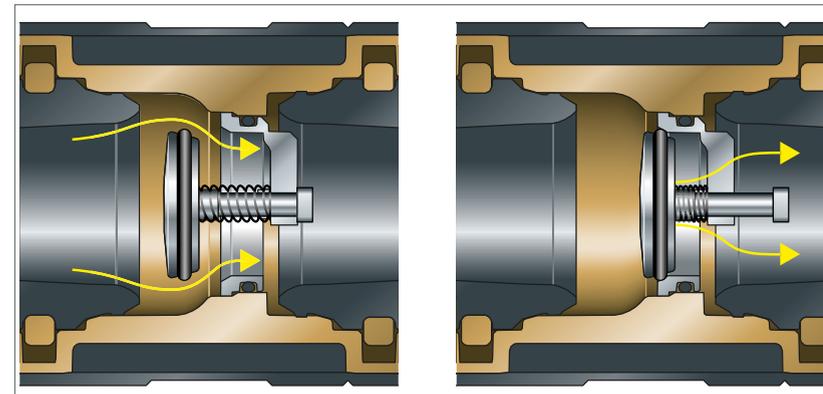


Abb. 391: Gasströmungswächter

Der Gasströmungswächter (GS) ist ein selbsttätig schließendes Bauteil, das gemäß der Ergänzung des DVGW-Arbeitsblatts G 459-1 („Gas-Hausanschlüsse für Betriebsdrücke bis 0,5 MPa. Planung und Errichtung“) in neuverlegte Gas-Hausanschlussleitungen eingebaut werden muss. Der Einsatz ist im DVGW-Arbeitsblatt G 459-1, unter Punkt 5.1.3.3 „Selbsttätig schließende Bauteile“ beschrieben:

„In den Netzanschluss ($\leq d_a$ 63 mm bzw. DN 50) ist ein selbsttätig schließendes Bauteil (z. B. Gasströmungswächter), möglichst nahe am Abzweig von der Versorgungsleitung, einzubauen. Hierdurch sollen größere, unkontrollierte Gasausströmungen aus den nachgeschalteten Systemen, z. B. durch Fremdeinwirkung, verhindert werden.“

Hauseinführungen

Das Versorgungsunternehmen installiert Hauseinführungen gemäß DVGW-Arbeitsblatt G 459-1 und bestimmt die Art der Ausführung, z. B. ob mit oder ohne Mantelrohr.

Wenn der Werkstoffübergang in einem metallenen Mantelrohr nach DVGW-VP 601 liegt, darf eine Hausanschlussleitung aus PE-Rohr ins Gebäude geführt werden. Das Mantelrohr muss die Außen- und Innenseite der Wand oder der Bodenplatte (bei nichtunterkellerten Gebäuden) überragen (Abb. 392).

Wird bei PE kein Mantelrohr verwendet, dann muss der Übergang von PE-Rohren auf metallene Rohre möglichst nahe vor dem Gebäude liegen. Die Hauseinführung muss durch eine elektrische Trennstelle von der Gas-Installation getrennt werden.

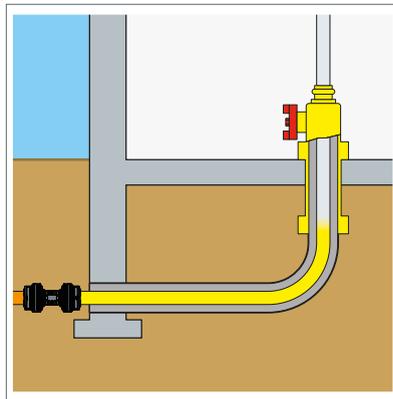


Abb. 392: Hauseinführung im Mantelrohr

Gas-Hauseinführungen müssen eine Zugkraft von 30 kN ohne Lageänderung der Hauseinführung aufnehmen können. Damit soll verhindert werden, dass die im Haus liegende Gas-Installation beschädigt wird, wenn z. B. ein Bagger die Leitung beschädigt (Abb. 393).

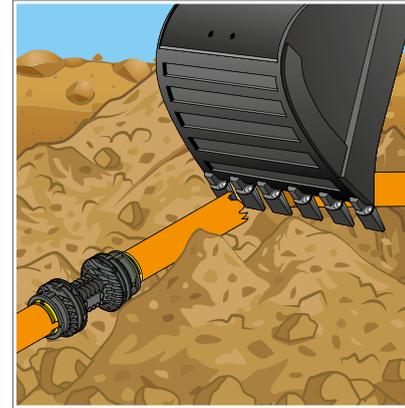


Abb. 393: Baggereingriff bei Gas-HAL

Die Übertragung von Kräften über die Hausanschlussleitung auf die Gas-Installation in Gebäuden muss durch geeignete Maßnahmen verhindert werden, z. B. Fixpunkte oder Ausziehsicherungen.

Einbau der Hauseinführung in Wände

Der Ringraum zwischen HAL und Mantelrohr sowie zwischen Mantelrohr und Baukörper muss zum Hausanschlussraum gas- und wasserdicht ausgeführt werden. Bei Ausführung der Hauseinführung als Fixpunkt muss die kraftschlüssige Verbindung zur Wand sichergestellt werden.

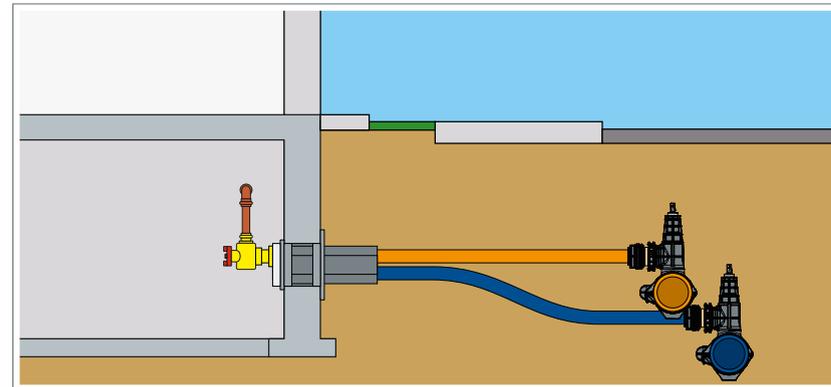


Abb. 394: Mehrparten-Hausanschluss

Hausanschlussleitung bei nichtunterkellerten Gebäuden

Die Einführung einer Hausanschlussleitung durch die Bodenplatte in nicht-unterkellerte Gebäude muss in einem Mantelrohr erfolgen (Abb. 392).

Im Freien liegende Hausanschlusssteile

Ungeschützt im Freien liegende Bauteile von Hausanschlussleitungen müssen aus Metall sein und gegen Korrosion und mechanische Beschädigungen geschützt werden.

Mehrsparren-Hauseinführung

Aus technischen Gründen oder wegen fehlender Abstimmung wurden für Anschlussleitungen für Strom, Gas, Wasser oder Telekommunikation häufig einzelne Hauseinführungen verwendet (Abb. 394). Wirtschaftlicher ist die Verwendung von Mehrsparten-Hauseinführungen (MSHE), bei der alle Versorgungsleitungen durch eine Kernbohrung (\varnothing 150–200 mm) ins Gebäude geführt werden. Beachtet werden müssen die unterschiedlichen Anforderungen und Regelwerke der einzelnen Versorgungssysteme. Das können sein:

- unterschiedliche Verlegetiefen
- Mantelrohr-Systeme oder Leerrohre, die vorsorglich für spätere Anschlüsse verlegt werden

Hauptabsperreinrichtungen

Die Hauptabsperreinrichtung (HAE) befindet sich am Ende der Gas-HAL und ist die Schnittstelle zwischen dem Versorgungssystem des Versorgungsunternehmens und der Haus-Installation. Hauptabsperreinrichtungen in Gas-Hausanschlussleitungen müssen für den Auslegungsdruck bemessen sein und DIN 3537-1 entsprechen.

Im Wesentlichen muss bei der Installation einer HAE darauf geachtet werden, dass sie unmittelbar hinter der Hauseinführung angeordnet wird und leicht zugänglich ist. HAE innerhalb von Gebäuden müssen höher thermisch belastbar (HTB) ausgeführt werden.

Bemessung von Gas-HAL

Bei der Planung für die Ausführung und Erstellung einer Hausanschlussleitung müssen folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Wirtschaftlichkeit/Kosten
- Umweltschutz
- Lebensdauer
- Funktionserfüllung
- Betriebssicherheit

Die Wirtschaftlichkeits- und Kostenrechnung beinhaltet eine Bandbreite von Notwendigkeiten und Anforderungen, die jede für sich beurteilt werden muss. Angefangen von der Planung über die Erstellung bis hin zur Inbetriebnahme der Hausanschlussleitung muss die Wirtschaftlichkeits- und Kostenrechnung individuell gestaltet werden.

Wird der Aspekt Umweltschutz betrachtet, dann handelt es sich hauptsächlich um die Trassenführung, in der die Gas-HAL verlegt werden soll und die Verlegungsart selbst – im Rohrleitungsgraben oder grabenlos.

Die Lebensdauer und somit auch die Funktionserfüllung und Betriebssicherheit einer Gas-HAL orientieren sich überwiegend an bekannten, jahrelang bewährten und zertifizierten Produkten. Doch diese können sich nur in der Praxis bewähren, wenn sie entsprechend den gültigen Normen und Regelwerken sowie den allgemein anerkannten Regeln der Technik eingesetzt und eingebaut werden.

Die Funktionserfüllung und die Betriebssicherheit einer Gas-HAL sind in erster Linie abhängig von der korrekt durchgeführten Bemessung.

Im Besonderen muss hier nochmals auf das DVGW-Arbeitsblatt G-459-1 hingewiesen werden. Unter Punkt 5.1.3.3 wird die Verwendung und der Einbau eines selbsttätig schließenden Bauteils – Gasströmungswächter (GS) – in Hausanschlussleitungen $d_a \leq 63$ mm bzw. DN 50 möglichst nahe am Abgang der VL vorgeschrieben. Ziel ist hier die Einhaltung eines definierten Schutzziels. Der Gasströmungswächter soll größeres unkontrolliertes Ausströmen von Gas nach einem Baggereingriff verhindern. Die hier einzusetzenden GS für die Gas-HAL müssen die DIN 30652-2, Ausgabe 09/2022, „Gasströmungswächter für Netzanschlussleitungen“, entsprechen. Sie dürfen nicht verwechselt werden mit den Gasströmungswächtern nach DIN 30652-1, Ausg. 06/2021, „Gasströmungswächter für die Gasinstallation“.

Das bereits erwähnte Anwenderregelwerk DVGW-Arbeitsblatt G 459-1 stellt dem Anwender – in diesem Falle dem Versorgungsunternehmen – vier in den Betriebsdruckbereichen unterschiedliche Gasströmungswächter zur Auswahl. Die Gasströmungswächter haben wiederum jeweils eigene Druckverluste und eigene, dem Versorgungsdruck zuzuordnende absicherbare Rohrlängen. Spätestens hier muss erkannt werden, dass aus der Betrachtung heraus für die Funktionssicherheit des Gasströmungswächters, nämlich die Einhaltung des Schutzziels, eine korrekte Bemessung der Gas-HAL erforderlich ist.

Um die Verantwortlichen (insbesondere das Versorgungsunternehmen) für dieses Thema zu sensibilisieren, wird im Folgenden noch einmal auf die Notwendigkeit zur Bemessung der Gas-HAL hingewiesen.



Weitere Kriterien

Bei Versorgungsdrücken bis 100 hPa (mbar) werden in der Praxis die Gas-HAL über den Anschlussvolumenstrom A mit Strömungsgeschwindigkeiten von etwa 6 m/s bemessen. Hierbei müssen aber weitere zusätzliche Gesichtspunkte betrachtet werden:

- **Absicherbare Rohrlänge:**
Gemäß den Anforderungen der DIN 30652-2, Ausgabe 09/2022 sind die Hersteller von Gasströmungswächtern verpflichtet, die absicherbare Rohrlänge in den beiliegenden Produkt- und Herstellerinformationen mitzuteilen. Wenn die Gesamtlänge der zu erstellenden Gas-HAL größer ist als die in den Produktinformationen angegebene absicherbare Rohrlänge, dann ist zwangsläufig eine größere Nennweite der gesamten Gas-HAL erforderlich. Das Schutzziel ist definiert in DIN 30652-2, Ausgabe 09/2022, Anhang B (B.1 Allgemeines) – Zitat: „Es wird davon ausgegangen, dass der Gasströmungswächter schließt, wenn die HAE bzw. Hauseinführungskombination (HEK) voll geöffnet und der volle Austrittsquerschnitt freigegeben wird.“
Nach DVGW-Arbeitsblatt G 459-1 sichert der GS in der Gas-HAL ggf. auch zusätzlich die erste lösbare Verbindung nach der HAE (Manipulationsschutz) vor dem Gasdruckregler bzw. vor dem GS in der Gas-Installation mit ab.
- **Mindestanschlussdruck vor dem Gasdruckregler:**
Im Allgemeinen muss eine störungsfreie Arbeitsweise des Gasdruckreglers sichergestellt werden, um einen Mindestanschlussdruck an der Gasgeräteamatur zu gewährleisten. Diese vorgenannten Anforderungen machen daher einen Mindestanschlussdruck vor dem Gasdruckregler gemäß Herstellerinformationen notwendig.

Auf den nachfolgenden Seiten wird ein Bemessungsverfahren vorgestellt, das die vorangegangenen Betrachtungen im Wesentlichen widerspiegelt und eine den Regelwerken entsprechende Gas-HAL gewährleistet.



Vereinfachtes Bemessungsverfahren

Grundlagen

Die Bemessung der Gas-HAL beruht allgemein auf der Druckverlustberechnung in einer Leitung. Zugrunde gelegt werden die notwendigen Tabellen aus dem Bemessungsverfahren in Abschnitt 7 der DVGW-TRGI 2018. Die Tabellen sind lediglich auf die erforderlichen Inhalte für die Bemessung der Gas-HAL gekürzt und für die Übersichtlichkeit und Handhabung optimiert. Sie beinhalten eine Umrechnung von Belastung [kW] in Volumenstrom [m³/h] mit einem zugrunde gelegten Heizwert HI,B von 8,6 kWh/m³ und einer maximalen Fließgeschwindigkeit von 6 m/s.

Ein Gleichzeitigkeitsfaktor wird bei mehreren Gasgeräten nicht berücksichtigt.

Bemessungsgrundlage der Gas-HAL ist die Nennbelastung Q_{NB} der zu erwartenden angeschlossenen Gasgeräte in dem jeweiligen Gebäude. Die Nennbelastung muss vom VIU ermittelt und dem Versorgungsunternehmen angegeben werden.

Die Nennweite der Gas-HAL hängt vom verfügbaren Druckverlust und vom einzusetzenden Gasströmungswächter ab, der unmittelbar nach der Anbohrarmatur positioniert ist. Die Funktion des Gasströmungswächters muss nachgewiesen werden. Dieses Schutzziel wird nur im Zusammenspiel von GS-Nennweite und Größe der nachfolgenden Gas-HAL in Abhängigkeit vom Versorgungsdruck erreicht.

Anwendung

Die Bemessung der Gas-HAL muss über vier unterschiedliche Formblätter in Abhängigkeit

- vom Versorgungsdruck,
 - von der Anordnung der Hauseinführung, Gasdruckregler (GDR) und Gasströmungswächter (GS) und
 - vom Gasdruckregler
- mit ausreichender Genauigkeit durchgeführt werden. Die zu betrachtende Strecke ist grafisch gelb voll eingefärbt.

| Installation | Formblatt 1 | Formblatt 2 | Formblatt 3 | Formblatt 4 |
|-------------------------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|
| Versorgungsdruck [hPa] (mbar) | ≤ 25 | > 25 | > 25 | > 25 |
| Gasdruckregler | ohne | zentral | zentral | dezentral |
| GS-HAL nach DIN 30652-2 | ohne | ✓ | ✓ | ✓ |
| GS-Gebäude nach DIN 30652-1 | ohne | ✓ ¹⁾ | ✓ | ✓ ¹⁾ |

¹⁾ Ohne Relevanz für Gas-HAL

Tab. 154: Formblätter zur Bemessung von Gas-HAL – Übersicht

Formblätter:

- Formblatt 1: Versorgungsdruck ≤ 25 hPa (mbar):
Hier wird kein Gasdruckregler eingesetzt. Ebenfalls muss am Anfang der Gas-HAL auf den Gasströmungswächter verzichtet werden, um somit einen ausreichenden Geräteanschlussdruck zu gewährleisten.
- Formblätter Beispiele 2, 3 und 4: Versorgungsdruck > 25 hPa (mbar):
 - mit zentralem Gasdruckregler ohne Berücksichtigung des GS für die Gas-Installation (Formblatt 2)
 - mit zentralem Gasdruckregler mit Berücksichtigung des GS für die Gas-Installation (Formblatt 3)
 - mit dezentralem Gasdruckregler ohne Berücksichtigung des GS für die Gas-Installation (Formblatt 4).

Druckverluste sind auf die Geopress-Produkte abgestimmt. Durch die Formblätter wird der Nutzer systematisch entlang des Fließwegs geführt, grau hinterlegte Ziffern in den Berechnungskästchen dienen der Navigation. Die zur Bestimmung der jeweiligen Druckverluste erforderlichen Tabellen sind im Formblatt integriert. Dies hat u. a. den Vorteil, dass der Aufwand durch die praxisgerechte Aufteilung des Formblatts auf ein Minimum reduziert wird. Zugleich wird die Bemessung der Gas-HAL jederzeit nachvollziehbar dokumentiert ist.

Der rechnerisch verfügbare Druckverlust $\Delta p_{\text{verfügbar}}$ resultiert aus dem Versorgungsdruck p_{Netz} abzüglich des Mindestanschlussdrucks des Gasdruckreglers ($\Delta p_{\text{verfügbar}} = p_{\text{Netz}} - p_{\text{minDRG}}$) bzw. des Mindestversorgungsdrucks an der HAE ($\Delta p_{\text{verfügbar}} = p_{\text{Netz}} - p_{\text{min}}$).

Der Druckverlust der Anbohrarmatur Δp_{DAV} entspricht dem in der DVGW-VP 304 höchstgenannten Wert von 0,5 hPa (mbar).

Zur Ermittlung des gesamten Rohrreibungsdruckverlusts werden die wahre Leitungslänge L und der äquivalente Längenzuschlag $L_{\text{äquival}}$ von Formstücken (falls vorhanden) summiert.

Die Leitungslänge L ist die abgewickelte Rohrlänge. Die Rohrlänge L wird von Mitte Versorgungsleitung bis Absperrereinrichtung der HAE betrachtet. Anstelle der ζ -Werte für Formstücke wird die äquivalente Rohrlänge herangezogen. Als äquivalente Länge wird die Länge des zugehörigen Rohrs bezeichnet, die den gleichen Strömungswiderstand hervorruft wie ein durch den ζ -Wert gekennzeichneter Einzelwiderstand.

Der Druckverlust der Hauptabsperrereinrichtung wird wie ein Kugelhahn betrachtet. Hierzu wird die DIN EN 331 zugrunde gelegt. Das gilt für Hauseinführungen durch die Wand oder durch die Bodenplatte. Bei Einsatz der Hauseinführung durch die Bodenplatte wird das flexible Anschlussrohr als Rohrlänge bewertet, auch wenn dieses gebogen ist. Der Biegeradius ist in der Regel so groß, dass die Bewertung als Einzelwiderstand vernachlässigt werden kann.

Ziel dieses vereinfachten Bemessungsverfahrens ist, die Summe aller Druckverluste $\leq p_{\text{verfügbar}}$ sicherzustellen.

Neben den Druckverlusten muss auch das Schutzziel des Gasströmungswächters – die absicherbare Rohrlänge – beachtet und nachgewiesen werden. Hierzu dienen die in Tafel 1 dargestellten Diagramme der einzelnen Gasströmungswächter-Typen (siehe Abb. 397 – Abb. 400 auf Seite 827).

Wenn in Abhängigkeit vom Versorgungsdruck die maximal absicherbare Leitungslänge eines Gasströmungswächters mit ausgewählter Nennweite überschritten wird, dann muss die Gas-HAL in der nächstgrößeren Nennweite ausgeführt werden.

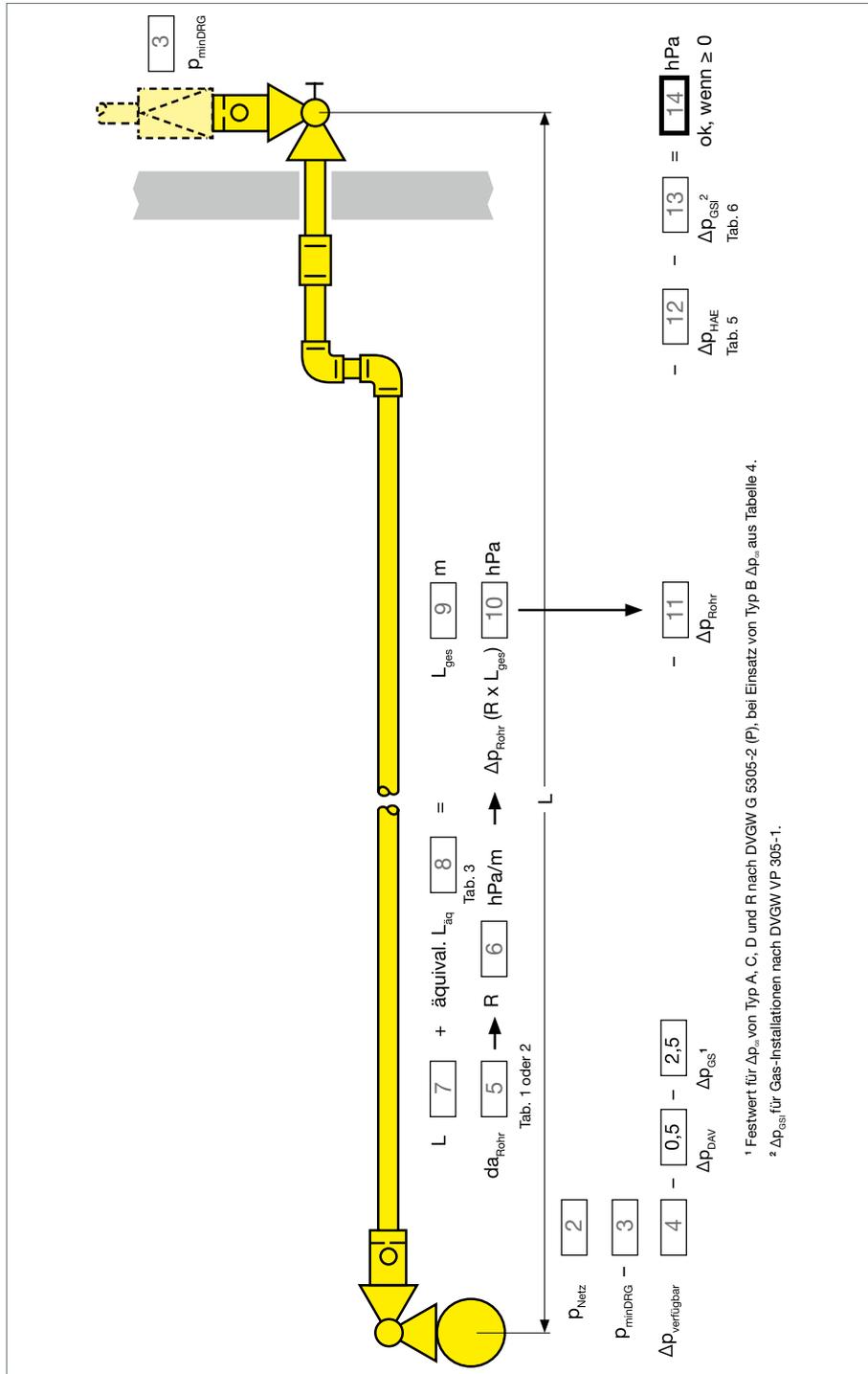


Abb. 395: Erläuterung zu Formblatt 3, oberer Teil – Zur Ermittlung der Gas-Hausanschlussleitung



Tabelle 1
Rohrdruckgefälle PE-X

| R | d _a 32 | d _a 40 | d _a 50 | d _a 63 |
|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Q _{NE} [kW] | 8 | 15 | 29 | 56 |
| [hPa/m] | 0,004 | 0,006 | 0,008 | 0,010 |
| | 10 | 20 | 37 | 71 |
| | 12 | 23 | 44 | 84 |
| | 14 | 27 | 50 | 96 |
| | 16 | 30 | 55 | 106 |
| | 17 | 32 | 60 | 110 |
| | 18 | 35 | 64 | |
| | 20 | 37 | 69 | |
| | 22 | 41 | 75 | |
| | 25 | 46 | 85 | |
| | 27 | 51 | 94 | |
| | 30 | 56 | 102 | |
| | 33 | 61 | 110 | |
| | 37 | 69 | | |
| | 41 | 77 | | |
| | 45 | 83 | | |
| | 48 | 90 | | |
| | 52 | 96 | | |
| | 56 | 104 | | |
| | 62 | 110 | | |
| | 67 | | | |
| | 73 | | | |
| | 77 | | | |
| | 82 | | | |

Tabelle 2
Rohrdruckgefälle PE SDR 11

| R | d _a 32 | d _a 40 | d _a 50 | d _a 63 |
|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Q _{NE} [kW] | 20 | 36 | 69 | 126 |
| [hPa/m] | 0,010 | 0,015 | 0,020 | 0,025 |
| | 25 | 46 | 85 | 159 |
| | 30 | 54 | 100 | 187 |
| | 34 | 62 | 114 | 215 |
| | 38 | 68 | 126 | 240 |
| | 41 | 75 | 138 | 260 |
| | 45 | 81 | 149 | 280 |
| | 48 | 86 | 159 | 300 |
| | 51 | 92 | 169 | 320 |
| | 56 | 102 | 188 | 355 |
| | 61 | 111 | 205 | 385 |
| | 66 | 120 | 225 | 415 |
| | 71 | 129 | 240 | 445 |
| | 76 | 137 | 255 | 470 |
| | 84 | 152 | 280 | 520 |
| | 92 | 166 | 305 | 570 |
| | 99 | 179 | 330 | 620 |
| | 106 | 191 | 355 | 660 |
| | 112 | 205 | 375 | 700 |

Tabelle 3
Längenzuschlag für Formstücke

| l _w [m] | d _a 32 | d _a 40 | d _a 50 | d _a 63 |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| k [m] | 1,5 | 2,0 | | |
| | 0,5 | | | |

l_w = 90°-Winkel
k = Kupplung

Tabelle 4
Gasströmungswächter nach G 5305-2

| DN | 25 | 32 | 40 | 50 | 63 | p Bereich [hPa] |
|-------|-----|------|-----|-----|----------|-----------------|
| Typ A | 25 | 100 | | | | 25 - 100 |
| Typ C | 25 | 1000 | | | | 25 - 1000 |
| Typ D | 35 | 5000 | | | | 35 - 5000 |
| Typ B | 5,5 | 7,2 | 7,3 | 7,2 | 100-5000 | |

Tabelle 5
Hauptabsperreinrichtung Eckform

| DN | 25 | 32 | 40 | 50 |
|-------------------------|------|------|------|------|
| Q _{NE} [kW] | 29 | 53 | 82 | 106 |
| Q _{NE} [hPa/m] | 0,05 | 0,10 | 0,15 | 0,20 |
| | 38 | 68 | 106 | 137 |
| | 45 | 81 | 126 | 162 |
| | 51 | 92 | 143 | 183 |
| | 56 | 101 | 158 | 203 |
| | 61 | 110 | 172 | 221 |
| | 66 | 118 | 184 | 237 |
| | 70 | 126 | 196 | 252 |
| | 74 | 133 | 207 | 267 |
| | 78 | 140 | 218 | 280 |

Tabelle 6
Gasströmungswächter VP 305-1

| Q _{NE} [kW] | 8 | 9 | 10 | 12 | 14 | 18 | 20 | 22 | 23 | 25 | 26 | 27 | 28 | 30 | 35 | 36 | 38 | 42 | 47 | 49 | 50 |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Q _{NE} [hPa/m] | 0,06 | 0,08 | 0,10 | 0,12 | 0,14 | 0,16 | 0,18 | 0,20 | 0,22 | 0,24 | 0,26 | 0,28 | 0,30 | 0,30 | 0,35 | 0,36 | 0,38 | 0,42 | 0,47 | 0,49 | 0,50 |

Durchgangsform

| DN | 25 | 32 | 40 | 50 |
|-------------------------|------|------|------|------|
| Q _{NE} [kW] | 47 | 79 | 118 | 191 |
| Q _{NE} [hPa/m] | 0,05 | 0,10 | 0,15 | 0,20 |
| | 61 | 103 | 152 | 247 |
| | 72 | 121 | 180 | 292 |
| | 82 | 138 | 204 | 331 |
| | 90 | 152 | 225 | 366 |
| | 98 | 165 | 245 | 398 |
| | 105 | 178 | 263 | 428 |
| | 112 | 189 | 280 | 455 |
| | 119 | 200 | 296 | 481 |
| | 125 | 210 | 312 | 506 |

Tabelle d_a - DN

| d _a [mm] | 32 | 40 | 50 | 63 |
|---------------------|----|----|----|----|
| DN | 25 | 32 | 40 | 50 |

Bauherr
 Adresse
 VIU
 Nennbelastung (Gesamt) Q_{NE}

Abb. 396: Erläuterung zu Formblatt 3, unterer Teil – Zur Ermittlung der Gas-Hausanschlussleitung



Das Formblatt 3 ist hier als oberer Teil (Abb. 395) und unterer Teil (Abb. 396) dargestellt. Das Blatt zeigt exemplarisch für alle vier Formblätter, wie die Gas-HAL ermittelt wird: bei Gasverteilung mit Versorgungsdrücken > 25 hPa mit zentralem Gasdruckregler, mit Berücksichtigung des Gasströmungswächters für die Gas-Installation sowie die grafische Darstellung einer Gas-HAL von der Versorgungsleitung bis zum Gasdruckregler. Die Bemessung und die Bestimmung der Druckverluste der einzelnen Komponenten der Gas-HAL lassen sich anhand der entlang des Fließwegs vorgegebenen „Rechenkästchen“ ermitteln.

Bedeutung der Tabellen

Tabelle $d_a - DN$ zeigt eine Gegenüberstellung der Rohrgrößen d_a [mm] zur Armaturenennweite DN.

Aus den Tabellen 1 bis 6 wird in Abhängigkeit von der Belastung aus den vorgegebenen Druckverlusten der Rohre und Bauteile anhand der grafischen Darstellung der Gesamtdruckverlust der Gas-HAL ermittelt.

- Tabelle 1:
Rohrdruckgefälle R in [hPa/m] von PE-X-Rohr in Abhängigkeit von der Nennbelastung Q_{NB} und Rohrgröße d_a
- Tabelle 2:
Rohrdruckgefälle R in [hPa/m] von PE-Rohr (SDR 11) in Abhängigkeit von der Nennbelastung Q_{NB} und Rohrgröße d_a
- Tabelle 3:
Äquivalente Länge $L_{äq}$ in [m] in Abhängigkeit von der Formteilgröße d_a und der Art des Formstücks
- Tabelle 4:
Druckverlust Δp_{GS} in [hPa] des Gasströmungswächters der Gas-HAL (unmittelbar nach der Anbohrarmatur) in Abhängigkeit von der Nennbelastung Q_{NB}
- Tabelle 5:
Druckverlust der Hauptabsperreinrichtung Δp_{AE} in [hPa] in Abhängigkeit von der Nennbelastung Q_{NB} , der Ausführung und der Armaturenennweite DN
- Tabelle 6:
Druckverlust Δp_{GSI} in [hPa] des Gasströmungswächters der Hausinneninstallation (vor dem Gasdruckregler) in Abhängigkeit von der Nennbelastung Q_{NB} .



Ergebnis

Wenn das Ergebnis ≥ 0 ist, ist die Bemessung der Gas-HAL abgeschlossen. Wenn bei der ersten Bemessung ein Restdruck von < 0 (negative Zahl) herauskommt, müssen andere Maßnahmen ergriffen werden. In der Regel ist eine größere Nennweite der Gas-HAL erforderlich.

Navigation

Mit den Formblättern können HAL im privaten Wohnungsbau in kürzester Zeit berechnet und dokumentiert werden.

Im Folgenden wird in wenigen Schritten die Vorgehensweise zur Handhabung des Formblatts erklärt.

Die Reihenfolge der notwendigen Schritte wird durch die in den Berechnungskästchen grau hinterlegten Ziffern vorgegeben.



| Schritt / Ausführung | Formblatt-Position |
|--|--|
| ↑ Nennbelastung (Gesamt) Q_{NB} eintragen. | Q_{NB} <input type="text" value="1"/> kW |
| ↑ Kleinsten rechnerisch möglichen Versorgungsdruck p_{Netz} eintragen. | p_{Netz} <input type="text" value="2"/> hPa |
| ↑ Mindestanschlussdruck des Gasdruckreglers p_{minDRG} oder an der HAE p_{min} in beide Felder eintragen und ... | $p_{min DRG}$ <input type="text" value="3"/> und p_{min} <input type="text" value="3"/> hPa |
| ↑ ... verfügbaren Druckverlust $\Delta p_{verfügbar}$ ermitteln. | $\Delta p_{verfügbar}$ <input type="text" value="4"/> hPa |
| ↑ ¹⁾ Druckverlust Anbohrarmatur Δp_{DAV} und Gasströmungswächter Δp_{GS} sind als Geopress-Systembauteile vorgegeben. | Δp_{DAV} <input type="text" value="0,5"/> und Δp_{GS}^1 <input type="text" value="2,5"/> hPa |
| ↑ ²⁾ Je nach Rohrtart, aus Tabelle 1 oder 2 anhand der Nennbelastung Q_{NB} oder des nächsthöheren Wertes, die Rohrgröße d_{Rohr} auswählen... ↑ ... und den daraus resultierenden R-Wert eintragen. | d_{Rohr} <input type="text" value="5"/> mm (Tab. 1 oder 2) R <input type="text" value="6"/> hPa/m |
| ↑ Abgewinkelte Länge L der GHl eintragen. | L <input type="text" value="7"/> m |
| ↑ Äquivalente Länge $L_{\text{äq}}$ der Formstücke, wenn vorhanden, aus Tabelle 3 eintragen. | äquiv. Länge $L_{\text{äq}}$ <input type="text" value="8"/> m (Tab. 3) |
| ↑ Summe L_{ges} aus L und $L_{\text{äq}}$ bilden. | L_{ges} <input type="text" value="9"/> m |
| ↑ Produkt Δp_{Rohr} aus $R \cdot L_{ges}$ bilden ... | $\Delta p_{Rohr} (R \times L_{ges})$ <input type="text" value="10"/> hPa |
| ↑ ... und übertragen | Δp_{Rohr} <input type="text" value="11"/> hPa |
| ↑ Druckverlust HAE Δp_{HAE} aus Tabelle 5 anhand der Nennbelastung Q_{NB} oder des nächsthöheren Werts und entsprechend der Armaturenform bestimmen und eintragen. | Δp_{HAE} <input type="text" value="12"/> hPa (Tab. 5) |
| ↑ ³⁾ Druckverlust Δp_{GS} des gs in der Gas-Installation aus Tabelle 6 eintragen. | Δp_{GS}^2 <input type="text" value="13"/> hPa (Tab. 6) |
| ↑ Restdruck ermitteln → alle eingetragenen Druckverluste $\Delta p \dots$ vom verfügbaren Druckverlust $\Delta p_{verfügbar}$ abziehen, das Ergebnis in <input type="text" value="14"/> eintragen – ist der Restdruck > 0, ist die Berechnung erfolgreich abgeschlossen. | i. O. wenn ≥ 0 <input type="text" value="14"/> hPa |
| ↑ Abschließend ist die Funktion des Gasströmungswächters nach Tafel 1 nachzuweisen. | |

¹⁾ Festwert für Δp_{GS} von Typ A, C, D und R nach DVGW 5305-2 (P). Bei Einsatz von Typ B, Δp_{GS} aus Tabelle 4 eintragen.

²⁾ Ggf. Rohrgröße mit Diagramm GS nach Tafel 1 vergleichen, ob absicherbare Länge i. O.

³⁾ Nur Formblatt 3

Tab. 155: Vorgehensweise zur Handhabung des Formblatts

Nachweis über die absicherbare Rohrlänge der Gas-HAL

Wenn die Druckverlustberechnung durchgeführt und das Formblatt korrekt ausgefüllt ist, dann muss abschließend der Nachweis über die Funktionserfüllung der absicherbaren Rohrlänge für den Gasströmungswächter geführt werden. Die Nachweisführung erfolgt über die entsprechenden Diagramme, die der Hersteller eines GS dem Anwender zur Verfügung stellt, siehe Tafel 1. Je nach Betriebsdruckbereich müssen die unterschiedlichen GS-Typen (Abb. 397 – Abb. 400) entsprechend eingesetzt werden.

Die Anwendung der Diagramme ist in den Beispielen 1–3 (Seite 828 bis Seite 840) erläutert.

Tafel 1: Geopress G- und Geopress K-Gasströmungswächter für Gas-HAL – Absicherbare Rohrlänge – abhängig vom Versorgungsdruck, der Leitungslänge und der Nennweite des Gasströmungswächters

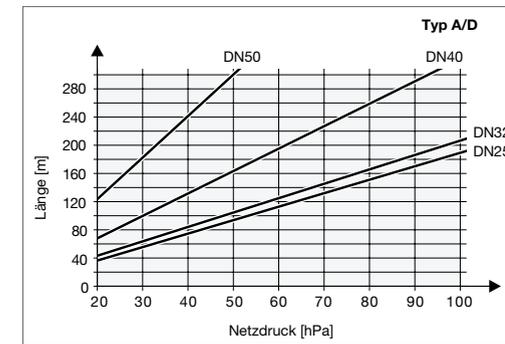


Abb. 397: GS-Typ A/D Betriebsdruck 25 hPa–0,1 MPa

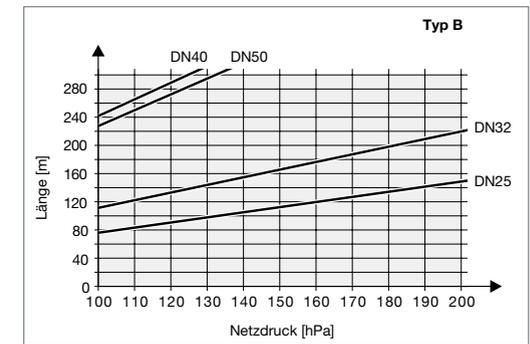


Abb. 398: GS-Typ B Betriebsdruck 100 hPa–0,5 MPa

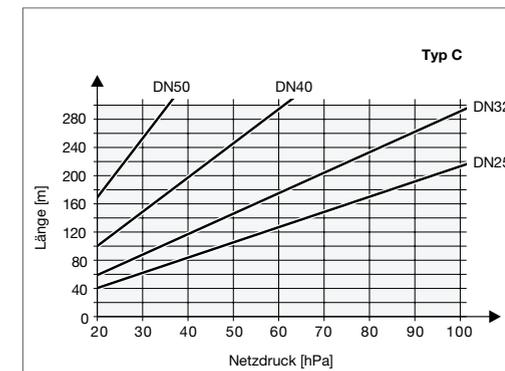


Abb. 399: GS-Typ C Betriebsdruck 25 hPa–0,5 MPa

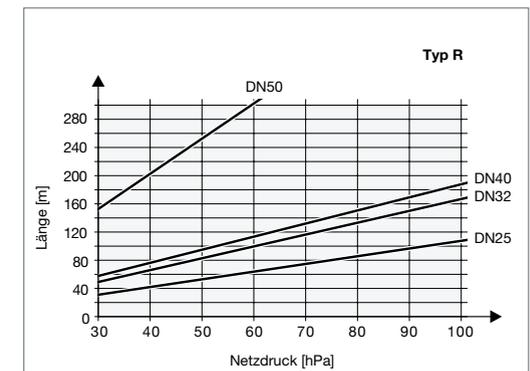


Abb. 400: GS-Typ R Betriebsdruck 35 hPa–0,5 MPa

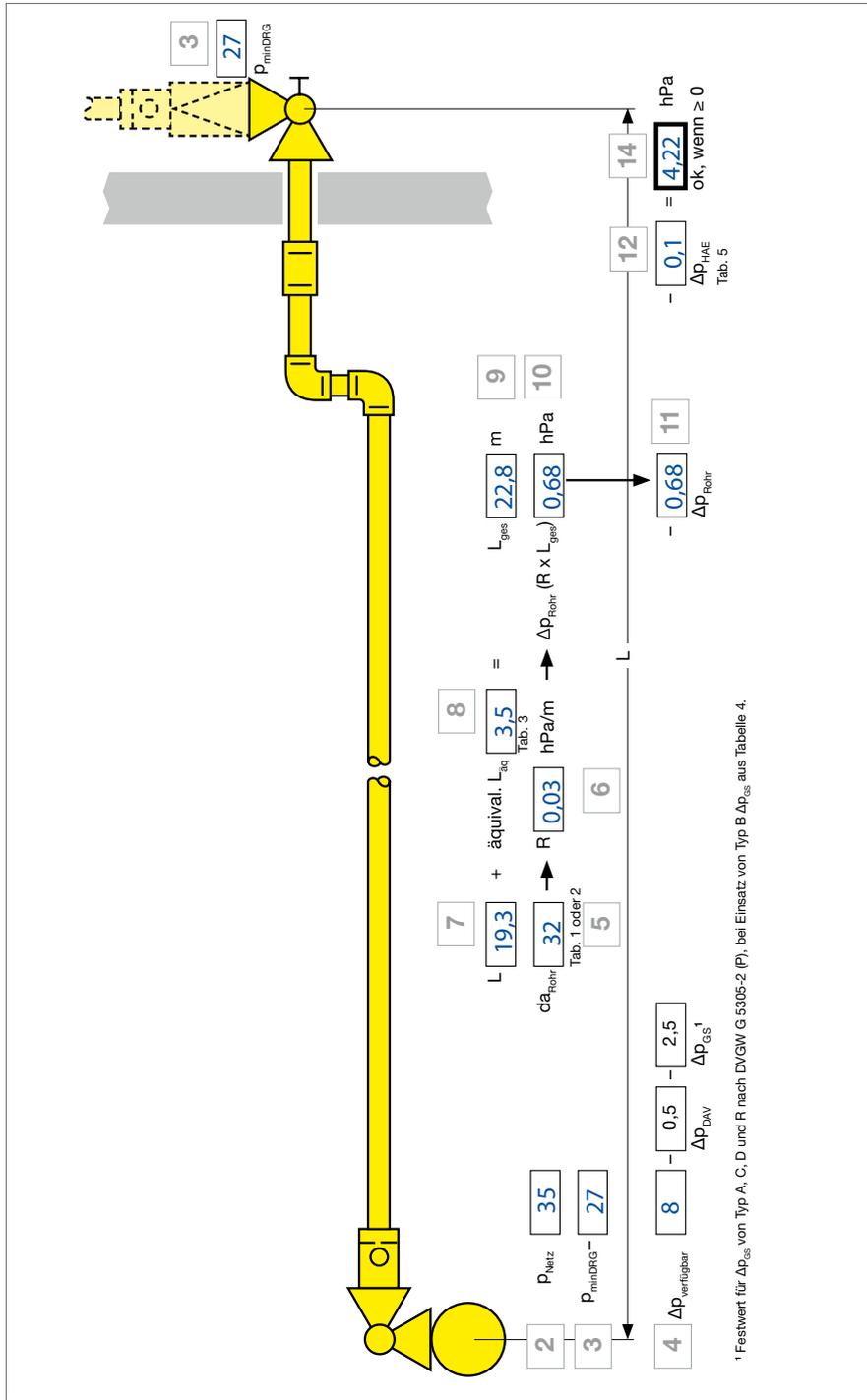


Abb. 401: Beispiel 1 – Formblatt 2, oberer Teil



Tabelle 1
Rohrdruckgefälle PE-X

| R | d_a | | | Q_{NB} [kW] |
|-------|-------|-----|-----|---------------|
| | 32 | 40 | 50 | |
| 0,004 | 8 | 15 | 29 | 56 |
| 0,006 | 10 | 20 | 37 | 71 |
| 0,008 | 12 | 23 | 44 | 84 |
| 0,010 | 14 | 27 | 50 | 96 |
| 0,012 | 16 | 30 | 55 | 106 |
| 0,014 | 17 | 32 | 60 | 110 |
| 0,016 | 18 | 35 | 64 | |
| 0,018 | 20 | 37 | 69 | |
| 0,020 | 22 | 41 | 75 | |
| 0,025 | 25 | 46 | 85 | |
| 0,030 | 27 | 51 | 94 | |
| 0,035 | 30 | 56 | 102 | |
| 0,040 | 33 | 61 | 110 | |
| 0,050 | 37 | 69 | | |
| 0,060 | 41 | 77 | | |
| 0,070 | 45 | 83 | | |
| 0,080 | 48 | 90 | | |
| 0,090 | 52 | 96 | | |
| 0,100 | 56 | 104 | | |
| 0,120 | 62 | 110 | | |
| 0,140 | 67 | | | |
| 0,160 | 73 | | | |
| 0,180 | 77 | | | |
| 0,200 | 82 | | | |

Tabelle 2
Rohrdruckgefälle PE SDR 11

| R | d_a | | | Q_{NB} [kW] |
|-------|-------|-----|-----|---------------|
| | 32 | 40 | 50 | |
| 0,010 | 20 | 36 | 69 | 126 |
| 0,015 | 25 | 46 | 85 | 159 |
| 0,020 | 30 | 54 | 100 | 187 |
| 0,025 | 34 | 62 | 114 | 215 |
| 0,030 | 38 | 68 | 126 | 240 |
| 0,035 | 41 | 75 | 138 | 260 |
| 0,040 | 45 | 81 | 149 | 280 |
| 0,045 | 48 | 86 | 159 | 300 |
| 0,050 | 51 | 92 | 169 | 320 |
| 0,060 | 56 | 102 | 188 | 355 |
| 0,070 | 61 | 111 | 205 | 385 |
| 0,080 | 66 | 120 | 225 | 415 |
| 0,090 | 71 | 129 | 240 | 445 |
| 0,100 | 76 | 137 | 255 | 470 |
| 0,120 | 84 | 152 | 280 | 520 |
| 0,140 | 92 | 166 | 305 | 570 |
| 0,160 | 99 | 179 | 330 | 620 |
| 0,180 | 106 | 191 | 355 | 660 |
| 0,200 | 112 | 205 | 375 | 700 |

Tabelle 3
Längenzuschlag für Formstücke

| d_a | d_a | d_a | d_a |
|-------|-------|-------|-------|
| 32 | 40 | 50 | 63 |
| 1,5 | 1,5 | 2,0 | 2,0 |
| 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |

l_v [m] l_k [m]
 $l_v = 90^\circ$ -Winkel
 $l_k =$ Kupplung

Tabelle 4
Gasströmungswächter nach G 5305-2

| Typ | Δp_{GS} [hPa] | $P_{Bereich}$ [hPa] |
|-----|-----------------------|---------------------|
| A | 2,5 | 25 - 100 |
| C | 2,5 | 25 - 5000 |
| D | 2,5 | 25 - 1000 |
| R | 2,5 | 35 - 5000 |
| B | 5,5 | 7,2 |
| B | 7,3 | 7,2 |
| B | 7,2 | 100 - 5000 |

Tabelle 5
Hauptabsperreinrichtung Eckform

| Δp_{HAE} [hPa/m] | DN 25 | DN 32 | DN 40 | DN 50 |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 0,05 | 29 | 53 | 82 | 106 |
| 0,10 | 38 | 68 | 106 | 137 |
| 0,15 | 45 | 81 | 126 | 162 |
| 0,20 | 51 | 92 | 143 | 183 |
| 0,25 | 56 | 101 | 158 | 203 |
| 0,30 | 61 | 110 | 172 | 221 |
| 0,35 | 66 | 118 | 184 | 237 |
| 0,40 | 70 | 126 | 196 | 252 |
| 0,45 | 74 | 133 | 207 | 267 |
| 0,50 | 78 | 140 | 218 | 280 |

Durchgangsform

| Δp_{AE} [hPa/m] | DN 25 | DN 32 | DN 40 | DN 50 |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 0,05 | 47 | 79 | 118 | 191 |
| 0,10 | 61 | 103 | 152 | 247 |
| 0,15 | 72 | 121 | 180 | 292 |
| 0,20 | 82 | 138 | 204 | 331 |
| 0,25 | 90 | 152 | 225 | 366 |
| 0,30 | 98 | 165 | 245 | 398 |
| 0,35 | 105 | 178 | 263 | 428 |
| 0,40 | 112 | 189 | 280 | 455 |
| 0,45 | 119 | 200 | 296 | 481 |
| 0,50 | 125 | 210 | 312 | 506 |

Tabelle d_a - DN

| | | | | |
|------------|----|----|----|----|
| d_a [mm] | 32 | 40 | 50 | 63 |
| DN | 25 | 32 | 40 | 50 |

Bauherr **Mustermann**

Adresse

VIU

Nennbelastung (Gesamt) Q_{NB} **35** kW

Abb. 402: Beispiel 1 – Formblatt 2, unterer Teil



Basisdaten – Bemessungsbeispiel 1

| | |
|---|------------------------------------|
| Versorgungsdruck | $p_{\text{Netz}} = 35 \text{ hPa}$ |
| Rohrart | PE (SDR 11) |
| Nennbelastung | $Q_{\text{NB}} = 35 \text{ kW}$ |
| Gasdruckregler | zentral |
| GS für Haus-Installation nach VP 305-1 | dem DRG nachgeschaltet |
| Skizze (GVU): Lage, Rohrleitungsführung, Art der Hauseinführung | |

Tab. 156: Basisdaten – Beispiel 1

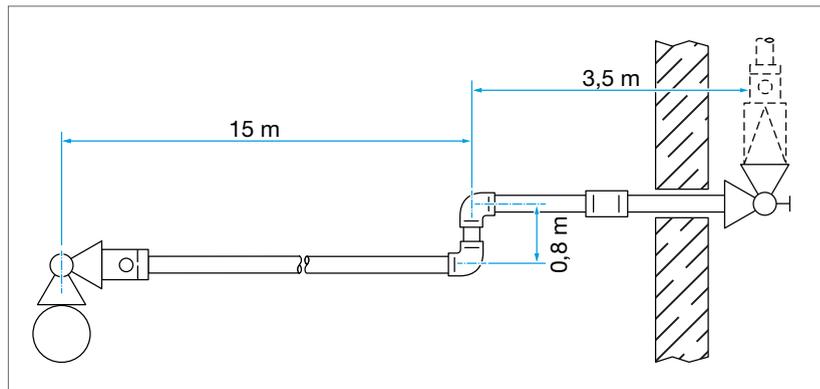


Abb. 403: Baustellenskizze – Rohrleitungslänge

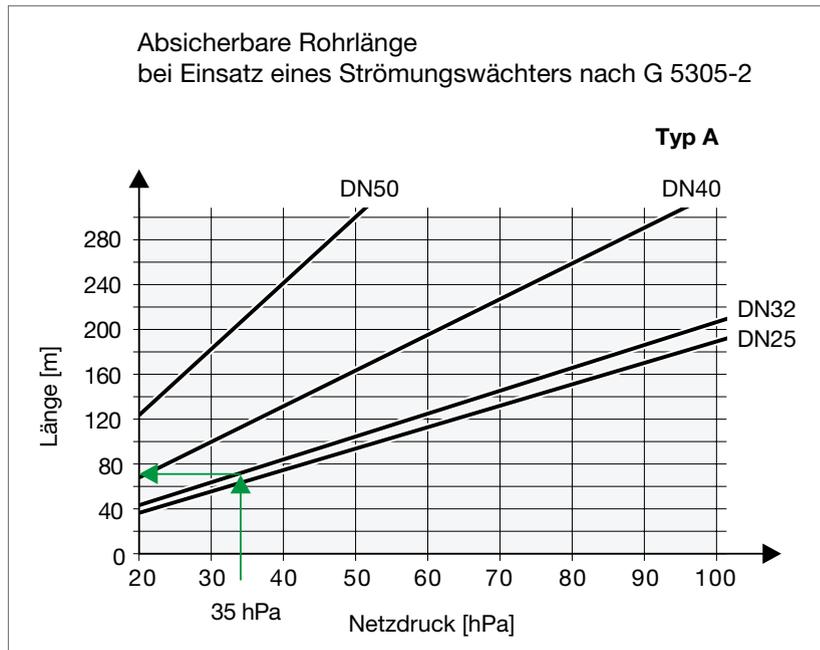


Abb. 404: Geopress-GS – absicherbare Rohrlänge Beispiel 1



i Die Reihenfolge der notwendigen Schritte wird durch die in den Formblättern grau hinterlegten Zahlen vorgegeben.

| Formblatt-Position | Berechnungsschritt | Ergebnis |
|--------------------|--|--|
| 1 | Nennbelastung gesamt – KWH 19 kW; H 9 kW; WT 7 kW nach VIU-Angaben eintragen | Q_{NB} 35 kW |
| 2 | Kleinster rechnerisch möglicher Versorgungsdruck | p_{Netz} 35 hPa |
| 3 | Mindest-Anschlussdruck des Gasdruckreglers (unmittelbar auf der HAE) in beide Felder eintragen | p_{minDRG} 27 hPa |
| 4 | Verfügbaren Druckverlust berechnen aus $p_{\text{Netz}} - p_{\text{minDRG}}$ | $\Delta p_{\text{verfügbar}}$ 8 hPa |
| 5 | Druckverlust der Anbohrarmatur und des GS ¹⁾ (als Systembauteile vorgegeben) | $\Delta p_{\text{DAV}} + \Delta p_{\text{GS}}$ 3,0 hPa |
| 6 | Rohrnennweite aus Tab. 2 nach Nennbelastung Q_{NB} auswählen; ggf. nächsthöheren Wert wählen | d_{aRohr} 32 mm |
| 7 | Den aus Pos. 5 resultierenden R-Wert eintragen | R 0,03 hPa/m |
| 8 | Abgewinkelte Rohrleitungslänge der Gas-HAL nach Baustellenskizze eintragen | L 19,3 m |
| 9 | Äquivalente Rohrlänge für Formstücke nach Tabelle 3 (2 Winkel + 1 Kupplung) eintragen | $L_{\text{äq}}$ 3,5 m |
| 10 | Summe L + $L_{\text{äq}}$ bilden | L_{ges} 22,8 m |
| 11 | Druckverlust der Rohrleitungslänge $R \cdot L_{\text{ges}} = \Delta p_{\text{Rohr}}$ ermitteln | Δp_{Rohr} 0,68 hPa |
| 12 | Produkt aus Pos. 10 übertragen | $R \cdot L_{\text{ges}}$ 0,68 hPa |
| 13 | Über Nennbelastung Q_{NB} den Druckverlust der HAE aus Tab. 5 ermitteln – Winkelform/Durchgangsform berücksichtigen, ggf. nächsthöheren Wert wählen | Δp_{HAE} 0,1 hPa |
| 14 | Verfügbaren Druckverlust minus Summe aller Druckverluste | $\Delta p_{\text{verfügbar}} - \sum \Delta p$ 4,22 hPa ok, weil > 0 |
| GS | Nachweis absicherbare Rohrlänge nach GS-Typ-Diagramm | DN 25 ok |

¹⁾ Festwert für Δp_{GS} von Typ A, C, D und R nach DVGW G 5305-2 (P)/ Δp_{GS} -Werte für GS-Typ B siehe Tabelle 4 in Abb. 406

Tab. 157: Arbeiten mit Formblättern – Schritt-für-Schritt-Anleitung

Berechnungsergebnisse:

- Rohr d_a 32 mm und Armaturen DN25 sind ausreichend – der verfügbare Druckverlust $\Delta p_{\text{verfügbar}}$ wurde nicht vollständig aufgebraucht.
- Der ausgewählte GS DN25 sichert die Gas-HAL d_a 32 mm ab (siehe Abb. 404 auf Seite 830).



Formblatt 2: Zur Ermittlung der Gas-Hausanschlussleitung bei Gasverteilung mit Versorgungsdrücken > 25 hPa mit zentralem Gasdruckregler, ohne Berücksichtigung des GS für die Gas-Installation

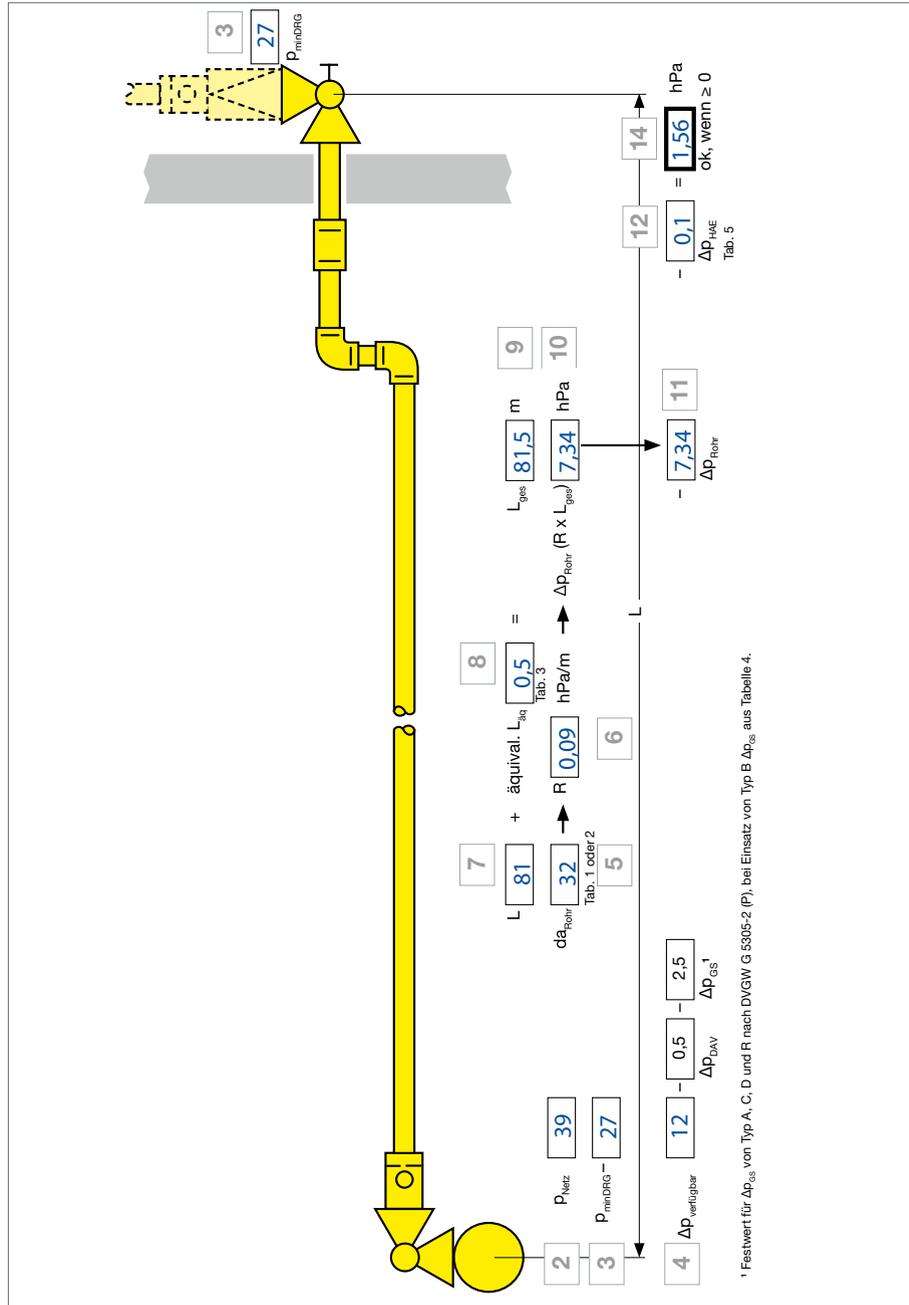


Abb. 405: Beispiel 2 – Formblatt 2, oberer Teil



Tabelle 1
Rohrdruckgefälle PE-X

| R | d_a | d_n | d_a | d_n | Q_{NB} [kW] |
|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| | 32 | 40 | 50 | 63 | |
| 0,004 | 8 | 15 | 29 | 56 | |
| 0,006 | 10 | 20 | 37 | 71 | |
| 0,008 | 12 | 23 | 44 | 84 | |
| 0,010 | 14 | 27 | 50 | 96 | |
| 0,012 | 16 | 30 | 55 | 106 | |
| 0,014 | 17 | 32 | 60 | 110 | |
| 0,016 | 18 | 35 | 64 | | |
| 0,018 | 20 | 37 | 69 | | |
| 0,020 | 22 | 41 | 75 | | |
| 0,025 | 25 | 46 | 85 | | |
| 0,030 | 27 | 51 | 94 | | |
| 0,035 | 30 | 56 | 102 | | |
| 0,040 | 33 | 61 | 110 | | |
| 0,050 | 37 | 69 | | | |
| 0,060 | 41 | 77 | | | |
| 0,070 | 45 | 83 | | | |
| 0,080 | 48 | 90 | | | |
| 0,090 | 52 | 96 | | | |
| 0,100 | 56 | 104 | | | |
| 0,120 | 62 | 110 | | | |
| 0,140 | 67 | | | | |
| 0,160 | 73 | | | | |
| 0,180 | 77 | | | | |
| 0,200 | 82 | | | | |

Tabelle 2
Rohrdruckgefälle PE SDR 11

| R | d_a | d_n | d_a | d_n | Q_{NB} [kW] |
|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| | 32 | 40 | 50 | 63 | |
| 0,010 | 20 | 36 | 69 | 126 | |
| 0,015 | 25 | 46 | 85 | 159 | |
| 0,020 | 30 | 54 | 100 | 187 | |
| 0,025 | 34 | 62 | 114 | 215 | |
| 0,030 | 38 | 68 | 126 | 240 | |
| 0,035 | 41 | 75 | 138 | 260 | |
| 0,040 | 45 | 81 | 149 | 280 | |
| 0,045 | 48 | 86 | 159 | 300 | |
| 0,050 | 51 | 92 | 169 | 320 | |
| 0,060 | 56 | 102 | 188 | 355 | |
| 0,070 | 61 | 111 | 205 | 385 | |
| 0,080 | 66 | 120 | 225 | 415 | |
| 0,090 | 71 | 129 | 240 | 445 | |
| 0,100 | 76 | 137 | 255 | 470 | |
| 0,120 | 84 | 152 | 280 | 520 | |
| 0,140 | 92 | 166 | 305 | 570 | |
| 0,160 | 99 | 179 | 330 | 620 | |
| 0,180 | 106 | 191 | 355 | 660 | |
| 0,200 | 112 | 205 | 375 | 700 | |

Tabelle 3
Längenzuschlag für Formstücke

| d_a | d_n | d_a | d_n | d_a | d_n |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 32 | 40 | 50 | 63 | 32 | 40 |
| 1,5 | | | | 2,0 | |
| 0,5 | | | | | |

$l_w = 90^\circ$ -Winkel
 l_k = Kupplung

Tabelle 4
Gasströmungswächter nach G 5305-2

| Typ | Δp_{GS} [hPa] | p_{Bereich} [hPa] |
|-----|-----------------------|----------------------------|
| A | 2,5 | 25 - 100 |
| C | | 25 - 5000 |
| D | | 25 - 1000 |
| R | 5,5 7,2 7,3 | 35 - 5000 |
| B | | 100 - 5000 |

Tabelle 5
Hauptabsperreinrichtung Eckform

| Δp_{HAE} [hPa/m] | DN 25 | DN 32 | DN 40 | DN 50 | DN |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|----|
| 0,05 | 29 | 53 | 82 | 106 | |
| 0,10 | 38 | 68 | 106 | 137 | |
| 0,15 | 45 | 81 | 126 | 162 | |
| 0,20 | 51 | 92 | 143 | 183 | |
| 0,25 | 56 | 101 | 158 | 203 | |
| 0,30 | 61 | 110 | 172 | 221 | |
| 0,35 | 66 | 118 | 184 | 237 | |
| 0,40 | 70 | 126 | 196 | 252 | |
| 0,45 | 74 | 133 | 207 | 267 | |
| 0,50 | 78 | 140 | 218 | 280 | |

Durchgangsform

| Δp_{AE} [hPa/m] | DN 25 | DN 32 | DN 40 | DN 50 | DN |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|----|
| 0,05 | 47 | 79 | 118 | 191 | |
| 0,10 | 61 | 103 | 152 | 247 | |
| 0,15 | 72 | 121 | 180 | 292 | |
| 0,20 | 82 | 138 | 204 | 331 | |
| 0,25 | 90 | 152 | 225 | 366 | |
| 0,30 | 98 | 165 | 245 | 398 | |
| 0,35 | 105 | 178 | 263 | 428 | |
| 0,40 | 112 | 189 | 280 | 455 | |
| 0,45 | 119 | 200 | 296 | 481 | |
| 0,50 | 125 | 210 | 312 | 506 | |

Bauherr **Mustermann**
 Adresse
 VIU
 Nennbelastung (Gesamt) Q_{NB} **5,0** kW

Abb. 406: Beispiel 2 – Formblatt 2, unterer Teil

Basisdaten – Bemessungsbeispiel 2

| | |
|---|---|
| Versorgungsdruck | $p_{\text{Netz}} = 39 \text{ hPa}$ |
| Rohrart | PE-X |
| Nennbelastung | $Q_{\text{NB}} = 50 \text{ kW}$ |
| Gasdruckregler – zentral oder dezentral | zentral, $p_{\text{minDRG}} = 27 \text{ hPa}$ |
| GS für Gebäude-Installation nach VP 305-1 | dem DRG nachgeschaltet |
| Skizze (GVU): Lage, Rohrleitungsführung, Art der Hauseinführung | |

Tab. 158: Basisdaten – Beispiel 2

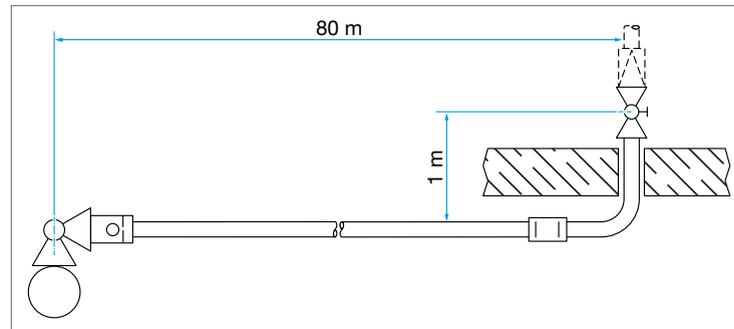


Abb. 407: Baustellenskizze – Rohrleitungslänge

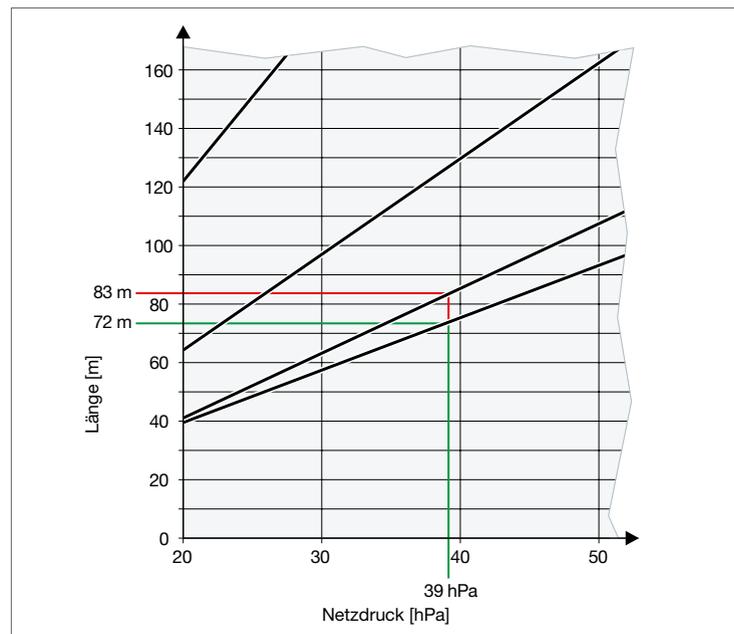


Abb. 408: Geopress-GS – absicherbare Rohrlänge Beispiel 2

i Die Reihenfolge der notwendigen Schritte wird durch die in den Formblättern grau hinterlegten Zahlen vorgegeben.

| Formblatt-Position | Berechnungsschritt | Ergebnis |
|--------------------|---|---|
| 1 | Nennbelastung nach VIU-Angaben eintragen | Q_{NB} 50 kW |
| 2 | Kleinster rechnerisch möglicher Versorgungsdruck | p_{Netz} 39 hPa |
| 3 | Mindest-Anschlussdruck des Gasdruckreglers (unmittelbar auf der HAE) in beide Felder eintragen | p_{minDRG} 27 hPa |
| 4 | Verfügbaren Druckverlust berechnen aus $p_{\text{Netz}} - p_{\text{minDRG}}$ | $\Delta p_{\text{verfügbar}}$ 12 hPa |
| | Druckverlust der Anbohrarmatur und des GS ¹⁾ (als Systembauteile vorgegeben) | $\Delta p_{\text{DAV}} + \Delta p_{\text{GS}}$ 3,0 hPa |
| 5 | Rohrnennweite aus Tab. 1 nach Nennbelastung Q_{NB} auswählen; ggf. nächst höheren Wert wählen | d_{aRohr} 32 mm |
| 6 | Den aus Pos. 5 resultierenden R-Wert eintragen | R 0,09 hPa/m |
| 7 | Abgewickelte Rohrleitungslänge der Gas-HAL nach Baustellenskizze eintragen | L 81 m |
| 8 | Äquivalente Rohrlänge für Formstücke nach Tabelle 3 (1 Kupplung) eintragen | $L_{\text{äq}}$ 0,5 m |
| 9 | Summe L + $L_{\text{äq}}$ bilden | L_{ges} 81,5 m |
| 10 | Druckverlust der Rohrleitungslänge $R \cdot L_{\text{ges}} = \Delta p_{\text{Rohr}}$ ermitteln | Δp_{Rohr} 7,34 hPa |
| 11 | Produkt aus Pos. 10 übertragen | $R \cdot L_{\text{ges}}$ 7,34 hPa |
| 12 | Über Nennbelastung Q_{NB} den Druckverlust der HAE aus Tab. 5 ermitteln – Winkelform/Durchgangsform berücksichtigen, ggf. nächst höheren Wert wählen | Δp_{HAE} 0,1 hPa |
| 14 | Verfügbarer Druckverlust minus Summe aller Druckverluste | $\Delta p_{\text{verfügbar}} - \sum \Delta p$ 1,56 hPa ok, weil > 0 |
| GS | Nachweis absicherbare Rohrlänge nach GS-Typ-Diagramm | Korrektur nötig |

¹⁾ Festwert für Δp_{GS} von Typ A, C, D und R nach DVGW G 5305-2 (P)/ Δp_{GS} -Werte für GS-Typ B, siehe Tabelle 4 in Abb. 410

Tab. 159: Arbeiten mit Formblättern – Schritt-für-Schritt-Anleitung

Berechnungsergebnisse:

- Rohr d_a 32 mm und Armaturen DN25 sind ausreichend – der verfügbare Druckverlust $\Delta p_{\text{verfügbar}}$ wurde nicht vollständig aufgebraucht.
- Der ausgewählte GS DN25 sichert die Gas-HAL DN 25 **nicht** ab (siehe Abb. 408 auf Seite 834)
- **Korrektur: Die GHL muss in d_a 40 ausgeführt werden.** Eine Nachberechnung entfällt, weil größere Nennweiten zu geringeren Druckverlusten führen.

10

10

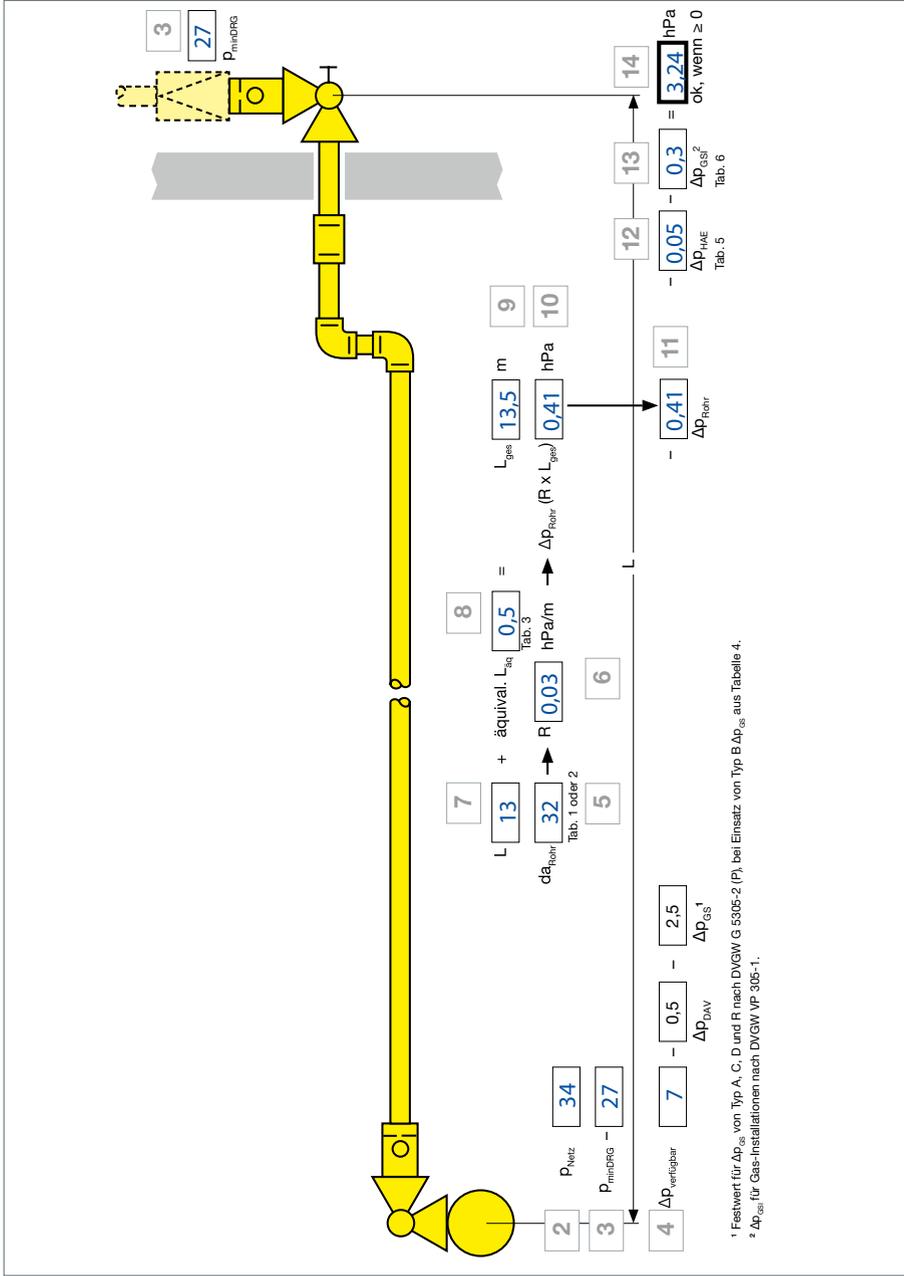


Abb. 409: Beispiel 3 – Formblatt 3, oberer Teil

¹ Festwert für ΔP_{GS} von Typ A, C, D und R nach DVGW G 5305-2 (P), bei Einsatz von Typ B ΔP_{GS} aus Tabelle 4.
² ΔP_{GS} für Gas-Installationen nach DVGW VP 305-1.

Tabelle 1
Rohrdruckgefälle PE-X

| R | d_a | d_n | d_o | d_a | d_o | d_a |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| [hPa/m] | 40 | 50 | 63 | 40 | 50 | 63 |
| 0,004 | 8 | 15 | 29 | 56 | | |
| 0,006 | 10 | 20 | 37 | 71 | | |
| 0,008 | 12 | 23 | 44 | 84 | | |
| 0,010 | 14 | 27 | 50 | 96 | | |
| 0,012 | 16 | 30 | 55 | 106 | | |
| 0,014 | 17 | 32 | 60 | 110 | | |
| 0,016 | 18 | 35 | 64 | | | |
| 0,018 | 20 | 37 | 69 | | | |
| 0,020 | 22 | 41 | 75 | | | |
| 0,025 | 25 | 46 | 85 | | | |
| 0,030 | 27 | 51 | 94 | | | |
| 0,035 | 30 | 56 | 102 | | | |
| 0,040 | 33 | 61 | 110 | | | |
| 0,050 | 37 | 69 | | | | |
| 0,060 | 41 | 77 | | | | |
| 0,070 | 45 | 83 | | | | |
| 0,080 | 48 | 90 | | | | |
| 0,090 | 52 | 96 | | | | |
| 0,100 | 56 | 104 | | | | |
| 0,120 | 62 | 110 | | | | |
| 0,140 | 67 | | | | | |
| 0,160 | 73 | | | | | |
| 0,180 | 77 | | | | | |
| 0,200 | 82 | | | | | |

Tabelle 2
Rohrdruckgefälle PE SDR 11

| R | d_a | d_o | d_n | d_o | d_a | d_o |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| [hPa/m] | 32 | 40 | 50 | 63 | 32 | 40 |
| 0,010 | 20 | 36 | 69 | 126 | | |
| 0,015 | 25 | 46 | 85 | 159 | | |
| 0,020 | 30 | 54 | 100 | 187 | | |
| 0,025 | 34 | 62 | 114 | 215 | | |
| 0,030 | 38 | 68 | 126 | 240 | | |
| 0,035 | 41 | 75 | 138 | 260 | | |
| 0,040 | 45 | 81 | 149 | 280 | | |
| 0,045 | 48 | 86 | 159 | 300 | | |
| 0,050 | 51 | 92 | 169 | 320 | | |
| 0,060 | 56 | 102 | 188 | 355 | | |
| 0,070 | 61 | 111 | 205 | 385 | | |
| 0,080 | 66 | 120 | 225 | 415 | | |
| 0,090 | 71 | 129 | 240 | 445 | | |
| 0,100 | 76 | 137 | 255 | 470 | | |
| 0,120 | 84 | 152 | 280 | 520 | | |
| 0,140 | 92 | 166 | 305 | 570 | | |
| 0,160 | 99 | 179 | 330 | 620 | | |
| 0,180 | 106 | 191 | 355 | 660 | | |
| 0,200 | 112 | 205 | 375 | 700 | | |

Tabelle 3
Längenzuschlag für Formstücke

| d_a | d_n | d_o | d_a | d_o |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 32 | 40 | 50 | 63 | 63 |
| 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 2,0 |
| 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |

$l_v = 90^\circ$ -Winkel
 l_k = Kupplung

Tabelle 4
Gasströmungswächter nach G 5305-2

| Typ | ΔP_{GS} [hPa] | Q_{NB} [kW] | P Bereich [hPa] |
|-----|-----------------------|---------------|-----------------|
| A | 25 - 100 | 79 - 118 | 25 - 100 |
| C | 25 - 5000 | 79 - 118 | 25 - 5000 |
| D | 25 - 1000 | 121 - 180 | 25 - 1000 |
| R | 35 - 5000 | 138 - 204 | 35 - 5000 |
| B | 5,5 - 7,2 | 7,3 - 7,2 | 100 - 5000 |

Tabelle 5
Hauptabsperreinrichtung Eckform

| ΔP_{HAE} [hPa/m] | DN 25 | DN 32 | DN 40 | DN 50 |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 0,05 | 29 | 53 | 82 | 106 |
| 0,10 | 38 | 68 | 106 | 137 |
| 0,15 | 45 | 81 | 126 | 162 |
| 0,20 | 51 | 92 | 143 | 183 |
| 0,25 | 56 | 101 | 158 | 203 |
| 0,30 | 61 | 110 | 172 | 221 |
| 0,35 | 66 | 118 | 184 | 237 |
| 0,40 | 70 | 126 | 196 | 252 |
| 0,45 | 74 | 133 | 207 | 267 |
| 0,50 | 78 | 140 | 218 | 280 |

Tabelle 6
Gasströmungswächter VP 305-1

| ΔP_{GS} [hPa/m] | DN 25 | DN 32 | DN 40 | DN 50 |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 0,06 | 8 | 10 | 12 | 14 |
| 0,08 | 9 | 11 | 13 | 15 |
| 0,10 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| 0,12 | 11 | 13 | 15 | 17 |
| 0,14 | 11 | 14 | 16 | 18 |
| 0,16 | 12 | 15 | 17 | 19 |
| 0,18 | 13 | 16 | 18 | 20 |
| 0,20 | 14 | 17 | 19 | 21 |
| 0,22 | 14 | 18 | 20 | 22 |
| 0,24 | 15 | 19 | 21 | 23 |
| 0,26 | 16 | 20 | 22 | 24 |
| 0,28 | 16 | 21 | 23 | 25 |
| 0,30 | 17 | 22 | 24 | 26 |

Durchgangsform

| ΔP_{AE} [hPa/m] | DN 25 | DN 32 | DN 40 | DN 50 |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 0,05 | 47 | 79 | 118 | 191 |
| 0,10 | 61 | 103 | 152 | 247 |
| 0,15 | 72 | 121 | 180 | 292 |
| 0,20 | 82 | 138 | 204 | 331 |
| 0,25 | 90 | 152 | 225 | 366 |
| 0,30 | 98 | 165 | 245 | 398 |
| 0,35 | 105 | 178 | 263 | 428 |
| 0,40 | 112 | 189 | 280 | 455 |
| 0,45 | 119 | 200 | 296 | 481 |
| 0,50 | 125 | 210 | 312 | 506 |

Tabelle d_a - DN

| d_a [mm] | 32 | 40 | 50 | 63 |
|------------|----|----|----|----|
| DN | 25 | 32 | 40 | 50 |

Bauherr **Mustermann**
 Adresse
 VU
 Nennbelastung (Gesamt) Q_{NB} **27** kW

Abb. 410: Beispiel 3 – Formblatt 3, unterer Teil



Basisdaten – Bemessungsbeispiel 3

| | |
|---|--|
| Versorgungsdruck | $p_{\text{Netz}} = 34 \text{ hPa}$ |
| Rohrart | PE-X |
| Nennbelastung | $Q_{\text{NB}} = 27 \text{ kW}$ |
| Gasdruckregler – zentral oder dezentral | zentral $p_{\text{minDRG}} = 27 \text{ hPa}$ |
| GS für Gebäude-Installation nach VP 305-1 | dem DRG nachgeschaltet |
| Skizze (GVU): Lage, Rohrleitungsführung, Art der Hauseinführung | |

Tab. 160: Basisdaten – Beispiel 3

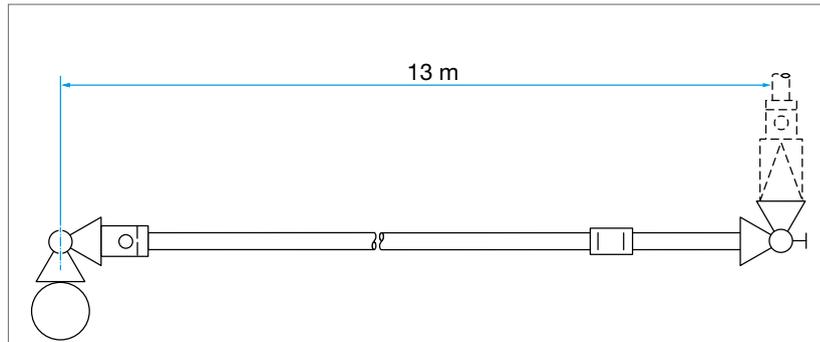


Abb. 411: Baustellenskizze – Rohrleitungslänge

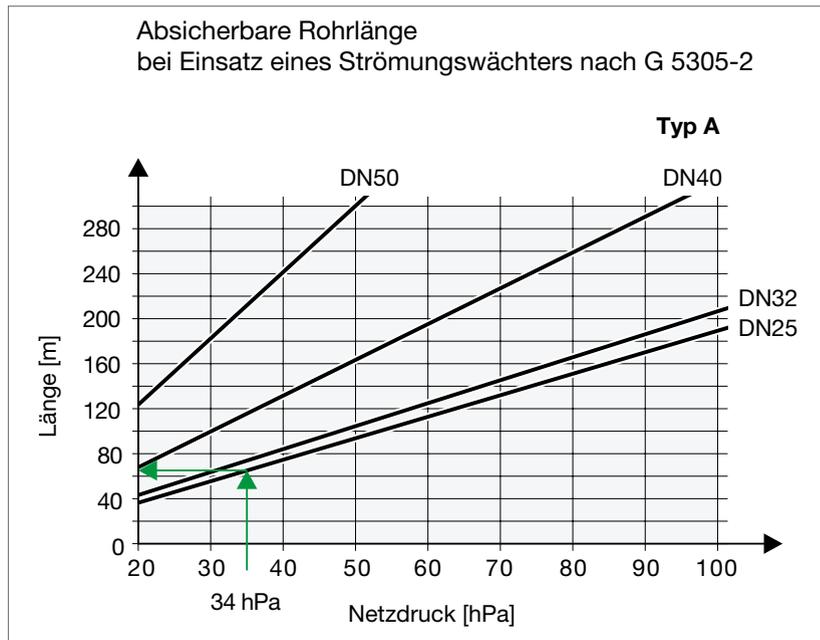


Abb. 412: Geopress-GS – absicherbare Rohrlänge Beispiel 3



Formblatt 3: Zur Ermittlung der Gas-Hausanschlussleitung bei Gasverteilung mit Versorgungsdrücken > 25 hPa mit zentralem Gasdruckregler, mit Berücksichtigung des GS für die Gas-Installation



Die Reihenfolge der notwendigen Schritte wird durch die in den Formblättern grau hinterlegten Zahlen vorgegeben.

| Formblatt-Position | Berechnungsschritt | Ergebnis |
|--------------------|---|---|
| 1 | Nennbelastung nach VIU-Angaben eintragen | Q_{NB} 27 kW |
| 2 | Kleinster rechnerisch möglicher Versorgungsdruck | p_{Netz} 34 hPa |
| 3 | Mindest-Anschlussdruck des Gasdruckreglers (unmittelbar auf der HAE) in beide Felder eintragen | p_{minDRG} 27 hPa |
| 4 | Verfügbaren Druckverlust berechnen aus $p_{\text{Netz}} - p_{\text{minDRG}}$ | $\Delta p_{\text{verfügbar}}$ 7 hPa |
| | Druckverlust der Anbohrarmatur und des GS ¹⁾ (als Systembauteile vorgegeben) | $\Delta p_{\text{DAV}} + \Delta p_{\text{GS}}$ 3,0 hPa |
| 5 | Rohrnennweite aus Tab. 1 nach Nennbelastung Q_{NB} auswählen; ggf. nächst höheren Wert wählen | d_{aRohr} 32 mm |
| 6 | Den aus Pos. 5 resultierenden R-Wert eintragen | R 0,03 hPa/m |
| 7 | Abgewinkelte Rohrleitungslänge der Gas-HAL nach Baustellenskizze eintragen | L 13 m |
| 8 | Äquivalente Rohrlänge für Formstücke nach Tabelle 3 (1 Kupplung) eintragen | $L_{\text{äq}}$ 0,5 m |
| 9 | Summe L + $L_{\text{äq}}$ bilden | L_{ges} 13,5 m |
| 10 | Druckverlust der Rohrleitungslänge $R \cdot L_{\text{ges}} = \Delta p_{\text{Rohr}}$ ermitteln | Δp_{Rohr} 0,41 hPa |
| 11 | Produkt aus Pos. 10 übertragen | $R \cdot L_{\text{ges}}$ 0,41 hPa |
| 12 | Über Nennbelastung Q_{NB} den Druckverlust der HAE aus Tab. 5 ermitteln – Winkelform/Durchgangsform berücksichtigen, ggf. nächst höheren Wert wählen | Δp_{HAE} 0,05 hPa |
| 14 | Verfügbarer Druckverlust minus Summe aller Druckverluste | $\Delta p_{\text{verfügbar}} - \sum \Delta p$ 3,24 hPa ok, weil > 0 |
| GS | Nachweis absicherbare Rohrlänge nach GS-Typ-Diagramm | DN25 OK |

¹⁾ Festwert für Δp_{GS} von Typ A, C, D und R nach DVGW G 5305-2 (P) / Δp_{GS} -Werte für GS-Typ B, siehe Tabelle 4 in Abb. 410

Tab. 161: Arbeiten mit Formblättern – Schritt-für-Schritt-Anleitung

10

10

Berechnungsergebnisse:

- Rohr d_a 32 mm und Armaturen DN25 sind ausreichend – der verfügbare Druckverlust $\Delta p_{\text{verfügbar}}$ wurde nicht vollständig aufgebraucht.
- Der ausgewählte GS DN25 sichert die Gas-HAL d_a 32 mm ab (siehe Abb. 404 auf Seite 830).

Flüssiggas**Grundlagen**

Flüssiggas bezeichnet die C3- und C4-Kohlenwasserstoffe Propan, Propylen (Propen), Butan, Butylen (Buten) und deren Gemische. Diese Gase werden bei der Förderung von Rohöl und Erdgas sowie bei der Verarbeitung von Rohöl gewonnen und werden in Deutschland meist zu Heizzwecken eingesetzt. Flüssiggas kann unter geringem Druck bei Raumtemperatur gelagert werden und wird für die Verwendung in Flüssiggasanlagen in die Gasphase überführt.

Für die Planung, Errichtung und Prüfung von Flüssiggasanlagen gelten die „Technischen Regeln Flüssiggas 2021“ (TRF), die vom Deutschen Verband Flüssiggas e. V. (DVFG) veröffentlicht werden.

Technische Regeln Flüssiggas

Zusätzlich zu den TRF 2021 beachten:

- Landesbauordnung
- Feuerungsverordnung
- Regeln der Berufsgenossenschaften

Komponenten

Eine Flüssiggasanlage besteht aus der Versorgungsanlage und der Verbrauchsanlage.

Zu einer Versorgungsanlage gehören:

- Flüssiggastank oder Flüssiggasflaschen – für die Lagerung
- Regeleinrichtungen – Druck-/Volumenstromregelung für Transport und Verwendung
- Rohrleitungen

Rohrleitungen verlaufen vom Behälter zum Gebäude über die Hauseinführung bis zur Hauptabsperreinrichtung und von dort zur Verbrauchsanlage mit den angeschlossenen Geräten.

Die Verbrauchsanlage beginnt hinter der Hauptabsperreinrichtung und umfasst die Rohrleitungen sowie die angeschlossenen Gasgeräte samt Zubehör.

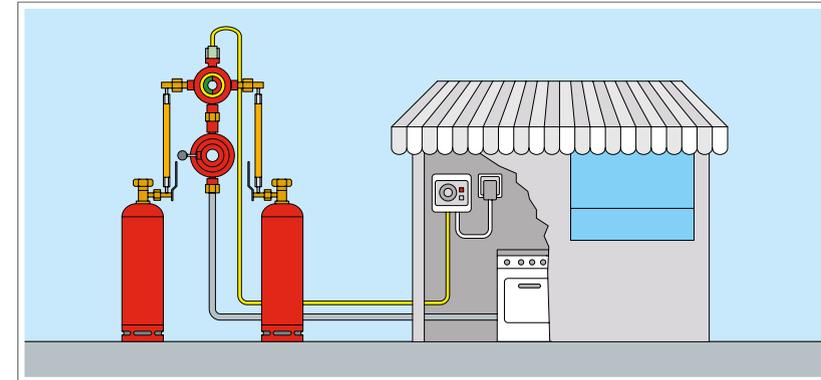
Flüssiggasflaschen

Abb. 413: Flüssiggasflaschen

Eine Flüssiggasflasche ist ein Druckbehälter, der nicht vor Ort befüllt wird. Verbraucher mit geringem Flüssiggasbedarf wie einzelne Wohnungen, Einfamilienhäuser oder Gewerbe versorgen ihr Gebäude oder ihre Arbeitsstelle durch den Austausch einzelner Flüssiggasflaschen.

Flüssiggastanks

Flüssiggastanks sind fest installierte, zylindrische Stahlbehälter mit einem Volumen von 2,7–6,7 m³, die von Tankwagen befüllt werden. Die Dimensionierung des Tanks ist verbrauchsabhängig. Viega empfiehlt, dass der Gasvorrat mindestens für ein halbes Jahr ausreicht.

Die Rohrleitungen werden oben am Tank angeschlossen; unterirdische Tanks sind über einen zylindrischen Aufsatz – den Domschacht – zugänglich. Geopress K- oder Geopress G-Übergangsstücke (Geopress K-Modelle 9713.1G und 9713.5G, Geopress G-Modelle 9613.1G und 9613.5G) in Verbindung mit dem Profipress-Pressverbindersystem ermöglichen eine schnelle und sichere Tankanbindung. Dabei verbinden die Geopress K- oder Geopress G-Übergangsstücke das erdverlegte PE-Rohr mit Kupferrohr, sodass der Tank durchgängig mit Pressverbindungstechnik angeschlossen werden kann.

Flüssiggastanks werden meist im Freien aufgestellt, weil die Sicherheitsauflagen und damit die Kosten geringer sind als bei der Aufstellung in Gebäuden.

Domschacht

Folgende Aufstellvarianten sind möglich:

- **oberirdisch**
Der Behälter ist auf einer Grundplatte aus Beton befestigt.
 - **halboberirdisch**
Der Behälter liegt bis zur Mittelachse im Erdreich.
 - **erdgedeckt**
Der Behälter ist allseitig im Sandbett gelagert und mit mindestens 50 cm Erde überdeckt. Der Domschacht ist nur über einen in den Boden eingelassenen Deckel zugänglich.
- Wichtig für den Aufstellort ist eine Zufahrtmöglichkeit für den Tankwagen, sodass der Schlauch (25 m) direkt angeschlossen werden kann.

Wenn mehrere Gebäude zentral von einem Tank versorgt werden, dann ist von einer „Inselversorgung“ die Rede. Dazu wird eine Ringleitung um das zu versorgende Gebiet verlegt und jedes Gebäude mit einer Anschlussleitung angebunden. Für das Herstellen der Anschlussleitung ist in idealer Weise die Geopress G-Anbohrarmatur geeignet.

Geothermie

Grundlagen

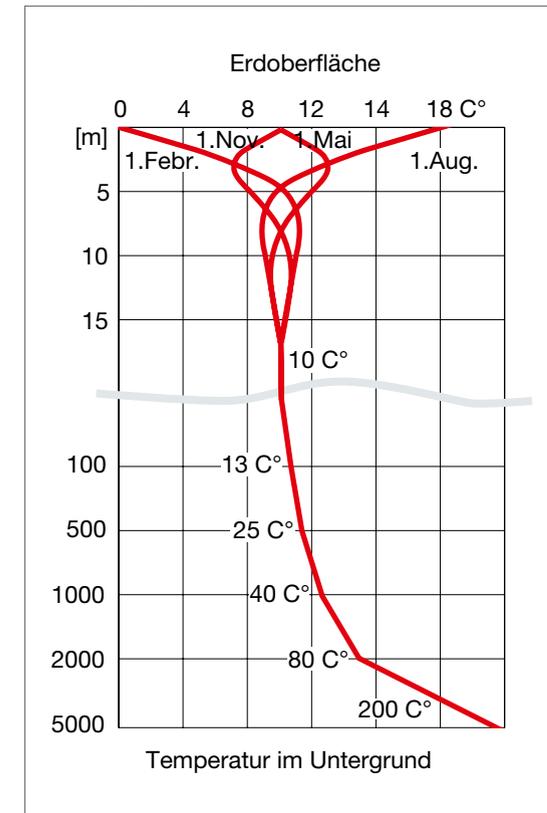


Abb. 414: Geothermie – Temperaturverlauf

In Zeiten steigender Preise für fossile Brennstoffe setzen immer mehr Hausbesitzer auf regenerative Energien. Solar-, Wind- und Wasserkraft, Biomasse und Erdwärme sind die Alternativen. Besonders Erdwärme kann mithilfe moderner Technologie kostensparend gewonnen und mit Geopress K- oder Geopress-Installationen sicher und komfortabel ins Gebäude geführt werden. Geothermie ist die unter der Erdoberfläche vorhandene Erdwärme, deren Temperatur in Mitteleuropa um etwa 3 °C pro 100 m Tiefe zunimmt und damit eine ökonomisch verwertbare Ressource darstellt. Bereits ab einer Tiefe von 20 m herrscht das ganze Jahr über eine konstante Temperatur von ca. 8–12 °C, wobei jahreszeitliche Temperatureinwirkungen ohne Einfluss bleiben. Bei der Erschließung geothermischer Energieträger wird zwischen oberflächennaher Geothermie ≤ 400 m und tiefer Geothermie > 400 m unterschieden. Im Bereich der technischen Gebäudeausrüstung wird ausschließlich oberflächennahe Geothermie eingesetzt. Wärme bis 25 °C wird aus dem Erdreich, oberflächennahem Gestein oder dem Grundwasser gewonnen und zum Beheizen oder Kühlen von Gebäuden, technischen Anlagen oder Infrastruktureinrichtungen verwendet.

Bei der Warmegewinnung aus Grundwasser entzieht ein Wärmetauscher dem Brunnenwasser die Wärmeenergie. Anschließend erzeugt eine Wärmepumpe das zum Heizen benötigte Temperaturniveau.

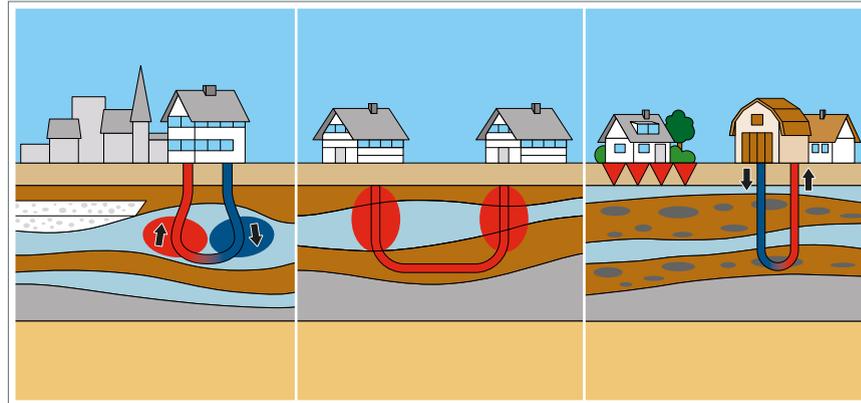


Abb. 415: Energiegewinnung – regenerative Energie

Erdwärmekollektoren

Die Warmegewinnung aus dem Boden, Gesteinsschichten (Sedimente) oder festem Gestein erfolgt mit Hilfe von Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren oder über in Erdreich eingebundene Betonbauteile – sog. „Energiepfähle“. Die gewonnene Wärme kann direkt oder über eine Wärmepumpe genutzt werden.

Erdwärmekollektoren werden horizontal in einer Tiefe von 0,80–1,6 m in einem Untergrund verlegt, der geeignet ist, Feuchtigkeit zu speichern. Überbauungen sollten vermieden werden, da auch die Wärmeenergie aus versickerndem Regenwasser genutzt werden kann.

Spiralkollektoren – sog. Erdwärmekörbe – werden in 2,5–4,0 m Tiefe in quadratische Aushübe eingelassen und mit Erdreich eingeschwemmt. Geopress K- oder Geopress-Pressverbindertechnik wird verwendet,

- um die Körbe untereinander zu verbinden,
- für die Zuleitung zum Haus und
- für die Einbindung der Wärmepumpe in den Heizkreislauf.

Energiepfähle

Erdwärmekörbe

Erdwärmesonden

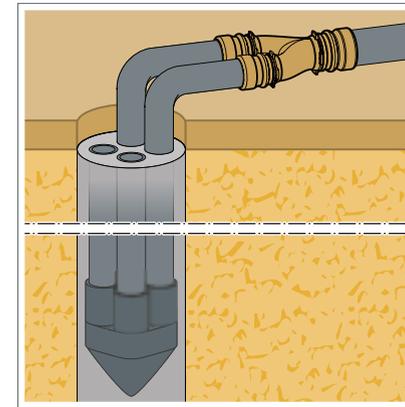


Abb. 416: Erdwärmesonde

Erdwärmesonden werden in einem Bohrverfahren ca. 50–160 m tief in den Untergrund eingebracht. In Deutschland sind das meist Sondenrohre aus PE-HD, die mit einer Wärmeträgerflüssigkeit gefüllt sind (Wasser-Glykol-Gemisch), die die Wärme aus dem Erdreich aufnimmt und zur Wärmepumpe transportiert. Für den Anschluss der Erdwärmesonden an den Wärmekreislauf und an den Verteiler hat sich das Geopress-System bewährt. Meist werden an diesen Stellen PE-100- und PE-X-Rohre verwendet, die an den Verbindungsstellen mit Stützhülsen aus Rotguss (Modell 9605) verstärkt werden, um Biegebelastungen entgegenzuwirken.

Für die Zusammenführung mehrerer Erdwärmesonden an der Erdoberfläche eignet sich das Geopress-Y-Stück.



Nahwärmeversorgung

Als Nahwärmeversorgung wird die Übertragung von Wärme zwischen Gebäuden zu Heizzwecken beschrieben, wenn sie im Vergleich zur Fernwärme über verhältnismäßig kurze Leitungsstrecken erfolgt.

Die Nahwärmeversorgung ist eine Alternative zu herkömmlichen Heizungsanlagen im Haus. In einer zentralen Heizstation, z. B. einem Blockheizkraftwerk, wird die benötigte Wärme effizient erzeugt und über ein isoliertes Nahwärme-Leitungsnetz vom Erzeuger zum Verbraucher transportiert. Das warme oder heiße Wasser der Nahwärmeanlage gibt die Energie über einen Wärmetauscher in der sogenannten Übergabestation an die Heizungs-Installation oder die Trinkwassererwärmungsanlage des Gebäudes ab. Hierbei wird mit Übertragungstemperaturen von 50 °C bis über 100 °C gearbeitet.

Für die Verteilung werden aufgrund der einfachen Verlegung meist flexible, vorisolierte Rohre verwendet.

Mit dem Viega Geopress-System können Verbindungen für Kunststoffrohre aus PE-HD und PE-X im Einsatzbereich Nahwärme hergestellt werden.

Die maximal mögliche Betriebstemperatur des Systems ist 95 °C bei einem Druck bis 0,6 MPa.



WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

Produkte für Hausanschluss- und Versorgungssysteme

- „Maxiplex“ auf Seite 973
- „Geopress K“ auf Seite 975
- „Geopress“ auf Seite 980
- „Geopress G“ auf Seite 983

Konfiguratoren

Druckgefälle-Rechner

druckgefalle-rechner.viega.de

Für weitere Informationen siehe „Druckgefälle-Rechner“ auf Seite 1054.

Viega Website

Anwendungen der Hausanschluss- und Versorgungssysteme

viega.de/de/produkte/anwendungen/hausanschluss-versorgungs-systeme.html



NACHHALTIGKEIT

INHALT

| | |
|---|------------|
| Einleitung | 849 |
| Nachhaltigkeitsziele Viega | 850 |
| Normative Grundlagen | 851 |
| Überblick Normen, Verordnungen und Richtlinien | 852 |
| Planerische Grundlagen | 853 |
| Gebäudezertifizierungssysteme | 853 |
| DGNB | 854 |
| BNB | 855 |
| QNG | 856 |
| LEED | 857 |
| BREEAM | 858 |
| Umwelt-Produktdeklaration (EPD) | 859 |
| Nachhaltige Kriterien und Merkmale der Viega Produkte | 864 |
| Die Viega World – ein Leuchtturmprojekt für digitales Bauen und Nachhaltigkeit | 866 |
| Weiterführende Informationen | 867 |
| Kontaktdaten | 867 |
| Unternehmenszertifikate | 867 |
| Verpackungszertifikate | 867 |
| Internetadressen | 868 |

EINLEITUNG

Als Innovationstreiber der Sanitär-Installationsbranche sehen wir es als unsere Aufgabe, das Leben der Menschen besser zu machen. Wir denken dabei in Lösungen, nicht in Produkten, und geben Antworten auf die Fragen von morgen. Unser Blick ist nach vorne gerichtet. Wir tragen Verantwortung für unsere Umwelt, für uns selbst und für die Generationen, die nach uns kommen: Im Erhalt und in der Weiterentwicklung von Trinkwasser-Hygiene, Energieeffizienz, Komfort und Sicherheit im Gebäude sehen wir unsere Aufgabe. Mit unseren intelligenten Systemen installieren wir die Lebensadern der Gebäude von morgen. Und machen aus Räumen Lebensräume.

Als Familienunternehmen tragen wir Verantwortung für unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie für die Gesellschaft, in der wir leben. Uns geht es um nichts Geringeres, als das Leben der Menschen besser zu machen: Mit Produkten, die dank ihrer Qualität extrem langlebig sind, sowie mit Systemen, die helfen, Energie einzusparen und damit auf die Klimaziele einzahlen. Wir stehen global vor einer großen Herausforderung: Alle Gebäude der Welt zusammen verursachen knapp ein Drittel des globalen Energieverbrauchs und ein Fünftel aller Treibhausgas-Emissionen.^[1] Als produzierendes Unternehmen mit einer hohen Fertigungstiefe, aber auch als Hersteller hochwertiger Produkte für die Gebäudetechnik sehen wir hier eine besondere Verantwortung: Wir wollen Produkte und Technologien entwickeln, die Ressourcen schonen und unsere Lebensqualität verbessern. Gleichzeitig wollen wir bei der Fertigung immer weniger Materialien und Ressourcen einsetzen – ohne die Produktqualität zu beeinträchtigen.

Die Initiative „50 Sustainability & Climate Leaders“^[2] hat unser Engagement gewürdigt. Die globale Kampagne zielt darauf ab, Aufmerksamkeit auf internationale Unternehmen zu lenken, die einen Beitrag zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen leisten.

[1] klimafakten.de/branchenbericht/was-der-klimawandel-fuer-den-bausektor-bedeutet

[2] 50climateleaders.com/viega-installing-lifelines-for-the-buildings-of-tomorrow/

Nachhaltigkeitsziele Viega

Wir haben als Unternehmen vier feste Ziele als Teil unserer Nachhaltigkeitsstrategie definiert.

Ziel 1: Viega wird bis 2035 klimaneutral

Bis spätestens 2035 wird Viega klimaneutral.^[1] So reduzieren wir gezielt den negativen Einfluss auf das Klima in den Scope 1 und 2.

Ziel 2: Nachhaltigkeit als Lösung für unsere Kunden

Viega bietet Lösungen an, die den Energie- und Medienverbrauch im Gebäude deutlich senken. Unser Angebot wollen wir stetig erweitern, um so auch die Nachhaltigkeitsbestrebungen unserer Kunden konkret zu unterstützen.

Ziel 3: Verantwortung und Verbindlichkeit als Schlüssel zum Erfolg

Bei Viega wird Nachhaltigkeit zur gemeinsamen Sache und ist Teil der Unternehmens-DNA. Durch Trainings und Schulungen werden Mitarbeitende und Führungskräfte zu Multiplikatoren von Nachhaltigkeit und Dekarbonisierung. Bei uns sind Dialog und Teilhabe Bestandteil unserer Werte und der unternehmensweiten Zusammenarbeit unserer Mitglieder des Sustainability Teams. Unsere Nachhaltigkeitsziele sind Teil der Zielvereinbarungen unserer Führungskräfte.

Ziel 4: Viega wird nachhaltig transparent

Ab 2024 werden wir einen jährlichen Nachhaltigkeitsbericht veröffentlichen, um noch transparenter zu werden und die Entwicklung unserer Nachhaltigkeitsaktivitäten abzubilden. Dieser wird an der europäischen Corporate Sustainability Reporting Directive ausgerichtet sein und Informationen zu Umweltzielen, unseren wesentlichen gesellschaftlichen Themen sowie Governance-Aspekten enthalten.

Künftig werden wir über Environmental Product Declarations (EPD; Umwelt-Produktdeklaration) außerdem die Nachhaltigkeit unserer Produkte extern zertifizieren lassen. Dabei wird die Ökobilanz der Produkte über den gesamten Lebenszyklus hinweg bewertet.

NORMATIVE GRUNDLAGEN

Der Schutz unserer ökologischen Lebensgrundlagen ist die Voraussetzung für soziale Stabilität und ökonomische Prosperität. Ohne intakte Ökosysteme kann keine gesamtgesellschaftliche Teilhabe an wirtschaftlichem Wohlstand, sozialem Fortschritt und kultureller Entwicklung erfolgen. In Anbetracht einer global wachsenden Bevölkerung mit steigenden Wohlstandsansprüchen müssen wir unsere technologischen, ökonomischen und gesellschaftspolitischen Bestrebungen danach ausrichten, allen auf der Welt ein gutes Leben zu ermöglichen – ohne die Belastungsgrenzen der Erde zu überschreiten. Die 2030-Agenda der Vereinten Nationen (UN) mit ihren 17 Nachhaltigkeitszielen (Sustainable Development Goals, SDGs) und den dazugehörigen 169 Unterzielen ist ein umfassender programmatischer Rahmen zur Verwirklichung einer weltweiten nachhaltigen Gesellschaft – sie ist der Zukunftsvertrag der Weltgemeinschaft für das 21. Jahrhundert.

Für Deutschland wird der Pfad zur Erreichung der SDGs in der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie (DNS) beschrieben. In ihr sind die Prinzipien für das Management von Nachhaltigkeitsherausforderungen festgelegt, für jedes der 17 Ziele konkrete Unterziele und Maßnahmen aufgezeigt sowie Indikatoren zur Überprüfung des Handlungsfortschritts definiert. Die Nachhaltigkeitsziele unterliegen keiner Priorisierung, sie sind unteilbar und universell gültig. Die Ziele sind in vielfacher Weise miteinander verknüpft und können nicht isoliert betrachtet oder umgesetzt werden. Allerdings werden durch diese Wechselbeziehungen und Abhängigkeiten auch Zielkonflikte zwischen den einzelnen SDGs offenbar.^[1]



Abb. 377: 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung^[2]

[1] Quelle: Bundesministerium für Umwelt und Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz.

[2] unric.org/de

[1] bezogen auf Scope 1 und Scope 2 nach Greenhouse Gas Protokoll

Überblick Normen, Verordnungen und Richtlinien

- DIN EN ISO 9001:2015-11 Qualitätsmanagementsysteme - Anforderungen (ISO 9001:2015); Deutsche und Englische Fassung EN ISO 9001:2015
- DIN EN ISO 14001:2015-11 Umweltmanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung (ISO 14001:2015); Englische Fassung EN ISO 14001:2015
- DIN ISO 45001:2018-06 Managementsysteme für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung (ISO 45001:2018)
- DIN EN ISO 50001:2018-12 Energiemanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung (ISO 50001:2018); Englische Fassung EN ISO 50001:2018
- DIN EN ISO 14025:2011-10 Umweltkennzeichnungen und -deklarationen - Typ III Umweltdeklarationen – Grundsätze und Verfahren (ISO 14025:2006)
- DIN EN ISO 14040:2021-02 Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006 + Amd 1:2020)
- DIN EN ISO 14044:2021-02 Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen (ISO 14044:2006 + Amd 1:2017 + Amd 2:2020)
- DIN EN 15804:2020-03 Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte
- Verordnung (EU) Nr. 305/2011 (EU-Bauprodukteverordnung (EU-BauPVO))
- Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH-Verordnung)
- Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP)
- EU-Richtlinie 2011/65/EG (2015/863) (RoHS-Restriction of Hazardous Substances)
- UBA-Liste (Bewertungsgrundlage für metallene Werkstoffe im Kontakt mit Trinkwasser)
- Elektro- und Elektronikgerätegesetz (ElektroG)
- WEEE-Richtlinie 2012/19/EU (Elektro- und Elektronik-Altgeräte)

PLANERISCHE GRUNDLAGEN

Gebäudezertifizierungssysteme

Der Bau- und Immobilienbereich hat einen großen Einfluss auf die Umwelt, da hier mehr als 70 % verwendet werden. Nachhaltige Gebäude müssen aber nicht nur energieeffizient und ökologisch sein, sondern sollen das Wohnen auch sozialer, gesünder und komfortabler machen.

Das nachhaltige Bauen wird maßgeblich durch zwei treibende Kräfte gefördert. Das ist zum einen die europäische Bauproduktenverordnung und zum anderen die Einführung des Leitfadens Nachhaltiges Bauen durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Zudem tragen freiwillige Gebäudezertifizierungssysteme, wie bspw. LEED und BREEAM zu mehr nachhaltigen Gebäuden bei.

Somit gewinnen nachhaltige Bauprojekte nicht nur für Viega zusehends an Bedeutung. Die Nachfrage nach Ökobilanzierungen, transparent beschrieben durch Umweltdeklarationen (EPD – Environmental Product Declaration), steigt und wird zunehmend bei nachhaltigen Bauprojekten eingefordert. Diese werden von den meisten Gebäudezertifizierungen, die die Nachhaltigkeit bewerten, gefordert. Somit sind sie obligatorisch.

Nachhaltiges Bauen hat das primäre Ziel, die Umwelt zu erhalten, ohne die natürlichen Lebensräume in der Umgebung zu zerstören. Das bedeutet in erster Linie, ökologische, ökonomische und soziokulturelle Aspekte gleichermaßen zu berücksichtigen. Der Begriff Green Building bezeichnet dabei Bauprojekte, die unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit konzipiert werden. Die Ressourceneffizienz eines Gebäudes wird durch konzeptionelle Maßnahmen, verwendete Materialien und deren Auswirkungen auf Menschen und Umwelt hinterfragt und zum Beispiel mit einem Bewertungssystem klassifiziert.

Weltweit sind Gebäudezertifizierungssysteme etabliert und es ist gängige Praxis, Bauprojekte zu bewerten. In Deutschland sind die Zertifizierungssysteme DGNB, BNB und QNG vertreten, während LEED und BREEAM heute weltweit in der Bauindustrie eingesetzt werden. Diese Zertifizierungssysteme bringen einige Vorteile, wie z. B. ein verbessertes Umweltimage, geringere Lebenszykluskosten und einen höheren Immobilienwert mit sich. Daneben gibt es weltweit etliche weitere Zertifizierungssysteme, welche verschiedenste Anforderungen an die Nachhaltigkeit von Gebäuden und Produkten stellen.



DGNB

Die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) setzt sich für eine zukunftsfähig gebaute Umwelt ein. Das Ziel ist die Umgestaltung des Bau- und Immobilienmarktes zu einem Markt, dessen Grundlage das nachhaltige Handeln und ein angemessenes Qualitätsverständnis darstellen. Um nachhaltiges Bauen vergleichbar und messbar zu machen, hat die DGNB ein eigenes Zertifizierungssystem entwickelt. Dieses Zertifizierungssystem hilft allen am Bau Beteiligten – egal ob Architekt, Planer oder Handwerker – bei der Umsetzung einer hohen Nachhaltigkeitsqualität. Das Zertifizierungssystem der DGNB basiert auf drei wesentlichen Aspekten, welche dieses System von den anderen abheben: die Lebenszyklusbetrachtung, die Ganzheitlichkeit und die Performanceorientierung. Dabei orientiert sich das DGNB-Zertifizierungssystem nicht nur an der Ökologie, der Ökonomie und dem Soziokulturellen, sondern auch am Standort und der technisch prozessualen Qualität. Es gibt verschiedene Zertifizierungskriterien, welche individuell auf verschiedene Nutzungstypen wie Neubau, Bestand und Sanierung angepasst sind. Hinzu kommt, dass das DGNB-Zertifizierungssystem sich auf klimatische, bauliche und kulturelle Besonderheiten anpassen lässt und somit international anwendbar ist. Die Anwendung des Systems trägt zu einer hohen Zukunftssicherheit von Bauprojekten bei. Ein DGNB-Zertifikat dient also als Nachweis der Qualität und der Nachhaltigkeit von Bauprojekten. Auch für Viega stehen sowohl die Qualität als auch die Nachhaltigkeit im Mittelpunkt. Daher wird konsequent der gesamte Lebenszyklus eines Projekts betrachtet und das nachhaltige Bauen gefördert. Viega ist seit 2010 Mitglied beim DGNB.

Fakten

- im Jahr 2007 von 16 Organisationen aus der Immobilienwirtschaft gegründet
- 8700 zertifizierte Projekte
- 57,5 Millionen Quadratmeter zertifizierte Fläche
- in rund 30 Ländern wurden bereits Gebäude mit dem DGNB zertifiziert
- Marktführer bei der Gebäudezertifizierung in Deutschland
- Qualitätskategorien: ökonomische, ökologische, soziokulturelle, technische, standortbezogene
- Zertifikate: Platin, Gold, Silber, Bronze

| Gesamterfüllungsgrad | ab 80% | ab 65% | ab 50% | ab 35% |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Mindesterfüllungsgrad | 65% | 50% | 35% | —% |

* Diese Auszeichnung gilt nur für das Bestandszertifikat bzw. für das Zertifikat „Gebäude im Betrieb“.

Abb. 378: Die Auszeichnungslogik der DGNB Zertifizierung im Überblick



BNB

Das Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (kurz: BNB) setzt sich für einen nachhaltigen Lebenszyklus ein. Es dient als Instrument, um verschiedene nachhaltige Bauvorhaben zu planen und zu bewerten. Dabei werden ökologische, ökonomische, soziale und technische Aspekte – also der gesamte Lebenszyklus – berücksichtigt. Vorwiegend wird es bei Bauvorhaben des Bunds angewendet, also bei öffentlichen Bauvorhaben. Es ergänzt den Leitfaden Nachhaltiges Bauen des Bundesbauministeriums als ganzheitliche Bewertungsmethodik für Gebäude und ihr Umfeld. Es muss per Erlass verpflichtend angewandt werden. Inhaltlich ist das Bewertungssystem mit dem Verfahren des DGNB vergleichbar. Das BNB setzt sich den Schutz allgemeiner Güter wie Umwelt, Ressourcen, Gesundheit, Kultur und Kapital als Ziel. Es sollen nicht nur Einzelaspekte, sondern gesamte Gebäude und Außenanlagen optimiert werden. Zusätzlich zur Beurteilung der Gesamtqualität eines Gebäudes unterstützt das BNB bei der Planung und begleitet den Bauprozess, um die Qualität und Nachhaltigkeit sicherstellen zu können. Um einen ganzheitlichen und einheitlichen Kriterienkatalog zu erstellen, kooperiert das BNB außerdem mit dem DGNB. Hinzu kommt, dass dieses Bewertungssystem kontinuierlich weiterentwickelt wird und somit immer auf dem aktuellen Stand ist. Während der Planung und bei der Bewertung wird auf Besonderheiten der verschiedenen Gebäude- und Nutzungsarten geachtet. Ein Gebäude kann nicht nur einmal einer Nachhaltigkeitsbewertung unterzogen werden. Daher gibt es drei verschiedene Module des BNB, welche sich zum einen auf den Neubau, aber auch auf die Komplettmodernisierung oder das Nutzen und Betreiben konzentrieren können.

Fakten

- wurde zusammen mit der DGNB und dem Bundesministerium für Bau und Heimat entwickelt
- Qualitätskategorien: ökonomische, ökologische, soziokulturelle, funktionale, technische, prozessuale, standortbezogene
- Zertifikate: Gold, Silber und Bronze

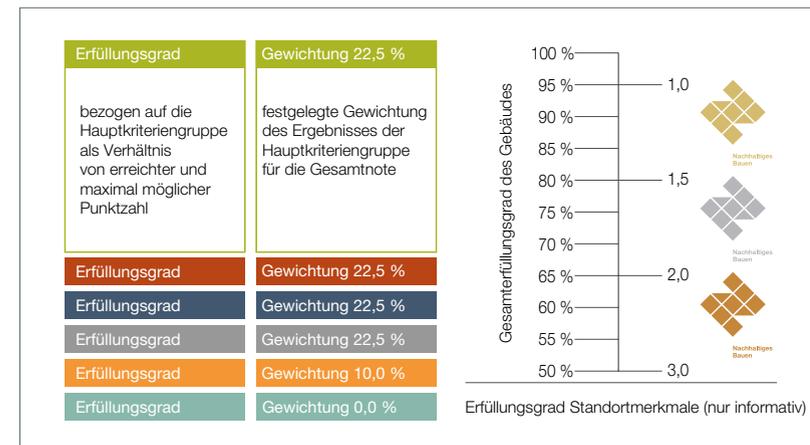


Abb. 379: Bewertungsmethodik im BNB am Beispiel Neubau Bürogebäude

bnb-nachhaltiges-bauen.de/bewertungssystem



QNG

Der Bund fördert seit dem 1. Juli 2021 im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) Nachhaltigkeitsaspekte durch eine eigene Nachhaltigkeitsklasse (NH-Klasse). Der erforderliche Nachweis für die Förderung erfolgt über die Vergabe des gebäudebezogenen Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude (QNG). Seit dem 20.04.2022 treten die ergänzten QNG-Anforderungen für den Neubau und die Komplettmodernisierung von Nichtwohngebäuden im Rahmen der Einführungsphase in Kraft. Das QNG ist ein staatliches Qualitätssiegel für Gebäude. Voraussetzung für die Vergabe ist ein Nachweis der Erfüllung allgemeiner und besonderer Anforderungen an die ökologische, soziokulturelle und ökonomische Qualität von Gebäuden. Die Erfüllung der Anforderungen muss durch eine unabhängige Prüfung nach Baufertigstellung anhand der abgeschlossenen Planungs- und Bauprozesse und auf Grundlage der Überprüfung ausgewählter realisierter Qualitäten nachgewiesen werden.



[nachhaltigesbauen.de](https://www.nachhaltigesbauen.de)



[bmwsb.bund.de](https://www.bmwsb.bund.de)

Das Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen legt die Kriterien und Bedingungen für das Qualitätssiegel fest. Das Qualitätssiegel wird nach einer Zertifizierung im Auftrag des Bundesbauministeriums durch unabhängige Stellen vergeben. Das Qualitätssiegel wird in den Anforderungsniveaus „Plus“ oder „Premium“ vergeben.

Weitere Informationen sind auf dem Informationsportal Nachhaltiges Bauen und auf der Internetseite des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen nachzulesen.

LEED

Das Bewertungssystem Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) wurde von dem US Green Building Council entwickelt. Es bedeutet übersetzt in etwa „Vorreiter in energie- und umweltgerechter Planung“. Dieses Bewertungsverfahren ist das weitverbreitetste Verfahren bei den internationalen Immobilienmärkten, findet aber auch in Deutschland speziell bei Bauvorhaben mit Beteiligung ausländischer Investoren Anwendung. Dieses Zertifizierungssystem ist in acht Qualitätskategorien unterteilt. Anhand der pro Kategorie vergebenen Punkte wird entschieden, ob ein Bauprojekt der Bewertungsstufe Silber, Gold oder Platin zugeordnet werden kann. Zusätzlich gibt es Folgezertifizierungen, bei welchen ausschließlich die Abweichungen zur ersten Bewertung dokumentiert werden müssen. Dies erleichtert das gesamte Verfahren. Auch dieses System ist nach Anforderungen der unterschiedlichen Bauaufgaben differenziert. Es gibt verschiedene Varianten für den Neubau, Sanierungen, Bestandsgebäude, Innen- und Mieterausbauten und ganze Gemeinden oder Städte. Das Alleinstellungsmerkmal des Verfahrens liegt in der digitalen Aufbereitung und Nutzung der gebäudespezifischen Daten, welche auf der Plattform LEED Online verwaltet und von dort aus als Basisdatensatz für weitere Zertifizierungen genutzt werden können. Ziele des Zertifizierungssystems LEED sind in erster Linie der Klimaschutz und die Ressourcenschonung.

Fakten

- Im Jahr 1998 vom U.S. Green Building Council entwickelt
- wird in 165 Ländern angewendet
- Qualitätskategorien: Infrastrukturelle Einbindung des Standorts, Grundstückqualitäten, Wassereffizienz, Energie und globale Umweltwirkungen, Materialkreisläufe und Ressourcenschonung, Innenraumluftqualität, Innovationen, standortbedingte Besonderheiten
- maximal können 110 Punkte erreicht werden
- Zertifikate: Platin, Gold, Silber, Zertifiziert

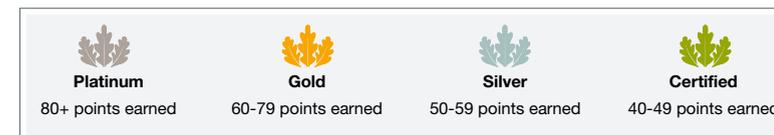


Abb. 380: LEED-Bewertungsmethodik



[usgbc.org/leed](https://www.usgbc.org/leed)



BREEAM®



breeam.de/

BREEAM

Das BREEAM Zertifizierungssystem (Building Research Establishment Assessment Methodology) wurde 1990 vom UK Building Research Establishment gegründet. Es ist die weltweit führende und zugleich älteste Methode, um die Nachhaltigkeit von Immobilien zu bewerten. Somit garantiert dieses System einen international anerkannten Nachweis für die Nachhaltigkeit eines Gebäudes. Auch dieses Bewertungssystem ist auf verschiedene Arten der Gebäudenutzung und länderspezifische Besonderheiten anwendbar. Die Bewertung erfolgt durch die Vergabe von Sternen. Diese reichen von akzeptabel über befriedigend, gut, sehr gut, exzellent bis hin zu herausragend. Insgesamt werden neun Kriterien bewertet: gesamtes Management, Gesundheit, Energie, Transport, Wasser, Materialien, Abfall, Landverbrauch und Verschmutzung. Somit kann nicht nur die Nachhaltigkeit bewertet, sondern auch die Verbesserungspotenziale können identifiziert werden. Hinzu kommt, dass das BREEAM-System sich auf die 17 Sustainability Development Goals der UN bezieht.

Fakten

- Im Jahr 1990 von einem britischen Forschungsinstitut gegründet
- wird in 77 Ländern verwendet
- mehr als 550000 Gebäude wurden zertifiziert
- über 2 Millionen Gebäude sind zur Zertifizierung registriert
- Qualitätskategorien: Energie, Gesundheit, Material, Management, Landverbrauch und Ökologie, Verschmutzung, Transport, Abfall, Wasser
- Zertifikate: herausragend, exzellent, sehr gut, gut, befriedigend, akzeptabel



Abb. 381: BREEAM-Bewertungsmethodik



Umwelt-Produktdeklaration (EPD)

Was ist eine EPD?

Eine Umwelt-Produktdeklaration, Environmental Product Declaration (EPD), ist ein standardisiertes Dokument zur Darstellung der Umweltauswirkungen eines Produkts über seinem gesamten Lebenszyklus oder Teile davon. Diese Informationen werden durch eine Ökobilanz gewonnen, auch Lebenszyklusanalyse (LCA) genannt, die das Treibhauspotenzial, das Versauerungspotenzial, den Primärenergiebedarf und andere Umweltauswirkungen darstellt. Ziel ist es, transparente und vergleichbare Daten bereitzustellen, um Umweltaspekte in Entscheidungsprozesse einbeziehen zu können. Daher sind sowohl die Verfahren zur Erstellung der EPDs als auch der LCAs genormt. Die EPD unterstützt z. B. Planer und Architekten bei der Bewertung von Gebäuden hinsichtlich Nachhaltigkeitskriterien.

Für welche Viega Produktsortimente liegen EPDs vor?

Für die folgenden Produktsortimente liegen EPDs vor, die kontinuierlich erweitert werden. Die Produktgruppen wie G (Gas), S (Sonderanwendungen) und LF (LABS-frei) sind in den entsprechenden EPDs integriert:

- Profipress, ProPress (USA)
- Sanpress
- Sanpress Inox
- Temponox
- Prestabo
- Megapress, MegaPress USA
- Raxofix
- Geopress
- PureFlow USA
- Smartpress
- Seapress, SeaPress USA
- ...

Was sind Produktkategorieregeln (PCRs)?

Produktkategorieregeln (PCRs) sind spezifische Regelwerke, die für die Durchführung von Ökobilanzstudien und die Erstellung von EPDs gelten. Diese Regeln orientieren sich an der internationalen Norm ISO 14025. Nach diesen Standards erstellte EPDs werden von nachhaltigen Gebäudezertifizierungssystemen anerkannt. PCRs sind dabei herstellernerutral. Sie werden von den so genannten Programmaltern erstellt und aktualisiert. Durch sorgfältig ausgearbeitete PCRs können Unternehmen das Vertrauen und den Respekt ihrer Interessengruppen und Kunden gewinnen. Das ift Rosenheim wurde durch Viega bei der Erarbeitung der folgenden PCRs unterstützt. Abhängig von der weiteren EPD-Erstellung müssen bestehende PCRs geprüft bzw. neu erarbeitet werden:

- Rohrleitungssysteme einschließlich Verbindungs- und Anschlussstechnik
- Armaturen
- Flächentemperiersystem und Zubehör
- Entwässerungstechnik
- Vorwand-/Spültechnik
- Wassermanagementsysteme

Wo können die EPDs und die zugehörigen PCR's heruntergeladen werden?

Für den Download der EPDs stehen zwei Optionen zur Verfügung:

- Option 1: Sie können die entsprechende EPD im Downloadbereich des Online-Produktkatalogs der Viega Website *viega.de* finden
- Option 2: Die offiziellen Ergebnisse der LCAs sind auf der ÖKOBAUDAT-Plattform des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) (nur Deutschland) unter www.oekobaudat.de und können mithilfe eines Universally Unique Identifier (UUID) in weiterverarbeitende Softwareprogramme übertragen werden.



ift-rosenheim.de

Die zugehörigen PCR's sind über die Website des ift Rosenheims verfügbar:
ift-rosenheim.de

In welchen Ländern sind die EPDs gültig?

Die EPDs von Viega sind in Europa und Nordamerika (USA und Kanada) gültig. Primär geht es bei der Akzeptanz von EPDs nicht um Länder, sondern um Gebäudezertifizierungssysteme. Je nach System können unterschiedliche Anforderungen an EPDs gelten. Es gibt zwei grundlegende Berechnungsmethoden: Für europäische Länder erfolgt die Berechnung nach der CML-Methode^[1], während für Nordamerika die TRACI-Methode^[2] verwendet wird. Wenn Viega-Produkte sowohl in Europa als auch in Nordamerika verkauft werden, enthält die zugehörige EPD beide Berechnungsmethoden. Eine Ausnahme bildet Frankreich. Hier ist das französische Pendant FDES^[3] zur EPD gültig. Diese muss von einem lokalen Ökobilanzierer erstellt und von einem bei INIES^[4] gelisteten Prüfer verifiziert werden.

In welchen Sprachen sind die EPDs verfügbar?

Die EPDs von Viega sind sowohl in deutscher als auch in englischer Sprache verfügbar.

Wie sind die EPDs klassifiziert?

Die Viega EPDs sind als Typ-III-Deklarationen gemäß ISO 14025 und EN 15804 klassifiziert.

In der Kategorisierung von Umweltdeklarationen gibt es grundsätzlich 3 Typen.

- Typ I Umweltdeklarationen nach ISO 14024: Diese beinhalten eine Bewertung durch eine unabhängige Stelle. Es sind klare Grenzwerte festgelegt, die eingehalten und als messbare Ziele erreicht werden müssen, um z. B. ein Umweltzeichen wie den „Blauen Engel“ zu erhalten.
- Typ II Umweltdeklarationen nach ISO 14021: Diese sind Eigenangaben, die von Herstellern oder Händlern erstellt werden, um auf spezifische Umweltaspekte ihrer Produkte oder Dienstleistungen aufmerksam zu machen. Im Gegensatz zu Typ I und III ist hier keine Prüfung durch unabhängige Dritte notwendig.

[1] Centrum voor Milieukunde

[2] Tool for Reduction and Assessment of Chemicals and Other Environmental Impacts

[3] Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire

[4] inies.fr

- Typ III Umweltdeklarationen nach ISO 14025 und EN 15804: Diese stellen quantifizierte umweltbezogene Informationen über den Lebenszyklus eines Produkts bereit. Ihr Hauptzweck ist es, den Vergleich zwischen Produkten gleicher Funktion zu ermöglichen, um beispielsweise die CO₂-Äquivalenz eines Gebäudes zu ermitteln. Solche Umweltdeklarationen werden von einer oder mehreren Organisationen bereitgestellt, basieren auf unabhängig verifizierten Daten aus Ökobilanzen gemäß der ISO 14040 Normenreihe und werden von einem Programmhalter verwaltet. In diesem Fall ist das ift Rosenheim der zuständige Programmhalter für die Viega EPDs.

Aktuell arbeitet die EU an dem so genannten Green Claims Guide. Demnach sollen nur noch Aussagen zur Nachhaltigkeit akzeptiert werden, die auf wissenschaftlichen und transparenten Methoden basieren. Die Typ III Umweltdeklarationen bilden eine ideale Grundlage.

In welchen nachhaltigen Gebäudezertifizierungssystemen können EPDs verwendet werden?

Nach vorliegenden Informationen sind EPDs weltweit in den führenden Gebäudezertifizierungssystemen anwendbar:

- Deutschland: DGNB, BNB, QNG
- Austria: ÖGNB
- USA, Canada, UAE, [...]: LEED
- United Kingdom, Netherlands, [...]: BREEAM
- Australia: Green Star, Nabers
- Japan: CASBEE
- India: GRIHA
- China: GBL

Im Einzelfall ist es ratsam, die lokalen Modalitäten und Kriterien zu überprüfen, um sicherzustellen, dass die EPDs den spezifischen Anforderungen und Standards der jeweiligen Region oder des Gebäudezertifizierungssystems entsprechen.



Welchen Beitrag leisten EPDs bei Gebäudezertifizierungssystemen?

In vielen Gebäudezertifizierungssystemen können EPDs dazu beitragen, Punkte oder Credits zu erzielen. Die genaue Bewertung und Punktevergabe variiert je nach Gebäudezertifizierungssystem. EPDs bieten transparente Informationen über die Umweltauswirkungen von Baustoffen und Produkten, was in vielen Gebäudezertifizierungssystemen als Beitrag zur Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit gewertet wird und für die Ausschreibung notwendig ist.

Ein Auditor kann von allen Herstellern oder für alle Produkte, die in einem zu bewertenden Gebäude verbaut werden, die entsprechenden EPDs einfordern. Dies stellt sicher, dass die Bauprodukte den Nachhaltigkeitskriterien des Gebäudezertifizierungssystems entsprechen. Die Anforderung von EPDs unterstreicht den wachsenden Fokus auf Umweltaspekte im Bauwesen und fördert nachhaltiges Bauen.

Die Bewertung erfolgt dabei nicht auf Produktebene (EPD), sondern auf Gebäudeebene. Dabei findet die Bewertung separat für jeden Umweltindikator statt, wie z. B. Treibhausgase oder Versauerung. Je nach Gebäudezertifizierungssystem werden unterschiedliche Umweltindikatoren bewertet.

Sind EPDs zwischen Wettbewerbern vergleichbar?

Im Allgemeinen sind EPDs dazu gedacht, Vergleiche zwischen Produkten gleicher Funktion zu ermöglichen. Die EPD-Normen, insbesondere ISO 14025 und EN 15804, legen einen Rahmen fest, der sicherstellen soll, dass die deklarierten Informationen vergleichbar sind. Dies beinhaltet standardisierte Methoden für die Durchführung von Ökobilanzen und die Darstellung der Ergebnisse. Allerdings können einige Unterschiede auftreten, insbesondere wenn diverse (valide/invalid) Datenquellen, Annahmen oder Grenzen für die Lebenszyklusanalyse verwendet werden.

Daher ist es wichtig, folgendes zu beachten: Während EPDs als nützliche Vergleichsinstrumente dienen, sind sie möglicherweise nicht in allen Aspekten direkt vergleichbar, insbesondere wenn es um Produkte verschiedener Hersteller geht. Bei spezifischen Vergleichen zwischen Wettbewerbern ist eine genaue Prüfung der bilanzierten Lebenszyklus-Phasen, der Berechnungssoftware, den PCRs, den Abschneidekriterien etc. in den einzelnen EPDs notwendig.



Was bedeutet bilanzierte Lebenszyklus-Phase?

Die Bilanzierung der Lebenszyklus-Phase bezieht sich auf die transparente und detaillierte Offenlegung der verschiedenen Phasen im Lebenszyklus eines Produkts. Der Lebenszyklus umfasst typischerweise mehrere Stufen, von der Rohstoffgewinnung über die Produktion und Nutzung bis zur Entsorgung oder Wiederverwertung. Diese Phasen werden in der EN 15804 beschrieben.

| Herstellungsphase | | | Baustadium | | Nutzungsstadium | | | | | | | Nachnutzungsstadium | | | | Recyclingpotential | | |
|-------------------|-----------|-------------|------------|-----------------------|-----------------|----------------|----------------------------|--------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------|-----------|------------------------------|--------------------------|--|--|
| Rohstoffgewinnung | Transport | Herstellung | Transport | Einbau / Installation | Nutzung | Instandhaltung | Instandsetzung / Reparatur | Ersatz | Aufbereitung / Sanierung | Renovierung / Sanierung | Energieverbrauch im Betrieb | Wasserverbrauch im Betrieb | Rückbau | Transport | Wiederverwertung / Recycling | Entsorgung / Endlagerung | Wiederverwendung / Wiederaufbereitung / Recyclingpotential | |
| A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6 | B7 | C1 | C2 | C3 | C4 | D | | |

Abb. 382: Lebenszyklusbewertungsphasen nach DIN EN 15804

Es werden vier Ansätze unterschieden:

- Cradle-to-Gate (vom Ursprung bis zum Werkstor): Betrachtet den Lebenszyklus bis zur Anlieferung an das Werkstor und vernachlässigt Nutzung, Transport und End-of-Life-Szenarien.
- Cradle-to-Gate with Options (vom Ursprung bis zum Werkstor mit Optionen): Bezieht mögliche Entsorgungs- und Recyclingoptionen mit ein und berücksichtigt mehr Aspekte des Lebenszyklus, endet jedoch am Werkstor.
- Cradle-to-Grave (vom Ursprung bis zum Grab): Berücksichtigt den gesamten Lebenszyklus bis zur Entsorgung oder Wiederverwertung und gibt einen umfassenden Einblick in die Umweltauswirkungen des Produkts.
- Cradle-to-Cradle (vom Ursprung bis zur Wiege): Betont den geschlossenen Kreislauf von Materialien. Strebt an, Produkte zu schaffen, die nach dem Gebrauch als Ressourcen für neue Produkte dienen können. Dieser Bilanzierungsansatz wird zwar schon häufiger genannt, ist jedoch normativ noch nicht erfasst.

Nach welchem Prinzip sind die Viega EPDs bilanziert?

Viega EPDs sind nach dem Prinzip Cradle-to-Grave bilanziert.

Nachhaltige Kriterien und Merkmale der Viega Produkte

Viega Produkte stehen einzeln und als System für eine Fülle von nachhaltigen Merkmalen und Kriterien, die im Zuge der Gebäudezertifizierung in Abstimmung mit dem jeweiligen Architekten, Planer und Auditor besprochen und dann positiv in die Bewertung aufgenommen werden können.

Beispiele nachhaltiger Produktmerkmale und Kriterien:

- AquaVip-Zirkulationsregulierventil elektronisch (automatischer hydraulischer Abgleich) , DGNB-Kriterien Ökologische Qualität ENV2.2 / TRINKWASSERBEDARF UND ABWASSERAUFKOMMEN
- AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer DTE (Warmwasserzonierung)
- AquaVip-Ultrafiltrationsmodul UFC (mechanische Filterung von Mikroorganismen, dadurch Warmwasser-Temperaturabsenkung möglich)
- AquaVip-Produkte mit Hygienespülfunktion (Vermeidung von Stagnationswasser)
- AquaVip-Controller (Trinkwassermanagement, automatischer Betriebsdatennachweis)
- Fonterra Smart/Heat Control (automatischer hydraulischer Abgleich)
- Raxofix-Verbindungstechnik (geringe Druckverluste – Zeta-Werte)
- Prevista-WC-Elemente (2-Mengen-Spülung und einstellbare Spülmenge)
- Umwelt-Produktdeklaration | EPD (Environmental Product Declaration) des Viega Produktsortiments
- Entsorgungs-/Recyclings-Zertifikate für Verpackung
- langlebige Produkte
- halogenfreie Dämmungen (Raxofix-Rohr, Prevista-Spülkästen etc.)
- UBA- und REACH-konforme Werkstoffe
- deutsche Produktionsstandorte
- Flächentemperierungssysteme für niedrige Medientemperaturen
- Recyclingfähigkeit der Werkstoffe
- ...

Bestätigungsschreiben

Bestätigungsschreiben zur Einhaltung und Erfüllung der aktuell gültigen gesetzlichen Vorgaben und Richtlinien können beim Service Center Technische Beratung angefragt werden.

Telefon +49 (0) 2722 61-1100

Fax +49 (0) 2722 61-1101

service-technik@viega.de

- Herstellererklärung gemäß QNG-Anforderungskatalog über Schadstoffvermeidung in Baumaterialien gemäß Anhang 313 Version 1.3
- SCIP-Registrierung
- POP-Verordnung (EG) Nr. 850/2004
- Bauproduktenverordnung (BauPVO Nr. 305/2011 (EU))
- CE-Kennzeichnungen
- Konformitätserklärungen (DoC – Declaration of Conformity)
- Leistungserklärungen (DoP – Declaration of Performance)
- REACH, Verordnung (EG) Nr. 1907/2006
- RoHS, Richtlinie 2011/65/EG
- RoHS, Richtlinie 2015/863
- Medienanwendung und Werkstoffauswahl
- UBA Metall-Bewertungsgrundlage für metallene Werkstoffe im Kontakt mit Trinkwasser gemäß § 17 Abs. 3 TrinkwV
- Business Social Compliance Initiative Certification
- Mindestlohngesetz (MiLoG)



Die Viega World – ein Leuchtturmprojekt für digitales Bauen und Nachhaltigkeit

Die Viega World in Attendorn-Ennest ist das neue interaktive Schulungszentrum des Unternehmens. Der rund 12200 Quadratmeter große Neubau wurde komplett digital geplant und ist ein Plus-Energie-Gebäude. Durch die Nutzung regenerativer Energien wird sogar mehr Wärme und Strom erzeugt, als das Gebäude im Betrieb selbst verbraucht. Unterstützt auch durch Abwärme der angrenzenden Produktion.



Abb. 383: Viega World

Die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) hat die Viega World mit dem Zertifikat in „Platin“ (höchste Auszeichnungsstufe im Bereich Bildungseinrichtungen) mit einem Erfüllungsgrad von 89,1 Prozent ausgezeichnet – so viel wie noch keine andere Bildungseinrichtung. Mit diesem werden Projekte ausgezeichnet, die mit einer ganzheitlich hohen Nachhaltigkeitsqualität geplant wurden.

Möglich wurde die höchste DGNB-Auszeichnung unter anderem durch die integrale Planung des Seminarcenters mit der noch recht neuen, digitalen Planungsmethode BIM (Building Information Modeling, siehe „Digitale Services“ auf Seite 9). Bei dieser Planung werden nicht nur die üblichen Nutzungsanforderungen betrachtet, sondern genauso die Betriebskosten, die das Gebäude in Zukunft verursacht. So konnte der gesamte Neubau schon vor Baubeginn auch in dieser Hinsicht optimiert werden.

WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

Kontaktdaten

Service Center Technische Beratung
 Telefon +49 (0) 2722 61-1100
 Fax +49 (0) 2722 61-1101
service-technik@viega.de

Unternehmenszertifikate

Jedes Jahr findet im Rahmen der Viega Unternehmenszertifizierung eine Überwachung der internen Prozesse statt. Diese Überwachung ist auch unter dem Namen „Audit“ bekannt. Die zeitlichen Intervalle sind so geregelt, dass im ersten und zweiten Jahr ein „Wiederholungsaudit“ und alle drei Jahre die sogenannte „Re-Zertifizierung“ durchgeführt wird.

Viega ist nachfolgenden Managementsystemen zertifiziert:

- Qualitätsmanagement gemäß ISO 9001
- Energiemanagement gemäß ISO 50001
- Umweltmanagement gemäß ISO 14001
- Arbeitssicherheits- und Gesundheitsschutzmanagement gemäß ISO 45001

Verpackungszertifikate

Zusätzlich gewährleistet Viega, dass Transportverpackungen ordnungsgemäß recycelt werden. Verpackungen werden bei unseren Kunden durch Entsorgungspartner gesammelt, stofflich verwertet unter der Auflage, dass alle Anforderungen gemäß Verpackungsgesetz erfüllt werden.

Für Deutschland zuständig:
 Zentek Services GmbH & Co. KG
 Ettore-Bugatti-Str. 6-14
 51149 Köln

Für Österreich zuständig: (ein extra Zertifikat wird nicht herausgegeben)
 Altstoff Recycling Austria AG
 Mariahilfer Straße 123
 1060 Wien, Österreich

Im einzelnen liegen für folgende Verpackungen Zertifikate vor:

- CHI-Zertifikate zur Recyclingfähigkeit von Folienbeuteln
- FSC-Zertifikat für Verpackungen aus Wellpappe

Internetadressen

Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen – DGNB e.V.



dgnb.de

BNB (Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen)



bnb-nachhaltigesbauen.de

Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude



bmwsb.bund.de/SharedDocs/kurzmeldungen/Webs/BMWSB/DE/2022/qng.html

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)



leed.usgbc.org

BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology)



breeam.com

ift Rosenheim GmbH



ift-rosenheim.de

ÖKOBAUDAT Informationsportal nachhaltiges Bauen vom Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB)

oekobaudat.de



Informationsportal Nachhaltiges Bauen

nachhaltigesbauen.de



PRODUKTE

INHALT

| | |
|---|------------|
| AquaVip Solutions | 877 |
| Prevista Dry-WC-Element mit Spülfunktion | 877 |
| Spülstationen | 879 |
| Spülventil | 882 |
| Durchfluss-Trinkwassererwärmer (DTE) | 884 |
| Ultrafiltrationsmodul | 885 |
| Durchfluss-Trinkwasserkühler (DTK) | 887 |
| Zirkulationsregulierventil | 888 |
| Sensoren | 889 |
| Controller | 891 |
| AquaVip-Controller | 891 |
| AquaVip-Netzteil | 893 |
| Interfaces | 894 |
| Digitale Services | 895 |
| Vorwandtechnik | 896 |
| Systemübersicht | 896 |
| Prevista Dry | 897 |
| Elemente | 897 |
| Einbautiefe [mm] | 897 |
| Bidet-Element | 898 |
| Urinal-Elemente | 899 |
| Waschtisch-Elemente | 900 |
| WC-Elemente | 903 |
| Prevista Dry-WC-Element individuell höhenverstellbar (Modell 8521.32) | 904 |
| Befestigung | 906 |
| Befestigungs-Elemente | 906 |
| Befestigungssets | 907 |
| Rahmen-Element | 908 |

| | |
|---|------------|
| Prevista Dry Plus | 909 |
| WC-Modul | 909 |
| Armatureträger | 910 |
| Befestigungs-Elemente | 911 |
| Module | 912 |
| Schienen und Schienenverbinder | 913 |
| Prevista Pure | 915 |
| WC-Vorwandblöcke | 915 |
| Bidet-Vorwandblock | 916 |
| Waschtisch-Vorwandblock | 917 |
| Betätigungsplatten | 918 |
| WC | 918 |
| Urinal | 923 |
| Digitale Services | 924 |
| Rohrleitungssysteme Metall | 925 |
| Allgemeine Informationen | 925 |
| Nutzungshinweis | 925 |
| Pressverbinder mit SC-Contur | 925 |
| Digitale Services | 926 |
| Profipress | 927 |
| Profipress G | 930 |
| Profipress S | 932 |
| Temponox | 934 |
| Prestabo | 937 |
| Prestabo LF | 940 |
| Megapress | 943 |
| Megapress S | 945 |
| Megapress G | 948 |
| Sanpress Inox | 950 |
| Sanpress Inox LF | 953 |
| Sanpress Inox G | 956 |

| | |
|---|------------|
| Sanpress | 958 |
| Seapress | 961 |
| Smartloop Inlinertechnik | 964 |
| Rohrleitungssysteme Kunststoff | 965 |
| Allgemeine Informationen | 965 |
| Nutzungshinweis | 965 |
| Pressverbinder mit SC-Contur | 965 |
| Digitale Services | 966 |
| Sanfix Fosta | 967 |
| Raxofix | 969 |
| Maxiplex | 971 |
| Geopress K | 973 |
| Geopress K Gas | 975 |
| Geopress | 978 |
| Geopress G | 981 |
| Armaturen Wasser | 985 |
| Kugelhähne | 985 |
| Probenahmeventile | 987 |
| Schrägsitzventile | 989 |
| Unterputz-Absperrventile | 990 |
| UP-Freifluss-, UP-Geradsitzventile | 990 |
| UP-Wohnungswasserzähler | 991 |
| Zirkulationsregulierventile | 993 |
| Digitale Services | 994 |
| Armaturen Gas | 995 |
| Gaskugelhähne | 995 |
| Gassteckdosen | 996 |

| | |
|---|-------------|
| Gasströmungswächter | 997 |
| Gaszählerkugelhähne | 998 |
| Digitale Services | 999 |
| Entwässerungstechnik | 1000 |
| Keller-, Wasch- und Hauswirtschaftsräume | 1000 |
| Rückstauverschlüsse | 1000 |
| Waschmaschinenabläufe | 1002 |
| Kellerabläufe | 1004 |
| Einrichtungsgegenstände im Bad | 1005 |
| Badewannen-Abläufe | 1005 |
| Duschwannenabläufe | 1011 |
| Waschtisch-/Bidetabläufe | 1013 |
| Urinal-Abläufe | 1015 |
| Bodenentwässerung im Bad | 1017 |
| Duschrinnen | 1017 |
| Badabläufe | 1019 |
| Bodenabläufe | 1021 |
| Brandschutz | 1023 |
| Balkon- und Terrassenabläufe | 1024 |
| Abläufe für Spülen | 1025 |
| Digitale Services | 1027 |
| Flächentemperierung | 1028 |
| Systemkomponenten | 1028 |
| Systemvergleich | 1028 |
| Rohre | 1029 |
| Übergänge und Verschraubungen | 1031 |
| Verlegeplatten | 1032 |
| Regelung | 1036 |
| Verteiler | 1036 |
| Verteilerschränke | 1037 |
| Einzelraumregelung - Fonterra Smart Control | 1038 |
| Einzelraumregelung - Fonterra Heat Control | 1039 |
| Einzelraumregelung - Standard | 1040 |
| Regelstationen | 1042 |
| Digitale Services | 1043 |

| | |
|---|-------------|
| Digitale Services | 1044 |
| Software und Tools | 1044 |
| Viptool Engineering | 1044 |
| LINEAR Solutions – Viega Edition | 1045 |
| Viptool Master | 1046 |
| Viptool Assistant | 1046 |
| Viptool Sales | 1047 |
| Viega BIM Data Tool / Viega BIM Data Portal | 1047 |
| Konfiguratoren | 1048 |
| Advantix-Konfigurator | 1048 |
| Advantix Vario-Konfigurator | 1049 |
| Betätigungsplatten-Konfigurator | 1050 |
| Brandschutz-Konfigurator | 1051 |
| Druckgefälle-Rechner | 1052 |
| AquaVip DTE/UFC Planer | 1053 |
| Prevista Dry Plus-Konfigurator | 1054 |
| Produktdaten | 1055 |
| BIM-Daten | 1055 |
| Ausschreibungstexte | 1055 |
| Webportale | 1056 |
| Online-Katalog | 1057 |
| Applikationen | 1058 |
| Viega | 1058 |
| Viega Tool Services | 1059 |

AQUAVIP SOLUTIONS

Systeme zur Überwachung und Aufrechterhaltung der Trinkwasser-Qualität. Direkt kombinierbar mit vielen Viega Pressverbindersystemen und dem Prevista Dry-Vorwandssystem.

Prevista Dry-WC-Element mit Spülfunktion

Prevista Dry-WC-Element mit integrierter AquaVip-Spülstation für automatische Hygienespülung bei:

- Über- bzw. Unterschreitung der Temperatur im Trinkwasser kalt und Trinkwasser warm
- Überschreiten eines festgelegten Nutzungsintervalls
- geringerem Durchfluss als im sanitärtechnischem Raumbuch festgelegt

Übersicht



Abb. 1: Prevista Dry-WC-Element mit integrierter AquaVip-Spülstation (Modell 8590)

Merkmale:

- Integration in AquaVip Solutions
- Kalt- und Warmwasseranbindung
 - PWC R $\frac{1}{2}$
 - PWH R $\frac{1}{2}$
- Hygienespülungen PWH und PWC einzeln steuer- und regelbar
- integrierte Spülstation mit Armaturengruppe 1 nach DIN 4109
- integrierter Temperatursensor am Ausgang der Spülstation
- Kompatibel zu allen WC-Betätigungsplatten für Prevista
- Hinweis: Nutzungsabhängige Hygienespülung nur in Kombination mit WC-Betätigungsplatten für Prevista Modelle 8615.1, 8621.1, 8622.1, 8624.1 und 8625.1

■ Technische Daten

- Abmessung: 500 mm x 1120 mm
- Werkseinstellung Kleinspülmenge ca. 3 l
- Einstellbereich Kleinspülmenge ca. 2–4 l
- Werkseinstellung Großspülmenge ca. 6 l
- Einstellbereich Großspülmenge ca. 3,5–7,5 l
- Durchflussmenge integrierte Spülstation 0,15 l/s
- Netzspannung 100–240 V AC / 50–60 Hz
- Betriebsspannung: 12 V DC
- Lagertemperatur: -10–50 °C
- Betriebstemperatur (Umgebung): 0–50 °C
- Betriebstemperatur: max. 65 °C, kurzzeitig 80 °C
- IP-Schutzart integrierte Spülstation: IP 57

Notwendiges Zubehör für nutzungsabhängige Hygiene-spülungen

AquaVip-Ausstattungsset elektronisch (Modell 8590.11)

- ausgestattet mit Antriebseinheit Modell 8580.29
- Antriebseinheit: KCC SK5/4f Buchse schwarz und KCC SK2/2m Buchse schwarz
- Anschlusskabel: KCC SK5/4m Buchse schwarz auf SK5/4f Buchse schwarz und SK5/4f Buchse schwarz

■ Technische Daten

- Eingangsspannung 5 V
- Lagertemperatur -20 °C bis 80 °C
- Betriebstemperatur 0 °C bis 50 °C
- IP-Schutzart: IP 57

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Komponenten mit Spül- und Überwachungsfunktion“ auf Seite 142.

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Spülstationen

Mit Viega Hygiene-Funktion für Trinkwasser kalt (PWC) und Trinkwasser kalt und warm (PWC/PWH), automatisches Spülsystem zur Unterstützung des bestimmungsgemäßen Betriebs bei vorhersehbarer Nutzungsunterbrechung. Jede Strecke ist frei konfigurierbar als PWC oder PWH. Einsatz in Ring- und Reihenleitungen, Aufputz- oder Unterputzmontage, Einbau in Nass-, Trockenbau und Vorwandsystemen. Zeitorientierte Spülauslösung über frei definierbare Zeitintervalle, frei wählbare Spülmenge mit und ohne Temperaturkontrolle.

Nutzungsorientierte Spülauslösung über frei definierbare Zeitintervalle in Abhängigkeit eines voreinstellbaren Zeitraums für die Nutzungsunterbrechung, Überprüfung des Wasseraustauschs über einen Sensor in der Rohrleitung, frei wählbare Spülmenge mit und ohne Temperaturkontrolle. Temperaturorientierte Spülauslösung über einen Sensor in der Rohrleitung, Überprüfung von unzulässigen Stagnationstemperaturen in frei definierbaren Zeitintervallen, frei wählbare Spülmenge mit und ohne Temperaturkontrolle.

Kommunikationsmöglichkeiten über browserbasierte Software via Ethernet oder WLAN. Anschlussmöglichkeiten an bestehende Gebäudeautomatisierungssysteme via Ethernet-Verbindung.

Übersicht

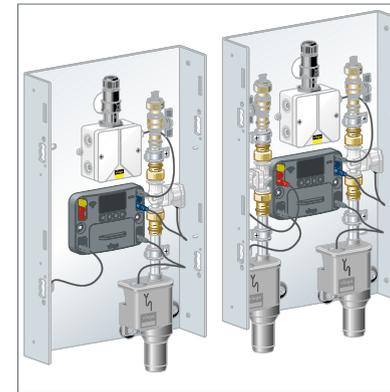


Abb. 2: Spülstationen



Produktvergleich

Beide Spülstationen eignen sich für:

- Trinkwasser kalt oder warm (PWC oder PWH)
- Einsatz in Ring- und Reihenleitung, AP- und UP-Montage
- Einbau in Nass-, Trockenbau und Vorwandsystem

Technische Daten für beide Spülstationen:

- Spülmenge 4,2 l/min (0,1 bis 0,3 MPa)
- Betriebsdruck max. 1,0 MPa
- Betriebstemperatur: max. 75 °C
- Mindestfließdruck: 1000 hPa
- Netzspannung: 100–240 V AC/50–60 Hz

| Modell | für eine Spülstrecke | für zwei Spülstrecken |
|---------|----------------------|-----------------------|
| 2241.10 | ✓ | |
| 2241.20 | | ✓ |

Tab. 1: Produktvergleich Spülstationen

Kompatible Bauteile

| Modell | Name | Merkmale |
|---------|----------------------------|----------|
| 2241.81 | Durchflussmessarmatur | |
| 2241.62 | Signalgeber | |
| 2241.68 | GLT-Modul binär | |
| 2241.90 | Schutzabdeckung UP | |
| 2241.89 | Schutzabdeckung AP | |
| 2241.53 | Multifunktions-sensor blau | |



| Modell | Name | Merkmale |
|---------|---------------------------|----------|
| 2241.54 | Multifunktions-sensor rot | |
| 2241.60 | Einschraub-sensor blau | |
| 2241.61 | Einschraub-sensor rot | |
| 2241.95 | Verlängerungs-kabel PWC | |
| 2241.96 | Verlängerungs-kabel PWH | |

Tab. 2: Kompatible Bauteile Spülstationen

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Komponenten mit Spül- und Überwachungsfunktion“ auf Seite 142.

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.





Spülventil

Mit Viega Hygiene-Funktion für Trinkwasser kalt (PWC) oder Trinkwasser warm (PWH), automatisches Spülsystem zur Unterstützung des bestimmungsgemäßen Betriebs bei vorhersehbarer Nutzungsunterbrechung. Einsatz in Ring- und Reihenleitungen, Aufputz- oder Unterputzmontage, Einbau in Nass-, Trockenbau und Vorwandsystemen. Volumengesteuerte Spülauslösung (max. vier Einstellungen) über frei definierte Spülmengen. Anschluss an die Gebäudeautomation via potentialfreier Kontakte und analoger Eingangssignale 0–20 mA und/oder 6–24 V.

Übersicht

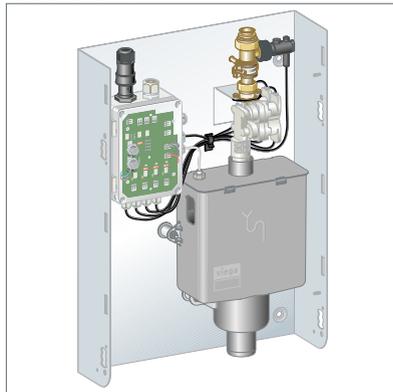


Abb. 3: Spülventil universal PWH/PWC (Modell 2243.10)

| Modell | Merkmale |
|---------|---|
| 2243.10 | <ul style="list-style-type: none"> ■ für Trinkwasser kalt oder warm (PWC oder PWH) ■ Einsatz in Ring- und Reihenleitung, AP- und UP-Montage ■ Einbau in Nass-, Trockenbau und Vorwandsystem <p>Technische Daten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ bis DN80 max. 45 l/m ■ Betriebsdruck max. 1,0 MPa ■ Betriebstemperatur max. 75 °C ■ Mindestfließdruck 1000 hPa ■ Netzspannung 100–240 V AC/50–60 Hz |

Tab. 3: Produktübersicht Spülventil Modell 2243.10

Kompatible Bauteile

| Modell | Name | Merkmale |
|---------|-----------------|--|
| 2243.11 | Schutzabdeckung | <ul style="list-style-type: none"> ■ für UP-Montage ■ tiefenverstellbar von 12,5–50 mm |
| 2243.12 | Schutzabdeckung | für AP-Montage |

Tab. 4: Kompatible Bauteile Spülventil

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Komponenten mit Spül- und Überwachungsfunktion“ auf Seite 142.

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.





Durchfluss-Trinkwassererwärmer (DTE)

Für Trinkwassererwärmung. Zwei-Platten-Wärmeüberträger-Technologie: Rücklaufregelung mit unterschiedlichen Temperaturen zur energieeffizienten Speicherschichtung. Hygienisch optimiert durch thermisch getrennten Temperaturzonen.

Übersicht



Abb. 4: AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer (DTE) (Modell 5842.1)

Merkmale:

- Einzelanwendung oder in AquaVip Solutions
- Protokollieren aller Betriebsdaten zum Nachweis des bestimmungsgemäßen Betriebs
- integrierte Schnittstelle für die Gebäudeautomation und zu AquaVip Solutions
- Anschlussmöglichkeit für Ultrafiltrationsmodul, siehe Seite 887
- Technische Daten:
 - Betriebsdruck: max. 1 MPa
 - Betriebstemperatur: max. 90 °C
 - Netzspannung: 230 V AC / 50–60 Hz
 - Leistungsaufnahme: max. 480 W
 - IP-Schutzklasse: IP 20

| V [l/m] | NL | B | H | T | G1 | G2 |
|---------|----|------|------|-----|----|----|
| 40 | 19 | 550 | 1445 | 440 | 1 | 1 |
| 70 | | 1100 | 1445 | 440 | 1¼ | 1½ |
| 100 | | 1100 | 1445 | 440 | 1¼ | 1½ |

V = Nennvolumenstrom bei 60 °C Auslauftemperatur
 NL = Leistung nach DIN 4708

Tab. 5: Leistungsgrößen AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer (DTE)



Kompatible Bauteile

| Modell | Name | Entleerung |
|---------|-------------------|------------|
| 2275.11 | Easytop-Kugelhahn | |
| 2275.12 | Easytop-Kugelhahn | ✓ |

Tab. 6: Kompatible Bauteile AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer (DTE)

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Komponenten der Trinkwassererwärmung und Trinkwasserkühlung“ auf Seite 145.

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Ultrafiltrationsmodul

Zur Reduktion von Mikroorganismen, z. B. Legionellen, und Nährstoffen innerhalb der zirkulierenden Trinkwasserinstallation. Reduzierung der Gesamtzellzahl mittels Bypass-Filtration. Optional Absenkung der Betriebstemperaturen in PWH-C-Systemen zur Energieeinsparung in Pilotprojekten möglich. Planung-, Ausführung- und Betrieb der UFC-Technologie gemäß den Anforderungen der UFC-Herstellerrichtlinie mit klar beschriebenen Rahmenbedingungen, Regeln und Abläufen.

Übersicht



Abb. 5: AquaVip-Ultrafiltrationsmodul (UFC) (Modell 5843.1)



Merkmale:

- vollautomatische Steuerung für Filtrations-, Spül- und Rückspülbetrieb
- vorbereitet für ein 24h-Online-Monitoring der Betriebszustände
- Schutzfunktion in Kombination mit AquaVip Solutions: im Fehlerfall Temperaturerhöhung auf Auslegungsvorlauftemperatur-Niveau 60 °C/55 °C
- Technische Daten:
 - Betriebsdruck: max. 1 MPa
 - Betriebstemperatur: max. 65 °C
 - Netzspannung: 230 V AC/50–60 Hz

| für DTE | B | H | T | G1 | G2 |
|---------|-----|------|-----|----|----|
| 40 | 550 | 1445 | 440 | 1 | 1 |
| 70 | 550 | 1445 | 440 | 1¾ | 1½ |
| 100 | 550 | 1445 | 440 | 1¾ | 1½ |

Tab. 7: Leistungsgrößen AquaVip-Ultrafiltrationsmodul (UFC)

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Ultrafiltration“ auf Seite 260.

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Durchfluss-Trinkwasserkühler (DTK)

Für die Kühlung von zirkulierendem Trinkwasser kalt (PWC-C) im Direktdurchlauf.

Übersicht



Abb. 6: AquaVip-Durchfluss-Trinkwasserkühler (DTK) (Modell 5844.1)

Merkmale:

- Gegenstrom-Plattenwärmeübertrager
- Anschlussmöglichkeit einer externen Zirkulationspumpe
- Soll-Temperaturregelung für das zirkulierende Trinkwasser kalt (PWC-C)
- Ableitung der Abwärme durch Integration in Prozesskältenetze oder über autarke Kaltwassersätze möglich
- Frostschutzschaltung
- Technische Daten:
 - Betriebsdruck: max. 1,0 MPa
 - Betriebstemperatur: max. 90 °C
 - Netzspannung: 230 V AC / 50–60 Hz
 - IP-Schutzklasse: IP 20
 - Kühlleistung: 4,3 kW (bei Kühlwasser 7 °C/12 °C, Kühlwassermassestrom von 0,21 kg/s)
 - Abmessungen B x H x T: 550 x 1445 x 440 mm

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Komponenten der Trinkwassererwärmung und Trinkwasserkühlung“ auf Seite 145.

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.





Zirkulationsregulierventil

Für Trinkwasserzirkulation PWC-C und PWH-C zum elektronischen, selbstregelnden thermischen und hydraulischen Strangabgleich.

Übersicht

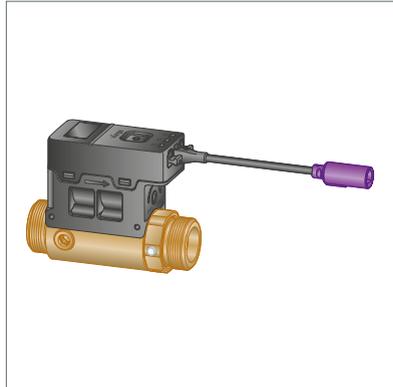


Abb. 7: AquaVip-Zirkulationsregulierventil elektronisch (Modell 5881.3)

Merkmale:

- Einzelanwendung oder in AquaVip Solutions
- Display für Systemzustand und Parametrierung
- Regelgenauigkeit ± 0,3 K
- integrierte manuelle Notabspernung
- Selbstreinigungsfunktion
- Technische Daten:
 - Betriebstemperatur: max. 80 °C, kurzfristig 90 °C
 - Betriebsdruck: max. 1,6 MPa (PN 16)

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „AquaVip-Zirkulationsregulierventil elektronisch“ auf Seite 144.

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Sensoren

Übersicht



Abb. 8: AquaVip-Sensoren

Produktvergleich

| Modell | Name | Einsatzbereiche | Technische Daten |
|---------|--|---|---|
| 5841.54 | AquaVip-Temperatursensor | Temperaturerfassung von Flüssigkeiten in Trinkwasser- und Heizungs-Installationen. | <ul style="list-style-type: none"> ■ Betriebstemperatur: -20 °C–105 °C ■ Schutzart: IP54 ■ KCC-Anschlussstecker PT1000 Typ A |
| 5841.50 | AquaVip-Durchfluss- und Temperatursensor | Ermittlung von Volumenströmen und Temperaturen in Trinkwasser- und Heizungs-Installationen. | <ul style="list-style-type: none"> ■ Durchflussbereiche: <ul style="list-style-type: none"> ■ DN10: 2–40 l/min ■ DN20: 8–85 l/min ■ DN32: 14–240 l/min ■ max. Medientemperatur: 110 °C ■ Temperaturmessbereich: -40 °C–125 °C ■ Ausgabe Durchflusswert: 4–20 mA ■ Betriebsdruck: 1,2 MPa (40 °C); 0,6 MPa (100 °C) ■ Schutzart: Sensor IP65, Kabel IP54, Sensor mit Kabel: IP54 |
| 5841.52 | AquaVip-Drucksensor | Messung von Relativdrücken von Flüssigkeiten in Trinkwasser- und Heizungs-Installationen. | <ul style="list-style-type: none"> ■ Betriebsdruck: max. 1,6 MPa ■ Betriebstemperatur max. 110 °C ■ Versorgungsspannung: 24 V ■ Ausgabe Druckwert: 4–20 mA ■ Umgebungstemperatur: -30 °C–85 °C ■ Schutzart: Sensor IP67, Kabel IP54, Sensor mit Kabel IP54 |

Tab. 8: Produktvergleich AquaVip-Sensoren

Kompatible Bauteile

| Modell | Name | Merkmale |
|---------|------------------------|--|
| 5841.53 | AquaVip-Anschlusskabel | <ul style="list-style-type: none"> ■ für AquaVip-Durchfluss- und Temperatursensor und AquaVip-Drucksensor ■ M12x1, 5-polig auf KCC SK5/5 oder AWG 20 5x0,5 mm² ■ Betriebstemperatur 0 °C–70 °C |
| 5841.51 | Dämmschale | für AquaVip-Durchfluss- und Temperatursensor und AquaVip-Drucksensor |
| 5841.57 | Übergangsstück | <ul style="list-style-type: none"> ■ für AquaVip-Durchfluss- und Temperatursensor ■ für DN32 auf DN40 ■ Beruhigungsstrecke integriert |

Tab. 9: Kompatible Bauteile AquaVip-Sensoren

Notwendiges Zubehör

AquaVip-Interface CAN Multisensor (Modell 5841.65)

Zur Datenübertragung zwischen AquaVip-Sensoren und dem AquaVip-Controller. Gleichzeitiger Anschluss von zwei Sensoren möglich.

Technische Daten:

- CAN-Bus-Eingang
- Eingangsspannung 24 V
- Schutzart IP 54
- Pulszähler/Digitaler Output/Analog in 4–20 mA/0–24 V

AquaVip-Interface CAN (Modell 5841.12)

Für Verbindung eines AquaVip-Aktors und/oder -Sensors mit dem AquaVip-Controller über Kabel. Benötigt für Verbindung mit Prevista Dry-WC-Element mit integrierter AquaVip-Spülstation und Prevista Dry-Waschtisch-Element mit AquaVip-Hygienespülarmatur.

Technische Daten:

- Eingangsspannung 24 V
- Schutzart IP 54

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Sensoren“ auf Seite 147.

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Controller

Überwachung des gesamten Trinkwassermanagement-Systems gemäß dem Wirkkreis der Trinkwassergüte durch Echtzeit-Steuerung der Aktoren. Fernbedienung, -wartung und -visualisierung sämtlicher Prozesse per Webserver oder übergeordneter Gebäudeautomatisierung.

AquaVip-Controller

Für Steuerung von max. 32 angeschlossenen Sensoren und Aktoren zur Einhaltung der Trinkwassergüte gemäß Wirkkreis.

Übersicht

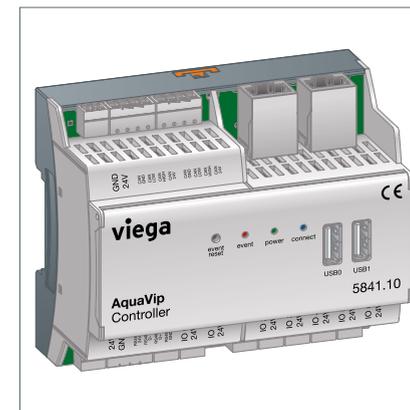


Abb. 9: AquaVip-Controller (Modell 5841.10)

Merkmale:

- Konfiguration über Standard-Weboberfläche
- Anlernen und Parametrieren der AquaVip-Komponenten
- Steuerung folgender Funktionen:
 - Stagnationsspülprogramme
 - Thermische Desinfektion
 - Zirkulationsregulierung
 - Trinkwasser-Erwärmung/Durchfluss-Trinkwasserkühlung
- Technische Daten:
 - Eingangsspannung 24 V
 - Schutzart IP 20

Notwendiges Zubehör

| bei Verwendung mit unkonfektio- nierten Kabeln | bei Verwendung mit vorkonfektio- nierten Kabeln |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ AquaVip-Kabel-T-Verbinder (Modell 5841.20) ■ AquaVip-Systemkabel (Modell 5841.30) ■ AquaVip-Kabel-Endwiderstand (Modell 5841.21) | <ul style="list-style-type: none"> ■ AquaVip-Y-Kabel (Modell 5841.22) ■ AquaVip-Verlängerungskabel (Modell 5841.23) ■ AquaVip-Anschlusskabel CAN (Modell 5841.24) ■ AquaVip-KCC-Endwiderstand (Modell 5841.25) |

Tab. 10: Notwendiges Zubehör AquaVip-Controller

AquaVip-Interface CAN Multisensor (Modell 5841.65)

Zur Datenübertragung zwischen AquaVip-Sensoren und dem AquaVip-Controller. Gleichzeitiger Anschluss von zwei Sensoren möglich.

Technische Daten:

- CAN-Bus-Eingang
- Eingangsspannung 24 V
- Schutzart IP 54

AquaVip-Interface CAN (Modell 5841.12)

Für Verbindung eines AquaVip-Aktors und/oder -Sensors mit dem AquaVip-Controller über Kabel. Benötigt für Verbindung mit Prevista Dry-WC-Element mit integrierter AquaVip-Spülstation und Prevista Dry-Waschtisch-Element mit AquaVip-Hygienespülarmatur.

Technische Daten:

- Eingangsspannung 24 V
- Schutzart IP 54

AquaVip-Netzteil

Für Spannungsversorgung von bis zu 32 angeschlossenen AquaVip-Komponenten. Die Anzahl der anzuschließenden AquaVip-Komponenten richtet sich nach der Summe der Leistung der einzelnen Komponenten.

Übersicht



Abb. 10: AquaVip-Netzteil (Modell 5841.11)

Merkmale:

- Schraubanschluss
- Tragschienenmontage
- primär getaktete Spannungsversorgung
- Technische Daten:
 - Eingangsspannungsbereich 85–264 V AC / 95–250 V DC
 - Netzausfallüberbrückungszeit typ. 20 ms (120 V AC)/typ. 100 ms (230 V AC)
 - Nennausgangsspannung 24 V DC ± 1 %
 - Ausgangsstrom 4,2 A (-25 °C bis 55 °C)
 - Betriebstemperatur -25 °C bis 70 °C (> 55 °C Derating: 2,5 %/K)



Interfaces

Für Verbindung eines AquaVip-Aktors und/oder -Sensors mit dem AquaVip-Controller. Anschlüsse für: Spülkasten und Auslaufarmatur, AquaVip-Temperatursensor, AquaVip-Durchfluss- und Temperatursensor, AquaVip-Drucksensor oder Pulseingang.

Übersicht

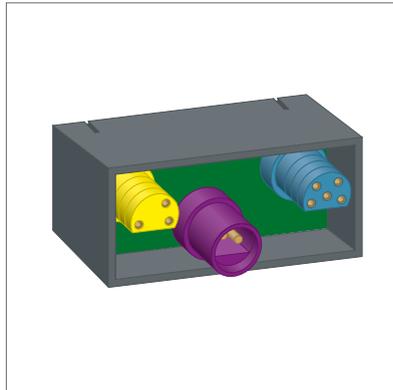


Abb. 11: AquaVip-Interfaces

Produktvergleich

| Modell | Name | Kabelverbindung |
|---------|-----------------------------------|-----------------|
| 5841.12 | AquaVip-Interface CAN | ✓ |
| 5841.65 | AquaVip-Interface CAN Multisensor | ✓ |

Tab. 11: Produktvergleich AquaVip-Interfaces

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Controller und Zubehör“ auf Seite 140.

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Digitale Services

Software

viega.de/software

Für weitere Informationen siehe „Viptool Engineering“ auf Seite 1046.



Produktdaten

BIM-Daten

viega.de/BIM

Für weitere Informationen siehe „BIM-Daten“ auf Seite 1057.



Ausschreibungstexte

viega.de/ausschreibungstexte

Für weitere Informationen siehe „Ausschreibungstexte“ auf Seite 1057.





VORWANDTECHNIK

Systemübersicht

| Systemname | Produktgruppe | Merkmale |
|-------------------|---------------|--|
| Prevista Dry | S1 | Vorwand-Installationssystem für den Trockenbau (Leichtbauwand). Eine barrierefreie sowie behindertengerechte Montage ist möglich. Einbaufertige Vorwand-Elemente für teil- und raumhohe Vorwandkonstruktionen sowie freistehende Konstruktionen. Befestigung in Metall- und Holzständerwerke, direkt auf der Wand mit zwei Befestigungspunkten oder mit Montageschienen. Fußstützen passend für C-Profile 50 und 75 mm. Schallentkoppelte Vorrichtungen zur Aufnahme aller Viega Wandscheiben. Elemente sind integrierbar in Prevista Dry Plus-Schienensystem. |
| Prevista Dry Plus | S2 | Flexibles Vorwand-Installationssystem für den Trockenbau (Leichtbauwand). Eine barrierefreie sowie behindertengerechte Montage ist möglich. Mit Montageschiene, Schienenverbinder, Vorwand-Elementen und einbaufertigen Sanitär-Objekt-Modulen und Armaturenräger. Für teil- und raumhohe Vorwandkonstruktionen sowie freistehende Konstruktionen. Bestehend aus: Montageschiene, mit großer Auflagefläche für die Beplankung und die direkte Befestigung auf Böden, Decken und Wänden, Schienenverbinder für 45°- und 90°-Verbindungen und Schienenstanze für präzises, gratfreies Ablängen der Montageschiene. |
| Prevista Pure | S3 | Vorwandblöcke für den Nassbau (Massivwand). Einbaufertige Vorwandblöcke für teil- und raumhohe Vorwandkonstruktionen. Befestigung der Vorwandblöcke durch Ein- oder Ummauern. Reihenmontage mit Montageschiene möglich. |

Tab. 12: Systemübersicht Prevista

Prevista Dry

Elemente

Einbautiefe [mm]

| Element | Modell | Sammelleitung ohne Dämmung | | | Minimale Vorwandhöhe [mm] | |
|---------|---------|----------------------------|------|-------|---------------------------|---------|
| | | DN50 | DN90 | DN100 | | |
| WC | 8522 | | 140 | 160 | 1120 | |
| | 8521 | | | | 1120 | |
| | 8521.32 | | 160 | | 1120 | |
| | 8522.31 | | | | 1120 | |
| | 8522.33 | | 140 | | 1120 | |
| | 8530 | | | | 1120/820 | |
| | 8530.1 | | | | 1120/820 | |
| | 8533 | | | | 820 | |
| WT | 8540 | 100 | 140 | 160 | 1300 | |
| | 8540.31 | | | | 1300 | |
| | 8540.32 | | | | 1300 | |
| | 8535 | | | | 1120 | |
| | 8536 | | | | 1120 | |
| | 8535.33 | | | | 1120 | |
| | 8535.32 | | | | 140 | 1120 |
| | 8535.31 | | | | 100 | 820-980 |
| | 8536.31 | | | | | 820-980 |
| | 8537 | | | | 130 | 1120 |
| 8540.33 | 100 | 1300 | | | | |
| Urinal | 8560 | 100 | 140 | 160 | 1300 | |
| | 8560.32 | | | | 1120 | |
| | 8560.31 | | | | 1120 | |
| Bidet | 8568 | 100 | 140 | 160 | 1120 | |

Tab. 13: Minimale Einbautiefen [mm], halbohohe Vorwand - ohne Ständerwerkprofil



Bidet-Element

Komponenten für die spätere Montage von wandhängenden Bidet-Keramiken.

Übersicht



Abb. 12: Prevista Dry-Bidet-Element (Modell 8568)

Produktvergleich

| gemauerte Wände | betonierte Wände | Prevista Dry Plus-Vorwand-konstruktionen | Metalständerwerke | Bauhöhe |
|-----------------|------------------|--|-------------------|---------|
| ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 1120 mm |

Tab. 14: Produktvergleich Bidet-Elemente

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Sanitärobjekte“ auf Seite 302
- „Belastungsanforderungen an Sanitärobjekte“ auf Seite 324

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Urinal-Elemente

Komponenten für die spätere Montage von Urinal-Keramiken.

Übersicht



Abb. 13: Prevista Dry-Urinal-Elemente

Produktvergleich

| Modell | Bauhöhe | für Urinal-Keramiken mit Sprühkopf | für Spülauslösung verdeckt | für Urinale ohne Sprühkopf |
|---------|--|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 8560 | 1300 mm teleskopierbarer Wasseranschluss | | | ✓ |
| 8560.31 | 1120–1300 mm | ✓ | ✓ | |
| 8560.32 | 1120–1300 mm | ✓ | | |

Tab. 15: Produktvergleich Urinal-Elemente

Kompatible Bauteile

| Modell | Kompatible Bauteile |
|---------|---|
| 8560.31 | Ausstattungsset Spülauslösung verdeckt (Modell 8560.33) |

Tab. 16: Kompatible Bauteile für Urinal-Elemente

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Anordnung von Sanitärobjekten, Bewegungsflächen und Abstandsmaße“ auf Seite 303
- „Barrierefreie Sanitärräume“ auf Seite 321
- Installationsbeispiele siehe Seite 343 und Seite 344

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.





Waschtisch-Elemente

Komponenten für die spätere Montage von Waschtisch (WT)-Keramikern.



Abb. 14: Prevista Dry-Waschtisch-Elemente

Produktvergleich

| Modell | gemauerte Wände | betonierte Wände | Prevista Dry Plus-Vorwandkonstruktionen | Metallständerwerke | Bauhöhe [mm] | mit UP-Anschlussbox | Halterung für UP-Geruchverschluss | UP-Wasserzählergehäuse* | Anschlüsse höhenverstellbar | Anschlüsse fixiert | für AP-Armatur | für UP-Wandarmatur | für barrierefreien Waschtisch mit Wandarmatur | für Ausgussbecken |
|---------|-----------------|------------------|---|--------------------|--------------|---------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------|----------------|--------------------|---|-------------------|
| 8535 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 1120 | | | | ✓ | | | | | |
| 8535.31 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 820-980 | | | | ✓ | | | | | |
| 8535.33 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 1120 | ✓ | | | ✓ | | | | | |
| 8536 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 1120 | | ✓ | | ✓ | | | | | |
| 8536.31 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 820-980 | | ✓ | | ✓ | | | | | |
| 8537 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 1120 | | | ✓ | ✓ | | | | | |
| 8537.31 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 1120 | | | ✓ | ✓ | | | | | |
| 8538 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 1120 | | | | | ✓ | | | | |
| 8539 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 1120 | | | | | ✓ | | | | |
| 8540 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 1300 | | | | ✓ | | ✓ | | | |
| 8540.31 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 1300 | | | | ✓ | | | ✓ | | |
| 8540.32 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 1300 | | ✓ | | ✓ | | | | ✓ | |
| 8540.33 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 1300 | | | | ✓ | | | | | ✓ |

* Modell 8537 für UP-Wasserzähler EAS Typ ISTA
 Modell 8537.31 für Wasserzähler EAT Typ Allmess

Tab. 17: Produktvergleich Prevista Dry-Waschtisch-Elemente

Prevista Dry-Waschtisch-Element individuell höhenverstellbar (Modell 8535.32)

Merkmale:

- Höhenverstellung – Verstellbereich 200 mm
- Verdeckter UP-Geruchverschluss
- Verdeckte Eckventile
- Waschtisch mit Rollstuhl unterfahrbar
- Bereitstellung aller Waschtischanschlüsse
- Geeignet für Waschtischarmaturen mit Rohr- und Schlauchanschlüssen. Vor Installationsbeginn die Kompatibilität mit gewähltem Waschtisch-Modell prüfen.



Abb. 15: Waschtisch absenken durch Herunterdrücken des Waschtischs von Hand



Abb. 16: Waschtisch anheben durch Federkraft

Nach dem Verstellvorgang verriegelt der Benutzer die eingestellte Position durch Drücken des Betätigungsknopfs.

Technische Daten/Ausstattung:

- Waschtisch-Element
 - Montage in gemauerte Wände, betonierte Wände, Metallständerwerke und Prevista Dry Plus-Vorwandkonstruktionen
 - Abmessungen [mm] 1120 x 500 x 140-200
 - UP-Anschlussbox: Geruchverschluss höhenverstellbar, zwei Eckventile, Ablaufbogen 300 mm Messing verchromt, Befestigungsmaterial
- Glas-Abdeckplatte (Modell 8570.45) – nicht im Lieferumfang
 - Abmessung [mm]: 780 x 720 x 6
 - Ausführung: ESG verkehrsweiß



Ob ein WT-Ablaufbogen mit oder ohne Verstellrohr montiert werden muss, ist abhängig vom Abstand der Sanitäröbjekt-Befestigung bis zur Unterkante der Ablauföffnung.

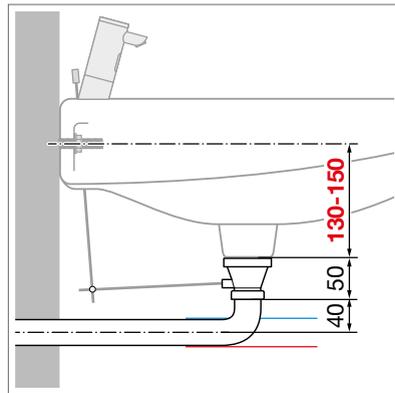


Abb. 17: Bolzen bis UK-Keramik 130–150

Benötigtes Material: Ablaufbogen Art.-Nr. 743208 bestellen, Verstellrohr wird nicht montiert

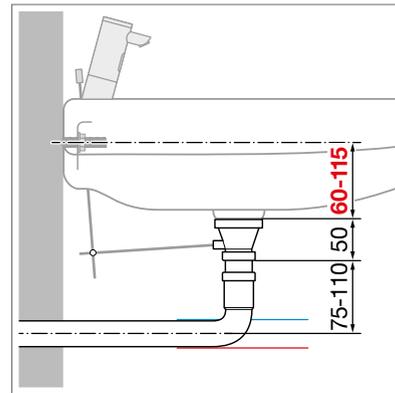


Abb. 18: Bolzen bis UK-Keramik 60–115

Benötigtes Material: Ablaufbogen/Verstellrohr im Lieferumfang

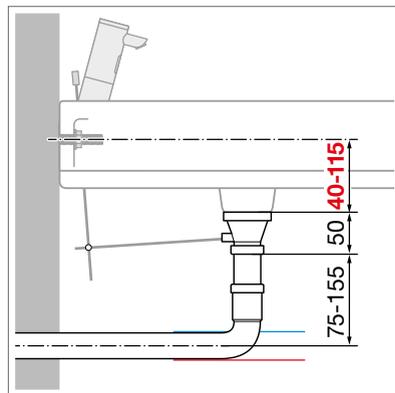


Abb. 19: Bolzen bis UK-Keramik 130–150

Benötigtes Material: Ablaufbogen im Lieferumfang/Verstellrohr Art.-Nr. 670 856 bestellen

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Anordnung von Sanitäröbjekten, Bewegungsflächen und Abstandsmaße“ auf Seite 303
- „Barrierefreie Sanitärräume“ auf Seite 321

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



WC-Elemente

Komponenten für die spätere Montage von WC-Keramik.

Übersicht



Abb. 20: Prevista Dry-WC-Elemente

Produktvergleich

| Modell | Leerrohr für Dusch-WC-Anschluss | gemauerte Wände | betonierte Wände | Prevista Dry Plus-Vorwandkonstruktionen | Metallständerwerke | Bauhöhe [mm] | Befestigungs-Stichmaß WC-Keramik = 180 mm | Befestigungs-Stichmaß WC-Keramik = 180 mm oder 230 mm | variable Befestigungshöhe ¹⁾ | verstellbare Keramikhöhe ²⁾ | für bodenstehendes WC/Kind-WC |
|---------|---------------------------------|-----------------|------------------|---|--------------------|--------------|---|---|---|--|-------------------------------|
| 8521 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 1120 | | ✓ | ✓ | | |
| 8522 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 1120 | | ✓ | | | |
| 8522.31 | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 1120 | | ✓ | | ✓ | |
| 8522.33 | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 1120 | | | | | ✓ |
| 8524 | | ✓ | ✓ | | ✓ | 1120 | ✓ | | | | |
| 8530 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 980 | | ✓ | | | |
| 8530.1 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 980 | | ✓ | | | |
| 8533 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 820 | | ✓ | | | |

¹⁾ 330–390 mm

²⁾ Modell 8522.31: Keramikhöhe vom Installateur nachträglich höhenverstellbar

Tab. 18: Produktvergleich Prevista Dry-WC-Elemente

Kompatible Verkleidungsplatten

Einige Verkleidungsplatten werden mit Ausschnitten für bestimmte WC-Elemente geliefert:

| Modell WC-Element | Modell Verkleidungsplatte |
|-------------------|---------------------------|
| 8521 | 8570.40 |
| 8522 | 8570.42 |
| 8530 | |
| 8530.1 | |
| 8533 | 8570.41 |

Tab. 19: Kompatible Verkleidungsplatten für Prevista Dry-WC-Elemente

Sollen die Oberflächen von Viega Installationswänden verfliesungsfähig, entsprechend der Qualitätsstufe 1, Merkblatt 2 Bundesverband der Gipsindustrie, erstellt werden, dann Spachtelmasse mit einem Bestandteil Glasfasern verwenden, z. B. Viega Spachtelmasse, Modell 8480. Fugen zum Baukörper mit dauerelastischem, fungizidem Fugenmaterial abdichten.

Prevista Dry-WC-Element individuell höhenverstellbar (Modell 8521.32)

Merkmale UP-Spülkasten:

- 2-Mengen-Spültechnik
- Spülauslösung vorne
- Eckventil-Anschluss Rp $\frac{1}{2}$, Füllventil, Ablaufventil
- WC-Anschlussbogen 90°, aus PE, flexibel, DN90/100
- Befestigungsmaterial für Vorwandmontage und Standard-WC

Abdeckplatten müssen separat bestellt werden.



Abb. 21: WC absenken durch das Körpergewicht



Abb. 22: WC anheben durch Federkraft – ein Elektroanschluss wird nicht benötigt.

Technische Daten/Ausstattung:

- WC-Element
 - Montage in gemauerte Wände, betonierte Wände, Metallständerwerke und Prevista Dry Plus-Vorwandkonstruktionen
 - Abmessungen [mm] 1120 x 500 x 155–200
 - Befestigungsabstand WC-Keramik [mm]: 180 (230 auf Anfrage)
 - Höhe Befestigungsbolzen [mm]: 340
 - Verstellbereich [mm]: 80
 - Einstellbare Sitzhöhe [mm]
- Glas-Abdeckplatte (Modell 8570.39) - nicht im Lieferumfang
 - Abmessung [mm]: 490 x 560 x 6
 - Ausführung: ESG verkehrsweiß
 - mit Druckknopf zur hydraulischen Auslösung
- Gasdruckfeder
 - Abtriebskraft [N]: 600
 - Auftriebskraft [N]: 300
- Wandaufbau: Maximal 45 mm – 1 x 18 mm plus max. 27-mm-Fliese
- Optionale Betätigungsarten
 - Mechanische Auslösung mit 2-Mengen-Spültechnik
 - Infrarot-Spülauslösung automatisch nach jeder Nutzung
 - Berührungslose Betätigungsplatten - Visign for More sensitive mit Unterscheidung von Teil- und Vollspülmenge
 - Elektronische Spülauslösungen mit externer Auslösung über Funk, Taster oder Lichtschranke

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Anordnung von Sanitärobjekten, Bewegungsflächen und Abstandsmaße“ auf Seite 303
- „Barrierefreie Sanitärräume“ auf Seite 321
- Installationsbeispiele siehe Seite 325, Seite 340 und Seite 341
- Geruchsabsaugung siehe Seite 332

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Befestigung

Befestigungs-Elemente

Komponenten für die Befestigung sowohl von Ausstattungsgegenständen in einer Vorwandkonstruktion als auch Stütz- und Haltegriffen an Prevista Dry-WC-Elementen.

Übersicht



Abb. 23: Prevista Dry-Befestigungs-Elemente

Produktvergleich

| Modell | Einsatzbereiche |
|--------------------|---|
| 8570.31 8570.32 | <ul style="list-style-type: none"> ■ Befestigung von Ausstattungsgegenständen in der barrierefreien Vorwand-Installation ■ Befestigung von Stütz- und Haltegriffen an Prevista Dry-WC-Elementen ■ Bauhöhe: 1120 mm |

Tab. 20: Produktvergleich Prevista Dry-Befestigungs-Elemente

Befestigungssets

Komponenten für die Befestigung von Prevista Dry-Elementen in Einzel- bzw. Reihenmontage.

Übersicht

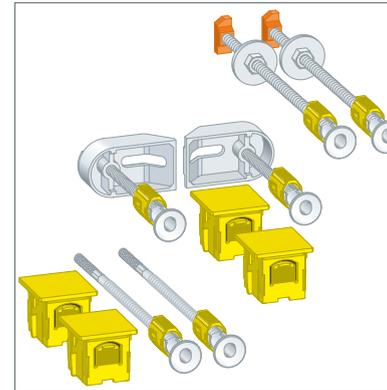


Abb. 24: Prevista Dry-Befestigungssets

Produktvergleich

| Modell | Einsatzbereiche |
|---------|---|
| 8570.36 | <ul style="list-style-type: none"> ■ für die Befestigung der Prevista Dry-Elemente in Einzel-/Reihenmontage ■ Einzelmontage direkt am Baukörper ■ Eckmontage an Massiv- oder Metallständerwerk |
| 8570.49 | Für Einzelmontage der Prevista Dry-Elemente in Prevista Dry Plus. |
| 8573 | Für Einzelmontage der Prevista Dry-Elemente an Massivwand. |

Tab. 21: Produktvergleich Befestigungssets



Rahmen-Element

Element für die Montage von Prevista Dry Plus-Armaturenrägern (für Spüle, AP-Armatur und UP-Armatur) und -Modulen (Waschtisch und Urinal).

Übersicht



Abb. 25: Prevista Dry-Rahmen-Element

Kompatible Bauteile

| Modell | Kompatible Armaturenräger | Kompatible Module |
|--------|---|--|
| 8570 | <ul style="list-style-type: none"> ■ Prevista Dry Plus-Armaturenräger für Spüle (Modell 8555) ■ Prevista Dry Plus-Armaturenräger für AP-Armatur verstärkt (Modell 8555.31) ■ Prevista Dry Plus-Armaturenräger für AP-Armatur, breitenverstellbar (Modell 8555.33) ■ Prevista Dry Plus-Armaturenräger für UP-Armatur (Modell 8555.35) ■ Prevista Dry Plus-Armaturenräger für AP-Armatur (Modell 8558) | <ul style="list-style-type: none"> ■ Prevista Dry Plus-Waschtisch-Modul (Modell 8545) ■ Prevista Dry Plus-Waschtisch-Modul barrierefrei (Modell 8545.31) ■ Prevista Dry Plus-Waschtisch-Modul mit UP-Anschlussbox (Modell 8545.32) ■ Prevista Dry Plus-Urinal-Modul für AP-Druckspüler (Modell 8565) |

Tab. 22: Kompatible Bauteile Rahmen-Element



Weitere Informationen zu den kompatiblen Armaturenrägern und Modulen finden Sie auf Seite 912 und Seite 914.

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Belastungsanforderungen an Sanitäröbekte“ auf Seite 324
- Installationsbeispiele siehe Seite 325 und Seite 340

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Prevista Dry Plus

WC-Modul

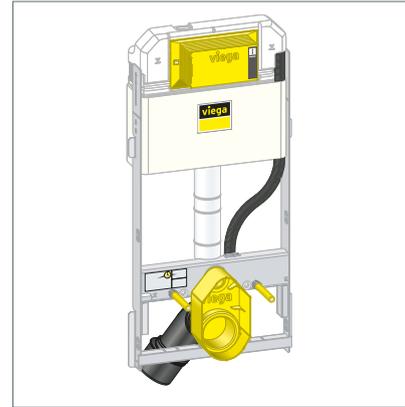


Abb. 26: Prevista Dry Plus-WC-Modul

| Modell | Einsatzbereiche |
|--------|--|
| 8515 | Montage in einer Prevista Dry Plus-Vorwandkonstruktion |

Tab. 23: Einsatzbereich Prevista Dry Plus-WC-Module

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Armaturenräger

Übersicht

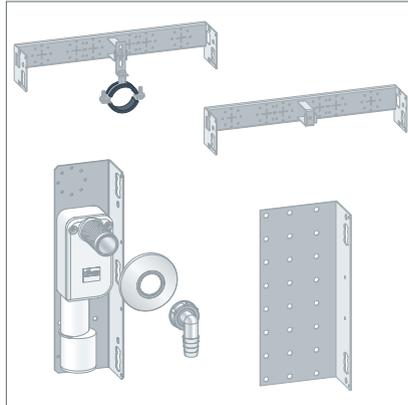


Abb. 27: Prevista Dry Plus-Armaturenräger

Produktvergleich

| Modell | Einsatzbereiche | Befestigungsmöglichkeiten |
|---------|--|----------------------------------|
| 8555 | Für die Verwendung mit einer Spüle. | Prevista Dry Plus-Montageschiene |
| 8555.31 | Verstärkter Armaturenräger für die Verwendung mit einer AP-Armatur. | |
| 8555.32 | Für die Verwendung mit einem UP-Ventil. | |
| 8555.33 | Für die Verwendung mit einer AP-Armatur. | |
| 8555.34 | Für die Verwendung mit einer UP-Armatur. | |
| 8555.35 | Für die Verwendung mit zwei UP-Ventilen oder einem Wasserzähler mit einem UP-Ventil. | |
| 8555.36 | Für die Montage eines Waschmaschinenanschlusses. | |
| 8555.38 | Für die Verwendung mit einer UP-Armatur, einem UP-Absperrventil oder einer UP-Wohnungswasserzählereinheit. | |
| 8558 | Für die Verwendung mit einer AP-Armatur. | |

Tab. 24: Produktvergleich Armaturenräger

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:
 ■ „Tab. 43: Montagezeiten Prevista Dry Plus und Prevista Dry-Elemente“ auf Seite 338

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Befestigungs-Elemente

Übersicht



Abb. 28: Prevista Dry Plus-Befestigungs-Elemente

Produktvergleich

| Modell | Einsatzbereiche |
|---------|---|
| 8570.30 | Befestigung von Ausstattungsgegenständen in einer Prevista Dry Plus-Vorwandkonstruktion. |
| 8570.33 | Schichtholzplatte für Sanitärobjekte und Stützgriffe |
| 8570.34 | Befestigung von Stütz- und Haltegriffen an Prevista Dry-WC-Elementen in einer Prevista Dry Plus-Vorwandkonstruktion. |
| 8570.35 | <ul style="list-style-type: none"> ■ Befestigungsschiene für schwere Lasten ■ für Warmwasserspeicher, Rohrleitungen in freistehenden Installationsschächten |

Tab. 25: Produktvergleich Prevista Dry Plus-Befestigungs-Elemente

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:
 ■ „Belastungsanforderungen an Sanitärobjekte“ auf Seite 324
 ■ „Tab. 43: Montagezeiten Prevista Dry Plus und Prevista Dry-Elemente“ auf Seite 338

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Module

Übersicht

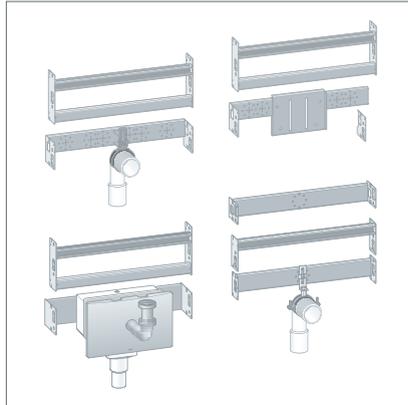


Abb. 29: Prevista Dry Plus-Module

Produktvergleich

| Modell | Einsatzbereiche |
|---------|---|
| 8545 | WT-Modul für Waschtisch mit Einlocharmatur. |
| 8545.31 | WT-Modul (barrierefrei) für Waschtisch mit Einlocharmatur. |
| 8545.32 | WT-Modul mit UP-Anschlussbox für Waschtisch mit Einlocharmatur. |
| 8565 | Urinal-Modul für AP-Druckspüler. |

Tab. 26: Produktvergleich Module

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Schienen und Schienenverbinder

Übersicht



Abb. 30: Prevista Dry Plus-Schienen und Schienenverbinder

| Modell | Name | Merkmale |
|--------|----------------------------------|---|
| 8400 | Prevista Dry Plus-Komplettpaket | <p>Das Komplettpaket beinhaltet:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Schienenverbinder ■ Befestigungsmaterial für die Montageschienen ■ Ausgleichsmaterial für unebene Wände und Böden ■ Schrauben (selbstbohrend) für Gipskarton-Verkleidungsplatten <p>Das Komplettpaket ist für 1, 3, 5 und 10 m² beplankbare Fläche erhältlich.</p> |
| 8401 | Prevista Dry Plus-Montageschiene | <ul style="list-style-type: none"> ■ Länge: 5 m ■ einseitig geöffnet ■ alle 30 cm für die Wand- und Bodenmontage gelocht |

Tab. 27: Produktvergleich Schienen und Schienenverbinder



Materialmengen-Kalkulation

Aus der Vorwandfläche in m² (Breite x Höhe) lässt sich die benötigte Menge Schienen und Befestigungsmaterial zum Aufbau der Vorwand ableiten.

Um die nötige Anzahl Schienen zu ermitteln, wird folgende Formel genutzt:

$$\text{Fläche (m}^2\text{)} \times \text{Schienenfaktor} = \text{benötigte Schienenlänge (m)}$$

- Beim Einsatz von Elementen der Kataloggruppe S1 Prevista Dry liegt der Schienenfaktor bei 4,5
- Beim Einsatz von Modulen der Kataloggruppe S2 Prevista Dry Plus liegt der Schienenfaktor bei 5,5

Der Schienenfaktor bietet generell nur eine Orientierung, er ersetzt aber keine genaue Planung. Eine detaillierte Planung mit Materialauszug erhalten Sie mit unserem Prevista Online-Konfigurator unter viega.de/Prevista/Onlinetool oder anhand unserer Planungssoftware.

Zusätzlich zu den Schienen finden Sie im Katalog Komplettpakete für 1, 3, 5 und 10 m² inkl. Schienenverbinder, Schrauben und Dübel, Schnellbauschrauben und Ausgleichsblättchen für unebene Oberflächen, (siehe Tab. 27).

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Einsatzbereiche“ auf Seite 333

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Prevista Pure

WC-Vorwandblöcke

Komponenten für die spätere Montage von WC-Keramiken.

Übersicht



Abb. 31: Prevista Pure-WC-Blöcke

Produktvergleich

| Modell | Bauhöhe [mm] | UP-Spülkasten 3H | UP-Spülkasten 3L | Lüfteranschluss | Spülauslösung von vorn | Spülauslösung von oben |
|---------|--------------|------------------|------------------|-----------------|------------------------|------------------------|
| 8512 | 1077 | ✓ | | | ✓ | |
| 8512.31 | 1077 | ✓ | | ✓ | ✓ | |
| 8516 | 820 | | ✓ | | ✓ | ✓ |

Tab. 28: Produktvergleich Prevista Pure-WC-Blöcke

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Prevista WC-Elemente mit Geruchabsaugung“ auf Seite 332
- „Einsatzbereiche“ auf Seite 333

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Bidet-Vorwandblock

Komponenten für die spätere Montage von wandhängenden Bidet-Keramiken.

Übersicht

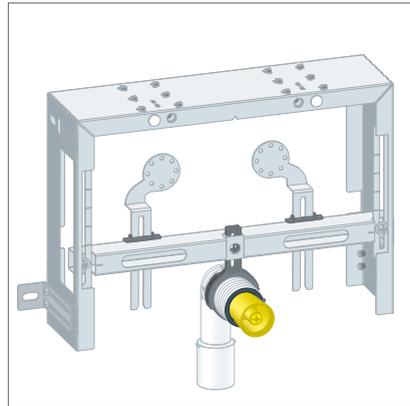


Abb. 32: Prevista Pure Bidet-Block (Modell 8569)

| gemauerte Wände | betonierte Wände | Metalständerwerke |
|-----------------|------------------|-------------------|
| ✓ | ✓ | |

Tab. 29: Produktübersicht Prevista Pure-Bidet-Block

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Einsatzbereiche“ auf Seite 333

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Waschtisch-Vorwandblock

Komponenten für die spätere Montage von Waschtisch-Keramiken.

Übersicht

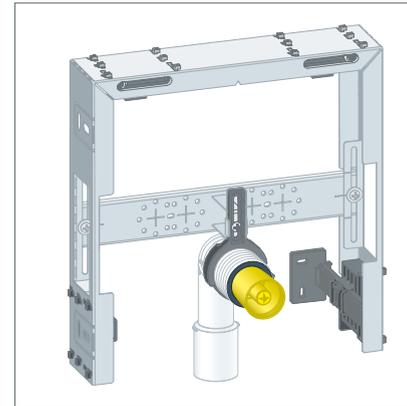


Abb. 33: Prevista Pure-WT-Block (Modell 8550)

| gemauerte Wände | betonierte Wände | Metalständerwerke |
|-----------------|------------------|-------------------|
| ✓ | ✓ | |

Tab. 30: Produktübersicht Prevista Pure-WT-Vorwandblock

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Einsatzbereiche“ auf Seite 333

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Betätigungsplatten

Komponenten für die WC- und Urinal-Spülauslösung. Alle Glasvarianten aus Einscheibensicherheitsglas. Der Umbau mechanischer Betätigungsarten auf elektronische Modellvarianten ist möglich. Bei der Auswahl des passenden Umrüstsets steht Ihr Viega Ansprechpartner zur Verfügung.

WC

Übersicht

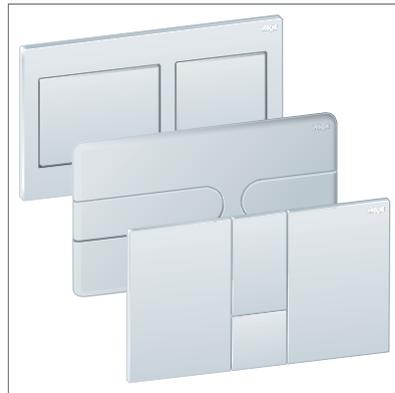


Abb. 34: WC-Betätigungsplatten Visign for Style



Abb. 35: WC-Betätigungsplatten Visign for More



Abb. 36: WC-Betätigungsplatten Visign for Public

Produktvergleich

Alle WC-Betätigungsplatten verfügen über eine 2-Mengen-Spültechnik.

| Produktname | Modell | Material: Kunststoff | Material: Metall | Material: Glas | Betätigung von vorn | Betätigung von oben | manuelle Spülauslösung | elektronische Spülauslösung | berührungslose Spülauslösung | verschraubbar | Viega Hygiene-Funktion |
|-------------------------------|--------|----------------------|------------------|----------------|---------------------|---------------------|------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------|------------------------|
| Visign for Style 20 | 8610.1 | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| Visign for Style 21 | 8611.1 | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| Visign for Style 23 | 8613.1 | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| Visign for Style 24 | 8614.1 | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| Visign for Style 25 sensitive | 8615.1 | ✓ | | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | ✓ |
| Visign for More 200 | 8620.1 | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | | | |
| Visign for More 201 | 8621.1 | | ✓ | | ✓ | ✓ | | ✓ | | | ✓ |
| Visign for More 202 | 8622.1 | | ✓ | | ✓ | | | ✓ | | | ✓ |
| Visign for More 204 | 8624.1 | | ✓ | | ✓ | ✓ | | ✓ | | | ✓ |
| Visign for More 205 sensitive | 8625.1 | | | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | | ✓ |
| Visign for Public 10 | 8630.1 | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | |
| Visign for Public 11 | 8631.1 | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | |
| Visign for Public 12 | 8635.1 | | ✓ | | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

Tab. 31: Produktvergleich WC-Betätigungsplatten

Kompatible Bauteile

| Modell | Kompatible Bauteile |
|--|---|
| 8615.1, 8621.1, 8622.1, 8624.1, 8625.1, 8635.1 | Zubehörsset elektronisch (Modell 8655.11) |
| 8613.1 | WC-Fernauslösung für Prevista Visign for Style 23 (Modell 8640.1) |
| 8620.1 | WC-Fernauslösung für Prevista Visign for More 200 (Modell 8641.1) |
| 8621.1, 8624.1 | WC-Einbaurahmen für Prevista mit LED-Beleuchtung (Modell 8650.1) |
| alle WC-Betätigungsplatten bis auf Visign for Public | WC-Einbaurahmen für Prevista fliesenbündig (Modell 8651.1) |

Tab. 32: Kompatible Bauteile WC-Betätigungsplatten

Kombinationsmöglichkeiten

Manuelle Betätigungsplatten

Gilt für folgende WC-Betätigungsplatten:

- Modell 8610.1
- Modell 8611.1
- Modell 8613.1
- Modell 8614.1
- Modell 8620.1
- Modell 8630.1
- Modell 8631.1
- Modell 8601.1
- Modell 8602.1

Die aufgeführten manuellen Betätigungsplatten benötigen im Normalfall keine zusätzliche elektronische Antriebseinheit.

Sollten die manuellen Betätigungsplatten aber um die Viega Hygiene-Funktion oder um eine externe Spülauslösung ergänzt werden, so können sie entsprechend Abb. 37 erweitert werden.

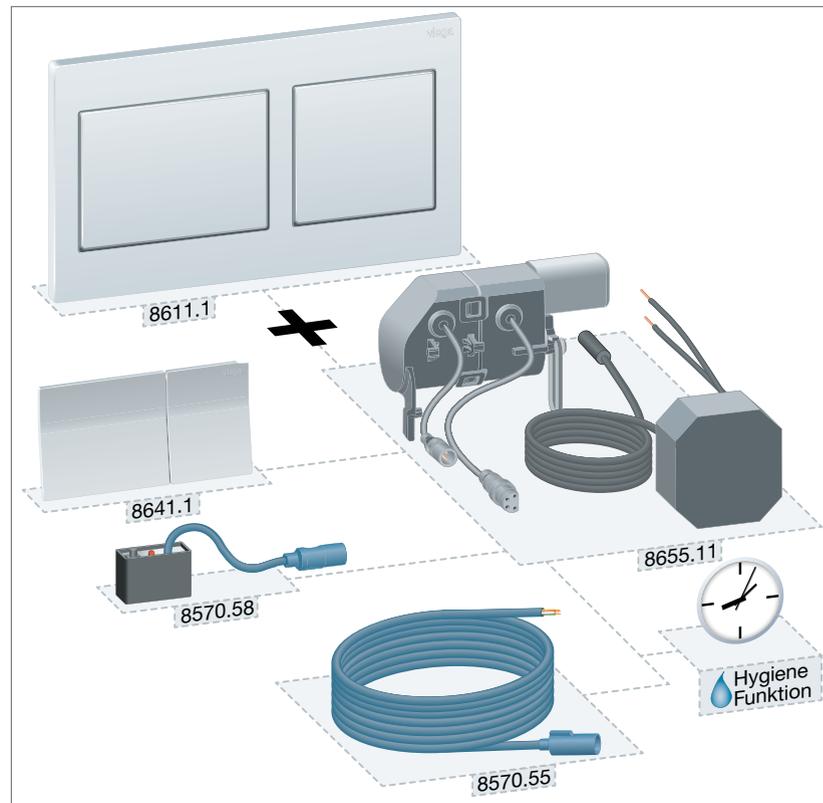


Abb. 37: Kombinationsmöglichkeiten manueller Betätigungsplatten am Beispiel von Modell 8611.1

Elektronische Betätigungsplatten

Gilt für folgende WC-Betätigungsplatten:

- Modell 8615.1
- Modell 8621.1
- Modell 8622.1
- Modell 8624.1
- Modell 8625.1
- Modell 8635.1

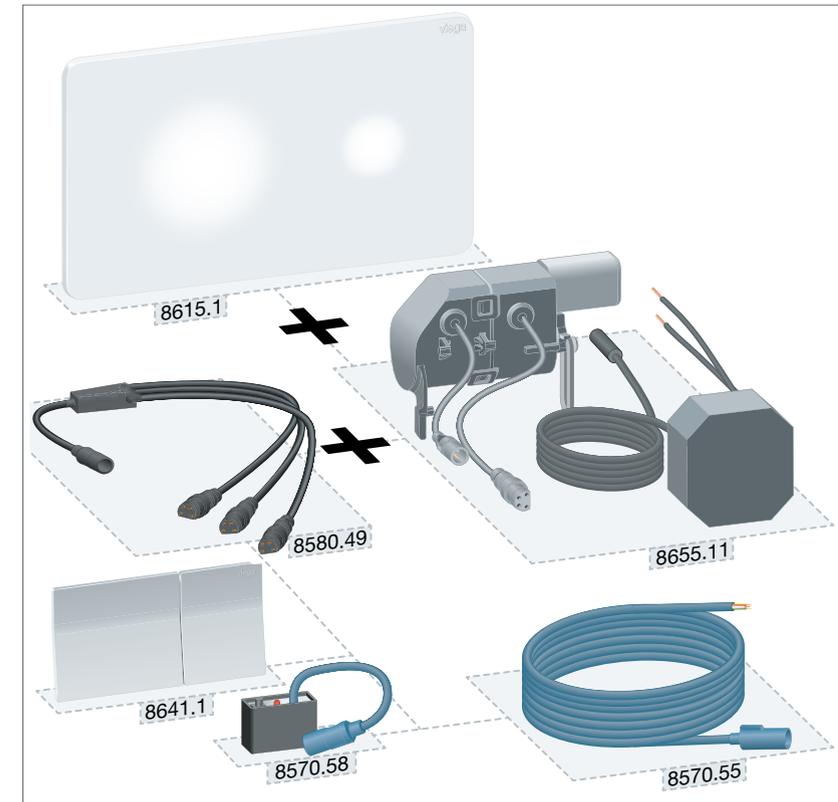


Abb. 38: Kombinationsmöglichkeiten elektronischer Betätigungsplatten am Beispiel von Modell 8615.1



Elektronische Betätigungsplatten mit LED-Beleuchtungsrahmen

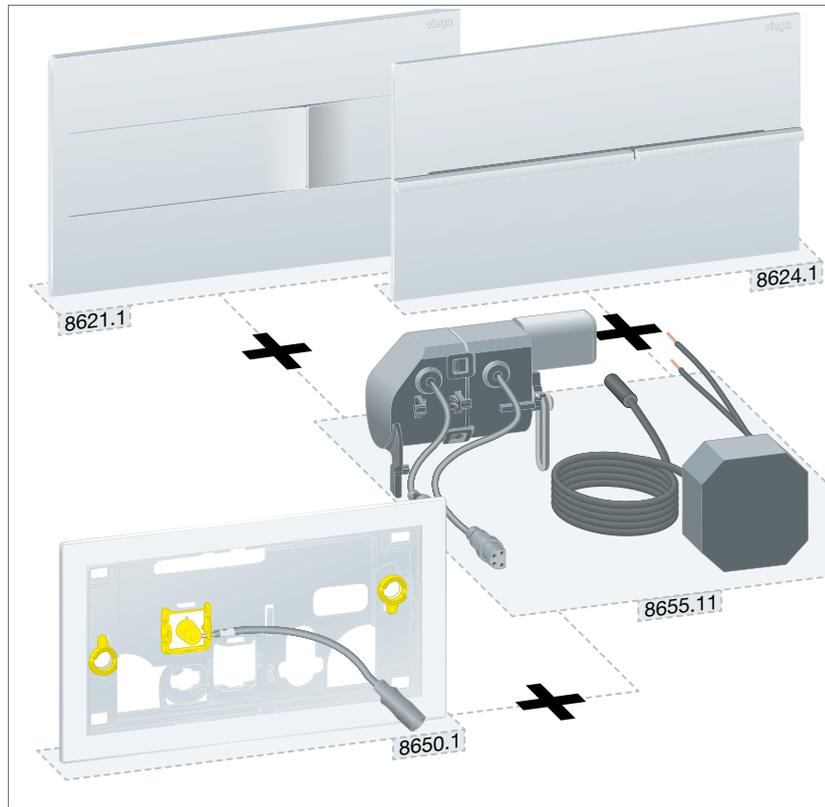


Abb. 39: Kombinationsmöglichkeiten elektronischer Betätigungsplatten mit LED-Rahmen



Urinal

Übersicht



Abb. 40: Urinal-Betätigungsplatten Visign for Style



Abb. 41: Urinal-Betätigungsplatten Visign for More und Visign for Public

Produktvergleich

Alle Urinal-Betätigungsplatten lassen sich von vorn betätigen.

| Produktname | Modell | Material: Kunststoff | Material: Metall | Material: Glas | manuelle Spülauslösung | berührungslose Spülauslösung | verschraubbar |
|--|--------|----------------------|------------------|----------------|------------------------|------------------------------|---------------|
| Visign for Style 20 | 8610.2 | ✓ | | | ✓ | | |
| Visign for Style 21 | 8611.2 | ✓ | | | ✓ | | |
| Visign for Style 23 | 8613.2 | ✓ | | | ✓ | | |
| Visign for More 200 Infrarot-Spülauslösung | 8620.2 | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | |
| Visign for Public 11 | 8631.2 | | ✓ | | ✓ | | ✓ |
| Visign for Public 12 | 8635.2 | | ✓ | | | ✓ | ✓ |

Tab. 33: Produktvergleich Urinal-Betätigungsplatten

Kompatible Bauteile

| Modell | Kompatible Bauteile |
|--|--|
| alle Urinal-Betätigungsplatten bis auf Visign for Public | Urinal-Einbaurahmen für Prevista fliesenbündig (Modell 8651.2) |

Tab. 34: Kompatible Bauteile Urinal-Betätigungsplatten

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Spültechnik WC“ auf Seite 339
- „Spültechnik Urinal“ auf Seite 342
- Installationsbeispiele WC: Seite 325, Seite 340 und Seite 341
- Installationsbeispiele Urinal: Seite 343 und Seite 344

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.

Digitale Services

Software

viega.de/software

Für weitere Informationen siehe „Software und Tools“ auf Seite 1046.

Konfiguratoren

Prevista Dry Plus-Konfigurator

prevista-dry-plus.viega.de

Für weitere Informationen siehe „Prevista Dry Plus-Konfigurator“ auf Seite 1056.

Betätigungsplatten-Konfigurator

betaetigungsplatten.viega.de

Für weitere Informationen siehe „Betätigungsplatten-Konfigurator“ auf Seite 1052.

Produktdaten

BIM-Daten

viega.de/BIM

Für weitere Informationen siehe „BIM-Daten“ auf Seite 1057.

Ausschreibungstexte

viega.de/ausschreibungstexte

Für weitere Informationen siehe „Ausschreibungstexte“ auf Seite 1057.

ROHRLEITUNGSSYSTEME METALL

Allgemeine Informationen

Nutzungshinweis

Die Nutzung der Systeme für andere als die beschriebenen Einsatzbereiche und Medien muss mit Viega abgestimmt werden! Detaillierte Informationen zu Anwendungen, Einschränkungen und nationalen Normen und Richtlinien finden Sie in den Produktinformationen, entweder gedruckt oder auf der Viega Website.

Pressverbinder mit SC-Contur

Viega Pressverbinder verfügen über die SC-Contur. Die SC-Contur ist eine vom DVGW zertifizierte Sicherheitstechnik und sorgt dafür, dass der Pressverbinder im unverpressten Zustand garantiert undicht ist.

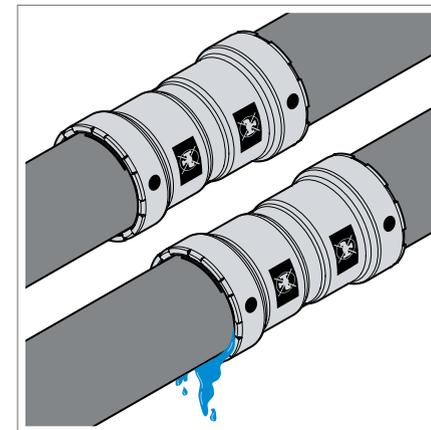


Abb. 42: SC-Contur am Beispiel Megapress

Profipress/Profipress S/Prestabo/Megapress/Megapress S/Sanpress Inox/Sanpress
Viega gewährleistet, dass versehentlich nicht verpresste Verbindungen beim Befüllen der Anlage in den folgenden Druckbereichen sichtbar werden:

- min. Wasserdruck: 0,1 MPa/1 bar
- max. Wasserdruck: 0,65 MPa/6,5 bar
- min. Luftdruck: 22 hPa/22 mbar
- max. Luftdruck: 0,3 MPa/3 bar

Profipress G/Megapress G/Sanpress Inox G

Viega gewährleistet, dass nicht verpresste Verbindungen während der Dichtheitsprüfung mit Druckluft oder Inertgasen in den folgenden Druckbereichen sichtbar werden:

- min. 22 hPa/22 mbar
- max. 0,3 MPa/3 bar

Digitale Services



Software

[viega.de/software](https://www.viega.de/software)

Für weitere Informationen siehe „Software und Tools“ auf Seite 1046.

Konfiguratoren

Brandschutz-Konfigurator

brandschutz.viega.de

Für weitere Informationen siehe „Brandschutz-Konfigurator“ auf Seite 1053.

Druckgefälle-Rechner

druckgefalle-rechner.viega.de

Für weitere Informationen siehe „Druckgefälle-Rechner“ auf Seite 1054.

Produktdaten

BIM-Daten

[viega.de/BIM](https://www.viega.de/BIM)

Für weitere Informationen siehe „BIM-Daten“ auf Seite 1057.

Ausschreibungstexte

[viega.de/ausschreibungstexte](https://www.viega.de/ausschreibungstexte)

Für weitere Informationen siehe „Ausschreibungstexte“ auf Seite 1057.



Profipress

Pressverbindersystem aus Kupfer (99,9 % Cu-DHP), Rotguss oder Siliziumbronze für Kupferrohre. Pressverbinder zum Schutz des Dichtelements mit zylindrischer Rohrführung ausgestattet. Pressverbinder ab d64,0 mit Edelstahlschneidring zur Sicherstellung der mechanischen Belastbarkeit der Verbindung. Die Presskraft liegt vor und hinter dem Dichtelementesitz an. Geeignet für Auf- und Unterputz-Installationen von Verteil- und Steigleitungen.

Übersicht

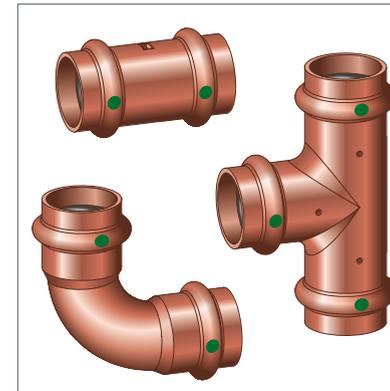


Abb. 43: Profipress-Sortimentauswahl

Dichtelemente

EPDM, schwarz, vormontiert

Dimensionen

d12–108,0, Größenverfügbarkeit entsprechend nationaler Regelwerke



Einsatzbereiche

Einsatzbereich des EPDM-Dichtelements

| | Trinkwasser | Heizung | Solaranlagen | Druckluft | Technische Gase |
|---|---|---|----------------------|--|--------------------------------|
| Anwendung | alle Rohrleitungsabschnitte | Pumpen-Warmwasser-Heizungsanlage | Solarkreislauf | alle Rohrleitungsabschnitte | alle Rohrleitungsabschnitte |
| Betriebstemperatur [T_{max}] | 80 °C | 95 °C | – | 60 °C | – |
| Betriebsdruck [P_{max}] | – | 1,6 MPa (16 bar) | 0,6 MPa (6 bar) | 1,6 MPa (16 bar) | – |
| Bemerkungen | nach geltenden Richtlinien p _{max} : 1,0 MPa T _{max} : 95 °C t _{max} : < 60 min | nach geltenden Richtlinien ²⁾ T _{max} : 105 °C | für Flachkollektoren | trocken, Ölgehalt < 25 mg/m ³ ²⁾ | ¹⁾ ²⁾ |

¹⁾ Abstimmung mit Viega erforderlich

²⁾ siehe auch Dokument „Einsatzbereiche metallener Installationssysteme“ auf der Viega Website

Tab. 35: Einsatzbereich des EPDM-Dichtelements bei Profipress

Einsatzbereich des FKM-Dichtelements

| | Fernwärmeversorgung | Solaranlagen | Druckluft |
|---|--|---|-----------------------------|
| Anwendung | Fernwärme-Versorgungsanlagen in Sekundärkreisläufen | Solarkreislauf | alle Rohrleitungsabschnitte |
| Betriebstemperatur [T_{max}] | 140 °C | ¹⁾ | 60 °C |
| Betriebsdruck [P_{max}] | 1,6 MPa (16 bar) | 0,6 MPa (6 bar) | 1,6 MPa (16 bar) |
| Bemerkungen | Um sicherzustellen, dass die Anlage gemäß den Vorgaben des Versorgungsunternehmens installiert wird, vor der Installation Rücksprache mit dem Versorgungsunternehmen halten. | für Flach- / Vakuum-Röhrenkollektoren ²⁾ | trocken ²⁾ |

¹⁾ Abstimmung mit Viega erforderlich

²⁾ siehe auch Dokument „Einsatzbereiche metallener Installationssysteme“ auf der Viega Website

Tab. 36: Einsatzbereich des FKM-Dichtelements bei Profipress



Die Dichtwerkstoffe des Pressverbindersystems unterliegen einer thermischen Alterung, die von der Medientemperatur und der Betriebsdauer abhängig ist. Je höher die Medientemperatur, desto schneller schreitet die thermische Alterung des Dichtwerkstoffs voran. Bei speziellen Betriebsbedingungen, z. B. bei industriellen Wärmerückgewinnungsanlagen ist ein Abgleich der Angaben des Apparateherstellers mit den Angaben über das Pressverbinder-system erforderlich. Vor dem Einsatz des Pressverbindersystems außerhalb der beschriebenen Einsatzbereiche oder bei Zweifeln über die richtige Werkstoffauswahl wenden Sie sich bitte an Viega.

Medien



Das Pressverbindersystem Profipress ist für die Erstellung von Trinkwasser-Installationen nach DIN 1988-200 und EN 806-2 unter Beachtung der Werkstoffauswahl nach DIN EN 12502-1 und entsprechend der Bewertungsgrundlage für metallene Werkstoffe im Kontakt mit Trinkwasser des Umweltbundesamtes (UBA) geeignet. Bei einer Verwendung für andere Einsatzbereiche und bei Zweifeln über die richtige Werkstoffauswahl wenden Sie sich an das Viega Service Center.

- Trinkwasser bezogen auf den Rohrwerkstoff, ausgenommen Bauteile (Pressverbinder, Armaturen, Apparate etc.):
 - bei pH-Werten ≥ 7,4
 - bei pH-Werten zwischen 7,0 und 7,4 und einem TOC-Wert ≤ 1,5 mg/l
- Heizungswasser für Pumpen-Warmwasser-Heizungsanlagen
- Druckluft gemäß der Spezifikation der verwendeten Dichtelemente
 - EPDM bei Ölkonzentration < 25 mg/m³
 - FKM bei Ölkonzentration ≥ 25 mg/m³
- Frostschutzmittel, Kühlturmsolen bis zu einer Konzentration von 50 %
- Dampf in Niederdruckdampf-Anlagen (nur mit FKM-Dichtelement)

Pressverbinderwerkstoffe

Kupfer: 99,9 % Cu-DHP

Rotguss: CC 499K

Siliziumbronze: CC 246E/CuSi4Zn9MnP

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Trinkwasserinstallation“ auf Seite 31
- „Heizungs-Installation“ auf Seite 397
- „Industrietechnik“ auf Seite 625

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.





Profipress G

Pressverbindersystem aus Kupfer (99,9 % Cu-DHP) oder Rotguss für Kupferrohre. Pressverbinder zum Schutz des Dichtelements mit zylindrischer Rohrführung ausgestattet. Pressverbinder in d64,0 mit Edelstahlschneidring zur Sicherstellung der mechanischen Belastbarkeit der Verbindung. Die Presskraft liegt vor und hinter dem Dichtelementesitz an. Geeignet für Auf- und Unterputz-Installationen von Verteil- und Steigleitungen.

Übersicht



Abb. 44: Profipress G-Sortimentauswahl

Dichtelemente

HNBR, gelb, vormontiert

Dimensionen

d12–64,0, Größenverfügbarkeit entsprechend nationaler Regelwerke

Einsatzbereiche

| | Gas-Installation | Flüssiggas-Installation | Heizöl- und Dieselkraftstoffleitungen |
|---|---|---|---------------------------------------|
| Betriebstemperatur [T_{max}] | -20 °C bis +70 °C | -20 °C bis +70 °C | ≤ 40 °C |
| Betriebsdruck [P_{max}] | ≤ 0,5 MPa (5 bar) (MOP 5) | ≤ 0,5 MPa (5 bar) (MOP 5) ¹⁾ | ≤ 0,5 MPa (5 bar) |
| | ≤ 0,1 MPa (1 bar) (HTB/GT1) ²⁾ | ≤ 0,1 MPa (1 bar) (HTB/GT1) ²⁾ | |

1) Abstimmung mit dem Viega Service Center erforderlich

2) GT1: Betriebsdruck bei HTB-Anforderung 650 °C/30 min max. 0,1 MPa (1 bar)

Tab. 37: Einsatzbereiche des HNBR-Dichtelements bei Profipress G

Medien

- Gase nach DVGW-Arbeitsblatt G 260
- Flüssiggase, nur im gasförmigen Zustand für häusliche und gewerbliche Anwendungen
- Druckluft

Pressverbinderwerkstoffe

Kupfer: 99,9 % Cu-DHP

Rotguss: CC 499K

Siliziumbronze: CC 246E/CuSi4Zn9MnP

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Gas-Installation“ auf Seite 589
- „Industrietechnik“ auf Seite 625

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.





Profipress S

Pressverbindersystem aus Kupfer (99,9 % Cu-DHP), Rotguss oder Siliziumbronze für Kupferrohre. Pressverbinder zum Schutz des Dichtelements mit zylindrischer Rohrführung ausgestattet. Die Presskraft liegt vor und hinter dem Dichtelementesitz an. Geeignet für Auf- und Unterputz-Installationen von Verteil- und Steigleitungen.

Übersicht



Abb. 45: Profipress S-Sortimentauswahl

Dichtelemente

FKM, mattschwarz, vormontiert

Dimensionen

d12-35

Einsatzbereiche

| | Fernwärmeversorgung | Solaranlagen | Druckluft |
|---|--|---|--|
| Anwendung | Fernwärme-Versorgungsanlagen in Sekundärkreisläufen | Solarkreislauf | alle Rohrleitungsabschnitte |
| Betriebstemperatur [T_{max}] | 140 °C | ¹⁾ | 60 °C |
| Betriebsdruck [P_{max}] | 1,6 MPa (16 bar) | 0,6 MPa (6 bar) | 1,6 MPa (16 bar) |
| Bemerkungen | Um sicherzustellen, dass die Anlage gemäß den Vorgaben des Versorgungsunternehmens installiert wird, vor der Installation Rücksprache mit dem Versorgungsunternehmen halten. | für Flachkollektoren und Vakuum-Röhrenkollektoren | trocken, Ölgehalt ≥ 25 mg/m ³ |

¹⁾ Abstimmung mit dem Viega Service Center erforderlich

Tab. 38: Einsatzbereich des FKM-Dichtelements bei Profipress S



Die Dichtwerkstoffe des Pressverbindersystems unterliegen einer thermischen Alterung, die von der Medientemperatur und der Betriebsdauer abhängig ist. Je höher die Medientemperatur, desto schneller schreitet die thermische Alterung des Dichtwerkstoffs voran. Bei speziellen Betriebsbedingungen, z. B. bei industriellen Wärmerückgewinnungsanlagen ist ein Abgleich der Angaben des Apparateherstellers mit den Angaben über das Pressverbindersystem erforderlich. Vor dem Einsatz des Pressverbindersystems außerhalb der beschriebenen Einsatzbereiche oder bei Zweifeln über die richtige Werkstoffauswahl wenden Sie sich bitte an Viega.

Medien

- Frostschutzmittel, Kühltölen bis zu einer Konzentration von 50 %
- Dampf in Niederdruckdampf-Anlagen

Pressverbinderwerkstoffe

Kupfer: 99,9 % Cu-DHP

Rotguss: CC 499K

Siliziumbronze: CC 246E/CuSi4Zn9MnP

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Heizungs-Installation“ auf Seite 397
- „Industrietechnik“ auf Seite 625

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.





Temponox

Pressverbindersystem mit Pressverbindern aus Edelstahl 1.4301 und Rohren aus Edelstahl 14520. Pressverbinder zum Schutz des Dichtelements mit zylindrischer Rohrführung ausgestattet. Pressverbinder ab d76,1 mit Edelstahlschneidring zur Sicherstellung der mechanischen Belastbarkeit der Verbindung. Rohre zum Schutz mit Stopfen ausgestattet. Die Presskraft liegt vor und hinter dem Dichtelementesitz an. Geeignet für Auf- und Unterputz-Installationen von Verteil- und Steigleitungen.

Übersicht



Abb. 46: Temponox-Sortimentauswahl

Dichtelemente

EPDM, schwarz, vormontiert

Kennzeichnung Rohr

- zwei braune Linien
- brauner Schutzstopfen
- braunes Symbol „Nicht für Trinkwasser-Anwendungen zugelassen“

Kennzeichnung Pressverbinder

- brauner Punkt an jedem Pressanschluss (außer auf Temponox XL-Pressverbindern)
- braunes Symbol „Nicht für Trinkwasser-Anwendungen zugelassen“

Dimensionen

d15–108,0



Einsatzbereiche

Einsatzbereiche des EPDM-Dichtelements

| | Heizung | Solaranlagen | Kühlwasseranlagen | Druckluft | Technische Gase |
|---|--|----------------------|---|--|--------------------------------|
| Anwendung | Pumpen-Warmwasser-Heizungsanlage | Solarkreislauf | Sekundärkreislauf geschlossen | alle Rohrleitungsabschnitte | alle Rohrleitungsabschnitte |
| Betriebstemperatur [T_{max}] | 95 °C | ¹⁾ | ≥ -25 °C | 60 °C | – |
| Betriebsdruck [P_{max}] | – | 0,6 MPa (6 bar) | 1,6 MPa (16 bar) | 1,6 MPa (16 bar) | – |
| Bemerkungen | nach geltenden Richtlinien ²⁾ T _{max} : 105 °C bei Heizkörperanbindung 95 °C | für Flachkollektoren | Inhibitoren für Kaltwassersätze, siehe Werkstoffbeständigkeit | trocken, Ölgehalt < 25 mg/m ³ ²⁾ | ¹⁾ ²⁾ |

¹⁾ Abstimmung mit Viega erforderlich

²⁾ siehe auch Dokument „Einsatzbereiche metallener Installationssysteme“ auf der Viega Website

Tab. 39: Einsatzbereich des EPDM-Dichtelements mit Temponox

Einsatzbereiche des FKM-Dichtelements

| | Solaranlagen | Druckluft |
|---|---|--|
| Anwendung | Solarkreislauf | alle Rohrleitungsabschnitte |
| Betriebstemperatur [T_{max}] | ¹⁾ | 60 °C |
| Betriebsdruck [P_{max}] | 0,6 MPa (6 bar) | 1,6 MPa (16 bar) |
| Bemerkungen | Für Flachkollektoren und Vakuum-Röhrenkollektoren | trocken, Ölgehalt ≥ 25 mg/m ³ |

¹⁾ Abstimmung mit dem Viega Service Center erforderlich

Tab. 40: Einsatzbereich des FKM-Dichtelements mit dem Edelstahlrohr 1.4520



Die Dichtwerkstoffe des Pressverbindersystems unterliegen einer thermischen Alterung, die von der Medientemperatur und der Betriebsdauer abhängig ist. Je höher die Medientemperatur, desto schneller schreitet die thermische Alterung des Dichtwerkstoffs voran.

Bei speziellen Betriebsbedingungen, z. B. bei industriellen Wärmerückgewinnungsanlagen ist ein Abgleich der Angaben des Apparateherstellers mit den Angaben über das Pressverbindersystem erforderlich.

Vor dem Einsatz des Pressverbindersystems außerhalb der beschriebenen Einsatzbereiche oder bei Zweifeln über die richtige Werkstoffauswahl wenden Sie sich bitte an Viega.

Medien

Das System kann in geschlossenen Wasserkreisläufen eingesetzt werden, in denen kein Sauerstoffeintrag während des Betriebs möglich ist. Für den Sauerstoffgehalt gelten folgende Grenzwerte:

- salzarmes Wasser $\leq 0,1$ mg/l
- salzhaltiges Wasser $< 0,02$ mg/l

Das System ist u. a. für folgende weitere Medien geeignet:

- Heizungswasser für geschlossene Pumpen-Warmwasser-Heizungsanlagen
- Druckluft (trocken) gemäß der Spezifikation der verwendeten Dichtelemente:
 - EPDM bei Ölkonzentration < 25 mg/m³
 - FKM bei Ölkonzentration ≥ 25 mg/m³
- Frostschutzmittel, Kühltölen bis zu einer Konzentration von 50 %

Werkstoff Pressverbinder

Edelstahl 1.4301

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Heizungs-Installation“ auf Seite 397
- „Industrietechnik“ auf Seite 625

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Prestabo

Pressverbindersystem mit Pressverbindern aus unlegiertem Stahl 1.0308. Außen galvanisch verzinkt (blau chromatiert). Pressverbinder zum Schutz des Dichtelements mit zylindrischer Rohrführung ausgestattet. Pressverbinder ab d64,0 mit Edelstahlschneidring zur Sicherstellung der mechanischen Belastbarkeit der Verbindung. Rohre zum Schutz mit Stopfen ausgestattet. Die Presskraft liegt vor und hinter dem Dichtelementesitz an. Geeignet für Auf- und Unterputz-Installationen von Verteil- und Steigleitungen.

Übersicht

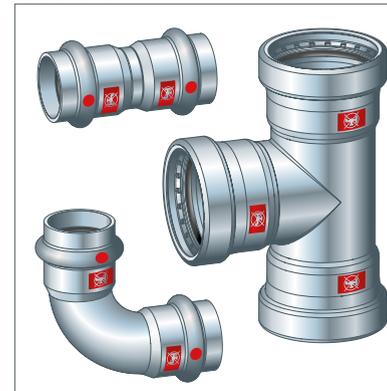


Abb. 47: Prestabo-Sortimentauswahl

Rohr aus unlegiertem Stahl 1.0308

Außen galvanisch verzinkt (blau chromatiert).

Geeignet für Heizungs-, Solar- und Kühlwasseranlagen.

Rohr aus unlegiertem Stahl 1.0215

Sendzimirverzinkt.

Geeignet für Sprinkler- und Druckluftanlagen.

Dichtelemente

EPDM, schwarz, vormontiert

Dimensionen

d12–108,0



Einsatzbereiche

Einsatzbereich des EPDM-Dichtelements

| | Heizung | Solaranlagen | Kühlkreisläufe | Druckluft | Technische Gase |
|---|---|----------------------|---|--|--------------------------------|
| Anwendung | Pumpen-Warmwasser-Heizungsanlage | Solarkreislauf | Sekundärkreislauf geschlossen | alle Rohrleitungsabschnitte | alle Rohrleitungsabschnitte |
| Betriebstemperatur [T_{max}] | 95 °C | ¹⁾ | ≥ -25 °C | 60 °C | – |
| Betriebsdruck [P_{max}] | – | 0,6 MPa (6 bar) | 1,6 MPa (16 bar) | 1,6 MPa (16 bar) | – |
| Bemerkungen | nach geltenden Richtlinien ²⁾ T _{max} : 105 °C bei Heizkörperanbindung 95 °C | für Flachkollektoren | Inhibitoren für Kaltwassersätze, siehe Werkstoffbeständigkeit | trocken, Ölgehalt < 25 mg/m ³ ²⁾ | ¹⁾ ²⁾ |

¹⁾ Abstimmung mit Viega erforderlich
²⁾ siehe auch Dokument „Einsatzbereiche metallener Installationssysteme“ auf der Viega Website

Tab. 41: Einsatzbereich des EPDM-Dichtelements bei Prestabo

Einsatzbereich des FKM-Dichtelements

| | Fernwärmeversorgung | Solaranlagen | Druckluft |
|---|--|---|--|
| Anwendung | Fernwärme-Versorgungsanlagen in Sekundärkreisläufen | Solarkreislauf | alle Rohrleitungsabschnitte |
| Betriebstemperatur [T_{max}] | 140 °C | ¹⁾ | 60 °C |
| Betriebsdruck [P_{max}] | 1,6 MPa (16 bar) | 0,6 MPa (6 bar) | 1,6 MPa (16 bar) |
| Bemerkungen | Um sicherzustellen, dass die Anlage gemäß den Vorgaben des Versorgungsunternehmens installiert wird, vor der Installation Rücksprache mit dem Versorgungsunternehmen halten. | Für Flachkollektoren und Vakuum-Röhrenkollektoren | trocken, Ölgehalt ≥ 25 mg/m ³ |

¹⁾ Abstimmung mit Viega erforderlich

Tab. 42: Einsatzbereich des FKM-Dichtelements bei Prestabo



Die Dichtwerkstoffe des Pressverbindersystems unterliegen einer thermischen Alterung, die von der Medientemperatur und der Betriebsdauer abhängig ist. Je höher die Medientemperatur, desto schneller schreitet die thermische Alterung des Dichtwerkstoffs voran.
Bei speziellen Betriebsbedingungen, z. B. bei industriellen Wärmerückgewinnungsanlagen ist ein Abgleich der Angaben des Apparateherstellers mit den Angaben über das Pressverbindersystem erforderlich.
Vor dem Einsatz des Pressverbindersystems außerhalb der beschriebenen Einsatzbereiche oder bei Zweifeln über die richtige Werkstoffauswahl wenden Sie sich bitte an Viega.

Medien

Das System kann in geschlossenen Wasserkreisläufen eingesetzt werden, in denen kein Sauerstoffeintrag während des Betriebs möglich ist. Für den Sauerstoffgehalt gelten folgende Grenzwerte:

- salzarmes Wasser ≤ 0,1 mg/l
- salzhaltiges Wasser < 0,02 mg/l

Das System ist u. a. für folgende weitere Medien geeignet:

- Heizungswasser für geschlossene Pumpen-Warmwasser-Heizungsanlagen
- Druckluft (trocken) gemäß der Spezifikation der verwendeten Dichtelemente
 - EPDM bei Ölkonzentration < 25 mg/m³
 - FKM bei Ölkonzentration ≥ 25 mg/m³
- Frostschutzmittel, Kühltölen bis zu einer Konzentration von 50 %



Setzen Sie bei Kühlwasser mit Zusätzen (z. B. Frostschutzmittel etc.) keine sendzimirverzinkten Rohre ein. Andernfalls kann sich die Zinkbeschichtung im Innenrohr lösen und Anlagenteile verstopfen.

Werkstoff Pressverbinder

Stahl 1.0308

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Heizungs-Installation“ auf Seite 397
- „Industrietechnik“ auf Seite 625

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.





Prestabo LF

Pressverbindersystem mit Pressverbindern aus unlegiertem Stahl 1.0308. Außen galvanisch verzinkt (blau chromatiert). Frei von Lackbenetzung störenden Substanzen (labs-frei) wie zum Beispiel: Silikon, Fett oder Öl. Besonders geeignet für den Einsatz von Rohrleitungs-Installationen in Lackierereien. Pressverbinder zum Schutz des Dichtelements mit zylindrischer Rohrführung ausgestattet. Pressverbinder ab d64,0 mit Edelstahlschneidring zur Sicherstellung der mechanischen Belastbarkeit der Verbindung. Rohre zum Schutz mit Stopfen ausgestattet. Die Presskraft liegt vor und hinter dem Dichtelementesitz an. Geeignet für Auf- und Unterputz-Installationen von Verteil- und Steigleitungen.

Übersicht

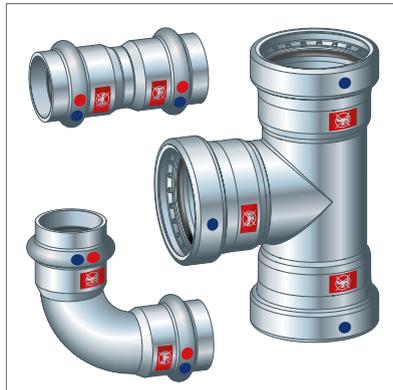


Abb. 48: Prestabo LF-Sortimentauswahl

Dichtelemente

EPDM, schwarz, vormontiert

Dimensionen

d22

Verfügbare Modelle: 1116LF, 1126LF, 1118LF, 1111LF, 1112LF, 1115LF, 1156LF



Einsatzbereiche

| | Heizung | Solaranlagen | Kühlkreisläufe | Druckluft | Technische Gase |
|---|---|----------------------|--|--|--------------------------------|
| Anwendung | Pumpen-Warmwasser-Heizungsanlage | Solarkreislauf | Sekundär-kreislauf geschlossen | alle Rohrleitungsabschnitte | alle Rohrleitungsabschnitte |
| Betriebstemperatur [T_{max}] | 95 °C | ¹⁾ | ≥ -25 °C | 60 °C | – |
| Betriebsdruck [P_{max}] | – | 0,6 MPa (6 bar) | 1,6 MPa (16 bar) | 1,6 MPa (16 bar) | – |
| Bemerkungen | nach geltenden Richtlinien ²⁾ T _{max} : 105 °C bei Heizkörperanbindung 95 °C | für Flachkollektoren | Inhibitoren für Kaltwasser-sätze, siehe Werkstoffbeständigkeit | trocken, Ölgehalt < 25 mg/m ³ ²⁾ | ¹⁾ ²⁾ |

¹⁾ Abstimmung mit Viega erforderlich

²⁾ siehe auch Dokument „Einsatzbereiche metallener Installationssysteme“ auf der Viega Website

Tab. 43: Einsatzbereiche des EPDM-Dichtelements bei Prestabo LF

Medien

Das System kann in geschlossenen Wasserkreisläufen eingesetzt werden, in denen kein Sauerstoffeintrag während des Betriebs möglich ist. Für den Sauerstoffgehalt gelten folgende Grenzwerte:

- salzarmes Wasser ≤ 0,1 mg/l
- salzhaltiges Wasser < 0,02 mg/l

Das System ist u. a. für folgende weitere Medien geeignet:

- Heizungswasser für geschlossene Pumpen-Warmwasser-Heizungsanlagen
- Druckluft (trocken) gemäß der Spezifikation der verwendeten Dichtelemente: EPDM bei Ölkonzentration < 25 mg/m³
- Frostschutzmittel, Kühltölen bis zu einer Konzentration von 50 %



Hinweis!

Setzen Sie bei Kühlwasser mit Zusätzen (z. B. Frostschutzmittel etc.) keine sendzimirverzinkten Rohre ein. Andernfalls kann sich die Zinkbeschichtung im Innenrohr lösen und Anlagenteile verstopfen.

Werkstoff Pressverbinder

Stahl 1.0308



Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Heizungs-Installation“ auf Seite 397
- „Industrietechnik“ auf Seite 617

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Megapress

Pressverbindersystem aus unlegiertem Stahl 1.0308 mit einer äußeren galvanischen Zink-Nickel-Beschichtung für schwarze, verzinkte, industriell lackierte und pulverbeschichtete dickwandige Stahlrohre nach DIN EN 10255, DIN EN 10220/10216-1 und DIN EN 10220/10217-1. Pressverbinder mit Edelstahl-schneidring zur Sicherstellung der mechanischen Belastbarkeit der Verbindung. Geeignet für Auf- und Unterputz-Installationen von Verteil- und Steigleitungen.

Übersicht



Abb. 49: Megapress-Sortimentauswahl

Dichtelemente

EPDM-Profil-Dichtelement, schwarz, vormontiert

Dimensionen

D_{3/8}-2

Einsatzbereiche

| | Heizung | Solaranlagen | Druckluft | Technische Gase |
|---|--|----------------------|--|-----------------------------|
| Anwendung | Pumpen-Warmwasser-Heizungsanlage | Solarkreislauf | alle Rohrleitungsabschnitte | alle Rohrleitungsabschnitte |
| Betriebstemperatur [T_{max}] | 95 °C | 1) | 60 °C | – |
| Betriebsdruck [P_{max}] | – | 0,6 MPa (6 bar) | 1,6 MPa (16 bar) | – |
| Bemerkungen | nach geltenden Richtlinien ²⁾ T _{max} : 105 °C bei Heizkörperanbindung 95 °C | für Flachkollektoren | trocken, Ölgehalt < 25 mg/m ³ ²⁾ | 1) 2) |

¹⁾ Abstimmung mit Viega erforderlich

²⁾ siehe auch Dokument „Einsatzbereiche metallener Installationssysteme“ auf der Viega Website

Tab. 44: Einsatzbereich des EPDM-Dichtelements bei Megapress



Die Dichtwerkstoffe des Pressverbindersystems unterliegen einer thermischen Alterung, die von der Medientemperatur und der Betriebsdauer abhängig ist. Je höher die Medientemperatur, desto schneller schreitet die thermische Alterung des Dichtwerkstoffs voran.

Bei speziellen Betriebsbedingungen, z. B. bei industriellen Wärmerückgewinnungsanlagen ist ein Abgleich der Angaben des Apparateherstellers mit den Angaben über das Pressverbindersystem erforderlich.

Vor dem Einsatz des Pressverbindersystems außerhalb der beschriebenen Einsatzbereiche oder bei Zweifeln über die richtige Werkstoffauswahl wenden Sie sich bitte an Viega.

Medien

- Heizungswasser für geschlossene Pumpen-Warmwasser-Heizungsanlagen
- Druckluft (trocken) gemäß der Spezifikation der verwendeten Dichtelemente
 - EPDM bei Ölkonzentration < 25 mg/m³
- Frostschutzmittel, Kühlsolen bis zu einer Konzentration von 50 %
- technische Gase (auf Anfrage)

Werkstoff Pressverbinder

Stahl 1.0308

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Heizungs-Installation“ auf Seite 397
- „Industrietechnik“ auf Seite 625

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Megapress S

Pressverbindersystem aus unlegiertem Stahl 1.0308 mit einer äußeren galvanischen Zink-Nickel-Beschichtung für schwarze, verzinkte, industriell lackierte und pulverbeschichtete dickwandige Stahlrohre nach DIN EN 10255, DIN EN 10220/10216-1 und DIN EN 10220/10217-1. Pressverbinder mit Edelstahlschneidring zur Sicherstellung der mechanischen Belastbarkeit der Verbindung. Geeignet für Auf- und Unterputz-Installationen von Verteil- und Steigleitungen.

Übersicht



Abb. 50: Megapress S-Sortimentauswahl

Dichtelemente

FKM-Profil dichtelement, mattschwarz, vormontiert

Dimensionen

D_{3/4}–4



Einsatzbereiche

| | Heizung | Fernwärmeversorgung | Solaranlagen | Druckluft | Technische Gase |
|---|---|--|----------------------|-----------------------------|-----------------|
| Anwendung | Pumpen-Warmwasser-Heizungsanlage | Fernwärme-Versorgungsanlagen innerhalb des Gebäudes | Solarkreislauf | alle Rohrleitungsabschnitte | |
| Betriebstemperatur [T_{max}] | 95 °C | 140 °C | 1) | 60 °C | – |
| Betriebsdruck [P_{max}] | – | 1,6 MPa (16 bar) | 0,6 MPa (6 bar) | 1,6 MPa (16 bar) | – |
| Bemerkungen | nach geltenden Richtlinien ²⁾ T _{max} : 105 °C bei Heizkörperanbindung 95 °C | Vor der Installation Abstimmung mit dem Versorgungsunternehmen erforderlich. | für Flachkollektoren | trocken ²⁾ | 1) 2) |

¹⁾ Abstimmung mit Viega erforderlich

²⁾ siehe auch Dokument „Einsatzbereiche metallener Installationssysteme“ auf der Viega Website

Tab. 45: Einsatzbereich des FKM-Runddichtelements bei Megapress S



Die Dichtwerkstoffe des Pressverbindersystems unterliegen einer thermischen Alterung, die von der Medientemperatur und der Betriebsdauer abhängig ist. Je höher die Medientemperatur, desto schneller schreitet die thermische Alterung des Dichtwerkstoffs voran.

Bei speziellen Betriebsbedingungen, z. B. bei industriellen Wärmerückgewinnungsanlagen ist ein Abgleich der Angaben des Apparateherstellers mit den Angaben über das Pressverbindersystem erforderlich.

Vor dem Einsatz des Pressverbindersystems außerhalb der beschriebenen Einsatzbereiche oder bei Zweifeln über die richtige Werkstoffauswahl wenden Sie sich bitte an Viega.

Medien

- Heizungswasser für geschlossene Pumpen-Warmwasser-Heizungsanlagen
- Druckluft (trocken) gemäß der Spezifikation der verwendeten Dichtelemente
 - FKM bei Ölkonzentration ≥ 25 mg/m³
- Frostschutzmittel, Kühlsolen bis zu einer Konzentration von 50 %
- technische Gase (auf Anfrage)

Werkstoff Pressverbinder

Stahl 1.0308

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Heizungs-Installation“ auf Seite 397
- „Industrietechnik“ auf Seite 625

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Megapress G

Pressverbindersystem aus unlegiertem Stahl 1.0308 mit einer äußeren galvanischen Zink-Nickel-Beschichtung für schwarze und verzinkte dickwandige Stahlrohre nach DIN EN 10255, DIN EN 10220/10216-1 und DIN EN 10220/10217-1. Pressverbinder mit Edelstahlschneidring zur Sicherstellung der mechanischen Belastbarkeit der Verbindung. Geeignet für Auf- und Unterputz-Installationen von Verteil- und Steigleitungen.

Übersicht



Abb. 51: Megapress G-Sortimentauswahl

Dichtelemente

HNBR-Profildichtelement, gelb, vormontiert

Dimensionen

D_{1/2} -2

Einsatzbereiche

| | Gas-Installation | Flüssiggas-Installation | Heizöl- und Dieselkraftstoffleitungen | Druckluft |
|---|--|--|---------------------------------------|--|
| Betriebstemperatur [T_{max}] | -20 °C bis +70 °C | -20 °C bis +70 °C | ≤ 40 °C | ≤ 60 °C |
| Betriebsdruck [P_{max}] | ≤ 0,5 MPa (5 bar) (MOP 5) ≤ 0,5 MPa (5 bar) (HTB/GT5) ¹⁾ | ≤ 0,5 MPa (5 bar) (MOP 5) ≤ 0,5 MPa (5 bar) (HTB/GT5) ¹⁾ | ≤ 0,5 MPa (5 bar) | ≤ 1,6 MPa (16 bar) |
| Bemerkungen | - | - | - | trocken, Ölgehalt ≥ 25 mg/m ³ |

¹⁾ Betriebsdruck bei HTB-Anforderung max. 0,5 MPa (5 bar) (GT5)

Tab. 46: Einsatzbereiche des HNBR-Dichtelements bei Megapress G

Medien

- Gase nach DVGW-Arbeitsblatt G 260
- Flüssiggas in der Gasphase für häusliche und gewerbliche Anwendungen
- Heizöl
- Dieselkraftstoff
- Druckluft (trocken)

Werkstoff Pressverbinder

Stahl 1.0308

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Gas-Installation“ auf Seite 589
- „Industrietechnik“ auf Seite 625

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Sanpress Inox

Pressverbindersystem mit Pressverbindern aus Edelstahl 1.4401 und Rohren aus Edelstahl 1.4401 und 1.4521. Pressverbinder zum Schutz des Dichtelements mit zylindrischer Rohrführung ausgestattet. Pressverbinder ab d64,0 mit Edelstahlschneidring zur Sicherstellung der mechanischen Belastbarkeit der Verbindung. Rohre zum Schutz mit Stopfen ausgestattet. Die Presskraft liegt vor und hinter dem Dichtelementesitz an. Geeignet für Auf- und Unterputz-Installationen von Verteil- und Steigleitungen.

Übersicht

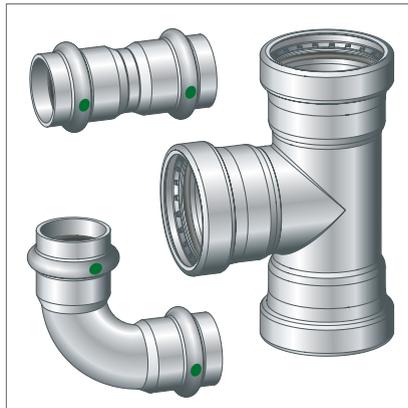


Abb. 52: Sanpress Inox-Sortimentauswahl

Dichtelemente

EPDM, schwarz, vormontiert

Dimensionen

d15–108,0

Einsatzbereiche

Einsatzbereich des EPDM-Dichtelements

| | Trinkwasser | Heizung | Solaranlagen | Druckluft | Technische Gase |
|---|---|---|----------------------|--|-----------------------------|
| Anwendung | alle Rohrleitungsabschnitte | Pumpen-Warmwasser-Heizungsanlage | Solarkreislauf | alle Rohrleitungsabschnitte | alle Rohrleitungsabschnitte |
| Betriebstemperatur [T_{max}] | 80 °C | 105 °C | 1) | 60 °C | – |
| Bemerkungen | nach geltenden Richtlinien ²⁾ p _{max} : 1,0 MPa T _{max} : 95 °C t _{max} : < 60 min | nach geltenden Richtlinien ²⁾ T _{max} : 105 °C | für Flachkollektoren | trocken, Ölgehalt < 25 mg/m ³ ²⁾ | 1) 2) |

¹⁾ Abstimmung mit dem Viega Service Center erforderlich

²⁾ siehe auch Dokument „Einsatzbereiche metallener Installationssysteme“ auf der Viega Website

Tab. 47: Einsatzbereich des EPDM-Dichtelements bei Sanpress Inox

Einsatzbereich des FKM-Dichtelements

| | Fernwärmeversorgung | Solaranlagen | Druckluft |
|---|--|---|--|
| Anwendung | Fernwärme-Versorgungsanlagen in Sekundärkreisläufen | Solarkreislauf | alle Rohrleitungsabschnitte |
| Betriebstemperatur [T_{max}] | 140 °C | 1) | 60 °C |
| Betriebsdruck [P_{max}] | 1,6 MPa (16 bar) | 0,6 MPa (6 bar) | 1,6 MPa (16 bar) |
| Bemerkungen | Um sicherzustellen, dass die Anlage gemäß den Vorgaben des Versorgungsunternehmens installiert wird, vor der Installation Rücksprache mit dem Versorgungsunternehmen halten. | Für Flachkollektoren und Vakuum-Röhrenkollektoren | trocken, Ölgehalt ≥ 25 mg/m ³ |

¹⁾ Abstimmung mit dem Viega Service Center erforderlich

Tab. 48: Einsatzbereich des FKM-Dichtelements bei Sanpress Inox



Die Dichtwerkstoffe des Pressverbindersystems unterliegen einer thermischen Alterung, die von der Medientemperatur und der Betriebsdauer abhängig ist. Je höher die Medientemperatur, desto schneller schreitet die thermische Alterung des Dichtwerkstoffs voran.

Bei speziellen Betriebsbedingungen, z. B. bei industriellen Wärmerückgewinnungsanlagen ist ein Abgleich der Angaben des Apparateherstellers mit den Angaben über das Pressverbindersystem erforderlich.

Vor dem Einsatz des Pressverbindersystems außerhalb der beschriebenen Einsatzbereiche oder bei Zweifeln über die richtige Werkstoffauswahl wenden Sie sich bitte an Viega.

Medien



Das Pressverbindersystem Sanpress Inox ist für die Erstellung von Trinkwasser-Installationen nach DIN 1988-200 und EN 806-2 unter Beachtung der Werkstoffauswahl nach DIN EN 12502-1 und entsprechend der Bewertungsgrundlage für metallene Werkstoffe im Kontakt mit Trinkwasser des Umweltbundesamtes (UBA) geeignet. Bei einer Verwendung für andere Einsatzbereiche und bei Zweifeln über die richtige Werkstoffauswahl wenden Sie sich an das Viega Service Center.

- Trinkwasser: maximale Chlorid-Konzentration 250 mg/l
- Heizungswasser für Pumpen-Warmwasser-Heizungsanlagen
- Druckluft gemäß der Spezifikation der verwendeten Dichtelemente
 - EPDM bei Ölkonzentration < 25 mg/m³
 - FKM bei Ölkonzentration ≥ 25 mg/m³
- Frostschutzmittel, Kühltölen bis zu einer Konzentration von 50 %
- Dampf in Niederdruckdampf-Anlagen (nur mit FKM-Dichtelement)

Werkstoff Pressverbinder

Edelstahl 1.4401

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Trinkwasserinstallation“ auf Seite 31
- „Heizungs-Installation“ auf Seite 397
- „Industrietechnik“ auf Seite 625

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Sanpress Inox LF

Pressverbindersystem mit Pressverbindern aus Edelstahl 1.4401 und Rohren aus Edelstahl 1.4401 und 1.4521. Frei von Lackbenetzung störenden Substanzen (labs-frei) wie z. B. Silikon, Fett oder Öl. Besonders geeignet für den Einsatz von Rohrleitungs-Installationen in Lackierereien. Pressverbinder zum Schutz des Dichtelements mit zylindrischer Rohrführung ausgestattet. Pressverbinder ab d64,0 mit Edelstahlschneidring zur Sicherstellung der mechanischen Belastbarkeit der Verbindung. Rohre zum Schutz mit Stopfen ausgestattet. Die Presskraft liegt vor und hinter dem Dichtelementesitz an. Geeignet für Auf- und Unterputz-Installationen von Verteil- und Steigleitungen.

Übersicht

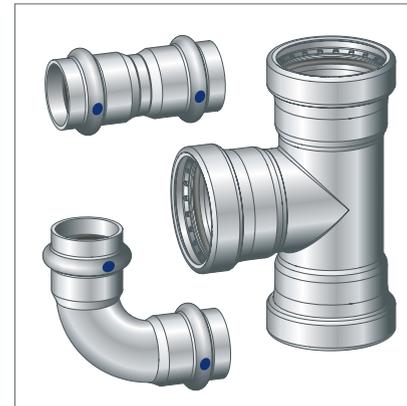


Abb. 53: Sanpress Inox LF-Sortimentauswahl

Dichtelemente

EPDM, schwarz, vormontiert

Dimensionen

d15–108,0



Einsatzbereiche

| | Trinkwasser | Heizung | Solaranlagen | Druckluft | Technische Gase |
|---|---|---|----------------------|--|--------------------------------|
| Anwendung | alle Rohrleitungsabschnitte | Pumpen-Warmwasser-Heizungsanlage | Solarkreislauf | alle Rohrleitungsabschnitte | alle Rohrleitungsabschnitte |
| Betriebstemperatur [T_{max}] | 80 °C | 105 °C | ¹⁾ | 60 °C | – |
| Betriebsdruck [P_{max}] | – | – | 0,6 MPa (6 bar) | 1,6 MPa (16 bar) | – |
| Bemerkungen | nach geltenden Richtlinien ²⁾ p _{max} : 1,0 MPa T _{max} : 95 °C t _{max} : < 60 min | nach geltenden Richtlinien ²⁾ T _{max} : 105 °C | für Flachkollektoren | trocken, Ölgehalt < 25 mg/m ³ ²⁾ | ¹⁾ ²⁾ |

¹⁾ Abstimmung mit dem Viega Service Center erforderlich
²⁾ siehe auch Dokument „Einsatzbereiche metallener Installationssysteme“ auf der Viega Website

Tab. 49: Einsatzbereich des EPDM-Dichtelements bei Sanpress Inox LF

i Die Dichtwerkstoffe des Pressverbindersystems unterliegen einer thermischen Alterung, die von der Medientemperatur und der Betriebsdauer abhängig ist. Je höher die Medientemperatur, desto schneller schreitet die thermische Alterung des Dichtwerkstoffs voran. Bei speziellen Betriebsbedingungen, z. B. bei industriellen Wärmerückgewinnungsanlagen ist ein Abgleich der Angaben des Apparateherstellers mit den Angaben über das Pressverbindersystem erforderlich. Vor dem Einsatz des Pressverbindersystems außerhalb der beschriebenen Einsatzbereiche oder bei Zweifeln über die richtige Werkstoffauswahl wenden Sie sich bitte an Viega.



Medien

i Das Pressverbindersystem Sanpress Inox LF ist für die Erstellung von Trinkwasser-Installationen nach DIN 1988-200 und EN 806-2 unter Beachtung der Werkstoffauswahl nach DIN EN 12502-1 und entsprechend der Bewertungsgrundlage für metallene Werkstoffe im Kontakt mit Trinkwasser des Umweltbundesamtes (UBA) geeignet. Bei einer Verwendung für andere Einsatzbereiche und bei Zweifeln über die richtige Werkstoffauswahl wenden Sie sich an das Viega Service Center.

Das System ist u. a. für folgende Medien geeignet:

- Trinkwasser (maximale Chlorid-Konzentration 250 mg/l)
- Heizungswasser für Pumpen-Warmwasser-Heizungsanlagen
- Druckluft gemäß der Spezifikation der verwendeten Dichtelemente
 - EPDM bei Ölkonzentration < 25 mg/m³
- Frostschutzmittel, Kühlsolen bis zu einer Konzentration von 50 %

Werkstoffe Verbinder

Edelstahl 1.4401

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Trinkwasserinstallation“ auf Seite 31
- „Heizungs-Installation“ auf Seite 397
- „Industrietechnik“ auf Seite 625

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.





Sanpress Inox G

Pressverbindersystem mit Pressverbindern und Rohren aus Edelstahl 1.4401. Pressverbinder zum Schutz des Dichtelements mit zylindrischer Rohrführung ausgestattet. Pressverbinder ab d64,0 mit Edelstahlschneidring zur Sicherstellung der mechanischen Belastbarkeit der Verbindung. Rohre zum Schutz mit Stopfen ausgestattet. Die Presskraft liegt vor und hinter dem Dichtelementesitz an. Geeignet für Auf- und Unterputz-Installationen von Verteil- und Steigleitungen.

Übersicht

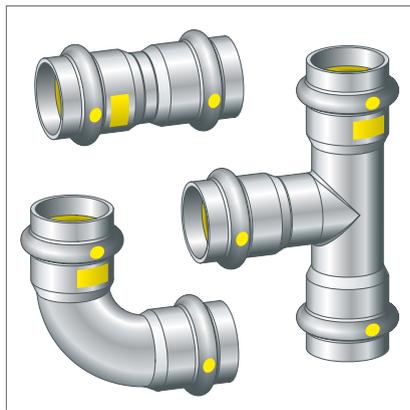


Abb. 54: Sanpress Inox G-Sortimentauswahl

Dichtelemente

HNBR, gelb, vormontiert

Dimensionen

d15–108,0

Einsatzbereiche

| | Gas-Installation | Flüssiggas-Installation | Heizöl- und Dieselkraftstoffleitungen |
|---|---|---|---------------------------------------|
| Betriebstemperatur [T_{max}] | -20 °C bis +70 °C | -20 °C bis +70 °C | ≤ 40 °C |
| Betriebsdruck [P_{max}] | ≤ 0,5 MPa (5 bar) (MOP 5) | ≤ 0,5 MPa (5 bar) (MOP 5) | ≤ 0,5 MPa (5 bar) |
| | ≤ 0,5 MPa (5 bar) (HTB/GT5) ¹⁾ | ≤ 0,5 MPa (5 bar) (HTB/GT5) ¹⁾ | |

¹⁾ Betriebsdruck bei HTB-Anforderung max. 0,5 MPa (5 bar) (GT5)

Tab. 50: Einsatzbereiche des HNBR-Dichtelements bei Sanpress Inox G

Medien

- Gase nach DVGW-Arbeitsblatt G 260
- Flüssiggas in der Gasphase für häusliche und gewerbliche Anwendungen

Werkstoff Pressverbinder

Edelstahl 1.4401

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Gas-Installation“ auf Seite 589
- „Industrietechnik“ auf Seite 625

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Sanpress

Pressverbindersystem mit Pressverbindern aus Rotguss oder Siliziumbronze und Rohren aus Edelstahl 1.4401 und 1.4521. Pressverbinder zum Schutz des Dichtelements mit zylindrischer Rohrführung ausgestattet. Pressverbinder ab d76,1 mit Edelstahlschneidring zur Sicherstellung der mechanischen Belastbarkeit der Verbindung. Rohre zum Schutz mit Stopfen ausgestattet. Die Presskraft liegt vor und hinter dem Dichtelementesitz an. Geeignet für Auf- und Unterputz-Installationen von Verteil- und Steigleitungen.

Übersicht



Abb. 55: Sanpress-Sortimentauswahl

Dichtelemente

EPDM, schwarz, vormontiert

Dimensionen

d12–108,0

Einsatzbereiche

Einsatzbereich des EPDM-Dichtelements

| | Trinkwasser | Heizung | Solaranlagen | Druckluft | Technische Gase |
|---|---|---|----------------------|--|--------------------------------|
| Anwendung | alle Rohrleitungsabschnitte | Pumpen-Warmwasser-Heizungsanlage | Solarkreislauf | alle Rohrleitungsabschnitte | alle Rohrleitungsabschnitte |
| Betriebstemperatur [T_{max}] | 80 °C | 105 °C | ¹⁾ | 60 °C | – |
| Bemerkungen | nach geltenden Richtlinien ²⁾ p _{max} : 1,0 MPa T _{max} : 95 °C t _{max} : < 60 min | nach geltenden Richtlinien ²⁾ T _{max} : 105 °C | für Flachkollektoren | trocken, Ölgehalt < 25 mg/m ³ ²⁾ | ¹⁾ ²⁾ |

¹⁾ Abstimmung mit dem Viega Service Center erforderlich

²⁾ siehe auch Dokument „Einsatzbereiche metallener Installationssysteme“ auf der Viega Website

Tab. 51: Einsatzbereich des EPDM-Dichtelements bei Sanpress

Einsatzbereich des FKM-Dichtelements

| | Fernwärmeversorgung | Solaranlagen | Druckluft |
|---|--|---|--|
| Anwendung | Fernwärme-Versorgungsanlagen innerhalb des Gebäudes | Solarkreislauf | alle Rohrleitungsabschnitte |
| Betriebstemperatur [T_{max}] | 140 °C | ¹⁾ | 60 °C |
| Betriebsdruck [P_{max}] | 1,6 MPa (16 bar) | 0,6 MPa (6 bar) | 1,6 MPa (16 bar) |
| Bemerkungen | Um sicherzustellen, dass die Anlage gemäß den Vorgaben des Versorgungsunternehmens installiert wird, vor der Installation Rücksprache mit dem Versorgungsunternehmen halten. | für Flachkollektoren und Vakuum-Röhrenkollektoren | trocken, Ölgehalt ≥ 25 mg/m ³ |

¹⁾ Abstimmung mit dem Viega Service Center erforderlich

Tab. 52: Einsatzbereich des FKM-Dichtelements bei Sanpress



Die Dichtwerkstoffe des Pressverbindersystems unterliegen einer thermischen Alterung, die von der Medientemperatur und der Betriebsdauer abhängig ist. Je höher die Medientemperatur, desto schneller schreitet die thermische Alterung des Dichtwerkstoffs voran. Bei speziellen Betriebsbedingungen, z. B. bei industriellen Wärmerückgewinnungsanlagen ist ein Abgleich der Angaben des Apparateherstellers mit den Angaben über das Pressverbindersystem erforderlich. Vor dem Einsatz des Pressverbindersystems außerhalb der beschriebenen Einsatzbereiche oder bei Zweifeln über die richtige Werkstoffauswahl wenden Sie sich bitte an Viega.

Medien



Das Pressverbindersystem Sanpress ist für die Erstellung von Trinkwasser-Installationen nach DIN 1988-200 und EN 806-2 unter Beachtung der Werkstoffauswahl nach DIN EN 12502-1 und entsprechend der Bewertungsgrundlage für metallene Werkstoffe im Kontakt mit Trinkwasser des Umweltbundesamtes (UBA) geeignet. Bei einer Verwendung für andere Einsatzbereiche und bei Zweifeln über die richtige Werkstoffauswahl wenden Sie sich an das Viega Service Center.

- Trinkwasser maximale Chlorid-Konzentration 250 mg/l
- Heizungswasser für Pumpen-Warmwasser-Heizungsanlagen
- Druckluft gemäß der Spezifikation der verwendeten Dichtelemente
 - EPDM bei Ölkonzentration < 25 mg/m³
 - FKM bei Ölkonzentration ≥ 25 mg/m³
- Frostschutzmittel, Kühlsolen bis zu einer Konzentration von 50 %
- Dampf in Niederdruckdampf-Anlagen (nur mit FKM-Dichtelement)

Pressverbinderwerkstoffe

Rotguss: CC 499K

Siliziumbronze: CC 246E/CuSi4Zn9MnP

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Trinkwasserinstallation“ auf Seite 31
- „Heizungs-Installation“ auf Seite 397
- „Industrietechnik“ auf Seite 625

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Seapress

Pressverbindersystem aus der Legierung CuNiFe für CuNiFe-Rohre. Besonders geeignet für Seewasseranwendungen. Pressverbinder zum Schutz des Dichtelements mit zylindrischer Rohrführung ausgestattet. Pressverbinder ab d76,1 mit Edelstahlschneidring zur Sicherstellung der mechanischen Belastbarkeit der Verbindung. Die Presskraft liegt vor und hinter dem Dichtelementesitz an.

Übersicht

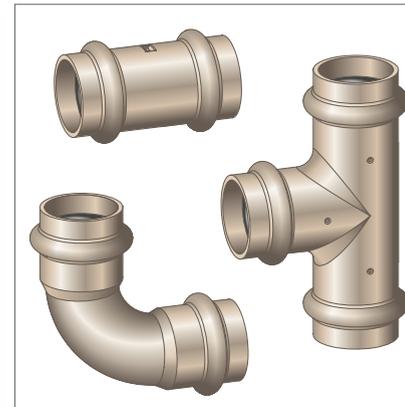


Abb. 56: Seapress-Sortimentauswahl

Dichtelemente

EPDM, schwarz, vormontiert

Dimensionen

d15–108,0



Einsatzbereiche

Einsatzbereich des EPDM-Dichtelements

| | Feuerlösch- und Brandschutzanlagen | Bilge- und Ballast-systeme | Meerwasser- und Kühlwasser-systeme | Druckluftleitungen (Arbeitsluft) |
|---|---|---|---|---|
| Anwendung | Permanent wassergefüllte Feuerlöschsysteme, z. B. Feuerlöschleitungen und Sprinkleranlagen | alle Rohrleitungsabschnitte ¹⁾ | z. B. Verdampferzuleitungen ¹⁾ sanitäre Brauch- und Abwasser ¹⁾ Tankreinigung ¹⁾ | alle Rohrleitungsabschnitte ²⁾ |
| Betriebstemperatur [T_{max}] | ³⁾ | ³⁾ | ³⁾ | ³⁾ |
| Betriebsdruck [P_{max}] | 1,6 MPa (16 bar) | 1,6 MPa (16 bar) | 1,6 MPa (16 bar) | 1,6 MPa (16 bar) |
| Bemerkungen | Die Verwendung gemäß den Klassifizierungskriterien und den Einstufungen der allgemein anerkannten Regeln der Technik abstimmen. | | | trocken, Ölgehalt < 25 mg/m ³ |

¹⁾ innerhalb von Maschinenräumen der Kategorie A sind nur feuergetestete Typen zugelassen
²⁾ keine Anlass- oder Kontrollluft
³⁾ max. Betriebstemperatur 110 °C -> oder nach erfolgter Rücksprache mit Viega

Tab. 53: Einsatzbereich des EPDM-Dichtelements bei Seapress

Einsatzbereich des FKM-Dichtelements

| | Druckluft | Niederdruckdampf-Anlagen |
|---|--|---|
| Anwendung | alle Rohrleitungsabschnitte | alle Rohrleitungsabschnitte ¹⁾ |
| Betriebstemperatur [T_{max}] | 60 °C | 120 °C |
| Betriebsdruck [P_{max}] | 1,6 MPa (16 bar) | 0,1 MPa (1 bar) |
| Bemerkungen | trocken, Ölgehalt ≥ 25 mg/m ³ | – |

¹⁾ Die Verwendung gemäß den Klassifizierungskriterien und den Einstufungen der geltenden Richtlinien abstimmen

Tab. 54: Einsatzbereich des FKM-Dichtelements bei Seapress



Die Dichtwerkstoffe des Pressverbindersystems unterliegen einer thermischen Alterung, die von der Medientemperatur und der Betriebsdauer abhängig ist. Je höher die Medientemperatur, desto schneller schreitet die thermische Alterung des Dichtwerkstoffs voran. Bei speziellen Betriebsbedingungen, z. B. bei industriellen Wärmerückgewinnungsanlagen ist ein Abgleich der Angaben des Apparateherstellers mit den Angaben über das Pressverbinder-system erforderlich. Vor dem Einsatz des Pressverbindersystems außerhalb der beschriebenen Einsatzbereiche oder bei Zweifeln über die richtige Werkstoffauswahl wenden Sie sich bitte an Viega.

Medien

- Meerwasser
- Brauchwasser aller Art
- Druckluft (Arbeitsluft) gemäß der Spezifikation des verwendeten Dichtelements
 - EPDM bei Ölkonzentration < 25 mg/m³
 - FKM bei Ölkonzentration ≥ 25 mg/m³
- Kraftstoffe
- Schmieröle
- Hydraulikfluide
- Dampf in Niederdruckdampf-Anlagen (nur mit FKM-Dichtelement)
- Lenz- und Ballastwasser
- destilliertes Wasser



Entnehmen Sie vor der Installation dem jeweils gültigen Zertifikat die Eignung und Freigabe oder stimmen Sie sich mit der zuständigen Zertifizierungsgesellschaft ab.

Werkstoff Pressverbinder

CuNi10Fe1,6Mn

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:
 ■ „Industrietechnik“ auf Seite 625

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Smartloop Inlinertechnik

Ermöglicht die wirtschaftliche Installation und den energieeffizienten Betrieb einer Warmwassersteigleitungs-Zirkulation.

Als innen liegende Zirkulationsleitung für Steigleitungen von d28–108 der Systeme Profipress, Sanpress und Sanpress Inox.

Übersicht



Abb. 57: Smartloop-Inlinertechnik

| Modell | Name | Merkmale |
|--------|------------------------|---|
| 2276.1 | Smartloop-Anschlussset | Für Warmwasserleitung mit innenliegender Zirkulationsleitung, Warmwassersteigleitung ab d28, Zirkulationsleitung d12. Geeignet für Smartloop-Rohr PB Modell 2007.3. Material: Siliziumbronze Mit Stopfen und Anschlussstutzen. |
| 2007.3 | Smartloop-Rohr PB | Für innenliegende Zirkulationsleitung. |
| 2276.9 | Smartloop-Zugkupplung | Für Einbau der innenliegenden Zirkulationsleitung. Geeignet für Smartloop-Rohr PB Modell 2007.3 |

Tab. 55: Produktübersicht Smartloop-Inlinertechnik

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Trinkwasserinstallation“ auf Seite 31

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



ROHRLEITUNGSSYSTEME KUNSTSTOFF

Allgemeine Informationen

Nutzungshinweis

Die Nutzung der Systeme für andere als die beschriebenen Einsatzbereiche und Medien muss mit Viega abgestimmt werden! Detaillierte Informationen zu Anwendungen, Einschränkungen und nationalen Normen und Richtlinien finden Sie in den Produktinformationen, entweder gedruckt oder auf der Viega Website.

Pressverbinder mit SC-Contur

Viega Pressverbinder verfügen über die SC-Contur. Die SC-Contur ist eine vom DVGW zertifizierte Sicherheitstechnik und sorgt dafür, dass der Pressverbinder im unverpressten Zustand garantiert undicht ist.

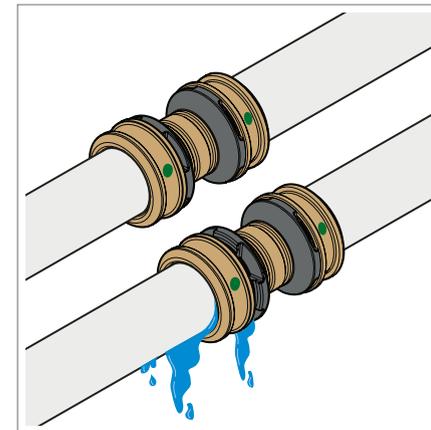


Abb. 58: SC-Contur am Beispiel Raxofix

Raxinox/Sanfix Fosta/Raxofix/Geopress K/Geopress

Viega gewährleistet, dass versehentlich nicht verpresste Verbindungen beim Befüllen der Anlage in den folgenden Druckbereichen sichtbar werden:

- min. Wasserdruck: 0,1 MPa/1 bar
- max. Wasserdruck: 0,65 MPa/6,5 bar
- min. Luftdruck: 22 hPa/22 mbar
- max. Luftdruck: 0,3 MPa/3 bar

Geopress K Gas/Geopress G

Viega gewährleistet, dass nicht verpresste Verbindungen während der Dichtheitsprüfung mit Druckluft oder Inertgasen in den folgenden Druckbereichen sichtbar werden:

- min. 22 hPa/22 mbar
- max. 0,3 MPa/3 bar

Digitale Services



Software

[viega.de/software](https://www.viega.de/software)

Für weitere Informationen siehe „Software und Tools“ auf Seite 1046.

Konfiguratoren

Brandschutz-Konfigurator

brandschutz.viega.de

Für weitere Informationen siehe „Brandschutz-Konfigurator“ auf Seite 1053.

Druckgefälle-Rechner

druckgefalle-rechner.viega.de

Für weitere Informationen siehe „Druckgefälle-Rechner“ auf Seite 1054.

Produktdaten

BIM-Daten

[viega.de/BIM](https://www.viega.de/BIM)

Für weitere Informationen siehe „BIM-Daten“ auf Seite 1057.

Ausschreibungstexte

[viega.de/ausschreibungstexte](https://www.viega.de/ausschreibungstexte)

Für weitere Informationen siehe „Ausschreibungstexte“ auf Seite 1057.



Sanfix Fosta

Pressverbindersystem mit Pressverbindern aus Rotguss und aus Metall-Mehrschichtverbundrohren. Rohre zum Schutz mit Stopfen ausgestattet. Geeignet für Auf- und Unterputz-Installationen von Verteil- und Steigleitungen.

Übersicht

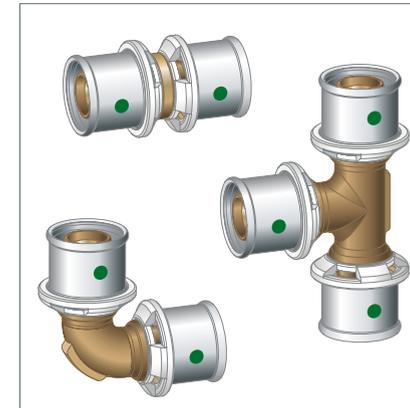


Abb. 59: Sanfix-Sortimentauswahl

Dichtelemente

EPDM, schwarz, vormontiert

Dimensionen

d16–63

Medien



Das Pressverbindersystem ist für die Erstellung von Trinkwasser-Installationen nach DIN 1988-200 und EN 806-2 unter Beachtung der Werkstoffauswahl nach DIN EN 12502-1 und DIN 50930-6 geeignet. Bei einer Verwendung für andere Einsatzbereiche und bei Zweifeln über die richtige Werkstoffauswahl wenden Sie sich an das Viega Service Center.

Sanfix Fosta-Mehrschichtverbundrohre

- Trinkwasser
- Regenwasser
- Heizungswasser
- Druckluft

Betriebsbedingungen

- Sanitär-Installationen
 - Betriebstemperatur T_{\max} : 70 °C
 - Betriebsdruck p_{\max} : 1,0 MPa (10 bar)
- Heizungs-Installationen
 - Betriebstemperatur T_{\max} : 80 °C
 - Betriebsdruck p_{\max} : 1,0 MPa (10 bar)
- Wasser-Glykol-Gemisch bis 50%
 - Betriebstemperatur T_{\max} : 70 °C
 - Betriebsdruck p_{\max} : 1,0 MPa

Rohre

| Sanfix Fosta-Mehrschichtverbundrohre |
|--------------------------------------|
| formstabil |
| mit Sauerstoffsperrschicht |
| d16/20/25/32/40/50/63 |

Tab. 56: Sanfix Fosta-Rohre

Werkstoff Pressverbinder

Rotguss: CC 499K

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Trinkwasserinstallation“ auf Seite 31
- „Heizungs-Installation“ auf Seite 397
- „Industrietechnik“ auf Seite 625

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Raxofix

Strömungsoptimiertes Pressverbindersystem mit Pressverbindern aus Siliziumbronze und Metall-Mehrschichtverbundrohren und Vollkunststoffrohren. Mehrschichtverbundrohr, formstabil, sauerstoffdicht, Farbe: grau. Pressverbinder mit PPSU-Stützkörper zur Sicherstellung der Dichtheit und der mechanischen Belastbarkeit der Verbindung. Sichere und schnelle Verbindung ohne aufweiten und kalibrieren der Rohrenden durch dichtringlose Presstechnologie in allen Dimensionen. Rohre zum Schutz mit Stopfen ausgestattet. Geeignet für Auf- und Unterputz-Installationen von Verteil- und Steigleitungen.

Übersicht



Abb. 60: Raxofix-Sortimentauswahl

Dimensionen

d16–63

Medien



Das Pressverbindersystem ist für die Erstellung von Trinkwasser-Installationen nach DIN 1988-200 und EN 806-2 unter Beachtung der Werkstoffauswahl nach DIN EN 12502-1 und DIN 50930-6 geeignet. Bei einer Verwendung für andere Einsatzbereiche und bei Zweifeln über die richtige Werkstoffauswahl wenden Sie sich an das Viega Service Center.

- Raxofix-Mehrschichtverbundrohre
 - Trinkwasser
 - Regenwasser
 - Heizungswasser
 - Druckluft



Betriebsbedingungen

- Sanitär-Installationen
 - Betriebstemperatur T_{max} : 70 °C
 - Betriebsdruck p_{max} : 1,0 MPa (10 bar)
- Heizungs-Installationen
 - Betriebstemperatur T_{max} : 80 °C
 - Betriebsdruck p_{max} : 1,0 MPa (10 bar)
- Wasser-Glykol-Gemisch bis 50%
 - Betriebstemperatur T_{max} : 70 °C
 - Betriebsdruck p_{max} : 1,0 MPa

Rohre

| |
|--|
| Raxofix-Mehrschichtverbundrohre |
| formstabil |
| mit Sauerstoffsperrschicht |
| d16/20/25/32/40/50/63 |

Tab. 57: Raxofix-Rohre

Werkstoff Pressverbinder

Siliziumbronze: CC 245E/CC 246E

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Trinkwasserinstallation“ auf Seite 31
- „Heizungs-Installation“ auf Seite 397
- „Industrietechnik“ auf Seite 625

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Maxiplex

Klemmringverbindersystem aus Rotguss für Kunststoffrohre. Zulässige Rohrarten PE 80/100/100RC, PE-Xa und PVC-U. Hohe Zugfestigkeit durch gezahnten Klemmring aus glasfaserverstärktem Kunststoff bzw. bei der Verwendung mit PVC-U Rohr aus Rotguss. Hohe Sicherheit durch getrennte Dicht- und Klemmfunktion. Ausgleich von Rohronebenheiten durch Dichtelement. Bei Mehrfachverwendung muss der Klemmring erneuert werden (Zubehör). Geeignet für erdverlegte, kommunale Trinkwasserversorgungsleitungen.

Übersicht



Abb. 61: Maxiplex-Sortimentauswahl

Dichtelemente

EPDM, schwarz, vormontiert

Dimensionen

d20–63

Einsatzbereiche

| | Trinkwasser | Druckluft | Geothermie |
|---|------------------|--|---|
| Betriebstemperatur [T_{max}] | 25 °C | – | -10 °C bis +25 °C |
| Betriebsdruck [P_{max}] | 1,6 MPa (16 bar) | 1,0 MPa (10 bar) | 0,6 MPa (6 bar) |
| Bemerkungen | – | trocken, Ölgehalt < 25 mg/m ³ | maximaler Glykolanteil 50 % am Gesamtwasserinhalt |

Tab. 58: Einsatzbereich des EPDM-Dichtelements bei Maxiplex



Medien

- Trinkwasser
- Regenwasser
- Druckluft
- Prozesswasser

Der maximale Betriebsdruck und die maximale Betriebstemperatur sind abhängig von der eingesetzten Rohrart und dem Anwendungsfall.

Zulässige Rohrarten

Für die Installation mit Maxiplex dürfen folgende Kunststoffrohre verwendet werden:

| Rohrart | Regelwerk |
|----------|----------------------------------|
| PE 80 | DIN 8074, DIN 8075, DIN EN 12201 |
| PE 100 | |
| PE 100RC | |
| PE-X | DIN 16892, DIN 16893 |
| PVC-U | DIN EN ISO 1452-1-5 |

Tab. 59: Kunststoffrohre in der Trinkwasserversorgung

Bei einer Verwendung mit anderen Rohrarten wenden Sie sich an das Viega Service Center.

Werkstoff Klemmringverbinder

Rotguss: CuSn4Zn6Pb3-C-GS

Anbohrarmaturen

| Modell | Medium | Betriebsabspernung | Dimensionen |
|--------|-------------|--------------------|-------------|
| 9690TW | Trinkwasser | ✓ | d63-225 |

Tab. 60: Kompatible Anbohrarmaturen für Maxiplex

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Hausanschluss- und Versorgungssysteme“ auf Seite 781

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Geopress K

Innenabdichtendes Pressverbindersystem aus glasfaserverstärktem Polyamid. Zulässige Rohrarten PE 80/100/100RC und PE-X in SDR 11. Funktion der Stützhülse in den Pressverbinder integriert. Geeignet für erdverlegte, kommunale Trinkwasser-Versorgungsleitungen.

Übersicht

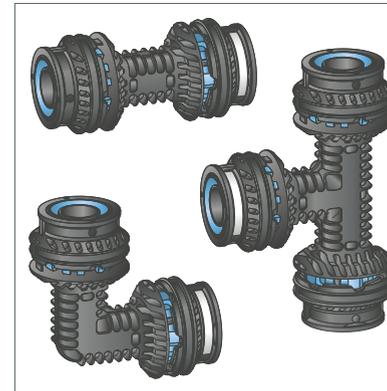


Abb. 62: Geopress K-Sortimentauswahl

Dichtelement

EPDM schwarz vormontiert

Dimensionen

d25-63

Medien

- Trinkwasser
- Geothermie
- Regenwasser

Betriebsbedingungen

Der maximale Betriebsdruck und die maximale Betriebstemperatur sind abhängig von der eingesetzten Rohrart und dem Anwendungsfall.

- Trinkwasser
 - Betriebstemperatur T_{max} : 25 °C
 - Betriebsdruck p_{max} : 1,6 MPa (16 bar)
- Geothermie
 - Betriebstemperatur T_{max} : 50 °C
 - Betriebsdruck p_{max} : 0,6 MPa (6 bar)

Zulässige Rohrarten

Trinkwasser-Installation

| Rohrart | Regelwerk | Rohrreihe SDR | MDP |
|-----------|---------------------------------------|---------------|---------------------|
| PE 80 | nach DIN 8074, DIN 8075, DIN EN 12201 | 11,0 | 1,25 MPa (12,5 bar) |
| PE 100 | | | 1,6 MPa (16 bar) |
| PE 100 RC | nach DIN 16892, DIN 16893 | | 1,25 MPa (12,5 bar) |
| PE-X | | | |

Tab. 61: Geopress K – zulässige Rohrarten für die Trinkwasser-Installation

Werkstoff Pressverbinder

Glasfaserverstärktes Polyamid GF-PA/POM/CuSi4Zn9MnP

Anbohrarmaturen

| Modell | Medium | | Betriebs- absperung | Dimensionen |
|--------|-------------|-----|------------------------|-------------|
| | Trinkwasser | Gas | | |
| 9690TW | ✓ | | ✓ | d63–225 |

Tab. 62: Kompatible Anbohrarmaturen für Geopress K

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Hausanschluss- und Versorgungssysteme“ auf Seite 781

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Geopress K Gas

Die innenabdichtenden Pressverbinder aus hochfestem glasfaserverstärktem Polyamid wurden speziell für den Einsatz im Erdreich entwickelt. Sie kombinieren die Vorzüge der zeit- und kostensparenden Viega Presstechnik mit höchster Materialqualität und der Sicherheit der SC-Contur. Zulässige Rohrarten PE 80/100/100RC und PE-X in SDR 11. Funktion der Stützhülse in den Pressverbinder integriert. Geopress K Gas bietet innenabdichtende Systemlösung für die Versorgung mit Erdgas, Flüssiggas in der Gasphase sowie Wasserstoff.

Übersicht



Abb. 63: Geopress K Gas-Sortimentauswahl

Dichtelement

HNBR, gelb, vormontiert

Dimensionen

d32–63

Medien

- Erdgas
- Flüssiggas im gasförmigen Zustand
- Wasserstoff

Betriebsbedingungen

Der maximale Betriebsdruck und die maximale Betriebstemperatur sind abhängig von der eingesetzten Rohrart und dem Anwendungsfall.

- Gas und Wasserstoff
 - Betriebsdruck p_{\max} : 1,0 MPa (10 bar)

Zulässige Rohrarten

Gasversorgung

| Rohrart | Regelwerk | Rohrreihe SDR | MDP |
|-----------|--------------------------------------|---------------|------------------|
| PE 80 | nach DIN 8074, DIN 8075, DIN EN 1555 | 11,0 | 0,4 MPa (4 bar) |
| PE 100 | | | 1,0 MPa (10 bar) |
| PE 100 RC | | | 1,0 MPa (10 bar) |
| PE-X | nach DIN 16892, DIN 16893 | | 0,8 MPa (8 bar) |

Tab. 63: Geopress K – zulässige Rohrarten in der Gasversorgung



Der maximal zulässige Schließfaktor für erdverlegte GS beträgt $f_{s \max} = 1,8$.

| | Typ A/D | Typ C | Typ R |
|---|---|--------------------|--------------------|
| Betriebsdruck | 25 hPa bis 0,1 MPa | 25 hPa bis 0,5 MPa | 35 hPa bis 0,5 MPa |
| Überströmmenge | 30 l/h bei 100 hPa | 30 l/h bei 0,1 MPa | 30 l/h bei 0,1 MPa |
|  | 9753.1 | 9755.1 | 9752.1 |
|  | 9753.2 | 9755.2 | 9752.2 |
| Größen | DN 25 ($d_a = 32$ mm) bis DN 50 ($d_a = 63$ mm) | | |

Tab. 64: Geopress K Gas-Gasströmungswächter – Betriebsparameter

Werkstoff Pressverbinder

Glasfaserverstärktes Polyamid GF-PA/POM/CuSi4Zn9MnP

Anbohrarmaturen

| Modell | Medium | | Betriebs- abspernung | Dimensionen |
|--------|-------------|-----|-------------------------|-------------|
| | Trinkwasser | Gas | | |
| 9690G | | ✓ | ✓ | d63–225 |
| 9692G | | ✓ | | |

Tab. 65: Kompatible Anbohrarmaturen für Geopress K

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Hausanschluss- und Versorgungssysteme“ auf Seite 781

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Geopress

Pressverbindersystem aus Rotguss für Kunststoffrohre. Zulässige Rohrarten PE 80/100/100RC und PE-X. Geeignet für erdverlegte, kommunale Trinkwasserversorgungsleitungen.

Übersicht



Abb. 64: Geopress-Sortimentauswahl

Trinkwasser

Neben der zur Zeit dominierenden Kunststoffrohrmaterialien im Bereich Haupt- und Hausanschlussleitungen gibt es noch einen großen Bestand an Guss- und Stahlrohrleitungen. Die Firma Hawle bietet hierfür eine Vielzahl praxistgerechter Anbohrarmaturen.

Das **Hawle-ZAK®-System** in Kombination mit Viega Geopress ermöglicht Versorgungsunternehmen, Hausanschlussleitungen völlig ohne Gewindeverbindungen herzustellen.

Nahwärmeversorgung

Rohrleitungen für erdverlegte Nahwärmeleitungen bestehen aus

- PE-X-Rohr für Temperaturen bis 95 °C
- Wärmedämmmaterial Schaumstoff, PE oder PU
- Ummantelung PE, gewellt oder glatt

Die Verwendung des Geopress-Pressverbindersystems ist zulässig

- in Verbindung mit Stützhülsen aus Rotguss Modell 9605 in den Rohrenden
- mit werkseitig montiertem EPDM-Dichtelement für einen Betriebsdruck $p_{\max} = 0,6 \text{ MPa}$ (6,0 bar)
- für Medientemperaturen $T_{\max} = 95 \text{ °C}$ – mit EPDM-Dichtelement

Mit EPDM-Dichtelement und Stützhülsen aus Rotguss kann das Geopress-System in jeder Nahwärmeleitung und erdverlegter Warmwasserleitung eingesetzt werden.

Dämmmaterial für Pressverbinder nach Herstellerinformationen verwenden.

Dichtelemente

EPDM, schwarz, vormontiert, in Kombination mit Stützhülse aus Rotguss für erweiterte Anwendungen einsetzbar

Dimensionen

d25–63

Medien

- Trinkwasser
- Geothermie
- Nahwärmeerzeugung
- Warmwasser
- Regenwasser

Betriebsbedingungen

Der maximale Betriebsdruck und die maximale Betriebstemperatur sind abhängig von der eingesetzten Rohrart und dem Anwendungsfall.

Trinkwasser

- Betriebstemperatur $T_{\max} = 25 \text{ °C}$
- Betriebsdruck $p_{\max} = 1,6 \text{ MPa}$ (16 bar)

Nahwärmeversorgung

- Betriebstemperatur $T_{\max} = 95 \text{ °C}$
- Betriebsdruck $p_{\max} = 0,6 \text{ MPa}$ (6 bar) mit Einsatz der Stützhülse aus Rotguss (Modell 9605)

Geothermie

- im Temperaturbereich von $T_{\min} = -15 \text{ °C}$ bis $T_{\max} = 50 \text{ °C}$ mit Betriebsdruck $p_{\max} = 1,6 \text{ MPa}$ (16 bar)
- im Temperaturbereich von $T_{\min} = 50 \text{ °C}$ bis $T_{\max} = 70 \text{ °C}$ mit Betriebsdruck $p_{\max} = 0,6 \text{ MPa}$ (6 bar) mit Einsatz der Stützhülse aus Rotguss (Modell 9605)



Bei der Verwendung von PE-X-Rohren grundsätzlich die Stützhülse Modell 9605 aus Rotguss einsetzen.

Zulässige Rohrarten

Für die Installation mit Geopress-Komponenten dürfen ausschließlich folgende Kunststoffrohre in der Trinkwasserversorgung verwendet werden:

| Rohrart | Regelwerk | Rohrreihe SDR | MDP |
|---------|---------------------------------------|---------------|---------------------|
| PE 80 | nach DIN 8074, DIN 8075, DIN EN 12201 | 7,4 | 2,0 MPa (20 bar) |
| PE 80 | | 11,0 | 1,25 MPa (12,5 bar) |
| PE 100 | | 7,4 | 2,5 MPa (25 bar) |
| PE 100 | | 11,0 | 1,6 MPa (16 bar) |
| PE 100 | | 17,0 | 1,0 MPa (10 bar) |
| PE-X | nach DIN 16892, DIN 16893 | 7,4 | 2,0 MPa (20 bar) |
| PE-X | | 9,0 | 1,6 MPa (16 bar) |
| PE-X | | 11,0 | 1,25 MPa (12,5 bar) |
| PE-X | | 13,6 | 1,0 MPa (10 bar) |

Tab. 66: Zulässige Rohrarten Geopress

Werkstoff Pressverbinder

Rotguss: CC 499K

Anbohrarmaturen

| Modell | Medium | Betriebsabspernung | Dimensionen |
|--------|-------------|--------------------|-------------|
| 9690TW | Trinkwasser | ✓ | d63–225 |

Tab. 67: Kompatible Anbohrarmaturen für Geopress

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Hausanschluss- und Versorgungssysteme“ auf Seite 781

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Geopress G

Pressverbindersystem aus Rotguss für Kunststoffrohre. Zulässige Rohrarten PE 80/100/100RC und PE-X. Geeignet für erdverlegte, kommunale Gasversorgungsleitungen und erdverlegte Flüssiggasleitungen.

Übersicht



Abb. 65: Geopress G-Sortimentauswahl

Absicherbare Rohrlängen

Nach DIN 30652-2, Ausgabe 09/2022, sind die Hersteller von Gasströmungswächtern verpflichtet, die absicherbare Rohrlänge in den beiliegenden Produkt- und Herstellerinformationen anzugeben. Ist die Gesamtlänge der zu erstellenden Hausanschlussleitung größer als die in den Produktinformationen genannte absicherbare Rohrlänge, ist eine größere Rohrnennweite zu wählen. Ob die größere Nennweite nur auf die Rohrleitung anzuwenden ist oder auch auf die Hausanschlussleitung mit Hauseinführung und Kugelhahn, ist im Einzelfall vom Versorgungsunternehmen zu entscheiden. Nach DVGW-Arbeitsblatt G 459-1 sichert der GS in der Gasversorgungsleitung ggf. auch zusätzlich die erste lösbare Verbindung nach der Hauptabsperreinrichtung (Manipulationsschutz), vor dem Gasdruckregler ab.

Dichtelemente

NBR, schwarz, vormontiert

Dimensionen

d32–63

Medien

Erdgas einschließlich Flüssiggas im gasförmigen Zustand

Bei Gas-Installationen muss in die Pressverbinder zwingend ein Stützhülse aus Rotguss eingesetzt werden.

Betriebsdruck p_{max} : 1,0 MPa (10 bar)



Zulässige Rohrarten

Für Installationen mit Geopress G-Komponenten dürfen ausschließlich folgende Kunststoffrohre in der Gasversorgung verwendet werden:

| Rohrart | Regelwerk | Rohrreihe SDR | MDP |
|-----------|---------------------------|---------------|------------------|
| PE 80 | nach DIN 8074, DIN 8075, | 11,0 | 0,4 MPa (4 bar) |
| PE 80 | DIN EN 1555 | 17,0 | 0,1 MPa (1 bar) |
| PE 100 | | 11,0 | 1,0 MPa (10 bar) |
| PE 100 RC | | 11,0 | 1,0 MPa (10 bar) |
| PE-X | nach DIN 16892, DIN 16893 | 11,0 | 0,8 MPa (8 bar) |

Tab. 68: Zulässige Rohrarten Geopress G

Gasströmungswächter

Geopress G-Gasströmungswächter sind selbsttätig schließende Bauteile, die gemäß dem DVGW-Arbeitsblatt G 459-1 „Gas-Netzanschlüsse für maximale Betriebsdrücke bis einschließlich 5 bar“ in neuverlegte Gas-Hausanschlusleitungen eingebaut werden müssen.

Der Einsatz ist im DVGW-Arbeitsblatt G 459-1 unter Punkt 5.1.3.3 „Selbsttätig schließende Bauteile“ beschrieben – Zitat:

„In den Hausanschluss (d_a 63 mm bzw. DN 50) ist ein selbsttätig schließendes Bauteil (z. B. Gasströmungswächter), möglichst nahe am Abzweig von der Versorgungsleitung, einzubauen. Hierdurch sollen größere, unkontrollierte Gasausströmungen aus dem nachgeschalteten System, z. B. durch Fremdeingriff, verhindert werden.“

Der Gasströmungswächter (GS) verschließt die Gas-Hausanschlusleitung bei Überschreiten des Schließdurchflusses (VS), der z. B. bei einem Bruch der Rohrleitung entsteht oder bei anderen Undichtigkeiten mit großem Gasverlust. Nach Störungsbeseitigung öffnet sich der GS selbsttätig, sobald sich über die integrierte Überströmöffnung der notwendige Gegendruck aufgebaut hat.



Der maximal zulässige Schließfaktor für erdverlegte GS beträgt $f_{S \max} = 1,8$.



| | Typ A/D | Typ B | Typ C | Typ R |
|---|---|---------------------|--------------------|--------------------|
| Betriebsdruck | 25 hPa bis 0,1 MPa | 100 hPa bis 0,5 MPa | 25 hPa bis 0,5 MPa | 35 hPa bis 0,5 MPa |
| Überströmmenge | 30 l/h bei 100 hPa | 30 l/h bei 0,5 MPa | 30 l/h bei 0,1 MPa | 30 l/h bei 0,1 MPa |
|  | 9653.1 | 9654.1 | 9655.1 | 9652.1 |
|  | 9653.2 | 9654.2 | 9655.2 | 9652.2 |
| Größen | DN 25 (d _a = 32 mm) bis DN 50 (d _a = 63 mm) | | | |

Tab. 69: Geopress G-Gasströmungswächter – Betriebsparameter

| Nennweiten | Typ | V _N [m ³ /h Luft] | V _N [m ³ /h Gas] | Δp [hPa] |
|---------------------------|-----|---|--|----------|
| DN25 d _a 32 | A/D | 10 | 13 | 2,00 |
| | B | 20 | 26 | 5,45 |
| | C | 10 | 13 | 2,00 |
| | R | 11 | 14 | 2,10 |
| DN32 d _a 40 | A/D | 13 | 17 | 2,48 |
| | R | 16 | 21 | 2,10 |
| DN40 d _a 50 | A/D | 19 | 25 | 2,50 |
| | B | 35 | 46 | 7,30 |
| | C | 19 | 25 | 2,47 |
| | R | 24 | 31 | 2,50 |
| DN50 d _a 63 | A/D | 31 | 40 | 2,40 |
| | B | 60 | 78 | 7,20 |
| | C | 31 | 40 | 2,46 |
| | R | 34 | 44 | 2,50 |

Tab. 70: Durchfluss- und Druckverlustwerte Geopress G-Gasströmungswächter

Anbohrarmaturen

| Modell | Medium | Betriebsabspernung | Dimensionen |
|--------|--------|--------------------|-------------|
| 9690G | Gas | ✓ | d63–225 |
| 9692G | | | |

Tab. 71: Kompatible Anbohrarmaturen für Geopress G

Werkstoff Pressverbinder

Rotguss: CC 499K

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Gas-Installation“ auf Seite 589
- „Hausanschluss- und Versorgungssysteme“ auf Seite 781

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



ARMATUREN WASSER

Systemarmaturen aus Edelstahl, Rotguss oder Siliziumbronze und Zubehör für Trinkwasser- und Heizungs-Installationen. Direkt kombinierbar mit vielen Viega Pressverbindersystemen. Weitere Kombinationen mit Anschlüssen auf G- und Rp-Gewinde sowie Flanschübergängen.

Kugelhähne

Ventilgehäuse aus Edelstahl, Rotguss oder Siliziumbronze, Kugel aus Edelstahl, Schaltwelle wartungsfrei, Betätigungshebel mit Medienkennzeichnung grün/rot auswechselbar.

Übersicht

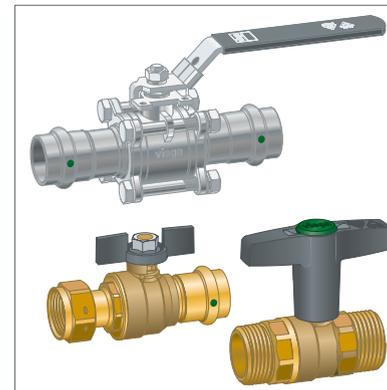


Abb. 66: Kugelhähne

Produktvergleich

| Modell | Ventilgehäuse Rotguss | Ventilgehäuse Siliziumbronze | Ventilgehäuse Edelstahl | beidseitig Entleerungsventil G ¹ / ₄ mit Entleerungsventil G ¹ / ₄ | Eingang | Ausgang |
|---------|-----------------------|------------------------------|-------------------------|--|------------------------------|------------|
| 2275 | ✓ | | | | Sanpress-Pressanschluss | |
| 2370 | | ✓ | | | Sanpress Inox-Pressanschluss | |
| 5375 | ✓ | | | | Raxofix-Pressanschluss | |
| 2275.3 | ✓ | | | ✓ | Sanpress-Pressanschluss | |
| 2275 | ✓ | | | | Pressanschluss | |
| 2275.3 | ✓ | | | ✓ | Pressanschluss | |
| 2275.4 | ✓ | | | | Pressanschluss | Rp-Gewinde |
| 5375 | ✓ | | | | Raxofix-Pressanschluss | |
| 2275.2 | ✓ | | | | Rp-Gewinde | |
| 2275.5 | ✓ | | | | Rp-Gewinde | |
| 2275.6 | ✓ | | | ✓ | G-Gewinde | |
| 2275.1 | ✓ | | | | G-Gewinde | |
| 2275.7 | ✓ | | | | Pressanschluss | G-Gewinde |
| 2275.10 | ✓ | | | | Pressanschluss | |
| 2275CO | ✓ | | | | Pressanschluss | |
| 2370 | | | ✓ | | Pressanschluss | |
| 2375.8 | | | ✓ | | Pressanschluss | |

Tab. 72: Produktvergleich Kugelhähne

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Trinkwasserinstallation“ auf Seite 31
- „Heizungs-Installation“ auf Seite 397
- „Industrietechnik“ auf Seite 625

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Probenahmeventile

Für Probenahmen von Trinkwasser kalt (PWC), Trinkwasser warm (PWH) und Zirkulation (PWH-C).

Für Wässer der öffentlichen Verwendung sind Qualitätskontrollen vorgeschrieben. So muss auch Trinkwasser an Entnahmestellen in öffentlich/gewerblichen Gebäuden nach DVGW-Arbeitsblatt W 551 chemisch und mikrobiologisch regelmäßig beprobt werden. Damit diese Beprobung unter labornahen Bedingungen stattfinden kann, ohne eine Verfälschung der Parameter durch äußere Einflüsse, wurden das zweiteilige und das einteilige Probenahmeventil entwickelt.

Das zweiteilige Probenahmeventil besteht aus einem fest installierten Entnahmeventil aus Edelstahl und einer – nur für die Probenahme – aufsteckbaren, sterilisier- und desinfizierbaren Betätigungseinheit aus Rotguss. Nur das Entnahmeventil verbleibt in der Trinkwasserinstallation. Die Betätigungseinheit kann für die Beprobung mehrerer Entnahmeventile genutzt werden. Der Grundkörper mit dem Auslaufrohr ist um 360° drehbar und kann in 45°-Schritten auf dem Entnahmeventil befestigt werden, die Montage ist so an fast jeder Stelle der Anlage möglich. Das einteilige Probenahmeventil verbleibt komplett in der Installation.

Übersicht

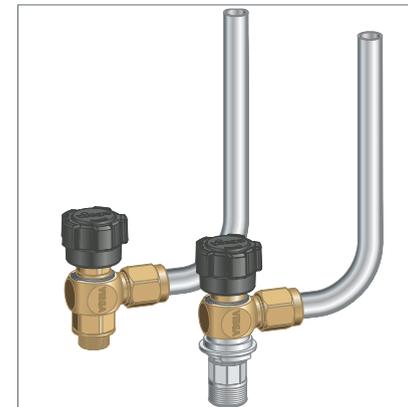


Abb. 67: Probenahmeventile



Produktvergleich

| Modell | Merkmale |
|--------|------------------------------------|
| 2223.1 | Easytop-Probenahmeventil, 2-teilig |
| 2223.4 | Easytop-Probenahmeventil, 1-teilig |

Tab. 73: Produktvergleich Probenahmeventile

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Trinkwasserinstallation“ auf Seite 31

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Schrägsitzventile

Ventilgehäuse und -oberteil aus Edelstahl, Rotguss oder Siliziumbronze, Ventilsitz aus Edelstahl, mit Spindelübersetzung und Stellungsanzeige offen/geschlossen, Handrad mit Medienkennzeichnung grün/rot auswechselbar, mit Entleerungsstopfen.

Übersicht

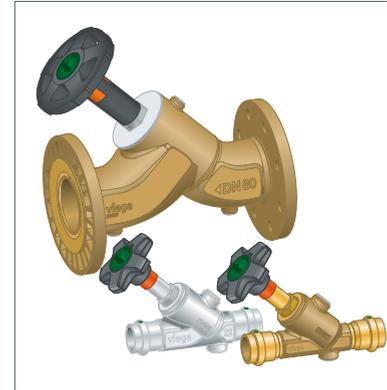


Abb. 68: Schrägsitzventile

Produktvergleich

Im folgenden Produktvergleich werden nur Schrägsitzventile ab Baujahr 2017 berücksichtigt.

| Modell | Rotguss/Siliziumbronze | Edelstahl | Rückflussverhinderer | Anschlüsse |
|----------|------------------------|-----------|----------------------|------------------------|
| 2237.5 | ✓ | | | Pressanschluss |
| 5337.5 | ✓ | | | Raxofix-Pressanschluss |
| 2237.3 | ✓ | | | G-Gewinde |
| 2238.5 | ✓ | | ✓ | Pressanschluss |
| 5338.5 | ✓ | | ✓ | Raxofix-Pressanschluss |
| 2238.3 | ✓ | | ✓ | G-Gewinde |
| 2237.5XL | ✓ | | | Flanschübergang |
| 2238.5XL | ✓ | | ✓ | Flanschübergang |
| 2337.5 | | ✓ | | Pressanschluss |
| 2338.5 | | ✓ | ✓ | Pressanschluss |

Tab. 74: Produktvergleich Schrägsitzventile



Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Trinkwasserinstallation“ auf Seite 31
- „Heizungs-Installation“ auf Seite 397
- „Industrietechnik“ auf Seite 625



Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.

Unterputz-Absperrventile

UP-Freifluss-, UP-Geradsitzventile

Ventilgehäuse und -oberteil aus Rotguss oder Siliziumbronze.

Übersicht



Abb. 69: UP-Freifluss-, UP-Geradsitzventile

Produktvergleich

Im folgenden Produktvergleich werden nur UP-Freifluss- und UP-Geradsitzventile ab Baujahr 2017 berücksichtigt.

| Modell | Freiflussventil | Geradsitzventil | Anschlüsse |
|--------|-----------------|-----------------|-------------------------|
| 2278.5 | ✓ | | Pressanschluss |
| 2278.6 | ✓ | | Rp-Gewinde |
| 2235.2 | | ✓ | Pressanschluss |
| 5335.2 | | ✓ | Raxofix-Pressanschluss |
| 2134.2 | | ✓ | Sanfix P-Pressanschluss |
| 2235.3 | | ✓ | Rp-Gewinde |

Tab. 75: Produktvergleich UP-Freifluss-, UP-Geradsitzventile

UP-Wohnungswasserzähler

Ventilgehäuse und -oberteil aus Rotguss oder Siliziumbronze, mit Oberteil, Ventilsitz und Ventiltellereinheit aus Edelstahl, mit Bauschutz, mit Aufnahme für Koax G2-Messkapsel (nicht im Lieferumfang), mit Blindflansch. Modelle wahlweise schall- und wärmegeädämmt oder als 1-fach- und 2-fach-Ausführung.

Übersicht



Abb. 70: UP-Wohnungswasserzähler

Produktvergleich

Im folgenden Produktvergleich werden nur UP-Wohnungswasserzählereinheiten ab Baujahr 2017 berücksichtigt.

| Modell | schall- und wärmegeädämmt | Anzahl UP-Geradsitzventile | Anschlüsse |
|---------|---------------------------|----------------------------|----------------|
| 2231.3 | | 1 | Pressanschluss |
| 2231.4 | | 1 | Rp-Gewinde |
| 2231.03 | ✓ | 1 | Pressanschluss |
| 2231.13 | ✓ | 1 | Rp-Gewinde |
| 2231.04 | ✓ | 2 | Pressanschluss |
| 2231.14 | ✓ | 2 | Rp-Gewinde |

Tab. 76: Produktvergleich UP-Wohnungswasserzähler



Wasserzähler

Die „Verordnung über allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Wasser“ fordert, dass Wasserversorgungsunternehmen (WVU) den Wasserverbrauch mit geeichten Wasserzähleranlagen nachweisen müssen, für deren Einbau und Betrieb sie selber verantwortlich sind. Die ermittelten Verbräuche sind die Basis für die Abrechnung mit dem Kunden.

| Nennvolumenstrom Q_n | Dauerdurchfluss Q_3 | Gewindeanschluss | Zähler-Baulänge |
|------------------------|-----------------------|------------------|-----------------|
| [m ³ /h] | [m ³ /h] | [Zoll] | [mm] |
| 2,5 | 4,0 | G 1 | 190 |
| 3,5 | 6,3 | G 1 ¼ | 260 |
| 6,0 | 10 | G 1 ½ | 260 |
| 10,0 | 16 | G 2 | 300 |

Tab. 77: Kaltwasserzähler nach ISO 4064-1

Hauswasserzähler

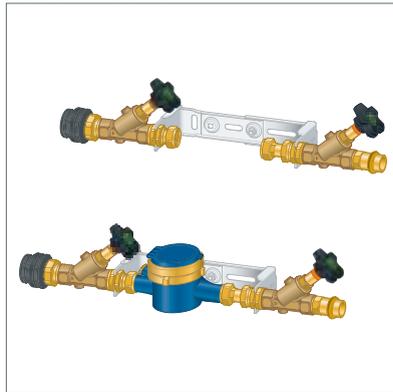


Abb. 71: Easytop-Montageeinheiten

Wasserzählerbügel sind geeignet für die Installation von Standard- und Steigrohrwasserzählern der Größen Q_3 4,0/10/16. Easytop-Montageeinheiten ermöglichen einen fachgerechten, bequemen Übergang von der Hausanschlussleitung auf Viega Gebäude-Installsysteme. Vorgefertigte Montageeinheiten machen zusätzliche Bauteile oder Übergänge überflüssig.

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:
 ■ „Trinkwasserinstallation“ auf Seite 31

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Zirkulationsregulierventile

Thermostatische Regulierventile für den hydraulischen Strang- oder Etagenabgleich, Gehäuse und wasserberührte Teile aus Rotguss oder Siliziumbronze, absperrbar, mit Entleerungsstopfen.
 Statisches Regulierventil für den hydraulischen Strangabgleich, Gehäuse und wasserberührte Teile aus Rotguss.

Übersicht

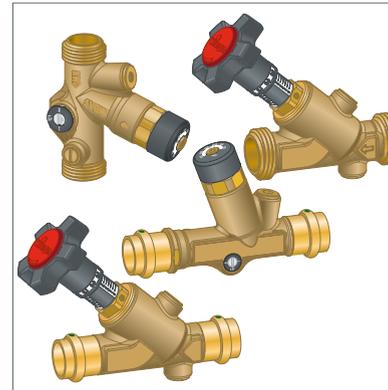


Abb. 72: Zirkulationsregulierventile

Produktvergleich

| Modell | thermostatisches Regulierventil | statisches Regulierventil | Anschlüsse |
|--------|---------------------------------|---------------------------|----------------|
| 2281.7 | ✓ | | Pressanschluss |
| 2281.3 | ✓ | | G-Gewinde |
| 2282 | | ✓ | Pressanschluss |
| 2282.1 | | ✓ | G-Gewinde |

Tab. 78: Produktvergleich Zirkulationsregulierventile

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:
 ■ „Trinkwasserinstallation“ auf Seite 31

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.





Digitale Services



Software

viega.de/software

Für weitere Informationen siehe „Software und Tools“ auf Seite 1046.

Produktdaten

BIM-Daten

viega.de/BIM

Für weitere Informationen siehe „BIM-Daten“ auf Seite 1057.

Ausschreibungstexte

viega.de/ausschreibungstexte

Für weitere Informationen siehe „Ausschreibungstexte“ auf Seite 1057.



ARMATUREN GAS



Für Gas-Installationen dürfen nur Bauteile verwendet werden, die als höher thermisch belastbar (HTB) gekennzeichnet sind. (DVGW-TRGI 2018)

Viega Gasarmaturen sind DVGW-geprüft, zugelassen für Gase nach DVGW-Arbeitsblatt G260 und besitzen das DVGW-Prüfzeichen.

Die Installation mit geeigneten Werkzeugen nach DVGW-TRGI 2018 und TRF2012 vornehmen.

Gaskugelhähne

Übersicht

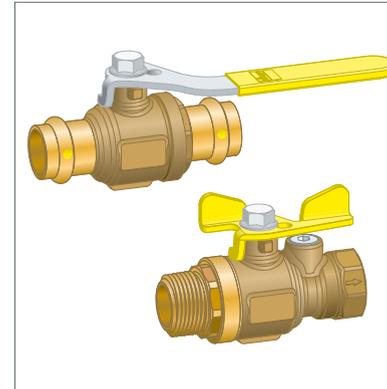


Abb. 73: Gaskugelhähne

Produktvergleich

| Modell | für Druckluft | Rotguss | Messing | Anschlüsse |
|--------|---------------|---------|---------|---|
| 2670 | ✓ | ✓ | | Profipress G-Pressanschluss |
| 2671 | ✓ | ✓ | | Profipress G-Pressanschluss |
| 2671.3 | ✓ | ✓ | | Eingang: Rp-Gewinde Ausgang: Profipress G-Pressanschluss |
| G2101 | ✓ | | ✓ | Rp-Gewinde |
| 2671.5 | | ✓ | | R-Gewinde |
| G2101T | | | ✓ | Rp-Gewinde mit TAE |

Tab. 79: Produktvergleich Gaskugelhähne

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:



- „Gas-Installation“ auf Seite 589
- „Industrietechnik“ auf Seite 625

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.

Gassteckdosen

Übersicht



Abb. 74: Gassteckdosen

Produktvergleich

| Modell | Betriebstemperatur °C [max] | Einsatz im Laborbereich |
|----------|-----------------------------|-------------------------|
| G2020.1T | 60 | |
| G2019T | | |
| G2019LT | | ✓ |
| G2016T | | |

Tab. 80: Produktvergleich Gassteckdosen

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Gas-Installation“ auf Seite 589
- „Industrietechnik“ auf Seite 625

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Gasströmungswächter

Übersicht



Abb. 75: Gasströmungswächter

Produktvergleich

| Modell | Typ | Einbauart horizontal/ vertikal nach oben | Einbauart vertikal nach unten | Anschlüsse |
|----------|-----|---|----------------------------------|---|
| 2641.2HT | M/K | ✓ | | Eingang: R-Gewinde Ausgang: Profipress G- Anschluss |
| 2647.2S | K | ✓ | | Eingang: R-Gewinde Ausgang: Rp-Gewinde |
| 2647.1S | K | ✓ | | Eingang: Rp-Gewinde Ausgang: R-Gewinde |
| 2649S | K | | ✓ | Eingang: R-Gewinde Ausgang: G-Gewinde |

Tab. 81: Produktvergleich Gasströmungswächter

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Gas-Installation“ auf Seite 589
- „Industrietechnik“ auf Seite 625

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Gaszählerkugelhähne

Übersicht

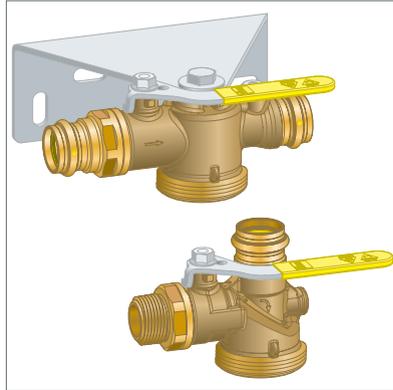


Abb. 76: Einstützensgaszähler-Kugelhähne

Produktvergleich

| Modell | für Einstützen-gaszähler | für Zweistützen-gaszähler | Durchgangsform | Eckform | Eingang | Ausgang |
|---------|--------------------------|---------------------------|----------------|---------|---|--------------------------------|
| 2645 | ✓ | | ✓ | | Profipress G-Anschluss (beidseitig angeformt) | |
| G2112 | ✓ | | ✓ | | G-Gewinde mit Profipress G-Verschraubung | |
| G2112.1 | ✓ | | ✓ | | G-Gewinde mit Rp-Verschraubung | |
| G2112.2 | ✓ | | ✓ | | G-Gewinde | |
| 2644 | ✓ | | | ✓ | R-Gewinde | Profipress G-Anschluss |
| G2111 | ✓ | | | ✓ | R-Gewinde | Profipress G-Anschluss |
| G2111.2 | ✓ | | | ✓ | R-Gewinde (R1) | G-Gewinde mit Rp-Verschraubung |
| G2111.5 | ✓ | | | ✓ | R-Gewinde (R1½) | G-Gewinde mit Rp-Verschraubung |
| G2111.1 | ✓ | | | ✓ | R-Gewinde | G-Gewinde mit R-Verschraubung |
| G2111.3 | ✓ | | | ✓ | R-Gewinde | Gewinde G1% |
| G2110 | | ✓ | | ✓ | R-Gewinde | Rp-Gewinde |

Tab. 82: Produktvergleich Gaszählerkugelhähne

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Gas-Installation“ auf Seite 589
- „Industrietechnik“ auf Seite 625

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Digitale Services

Software

viega.de/software

Für weitere Informationen siehe „Software und Tools“ auf Seite 1046.



Produktdaten

BIM-Daten

viega.de/BIM

Für weitere Informationen siehe „BIM-Daten“ auf Seite 1057.



Ausschreibungstexte

viega.de/ausschreibungstexte

Für weitere Informationen siehe „Ausschreibungstexte“ auf Seite 1057.





ENTWÄSSERUNGSTECHNIK

Keller-, Wasch- und Hauswirtschaftsräume

Rückstauverschlüsse

Der Einsatzbereich von Rückstauverschlüssen ist nach DIN EN 12056 und DIN 1986-100 klar definiert: Alle Entwässerungsgegenstände, die unterhalb der Rückstauenebene liegen, müssen vor Rückstau geschützt werden. Je nach Abwasserart und Einbausituation stehen vier verschiedene Sicherungen zur Verfügung:

- **Viega Grundfix für Grauwasser:** Der Verschluss erfolgt automatisch durch den Wasserdruck des entstehenden Rückstaus, zur Notabspernung steht auch eine Handbetätigung zur Verfügung. Eine nachträgliche Erweiterung eines Grundfix zu einem Rückstauverschluss für fäkalienhaltiges Abwasser ist möglich.
- **Viega Grundfix Plus Control für fäkalienhaltiges Abwasser:** Schützt alle Entwässerungsgegenstände unterhalb der Rückstauenebene inkl. des WCs. Der vollautomatische Rückstauverschluss verfügt über einen Drucksensor, eine motorbetriebene Rückstauklappe sowie eine durch Handbetätigung verschließbare Notabspernung. Die elektronische Steuereinheit mit 3-Tasten-Bedienung und LC-Display mit Klartextanzeige signalisiert optisch den Betriebszustand. Die einfach aufgebaute Menüführung unterstützt den Benutzer bei der Bedienung. Ein alle 24 Stunden durchgeführter Selbsttest und bei Stromausfall in Betrieb gehendes Akku-Management sorgen für höchste Sicherheit.
- **Viega Sperrfix:** Beugt Fremdeinspülungen vor und verhindert z. B. das Eindringen von Toilettenwasser in Badewannen. Zur nachträglichen Installation geeignet, z. B. bei der Altbausanierung. Die Rückstausicherung wird durch die beiden selbsttätig öffnenden und schließenden Rückstauklappen und durch eine manuelle Notabspernung gewährleistet.
- **Viega Optifix: Bodenablauf und Rückstausicherung in einem.** Drei Sicherungseinrichtungen: Zwei selbsttätig öffnende und schließende Rückstauklappen sowie eine unsichtbar unter dem Rost verborgene Notabspernung zur Handbestätigung. Besonders leicht zu warten und zu reinigen durch direkte Zugänglichkeit. Der Rostaufsatz ist dreh-, neig- und höhenverstellbar und ermöglicht somit Korrekturen bei Unebenheiten im Fußboden oder nachträglich aufgetragenen Bodenbelägen.

Produktvergleich

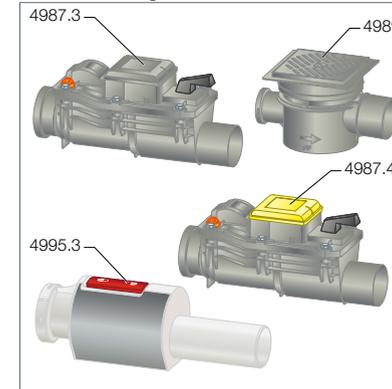


Abb. 77: Rückstauverschlüsse

| | Grundfix Modell 4987.3 DN100/125/150 | Grundfix plus Modell 4987.41 DN100/125/150 | Sperrfix Modell 4995.3 DN50 | Optifix Modell 4989 DN70 |
|---|---|---|--|---|
| Geeignet für | Grauwasser ¹⁾ | Schwarzwasser | Grauwasser | Grauwasser |
| Einsatz in Regenwasser- nutzungsanlagen | ✓ | | | |
| Montage im Rohrleitungs- system des Hauses | | | ✓ | |
| Montage in Grund- und Sammelleitung | ✓ | ✓ | | ✓ |
| Kombinierter Bodenablauf mit Rückstausicherung | | | | ✓ |
| Auch als Geruchverschluss- variante unter Ausgüssen und Spülen | | | ✓ | |
| Motorbetriebene Sammel- sicherung | | ✓ | | |

¹⁾erweiterbar für Schwarzwasser

Tab. 83: Produktvergleich Rückstauverschlüsse

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Rückstauverschlüsse“ auf Seite 391.

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Waschmaschinenabläufe

Verfügbar als AP- und UP-Lösungen. Sämtliche Abläufe dieser Kategorie sind güteüberwacht nach DIN 19541. Die Geruchverschlüsse erfüllen die Anforderungen nach DIN 19454. Sie sind ausschließlich geeignet für haushaltsübliche Abwässer mit Temperaturen bis 95 °C. Das Einleiten von Flüssigkeiten, wie Reinigungsmitteln, die sanitäre Ausstattungsgegenstände, Entwässerungsgegenstände und Rohrwerkstoffe beschädigen können, insbesondere solche mit einem pH-Wert < 4, ist nicht zulässig.

Übersicht



Abb. 78: Abläufe für Waschmaschine

Produktvergleich

| Modell | | Abgang | Installation | integrierte Wasserversorgung |
|--------------------------------|------------------------|---------------------------|------------------|------------------------------|
| 7985.80 | Röhrengeruchverschluss | waagrecht DN40 DN50 | AP | – |
| 5635.7 | Geruchverschluss | senkrecht DN40/50 | UP | – |
| 5636 | Geruchverschluss | waagrecht DN40 | AP | – |
| 5636.1 | Geruchverschluss | senkrecht DN40/50 | AP | – |
| 5635.1 5635.2 ¹⁾ | Geruchverschluss | DN40/50 | UP ²⁾ | inkl. |

¹⁾ mit UP-Ventil 1/2"

Tab. 84: Produktvergleich Abläufe für Waschmaschinen

Bei den UP-Lösungen entsprechende Freiräume berücksichtigen:

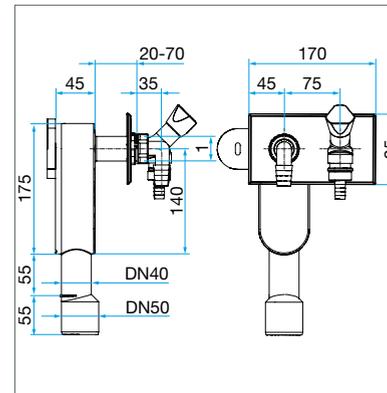


Abb. 79: Maßzeichnung Modell 5635.1

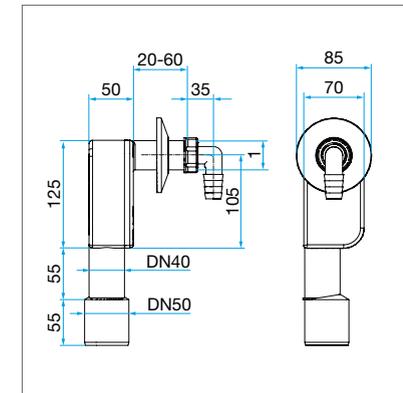


Abb. 80: Maßzeichnung Modell 5635.7

Anschlusswerte und Nennweite nach DIN 1986-100

| Entwässerungsgegenstand | Anschlusswert DU [l/s] | Einzelanschlussleitung |
|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Waschmaschine bis 8 kg | 0,8 | DN50 |
| Waschmaschine bis 12 kg | 1,5 | DN60 |

Tab. 85: Anschlusswerte und Nennweite nach DIN 1986-100

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Abwasser- und Sicherungsarten“ auf Seite 393

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.





Kellerabläufe

Je nach Einsatzbedingung besteht die Möglichkeit, den Entwässerungsgegenstand standardmäßig oder vor Rückstau gesichert zu planen. Neben dem rückstausicheren Ablauf Optifix werden im Regelfall konventionelle Bodenabläufe für die Entwässerung in Kellern und Hauswirtschaftsräumen genutzt. Sollte eine Verbundabdichtung ausgeführt werden, kann diese mittels Aufstockelement Modell 4994 an den Ablauf angeschlossen werden.

Produktvergleich (ohne Rückstausicherung)



Abb. 81: Kellerabläufe

| | Waagerechter Komplettablauf, Modell 4955.1 | Senkrechter Komplettablauf, Modell 4951.1 | Kellerablauf, Modell 4956 |
|---|--|---|---------------------------|
| Nennweite | DN70 + DN100 | DN50, DN70 + DN100 | DN100 |
| Einbauhöhe | 120 mm | 0 mm | 155 mm |
| Ablaufleistung Anstauhöhe 10/20 mm | 0,6–1,7 l/s | 0,7–1,6 l/s | 1,6 l/s ¹⁾ |
| Sperrwasserhöhe | 50 mm | 50 mm | 50 mm |
| Rutschhemmung möglich | ja | ja | nein |
| Brandschutz möglich²⁾ | ja | ja, als Modell 4951.20 | nein |

¹⁾ Ablaufleistung bei Anstauhöhe 20 mm

²⁾ R 120 mit optionaler Rohrdurchführung

Tab. 86: Produktvergleich Kellerabläufe (ohne Rückstausicherung)

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Anforderungen an Abläufe“ auf Seite 368

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Einrichtungsgegenstände im Bad

Badewannen-Abläufe

Passen nahezu zu allen handelsüblichen Badewannen. Die Funktionseinheit der Ab- und Überlaufgarnituren für Badewannen der Serien Multiplex und Rotaplex ermöglichen die Kombination mit allen verfügbaren Viega Ausstattungssets. Damit kann die Auswahl des Ausstattungssets-Designs auch noch nach Fertigstellung des Bads erfolgen.

Abläufe der Serien Multiplex, Rotaplex und Citaplex benötigen geringste Einbautiefen und verfügen über ein flexibles Überlaufrohr. Das Überlaufrohr passt sich dank eines bis zu 60° verstellbaren Überlaufkopfs sowie eines integrierten Knickschutzes der Bowdenzüge an die Wannenkontur an.

Sollte der Wunsch nach einem direkten Wasserzulauf über den Überlaufkörper bestehen, kommt die Variante Trio (Three In One) infrage. Die Varianten Multiplex Trio oder Rotaplex Trio stellen in einer Funktionseinheit einen Ab-, Über- und Zulauf sicher.

Übersicht



Abb. 82: Abläufe für Badewannen

Produktvergleich

| | Modell | Ausstattungssets | Ablaufleistung [l/s] | Überlaufleistung [l/s] | Bowdenzuglänge [mm] | Ablauföffnung [mm] | Mindest-Einbaumaß Oben [mm] | Mindest-Einbaumaß Unten [mm] |
|--|---------|-------------------|----------------------|------------------------|---------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Multiplex Funktionseinheit | 6162.1 | M5 ¹⁾ | 0,92 | 0,63 | 560 | 52 | 33 | 110 |
| | 6163.1 | M3 | | | 725 | | | |
| | 6163.2 | M9 | | | 1070 | | | |
| Multiplex mit Ausstattungsset | 6162.45 | M5 | 0,92 | 0,63 | 560 | 52 | 33 | 110 |
| | 6163.45 | M5 | | | | | | |
| | 6171.10 | M9 | | | | | | |
| | 6171.11 | M9 | | | | | | |
| | 6171.12 | M9 | | | | | | |
| Rotaplex Funktionseinheit | 6142.32 | R3 ¹⁾ | 1,25 | 0,63 | 725 | 90 | | |
| | 6142.33 | R5 | | | 1070 | | | |
| Citaplex | 6176 | Kette | 0,94 | 0,63 | - | 52 | 35 | 115 |
| | 6176.24 | | | | | | | |
| | 6176.45 | | | | | | | |
| Multiplex Trio Funktionseinheit | 6161.52 | MT5 ¹⁾ | 0,92 | 0,63 | 560 | 52 | 33 | 110 |
| | 6161.62 | MT3 | | | 725 | | | |
| | 6161.72 | MT9 | | | 1070 | | | |
| Multiplex Trio F | 6145.4 | M5 | 0,85 | 0,63 | 560 | 52 | 33 | 110 |
| | 6145.5 | | | | | | | |
| | 6145.6 | | | | | | | |
| Rotaplex Trio | 6141.62 | RT3 ¹⁾ | 1,25 | 0,63 | 725 | 90 | | |
| | 6141.72 | RT5 | | | 1070 | | | |

¹⁾ Ausstattungsset separat bestellen

Tab. 87: Produktvergleich Badewannenabläufe

Die Verwendungshinweise für die Produktgruppe V1 „Abflüsse für Bade- und Duschwannen“ können Sie unserem aktuellen Katalog entnehmen oder auf viega.de im Downloadcenter herunterladen.

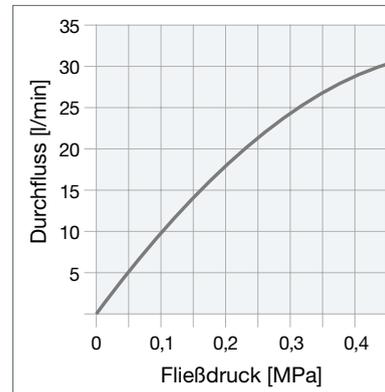


Abb. 83: Zulaufleistung der Trio-Garnituren unter Verwendung des UP-Rohrunterbrechers Modell 6161.86

Anschlusswerte und Nennweite nach DIN 1986-100

| Entwässerungsgegenstand | Anschlusswert DU [l/s] | Einzelanschlussleitung |
|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Badewanne | 0,8 | DN50 |

Tab. 88: Anschlusswerte und Nennweite nach DIN 1986-100

Wannenbefüllung über den Boden

Die Trio F ermöglicht eine nahezu geräuschlose Wannenbefüllung über den Boden der Badewanne. Zu- und Ablauf sind voneinander getrennt und verfügen über eine Rückflusssicherung sowie einen DVGW zertifizierten Rohrunterbrecher.

Funktionsprinzip Multiplex Trio F bzw. Rotaplex Trio F:

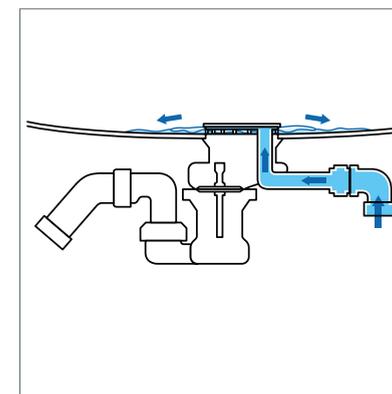


Abb. 84: Der Zulauf verfügt über Rückflusshinderer und Rohrunterbrecher.

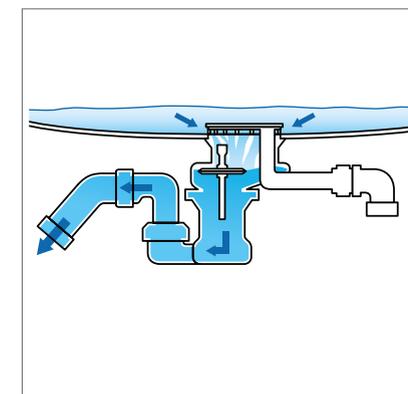


Abb. 85: Durch Öffnen des Ventilkegels (auf Wunsch elektronisch steuerbar) fließt das Brauchwasser wie gewohnt ab.



Multiplex Trio F

Elektrischer Ventilkegelantrieb

- DC-12 V/0,5 A
- On-off pulse count – Pulsdauer max. 3 s
- Anschlussleitung 3 m JST/XHP 5

Die Nutzung dieser Garnitur ist optimiert auf die Kombination mit den elektronischen Mischeinheiten.

Elektronische Mischeinheiten

Funktion: Wassertemperatur, -zulaufmenge und -füllhöhe in der Wanne elektronisch regeln. Optionale Möglichkeit, die bevorzugten Voreinstellungen zu speichern.

Bedienelemente: Montage an jeder beliebigen Stelle im Badewannenrand oder mit dem optionalen Einbauset auch außerhalb der Wanne möglich.

Mischeinheit: Kombination mit allen Ab- und Überlaufgarnituren inklusive der Zulaufarmaturen der Multiplex- und Rotaplex-Reihe möglich. Insbesondere die Multiplex Trio F ist für die elektronischen Mischeinheiten geeignet. Die Armatur entspricht DIN EN 1111/DIN EN 15 091 und ist ausschließlich geeignet für Trinkwasserinstallationen nach DIN 1988 oder DIN EN 806.

Übersicht



Abb. 86: Bedienelemente der elektronischen Mischeinheit MP Trio E3

Produktvergleich

Die verschiedenen Modellvarianten der Multiplex Trio E-Armaturen unterscheiden sich durch die Gestaltung der Bedienelemente – der Funktionsumfang ist identisch:

- Wasserzufuhr ein/aus
- Wassertemperatur einstellen
- Umstellung auf Handbrause bzw. Wannenbefüllung
- Wasserzulaufmenge
- drei Programmspeicherplätze
- Diagnose-Modus
- Pflege-Modus
- Thermische Desinfektion
- Schließen/Öffnen eines elektrischen Ablaufventils

| Modell | Bedienelemente | Sonderfunktionen |
|----------|--|--|
| 6146 | Alle Funktionen in einem Bedienelement mit Leuchtring. | – |
| 6146.2 | Zwei verchromte Bedienelemente, jeweils mit Leuchtring und klarer Funktionstrennung. | – |
| 6146.215 | Drehbares Display-Element mit Glasoberfläche und verchromtes Bedienelement mit Leuchtring. | Statistik anzeigen: <ul style="list-style-type: none"> ■ Gesamtzahl der Betriebsstunden ■ Anzahl der Aufrufe der persönlichen Einstellungen mit der entsprechenden Programmspeicherplatznummer ■ Anzahl der ausgeführten thermischen Desinfektionen |

Tab. 89: Produktvergleich Elektronische Mischeinheiten

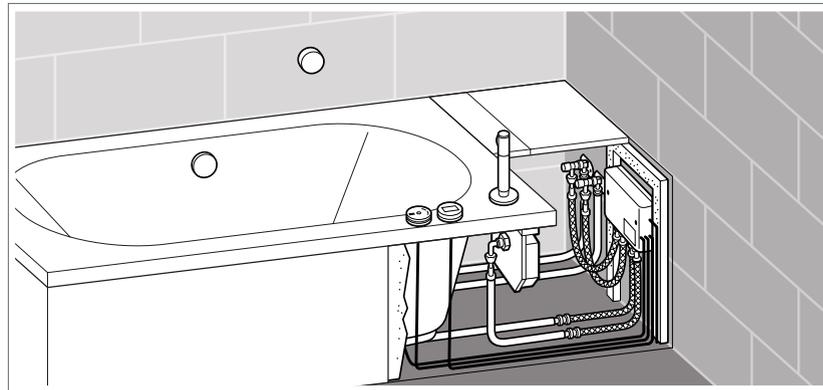


Abb. 87: Platzbedarf Multiplex Trio E für den Einbau: ca. 255 x 175 x 75 mm

Die Multiplex Trio E-Armaturen können auf dem Badewannenrand oder neben der Badewanne an einer Wand angebracht werden.

Technische Daten

■ Elektrik

- Spannungsversorgung 100–240 V AC/50–60 Hz
- Standby-Betrieb < 1 W
- $p_{\max} < 45 \text{ W}$
- Akku 12 V DC/0,8 Ah
- Bedienelement 3,3 V

■ Anschlüsse Mischeinheit

- Zulauf 2 x Rp $\frac{1}{2}$
- Abgang 2 x Rp $\frac{1}{2}$
- Warmwasser-Temperatur $T_{\max} \leq 60 \text{ °C}$
- Kaltwasser-Temperatur $T_{\max} \geq 12 \text{ °C}$
- Druckunterschied TWW/TKW $\Delta p_{\max} \leq 1 \text{ bar}$
- Betriebsdruck $p_{\max} 1,0 \text{ MPa}$
- Empfohlener Fließdruck 0,1–0,5 MPa
- Prüfdruck $p_{\max} 1,5 \text{ MPa}$ –1,5-facher Betriebsdruck

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Regelwerke“ auf Seite 365
- „Rohrunterbrecher“ auf Seite 380

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Duschwannenabläufe

Tempoplex: Entwickelt für die flachen Duschwannen mit 90-mm-Ablauföffnung und Ablaufleistungen weit über den geforderten Normwerten. Sicherer Sitz der Abdeckhaube durch 3-Punkt-Fixierung. Wahlweise senkrechter Abgang oder 45°-Ablaufbogen mit, je nach Aufforderung, 40 oder 50 mm Durchmesser.

Domoplex: Entwickelt für hohe Duschwannen mit verschiedenen Anforderungen, z. B. das Aufstauen von Wasser. Wahlweise senkrechter Abgang oder 45°-Ablaufbogen mit, je nach Aufforderung, 40 oder 50 mm Durchmesser.

Duoplex: Ausziehbares Standrohr, mit dem das Wasser bis zu 90 mm hoch angestaut werden kann.

Varioplex: Separates Standrohr, mit dem das Wasser bis zu 90 mm hoch angestaut werden kann. Der Geruchverschluss ist um 360° drehbar.

Übersicht



Abb. 88: Duschwannenabläufe



Abb. 89: Duschwannenablauf senkrecht

Produktvergleich

| | Modell | Ablaufleistung [l/s] | Ablauföffnung [mm] | Sperrwasserhöhe [mm] | Mindest-Einbauhöhe [mm] |
|----------------------------|--------------------|----------------------|--------------------|----------------------|-------------------------|
| Tempoplex | 6961 | 0,64 ¹⁾ | 90 | 50 | 80 |
| Tempoplex Plus | 6960 | 0,85 ¹⁾ | | 60 | 90 |
| Tempoplex 60 | 6963 | 0,55 ¹⁾ | | 30 | 60 |
| Tempoplex senkrecht | 6965 | 0,62 ¹⁾ | | 50 | 60 |
| Domoplex | 6928 6929 | 0,73 ²⁾ | 52 65 | | 80 |
| Duoplex | 6934 | 0,65 ²⁾ | 52 | | 110 |
| Varioplex | 6931.45 6933.89 | 0,53 ²⁾ | | | |

¹⁾ Anstauhöhe 15 mm

²⁾ Anstauhöhe 120 mm und Ablaufbogen 45°

Tab. 90: Produktvergleich Duschwannenabläufe

Anschlusswerte und Nennweite nach DIN 1986-100

| Entwässerungsgegenstand | Anschlusswert DU [l/s] | Einzelanschlussleitung |
|---------------------------|------------------------|------------------------|
| Dusche ohne Ventilstopfen | 0,6 | DN50 |
| Dusche mit Ventilstopfen | 0,8 | DN50 |

Tab. 91: Anschlusswerte und Nennweite nach DIN 1986-100

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Regelwerke“ auf Seite 365

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Waschtisch-/Bidetabläufe

Flaschen- und Röhrengeruchverschlüsse mit integrierter Geruch Sperre. Beständig gegen handelsübliche Reinigungsmittel.

Übersicht

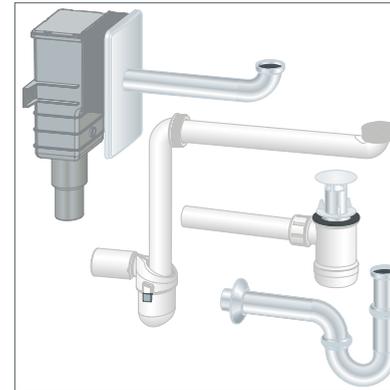


Abb. 90: Waschtischabläufe

Produktvergleich

| | Modell | Installation | DN | Material |
|--|--|--------------|----------|-------------------|
| Röhrengeruchverschluss | 5611 5611.5 5611.6 5611.916 5611.917 5612 | AP | 32 | Messing verchromt |
| Flaschengeruchverschluss | 5788 | AP | 32 | Messing verchromt |
| Flaschengeruchverschluss für WT ohne Überlauf | 5420 5421 | AP | 32 | Kunststoff |
| Flaschengeruchverschluss | 5753 5754 5763 | AP | 32 | Messing |
| Röhrengeruchverschluss | 5611K | AP | 32 40 | Kunststoff |
| Röhrengeruchverschluss, raumsparend | 5729 | AP | 32 40 | Kunststoff |
| Raumspargeruchverschluss | 5634.15 | AP | 32/40 | Kunststoff |
| Anschlussbox | 8314 | UP | 40 | |
| Geruchverschluss | 5633.1 5633.2 | UP | 40 50 | |

Tab. 92: Produktvergleich Waschtischabläufe (AP- und UP-Geruchverschlüsse)

Anschluss- und Einbaumaße

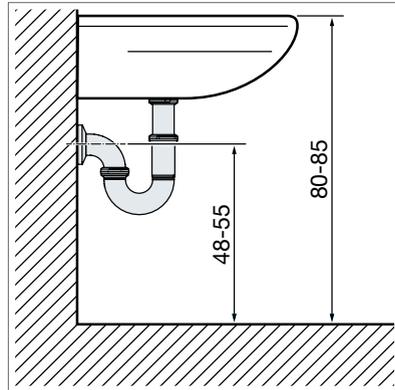


Abb. 91: Anschlussmaße Waschtischablauf

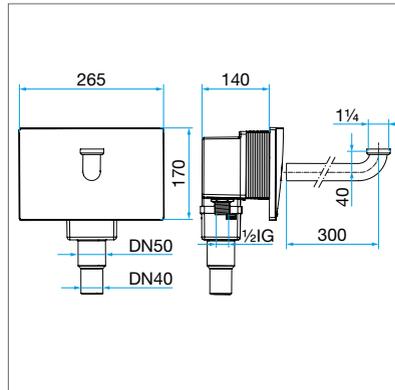


Abb. 92: Einbaumaße Modell 8314

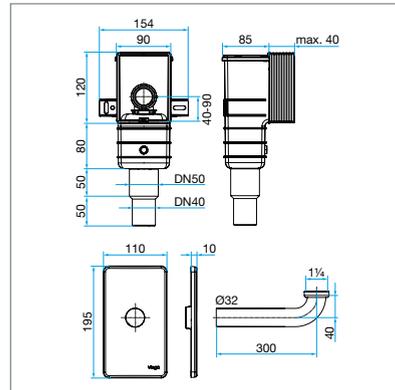


Abb. 93: Einbaumaße Modell 5633

Anschlusswerte und Nennweite nach DIN 1986-100

| Entwässerungsgegenstand | Anschlusswert DU [l/s] | Einzelanschlussleitung |
|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Waschbecken, Bidet | 0,5 | DN40 |

Tab. 93: Anschlusswerte und Nennweite nach DIN 1986-100

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Regelwerke“ auf Seite 365

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Urinal-Abläufe

Mit und ohne Sensortechnik.

Für Spülwassermengen von 1–4 l geeignet.

Die Siphon-Sensortechnik ermöglicht die berührungslose Spülauslösung von Urinalen. Der Sensor befindet sich im Absaugeformstück und braucht deshalb nicht auf die jeweilige Keramikvariante angepasst zu werden.

Weil alle Bauteile unter Putz vor mutwilligen Beschädigungen geschützt sind, gelten so ausgestattete Urinal-Anlagen als „vandalensicher“.

Der Sensor registriert Temperaturunterschiede und sich ändernde Strömungsbedingungen im Absaugeformstück – die Benutzung des Urinals wird erkannt und ein Spülvorgang ausgelöst.

Darüber hinaus reagiert das System auf folgende Betriebszustände:

- Eine reduzierte oder vollständig verdunstete Wasservorlage im Ablauf wird durch eine Spülung automatisch aufgefüllt – eine Geruchbelastung durch Kanalgase aus dem Abwassersystem wird so wirksam unterbunden.
- Ein verstopfter Ablauf wird erkannt, weitere Spülungen werden unterdrückt (integrierter Überlaufschutz).

Übersicht



Abb. 94: Urinalabläufe

Produktvergleich

| | Modell | | DN | Material | Spülmenge [l] | Sperrwasserhöhe [mm] |
|-------------------------|----------------------|-----------|----|------------|---------------|----------------------|
| Absaugeformstück | 3233.9 | waagrecht | 50 | Kunststoff | 1–4 | 50 |
| | 3233.4 ¹⁾ | | | | | |
| | 3233.8 | senkrecht | 50 | Kunststoff | | |

¹⁾ mit Sensortechnik

Tab. 94: Produktvergleich Absaugeformstück



Anschlusswerte und Nennweite nach DIN 1986-100

| Entwässerungsgegenstand | Anschlusswert DU [l/s] | Einzelanschlussleitung |
|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Urinal mit Druckspüler | 0,5 | DN50 |

Tab. 95: Anschlusswerte und Nennweite nach DIN 1986-100

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Abwasser- und Sicherungsarten“ auf Seite 393

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Bodenentwässerung im Bad

Duschrinnen

Produktvergleich

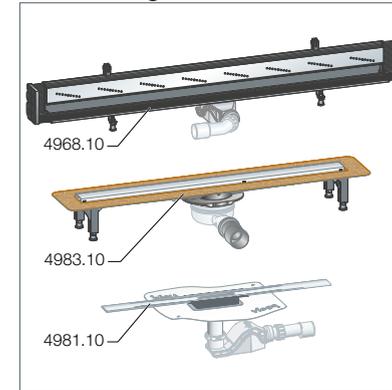


Abb. 95: Duschrinnen

| | Advantix Vario-Duschrinne und Wandablauf | Advantix-Duschrinne | Cleviva-Duschrinne |
|------------------------|--|--|--|
| Einsatzbereiche | für individuelle Lösungen | für private und öffentliche Bereiche und starke Beanspruchung | privater und öffentlicher Bereich, Hotels |
| Material | Kunststoff | Edelstahl | Edelstahl |
| Länge | Duschrinne: variabel von 300–2800 mm Wandablauf: variabel von 300–1200 mm | fünf Längen: 750 mm, 800 mm, 900 mm, 1000 mm und 1200 mm | drei Längen: 800 mm, 1000 mm, 1200 mm flexibel kürzbar auf min. 300 mm/verlängerbar durch Anlegen |
| Höhe | Duschrinnen-Sanierungsmodell: 70–95 mm Duschrinne: 95–150 mm Wandablauf-Sanierungsmodell: 70–100 mm Wandablauf: 90–160 mm | Je nach Ablaufvariante minimal Senkrecht Modell: 40 mm Sanierungsmodell: 70 mm Standardmodell: 95 mm | Senkrecht Modell: 0 mm Sanierungsmodell: 70–155 mm Standardmodell: 95–155 mm |



| | Advantix Vario-Duschrinne und Wandablauf | Advantix-Duschrinne | Cleviva-Duschrinne |
|--|--|---|---|
| Einbauvarianten | Duschrinne: frei im Raum oder direkt an der Wand platziert Wandablauf: Platzierung im Wandbelag | Je einen Rinnenkörper für freien Einbau oder Wand-einbau. | Frei im Raum, wand-nah oder direkt an der Wand. |
| Ablaufleistung, gemessen bei 20 mm Wasserstauhöhe | Je nach Variante zwischen 0,5–0,8 l/s | Je nach Variante zwischen 0,45–1,2 l/s. | Je nach Variante zwischen 0,45–0,7 l/s |
| Designvarianten | Roste: Edelstahl gebürstet/glänzend schwarz oder weiß Montagerahmen: bauseitige Fliesenschiene | Roste: ■ Edelstahl gebürstet / glänzend ■ befliessbar mit oder ohne umlaufenden Rand Montagerahmen: für verschiedene Belaghöhen | Zwei Duschrinnen-Einleger C1 und C2 (Einlauföffnung einfach bzw. doppelt). Farbvarianten: Edelstahl ■ gebürstet ■ kupfer-/goldfarben gebürstet ■ champagner gebürstet ■ schwarz gebürstet ■ goldfarben gebürstet |
| Schallschutz nach DIN 4109 und VDI 4100 | Ja | Ja | Ja |
| Brandschutz | Rohrdurchführung R120 Verhindert das Übergreifen von Rauch und Feuer durch die Decke bis zu einer Widerstandsdauer von 120 Minuten. Art.-Nr. 491 673 | | |

Tab. 96: Produktvergleich Duschrinnen

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Anforderungen an Abläufe“ auf Seite 368
- „Ablaufleistung von Abläufen und Einflussfaktoren“ auf Seite 381

Hier handelt es sich um einen Auszug aus unserem Produktsortiment. Weitere Artikel, Ersatzteile und Zubehör finden Sie in unserem Online-Katalog (siehe QR-Code).



Badabläufe

Geeignet für den Wasserdurchfluss kleiner bis mittlerer Wassermengen, z. B. im privaten Wohnungsbau. Lösungen für alle Anforderungen an den Brand- und Schallschutz sowie an die Feuchtigkeitsabdichtung. Die individuell in der Höhe anpassbaren Aufstockelemente lassen sich in die Verbundabdichtung integrieren und ermöglichen eine Höhenanpassung an die unterschiedlichen Bodenaufbauten.

- Systemmaß 100 mm
- Ausführung in waagrecht und senkrecht
- Ablaufleistung bis zu 1,2 l/s
- Ablauf DN40/50 oder DN70
- Einbauhöhe: Waagerechte Ausführung ab 62 mm oder senkrechte Ausführung ab 0 mm
- Rostgröße 94 x 94 mm oder 143 x 143 mm
- Roste aus Edelstahl, Werkstoff-Nr. 1.4301 oder 1.4404
- Abdichtungsflansch zur Aufnahme der Abdichtungsbahn oder der Verbundabdichtung
- Herausnehmbarer Geruchverschluss oder gute Selbstreinigungseigenschaften

Produktvergleich

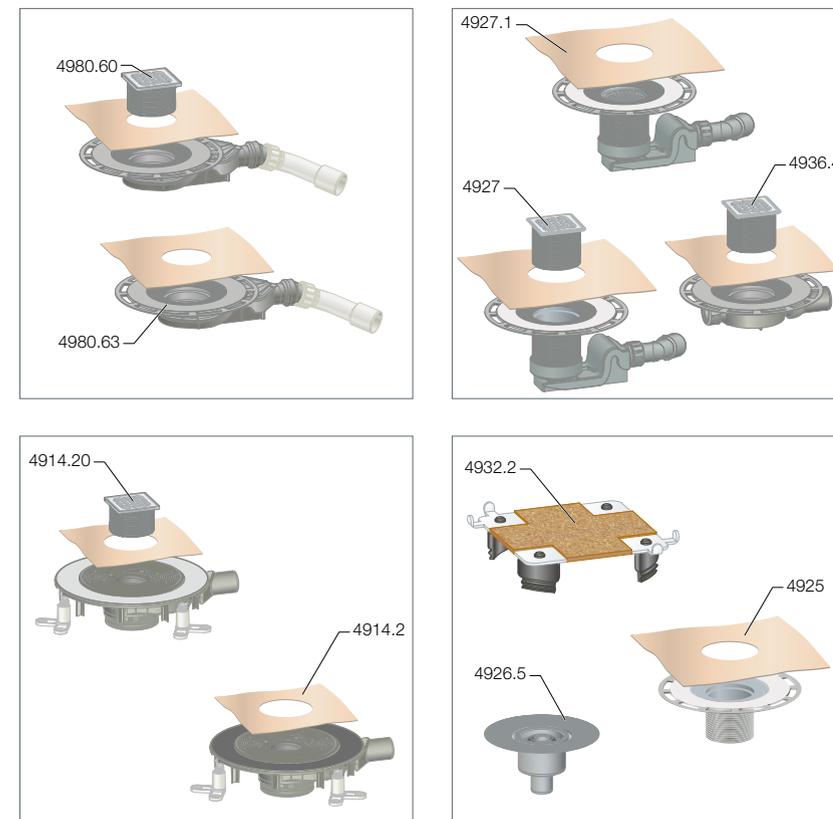


Abb. 96: Badabläufe



| | Advantix-Bodenablauf (Sanierungsmodell) | Advantix-Badablauf | Advantix-Badablauf | Advantix Top-Badablauf | Advantix-Badablauf |
|---|---|--------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------------|
| | Modell 4980.60 4980.61 4980.63 | Modell 4936.4 | Modell 4927 4927.1 | Modell 4914.20 4914.2 | Modell 4932.2 4925 4926.5 |
| Nennweite | DN40/50 | DN50 | DN40/50 | DN50 | DN50 |
| Bauhöhe Grundkörper [mm] | 62 | 70 | 85–155 | 85–200 | 20–120 (Aufstockelement) |
| Ablaufleistung bei 20 mm Anstauhöhe [l/s] | 0,55 | 0,4 | 0,55 | 0,8–1,2 | 0,9 |
| Sperrwasserhöhe | 25 | 30 | 50 | 35–50 | 50 |
| bauseits Sperrwasserhöhe einstellbar | | | | ✓ | |
| Höhenanpassung Abdichtungsflansch nach Montage | | | ✓ | ✓ | ✓ |

Tab. 97: Produktvergleich Badabläufe

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Anforderungen an Abläufe“ auf Seite 368
- „Ablaufleistung von Abläufen und Einflussfaktoren“ auf Seite 381

Hier handelt es sich um einen Auszug aus unserem Produktsortiment. Weitere Artikel, Ersatzteile und Zubehör finden Sie in unserem Online-Katalog (siehe QR-Code).



Bodenabläufe

Einteilige Komplettabläufe oder Zusammenstellung aus dem Baukastensystem. Lösungen für alle Anforderungen an den Brand- und Schallschutz sowie an die Feuchtigkeitsabdichtung. Die individuell in der Höhe anpassbaren Aufstockelemente lassen sich in die Verbundabdichtung integrieren und ermöglichen eine Höhenanpassung an die unterschiedlichen Bodenaufbauten. Bei Anforderungen an die Rutschhemmung können Aufsätze mit rutschhemmenden Rosten kombiniert werden.

- Systemmaß 145 mm
- Ausführung in waagrecht und senkrecht
- Ablaufleistung bis zu 1,7 l/s
- Ablauf DN50, DN70 oder DN100
- Einbauhöhe: Waagerechte Ausführung ab 85 mm oder senkrechte Ausführung ab 0 mm
- Rostgröße 143 x 143 mm
- Roste aus Edelstahl, Werkstoff-Nr. 1.4301 oder 1.4404
- Abdichtungsflansch zur Aufnahme der Abdichtungsbahn oder der Verbundabdichtung
- Herausnehmbarer Geruchverschluss oder gute Selbstreinigungseigenschaften

Produktvergleich

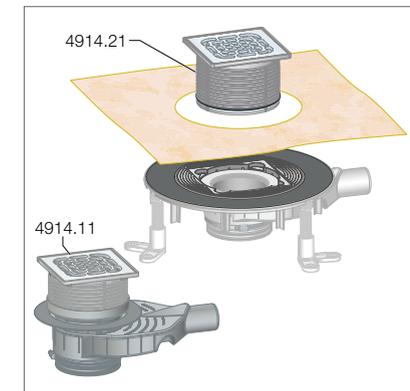


Abb. 97: Bodenabläufe



| | Waagerechter Komplettablauf | Senkrechter Komplettablauf | Kellerablauf | Top-Ablauf |
|--|-----------------------------|----------------------------|--------------|--------------------------------------|
| | Modell 4955.1 | Modell 4951.1 | Modell 4956 | Modell 4914.11 4914.21 |
| Nennweite | DN70, DN100 | DN50, DN70, DN100 | DN100 | DN50 |
| Bauhöhe [mm] | ab 120 | ab 0 | 155 | 90–110 (4914.11) 85–200 (4914.21) |
| Ablaufleistung bei 20 mm Anstauhöhe [l/s] | 1,1–1,7 | 1,4–1,6 | 1,6 | 0,9–1,2 |
| Sperrwasserhöhe | 50 | 50 | 50 | 35–50 |
| bauseits Bau- und Sperrwasserhöhe einstellbar und rücksaug sicher | | | | ✓ |

Tab. 98: Produktvergleich Bodenabläufe

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Anforderungen an Abläufe“ auf Seite 368
- „Ablaufleistungen nach DIN“ auf Seite 379

Hier handelt es sich um einen Auszug aus unserem Produktsortiment. Weitere Artikel, Ersatzteile und Zubehör finden Sie in unserem Online-Katalog (siehe QR-Code).



Brandschutz

Brandschutz für Duschrinnen, Bad- und Bodenabläufe. Viega hat Systemlösungen entwickelt, die Ihre Installationen durch besonders flexibel einsetzbare Komponenten abnahmesicher machen. Mit der allgemeinen Bauartgenehmigung (aBG) und den entsprechenden Advantix-Bad- und Bodenabläufen Brandschutz R120 sowie den Advantix-Rohrdurchführungen Brandschutz R120 gilt die Errichtung der Abschottung als Bauart zum Verschließen von Öffnungen in feuerwiderstandsfähigen Decken als nachgewiesen. Des Weiteren bietet Viega die entsprechenden Kennzeichnungsschilder an.

Produktvergleich



Abb. 98: Brandschutzlösungen

| | Brandschutz-Badablauf R120 | Brandschutz-Bodenablauf R120 |
|--|----------------------------|------------------------------|
| | Modell 4926.20 | Modell 4951.20 |
| Nennweite | DN50 | DN50, DN70 |
| Ablaufleistung bei 20 mm Anstauhöhe [l/s] | 0,9 | 1,5–1,6 |
| Sperrwasserhöhe | 50 | 50 |

Tab. 99: Produktvergleich Brandschutzlösungen

Weitergehende Informationen zum Thema Brandschutz finden Sie auf viega.de/brandschutz.



Balkon- und Terrassenabläufe

Balkon- und Terrassenabläufe mit Systemmaß 100 mm und Zubehör für die Entwässerung großer Wassermengen (max. 4,5 l/s). Konventionelle oder Verbundabdichtungen lassen sich getrennt oder nach Wunsch kombiniert anwenden. Die Balkon- und Terrassenabläufe haben keinen Sperrwasser-Geruchverschluss. Verschiedene Anschluss- und Materialvarianten. Kombi-nierbar mit allen Advantix-Designrosten.

Produktvergleich



Abb. 99: Balkon-/Terrassenabläufe

| | Balkon-/Terrassen-ablauf waagerecht Modell 4943.2 | | Balkon-/Terrassen-ablauf senkrecht Modell 4944.2 | | | Einsteckablauf Modell 4937.1 |
|----------------------------------|--|------|---|------|-------|---------------------------------|
| | DN50 | DN70 | DN50 | DN70 | DN100 | DN100 |
| Nennweite | DN50 | DN70 | DN50 | DN70 | DN100 | DN100 |
| Ablaufleistung [l/s] | 2,5 | 3 | 2,5 | 3 | 4,5 | 0,45 ¹⁾ |
| Verbundabdichtung | optional | | optional | | | |
| Konventionelle Abdichtung | ✓ | | ✓ | | | |
| Schmutzfang | optional | | optional | | | |
| Geruchssicher | optional | | optional | | | ✓ |
| Designroste | optional | | optional | | | optional |

¹⁾ Bei einer Anstauhöhe von 20 mm

Tab. 100: Produktvergleich Balkon-/Terrassenabläufe

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Anforderungen an Abläufe“ auf Seite 368
- „Ablaufleistung von Abläufen und Einflussfaktoren“ auf Seite 381

Hier handelt es sich um einen Auszug aus unserem Produktsortiment. Weitere Artikel, Ersatzteile und Zubehör finden Sie in unserem Online-Katalog (siehe QR-Code).



Abläufe für Spülen

Für ein oder zwei Einbaubecken. Zusätzlich auf Wunsch auch mit einfachem oder doppeltem Abwasserschlauchanschluss für Geschirrspülmaschine, Waschmaschine oder Wäschetrockner.

Produktvergleich



Abb. 100: Abläufe für Spülen

| | Modell | G | DN | |
|-------------------------------------|---------|------|----|--|
| Raumschaffer-Röhrengeruchverschluss | 7850 | 11/4 | 40 | mit Abwasserschlauchanschluss |
| | | 11/2 | 50 | |
| Röhrengeruchverschluss | 7985 | 11/4 | 40 | |
| | | 11/2 | 50 | |
| Röhrengeruchverschluss | 7985.10 | 11/4 | 40 | mit Abwasserschlauchanschluss |
| | | 11/2 | 50 | |
| Röhrengeruchverschluss | 7985.30 | 11/4 | 40 | mit Ablaufbogen 45° mit Abwasserschlauchanschluss |
| | | 11/4 | 50 | |
| | | 11/2 | 40 | |
| | | 11/2 | 50 | |
| | | 2 | 50 | |

Tab. 101: Produktvergleich Abläufe für Spülen

**Anschlusswerte und Nennweite nach DIN 1986-100**

| Entwässerungsgegenstand | Anschlusswert DU [l/s] | Einzelanschlussleitung |
|---|------------------------|------------------------|
| Küchenspüle und Geschirrspülmaschine mit gemeinsamem Geruchverschluss | 0,8 | DN50 |
| Küchenspüle, Ausgussbecken | 0,8 | DN50 |
| Geschirrspüler | 0,8 | DN50 |

Tab. 102: Anschlusswerte und Nennweite nach DIN 1986-100

Weiterführende Informationen

Für weitere Informationen siehe „Teil 1 – Anwendungen“:

- „Regelwerke“ auf Seite 365
- „Ablaufleistungen nach DIN“ auf Seite 379

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.

**Digitale Services****Software**

viega.de/software

Für weitere Informationen siehe „Software und Tools“ auf Seite 1046.

**Konfiguratoren****Advantix-Konfigurator**

advantix.viega.de

Für weitere Informationen siehe „Advantix-Konfigurator“ auf Seite 1050.

**Advantix Vario-Konfigurator**

advantix-vario.viega.de

Für weitere Informationen siehe „Advantix Vario-Konfigurator“ auf Seite 1051.

**Produktdaten****BIM-Daten**

viega.de/BIM

Für weitere Informationen siehe „BIM-Daten“ auf Seite 1057.

**Ausschreibungstexte**

viega.de/ausschreibungstexte

Für weitere Informationen siehe „Ausschreibungstexte“ auf Seite 1057.



FLÄCHENTEMPERIERUNG

Systemkomponenten

Systemvergleich

| Fonterra-Systemname | Trockenbau Nassbau | Fußbodensystem | Wandsystem | Raumdeckensystem | Sondersystem | Heizen | Kühlen | Wohnungsneubau | Wohnbau-Renovierung | Bürogebäude | Industriebauten | Feuchträume | geringe Aufbauhöhe | hohe Nutzlast | Merkmale |
|---------------------|--------------------|----------------|------------|------------------|--------------|--------|--------|----------------|---------------------|-------------|-----------------|-------------|--------------------|---------------|---|
| Base Flat 12 | ✓ | ✓ | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ab 35 mm Gesamthöhe; besonders geeignet für Sanierungen |
| Base 12/15 | | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | hohe Flexibilität für enge Biegeradien, besonders bei niedrigen Verarbeitungstemperaturen |
| Base 15/17 | | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | für Anlagen mit großem Massenstrom zum Heizen und Kühlen |
| Tacker | | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | Rohrleitungsbefestigung mit Haltenadeln |
| Reno | ✓ | | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | besonders geeignet für Bodenkonstruktionen mit niedrigen Gesamthöhen |
| Side 12 | ✓ | | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | schnelle Montage durch Fertigelementsystem |
| Side 12 Clip | | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | flexible Verlegemöglichkeit der Wandheizfelder bis 6 m ² |
| Top 12 | ✓ | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | Heiz- und Kühldeckensystem |
| Industry | | ✓ | | | | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | thermische Bauteilaktivierung |

Tab. 103: Gegenüberstellung der Fonterra-Flächentemperiersysteme

Für weitere Planungsinformationen siehe „Flächentemperierung“ auf Seite 425.

Rohre

Übersicht

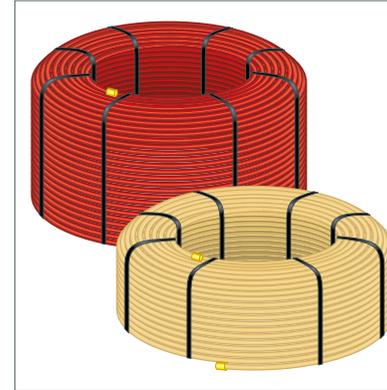


Abb. 101: Fonterra-Rohre

Produktvergleich

| | PB-Rohr (Modell 1405) | MV-Rohr (Modell 1406) | PE-Xc-Rohr (Modell 1401) | PE-RT-Rohr (Modell 1403) |
|--|--|-----------------------|--|----------------------------------|
| Größen [mm] d _a ¹⁾ x s ²⁾ | 12 x 1,3 15 x 1,5 17 x 2,0 20 x 2,0 25 x 2,3 | 16 x 2,0 | 17 x 2,0 20 x 2,0 25 x 2,3 | 17 x 2,0 20 x 2,0 25 x 2,3 |
| Material | Polybuten | PE-RT/AL/PE-RT | Polyethylen | Polyethylen |
| Montage-temperatur [°C] | ≥ -5 | ≥ -15 | ≥ +5 | ≥ +5 |
| Mindestbiegeradius¹⁾ | 5 x d _a | 5 x d _a | 6 x d _a | 6 x d _a |
| T_{max}³⁾ [°C] | d _a 12/15: 95 d _a 17/20/25: 70 | 90 | d _a 17/20: 90 d _a 25: 70 | 70 |
| p_{max}³⁾ [MPa/AWK] | d _a 12: 1,0/4; 0,8/5 d _a 15: 0,8/4,5 d _a 17–25: 0,6/4 | 1,0/5 | d _a 17: 1,0/4; 0,8/5 d _a 20: 0,8/4; 0,6/5 d _a 25: 0,6/4 | 0,6/4 |
| Erfüllte Anforderungen | DIN EN ISO 15876 | DIN EN ISO 21003 | DIN EN ISO 15875 | DIN EN ISO 22391 |

¹⁾ d_a = Außendurchmesser

²⁾ s = Wanddicke

³⁾ T_{max} und p_{max} dürfen nicht zusammen verwendet werden

Tab. 104: Produktvergleich Fonterra-Rohre

Kombinationsmöglichkeiten

| Rohr | Größe | Base Flat 12 | Base 12/15 | Base 15/17 | Tacker | Reno | Side 12 Side 12 Clip | Industry |
|-------|----------|-----------------------|------------|------------|--------|------|-------------------------|----------|
| PB | 12 x 1,3 | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | |
| | 15 x 1,5 | | ✓ | ✓ | ✓ | | | |
| | 17 x 2,0 | | | ✓ | ✓ | | | |
| | 20 x 2,0 | | | | ✓ | | | ✓ |
| | 25 x 2,3 | Für Sonderanwendungen | | | | | | |
| MV | 16 x 2,0 | | | ✓ | ✓ | | | |
| PE-Xc | 17 x 2,0 | | | ✓ | ✓ | | | |
| | 20 x 2,0 | | | | ✓ | | | ✓ |
| | 25 x 2,3 | Für Sonderanwendungen | | | | | | |
| PE-RT | 17 x 2,0 | | | ✓ | ✓ | | | |
| | 20 x 2,0 | | | | ✓ | | | ✓ |
| | 25 x 2,3 | Für Sonderanwendungen | | | | | | |

Tab. 105: Kombinationsmöglichkeiten Fonterra-Rohre

Für weitere Planungsinformationen siehe „Flächentemperierung“ auf Seite 425.

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Übergänge und Verschraubungen

Übersicht

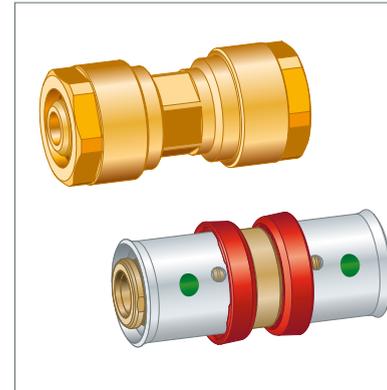


Abb. 102: Fonterra Übergänge und Verschraubungen

Produktvergleich

| Modell | | Material | Anschlüsse |
|--------|------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 1037 | Anschlussverschraubung | Messing vernickelt | Eurokonus, Klemmanschluss |
| 1236 | Anschlussverschraubung | Rotguss vernickelt | Eurokonus, Pressanschluss |
| 1021 | Klemmringverschraubung | Messing vernickelt | R-Gewinde, Klemmanschluss |
| 1213.5 | Übergangsstück | Rotguss matt-vernickelt | Pressanschluss, R-Gewinde |
| 1030.5 | Kupplung | Messing | Klemmanschluss |
| 1223 | Kupplung | Rotguss | Pressanschlüsse |
| 1213 | Einsteckstück | Rotguss | Pressanschluss, Einsteckende |
| 1214.3 | Winkel 90° | Rotguss | Pressanschlüsse |
| 1218.3 | T-Stück | Rotguss | Pressanschlüsse |
| 1021.5 | Adapter | Messing matt-vernickelt | G-Gewinde, Klemmverschraubung |

Tab. 106: Produktvergleich Übergänge und Verschraubungen

Für weitere Planungsinformationen siehe „Flächentemperierung“ auf Seite 425.

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Verlegeplatten

Übersicht



Abb. 103: Fonterra Verlegeplatten

Produktvergleich

| Modell | Fußbodenplatte | Noppenplatte | Tackerplatte | Trockenbau-Platte | Wandheiz-/Deckenplatte | Technische Daten |
|------------------------------|----------------|--------------|--------------|-------------------|------------------------|---|
| 1224 Base 12/15, 30-2 | ✓ | ✓ | | | | <ul style="list-style-type: none"> Abmessungen B x L: 1320 x 880 mm Plattendicke inkl. Noppe: 48 mm Trittschallreduzierung: 28 dB max. Nutzlast: 5 kN/m² Wärmeleitwiderstand: 0,75 m²K/W |
| 1225 Base 12/15, ND 11 | ✓ | ✓ | | | | <ul style="list-style-type: none"> Abmessungen B x L: 1320 x 880 mm Plattendicke inkl. Noppe: 30 mm max. Nutzlast: 45 kN/m² Wärmeleitwiderstand: 0,32 m²K/W |
| 1226 Base 12/15, smart | ✓ | ✓ | | | | <ul style="list-style-type: none"> Abmessungen B x L: 1320 x 880 mm ohne Wärme- und Trittschall-dämmung Plattendicke inkl. Noppe: 20 mm |

| Modell | Fußbodenplatte | Noppenplatte | Tackerplatte | Trockenbau-Platte | Wandheiz-/Deckenplatte | Technische Daten |
|-----------------------------------|----------------|--------------|--------------|-------------------|------------------------|---|
| 1227 Base 15/17, 30-2 | ✓ | ✓ | | | | <ul style="list-style-type: none"> Abmessungen B x L: 1320 x 880 mm Plattendicke inkl. Noppe: 51 mm Trittschallreduzierung: 28 dB max. Nutzlast: 5 kN/m² Wärmeleitwiderstand: 0,75 m²K/W |
| 1228 Base 15/17, ND 11 | ✓ | ✓ | | | | <ul style="list-style-type: none"> Abmessungen B x L: 1320 x 880 mm Plattendicke inkl. Noppe: 32 mm max. Nutzlast: 45 kN/m² Wärmeleitwiderstand: 0,32 m²K/W |
| 1229 Base 15/17, smart | ✓ | ✓ | | | | <ul style="list-style-type: none"> Abmessungen B x L: 1320 x 880 mm Plattendicke inkl. Noppe: 20 mm ohne Wärme- und Trittschall-dämmung |
| 1260 Tacker-Platte gefaltet | ✓ | | ✓ | | | <ul style="list-style-type: none"> Nutzmaß: 2000 x 1000 mm Plattendicken von 25 bis 35 mm Nutzlasten von 3,5 bis 5 kN/m² Wärmeleitwiderstände von 0,55 bis 0,85 m²K/W |
| 1261 Tacker-Platte gerollt | ✓ | | ✓ | | | <ul style="list-style-type: none"> Nutzmaß: 10000 x 1000 mm Plattendicken von 25 bis 35 mm Nutzlasten von 3,5 bis 5 kN/m² Wärmeleitwiderstände von 0,55 bis 0,85 m²K/W |
| 1238.10 Reno- Grundplatte | ✓ | | | ✓ | | <ul style="list-style-type: none"> Abmessungen B x L: 1000 x 620 mm Plattendicke: 18 mm Material: Gipsfaser Gewicht: ca. 19 kg Rohrabstand: 100 mm max. Vorlauftemperatur: 50 °C |

| Modell | Fußbodenplatte | Noppenplatte | Tackerplatte | Trockenbau-Platte | Wandheiz-/Deckenplatte | Technische Daten |
|--|----------------|--------------|--------------|-------------------|------------------------|---|
| 1238.12 Reno-Verteilerplatte (3-teilig) | ✓ | | | ✓ | | <ul style="list-style-type: none"> ■ Abmessungen: 620 x 310 mm ■ Plattendicke: 18 mm ■ Material: Gipsfaser ■ Gewicht: ca. 10 kg ■ Rohrabstand: verschieden ■ max. Vorlauftemperatur: 50 °C |
| 1238.11 Reno-Kopfplatte | ✓ | | | ✓ | | <ul style="list-style-type: none"> ■ Abmessungen: 620 x 310 mm ■ Plattendicke: 18 mm ■ Material: Gipsfaser ■ Gewicht: ca. 15 kg ■ Rohrabstand: 100 mm ■ max. Vorlauftemperatur: 50 °C |
| 1237 Side-Wandheizplatte | | | | ✓ | ✓ | <ul style="list-style-type: none"> ■ 100% aktive Heizfläche ■ Abmessungen: 310 x 2000 mm 620 x 2000 mm ■ Plattendicke: 18 mm ■ Material: Gipsfaser ■ Gewicht: 21,5 kg/m² ■ Rohrabstand: 75 mm ■ max. Vorlauftemperatur: 50 °C |
| 1237.1 Side-Wandheizplatte | | | | ✓ | ✓ | <ul style="list-style-type: none"> ■ aktive Heizfläche: 100% oder 70% ■ Abmessungen: 620 x 1000 mm ■ Plattendicke: 18 mm ■ Gewicht: 21,5 kg/m² ■ Rohrabstand: 75 mm ■ max. Vorlauftemperatur: 50 °C |
| 1220.1 Top-Deckenplatte | | | | ✓ | ✓ | <ul style="list-style-type: none"> ■ Abmessungen: 620 x 1000 mm 310 x 2000 mm 620 x 2000 mm ■ Plattendicke: 18 mm ■ Material: Gipsfaser ■ Gewicht: 21,5 kg/m² ■ Rohrabstand: 75 mm ■ max. Vorlauftemperatur: 50 °C |

Für weitere Planungsinformationen siehe „Flächentemperierung“ auf Seite 425.

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Regelung

Verteiler

Übersicht

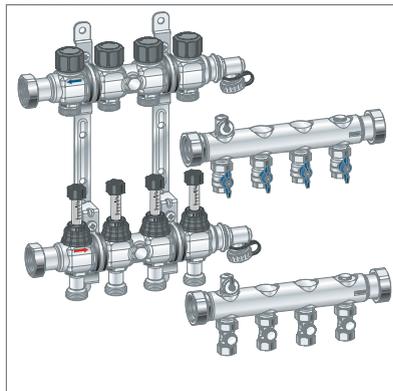


Abb. 104: Fonterra Verteiler

Produktvergleich

| Modell | | Technische Daten |
|--------|---------------------|--|
| 1010 | Heizkreisverteiler | DN25, Eurokonus-Anschlüsse, mit Durchflussmengenmesser |
| 1007 | Industrierverteiler | DN40, Rp-Gewinde, mit Absperreinrichtungen |

Tab. 107: Produktvergleich Verteiler

Für weitere Planungsinformationen siehe „Flächentemperierung“ auf Seite 425.

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Verteilerschränke

Übersicht

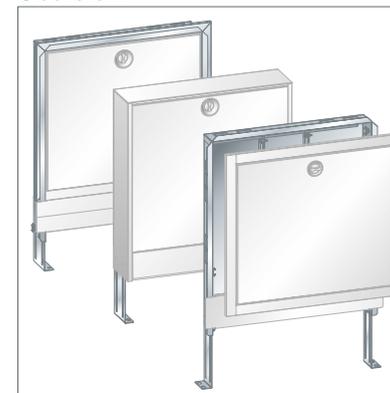


Abb. 105: Fonterra Verteilerschränke

Produktvergleich

| Modell | AP-Montage | UP-Montage | Tiefe |
|--------|------------|------------|------------|
| 1294.1 | ✓ | | 140 mm |
| 1294 | | ✓ | 110–150 mm |
| 1294.3 | | ✓ | 80–110 mm |

Tab. 108: Produktvergleich Verteilerschränke

Für weitere Planungsinformationen siehe „Flächentemperierung“ auf Seite 425.

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Einzelraumregelung - Fonterra Smart Control

Energie sparende Einzelraumregelung zum automatischen hydraulischen Abgleich. Mit Bedienungs-Software für Smartphone, Tablet und Laptop.

Übersicht



Abb. 106: Fonterra Smart Control

Die an den Heizkreisverteiler angeschlossenen Räume können mit Fonterra Smart Control in vier Ausbaustufen eingerichtet und geregelt werden:

- Ausbaustufe 1: Regelung über Leistungsstufen
- Ausbaustufe 2: Regelung über Raumthermostat
- Ausbaustufe 3: Bedienung einer Basiseinheit im WLAN-Netz
- Ausbaustufe 4: Bedienung mehrerer Basiseinheiten über Internet

| Bauteil | Modell | Ausbaustufe | | | | Anzahl |
|----------------------|---------|-------------|---|---|---|--------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Basiseinheit | 1250 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 1 pro Verteiler* |
| Raumthermostat | 1250.5 | - | ✓ | ✓ | ✓ | 1 pro Raum |
| Temperaturmessstelle | 1250.10 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 1 pro Heizkreis |
| Aktormodul | 1250.11 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 1 pro Heizkreis |
| Stellantrieb | 1250.15 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 1 pro Heizkreis |
| WLAN-Modul | 1250.16 | - | ✓ | ✓ | ✓ | 1 pro Basiseinheit |
| Relaisbox | 1250.27 | - | ✓ | ✓ | ✓ | bei Bedarf** |

* bzw. maximal 12 Stellantriebe oder maximal acht Raumthermostate

** Umschaltung Heizen/Kühlen

Tab. 109: Ausbaustufen und Materialbedarf Smart Control

Für weitere Planungsinformationen siehe „Flächentemperierung“ auf Seite 425.

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Einzelraumregelung - Fonterra Heat Control

Einzelraumregelung über herkömmliche Raumthermostate mit automatischem hydraulischem Abgleich.

Übersicht



Abb. 107: Fonterra Heat Control

| Bauteil | Modell | Anzahl |
|--------------------------|--------|-----------------|
| Basiseinheit | 1251.1 | 1 pro Verteiler |
| Stellantrieb | 1251.2 | 1 pro Heizkreis |
| Temperatursensor | 1251.3 | 1 pro Heizkreis |
| Raumthermostat 230 V AP | 1230.3 | 1 pro Raum |
| Raumthermostat 230 V UP* | 1230.5 | 1 pro Raum |

* alternativ oder bauseitiges 230-V-Raumthermostat

Fonterra Heat Control kann mit allen üblichen 230-V-Raumthermostaten gängiger Schalterhersteller kombiniert werden. Der hydraulische Abgleich funktioniert vollautomatisch auch bei mehreren Heizkreisen in einem Raum und ist ohne Eingriff in wasserführende Rohrleitungen möglich. Durch die USB-Schnittstelle können die Inbetriebnahme-Konfigurationen bei baugleichen Wohnungen sicher und schnell übertragen werden.

Einzelraumregelung - Standard

Übersicht



Abb. 108: Fonterra Einzelraumregelung, Standard

Produktvergleich Basiseinheiten

| Modell | Pumpenmodul | Spannung | | Anzahl Raumthermostate (max.) | Anzahl Heizkreise (max.) |
|--------|-------------|----------|------|-------------------------------|--------------------------|
| | | 230 V | 24 V | | |
| 1246 | | ✓ | ✓ | 6 | 15 |
| 1246.1 | ✓ | ✓ | | 6 | 15 |

Tab. 110: Produktvergleich Basiseinheiten

Produktvergleich Raumthermostate

| Modell | Spannung [V] | Digitalanzeige | Schutzart | Technische Daten |
|--------|--------------|----------------|-----------|--------------------------------------|
| 1244 | 230 | ✓ | IP 20 | Wochenschaltuhr, Change-Over-Kontakt |
| 1230.2 | 24 | | IP 30 | manuelle Einstellung |
| 1230.3 | 230 | | IP 30 | manuelle Einstellung |

Tab. 111: Produktvergleich Raumthermostate

Produktvergleich Stellantriebe

| Modell | U [V] | Merkmale |
|---------|-------|---|
| 1249 | 230 | <ul style="list-style-type: none"> ■ für Standardanwendung ■ Einbaulage 360° |
| 1249.1 | 24 | <ul style="list-style-type: none"> ■ M 30 x 1,5 ■ Schutzart IP 54 ■ Kabellänge 1000 mm |
| 1250.15 | 24 | <ul style="list-style-type: none"> ■ für Smart-Control-Regelung ■ Einbaulage 360° ■ M 30 x 1,5 ■ Schutzart IP 54 ■ Kabellänge 200 mm |
| 1251.2 | | <ul style="list-style-type: none"> ■ für Heat-Control-Regelung ■ Einbaulage 360° ■ M 30 x 1,5 ■ Schutzart IP 54 ■ Kabellänge 600 mm |

Tab. 112: Produktvergleich Stellantriebe

Für weitere Planungsinformationen siehe „Flächentemperierung“ auf Seite 425.

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.





Regelstationen

Übersicht

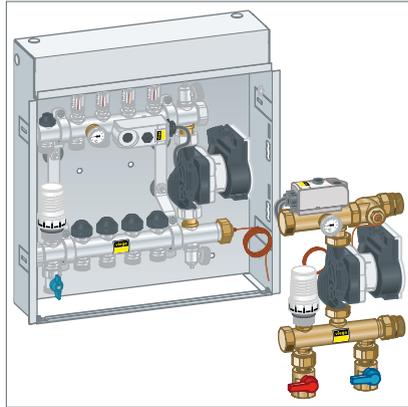


Abb. 109: Übersicht Regelstationen

Produktvergleich

| Modell | Produktname | Einsatzbereich | Technische Daten |
|--------|--------------------------|---|--|
| 1254.2 | Verteilerregelstation | Regelung der Vorlauftemperatur (konstant) | <ul style="list-style-type: none"> ■ Betriebstemperatur max. 80 °C ■ Betriebsdruck max. 0,6 MPa ■ Heizleistung max. 14 kW |
| 1256 | Kleinflächenregelstation | Regelung der Vorlauftemperatur (konstant), Kombination von Fußbodenheizung und Heizkörpern bei unterschiedlichem Temperaturniveau | <ul style="list-style-type: none"> ■ Betriebstemperatur max. 80 °C ■ Betriebsdruck max. 0,6 MPa ■ Heizleistung max. 3 kW |

Tab. 113: Produktvergleich Regelstationen

Für weitere Planungsinformationen siehe „Flächentemperierung“ auf Seite 425.

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Digitale Services

Software

viega.de/software

Für weitere Informationen siehe „Software und Tools“ auf Seite 1046.



Konfiguratoren

Fonterra-Schnellauslegung

Siehe Viptool Assistant Seite 1048.

Produktdaten

BIM-Daten

viega.de/BIM

Für weitere Informationen siehe „BIM-Daten“ auf Seite 1057.



Ausschreibungstexte

viega.de/ausschreibungstexte

Für weitere Informationen siehe „Ausschreibungstexte“ auf Seite 1057.



DIGITALE SERVICES

Software und Tools



Viptool Engineering

Mit Viptool Engineering planen Sie sicher und zuverlässig haustechnische Anlagen. Die Software ist in einzelne Programme mit Modulen aufgeteilt und bietet verschiedene Leistungsstufen der digitalen Planung. Von der klassischen 1-Strich-Zeichnung bis zur 3D-Rohrleitungs-Konstruktion können alle Planungsphasen vom Entwurf bis zur Ausführung detailliert geplant werden. Speziell mit der IFC-Schnittstelle, können Architekturdaten eingelesen, bearbeitet und mit den berechneten Daten und Informationen wieder als TGA-Fachmodell exportiert werden.

Programme:

- Viptool Building
- Viptool Piping
- Viptool Assistant: siehe Seite 1048
- Viptool Sales: siehe Seite 1049

Viptool Building

- tabellarische Berechnungen
 - Heizlast EN 12831, ÖNORM H7500
 - Kühllast (statisch) Kurzverfahren
 - Kühllast (dynamisch) VDI 2078/ASHRAE
- Auslegungen
 - Flächentemperierung (Heizen und Kühlen) DIN EN ISO 11855/ DIN EN 1264/DIN EN 15377
 - Heizkörperauslegung
- ergänzende Module (auf Anfrage)
 - Lüftungstechnik
 - Wohnungslüftung DIN 1946-6

Viptool Piping

- Zeichenunterstützung
 - Viptool BasicApp (beinhaltet Flächentemperierung, 3D-Badgestaltung inkl. Prevista Vorwandkonstruktion und Schlitz- und Durchbruchplanung in 2D und 3D)
 - Viptool BasicApp plus inkl. CAD Modul
- grafische Rohrnetz-berechnungen (2D-Schema/Grundriss oder 3D 1-Strich)
 - Trinkwasser DIN 1988-300/EN 806
 - Heizung
 - Entwässerung DIN EN 12056/DIN 1986-100
 - Gas TRGI 2018/TRF 2012/ÖVGW G11
- grafische Erfassung (für Heiz-/Kühllast)
 - Gebäudemanager

- BIM-Unterstützung
 - IFC-Import (Architektur)
 - 3D-Rohrleitungs-Konstruktion
 - IFC-Export (TGA)

Weiterführende Informationen

- „Integrierte Planungshinweise“ auf Seite 26

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zur Software-Seite auf der Homepage.



FAQ Viptool Engineering



LINEAR Solutions – Viega Edition

Ob CAD-Konstruktionen oder technische Berechnungen – LINEAR Solutions – Viega Edition liefert die passenden Softwarelösungen für alle gängigen Gewerke der Gebäudetechnik. Die integrierten Werkzeuge bieten einen optimalen Arbeitsablauf und die Möglichkeit, herstellerunabhängige Datensätze einzubinden. Umfangreiche 3D-Planungen lassen sich mithilfe von Autodesk Revit durchführen und erlauben so die komplette 3D-Gebäudekonstruktion für die Modellierung in BIM-Projekten.

Leistungsmerkmale im Überblick:

- Integrierte Konstruktions- und Berechnungstools für
- Autodesk Revit und AutoCAD (als Suite)
- Softwarelösung für alle gängigen TGA-Gewerke
- Konstruktion und Berechnung herstellerneutral oder mit Bibliotheken einer Vielzahl von namhaften Herstellern
- Ermöglicht eine Kollaboration für die BIM-Arbeitsmethodik
- Umfangreiches Service-Angebot von Viega

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zur Software-Seite auf der Homepage.





Viptool Master

Software zur einfachen und schnellen Planung von Heizungs-, Sanitär- und Gas-Installationen für bis zu zehn Wohneinheiten, speziell für den Fachhandwerker entwickelt.

Programmteile:

- Heizlast EN 12831, ÖNORM H7500
- Fonterra-Flächentemperierung DIN EN ISO 11855/DIN EN 1264/DIN EN 15377
- Heizkörperauslegung
- Rohrnetzberechnung über bedienerfreundlichen Schemagenerator der Rohrleitungsnetz
 - Trinkwasser DIN 1988-300/EN 806
 - Heizung
 - Abwasser DIN EN 12056/DIN 1986-100
 - Gas TRGI 2018/TRF 2012/ÖVGW G11
- Prevista-Schnellauslegung

Weiterführende Informationen

- „Integrierte Planungshinweise“ auf Seite 26

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zur Software-Seite auf der Homepage.



Viptool Assistant

Software zur Auslegung des Viega Vorwandsystems Prevista und der Viega Flächentemperiersysteme Fonterra.

Programmteile:

- Prevista-Schnellauslegung
- Fonterra-Schnellauslegung

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zur Software-Seite auf der Homepage. Dort können Sie Viptool Assistant kostenlos herunterladen.



11



Viptool Sales

Software-Applikation zur Materialzusammenstellung für Leistungsverzeichnisse.

Leistungsmerkmale:

- Integrierte Datenorm-Schnittstelle (Formate 4 und 5)
- Integrierte GAEB-Schnittstelle (Formate D81, D83 und D84)
- Excel-Export
- Eigene Texthandbücher (THB)
- UGL-Export

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zur Software-Seite auf der Homepage.



Viega BIM Data Tool / Viega BIM Data Portal

Die Software-Programme beinhalten CAD Bibliotheken für Revit und unterstützt bei der täglichen Planung in Revit. Intuitive Such- und Filterfunktionen erleichtern die Suche nach dem gewünschten Artikel, sodass die entsprechenden CAD-Daten einfach in Revit eingefügt werden können.

Leistungsmerkmale:

- Vorschau, Artikelbild & 3D- oder 2D Ansichten
- Artikel Beschreibung
- Revit Plug-in – In Revit wird unter Zusatzmodule ein Icon zum Öffnen der Programme hinzugefügt
- Familien im Projekt einfügen
- Einfügen von Rohrsystem mit Rohrtabelle, Routing-Einstellung und benötigte Familien
- Unterstützt die aktuellen Revit Versionen

Viega BIM Data Tool (Offline-Version)

viega.de/bim-data-tool



11

Viega BIM Data Portal (Online-Version)

viega.de/bim-data-portal



Konfiguratoren

Viega unterstützt mit der Planungssoftware Viptool bei der Planung gebäudetechnischer Anlagen jeder Größenordnung. Für die einfache und schnelle Auslegung einzelner Produktkomponenten mit Materialmengen-Kalkulation bietet Viega spezifische, auf die Planungsaufgabe konzipierte, Konfiguratoren an.

Die Konfiguratoren stehen auf der Viega Website zur Verfügung.

Advantix-Konfigurator

Web-Applikation zur einfachen und schnellen Auslegung der Advantix-Bodenentwässerung.

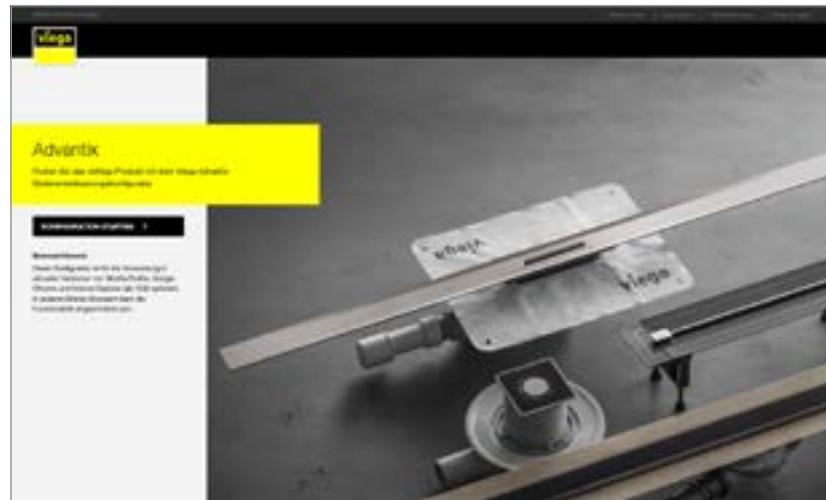


Abb. 110: Titelbildschirm Advantix-Konfigurator

Leistungsmerkmale:

- Auswahl für Duschrinne, Punkt- und Brandschutzablauf
- Konfiguration von Bodenaufbau, Ablauf und Rost
- Ausgabe Materialliste und Hinweise zur Planungsunterstützung

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Advantix-Konfigurator auf der Homepage.



Advantix Vario-Konfigurator

Web-Applikation zur einfachen und schnellen Auslegung von Advantix Vario-Duschrinnen und -Wandabläufen.

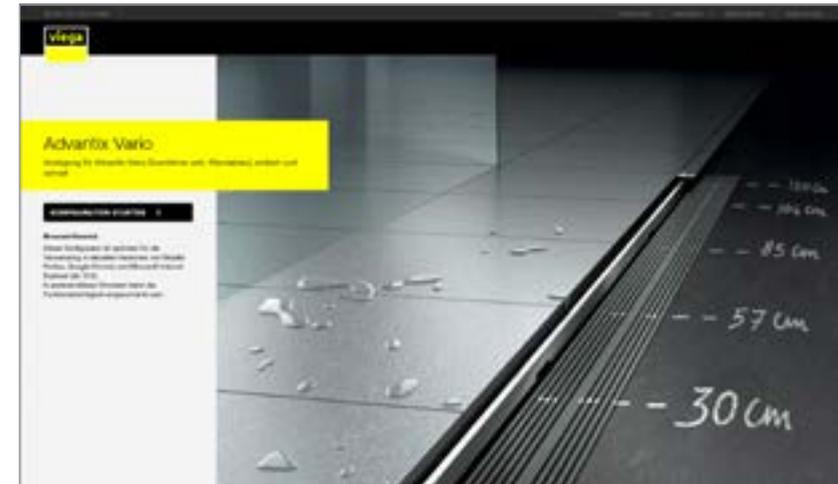


Abb. 111: Titelbildschirm Advantix Vario-Konfigurator

Leistungsmerkmale:

- Auswahl für Advantix Vario-Duschrinne und Wandablauf
- Konfiguration der Ausführung Gerade, L- und U-Form
- Ausgabe Sägeplan, Materialliste und Hinweise zur Planungsunterstützung

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Advantix Vario-Konfigurator auf der Homepage.



Betätigungsplatten-Konfigurator

Web-Applikation zur einfachen und schnellen Bestimmung und Visualisierung der passenden Betätigungsplatte für die Badgestaltung.



Abb. 112: Titelbildschirm Betätigungsplatten-Konfigurator

Leistungsmerkmale:

- Auswahl für WC- und Urinal-Betätigungsplatte
- Konfiguration von Design und Material mit Farben und Fliesen mit 3D-Vorschau
- Auswahl von passenden Vorwandmodulen und Zubehörteilen
- Ausgabe Materialliste und Hinweis zum zugehörigen Vorwandssystem

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Betätigungsplatten-Konfigurator auf der Viega Homepage.



Brandschutz-Konfigurator

Web-Applikation zur einfachen und schnellen Schachtbelegung.



Abb. 113: Titelbildschirm Brandschutz-Konfigurator

Leistungsmerkmale:

- Konfiguration der Rohrleitungs-Installation mit Nullabstand für Deckendurchführung
- Prüfung von geplanten Schachtbelegungen auf Zuverlässigkeit im Sinne des Brandschutz-Verwendbarkeitsnachweises im Viega Brandschutzsystem
- Ausgabe Brandschutzdokumentation und Verwendbarkeitsnachweise

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Viega Brandschutz-Konfigurator auf der Viega Homepage.



Druckgefälle-Rechner

Web-Applikation zur einfachen und schnellen Bestimmung der Rohrleitungsdimension für Trinkwasser-, Heizungs- und Gasleitungen mit zugehöriger Druckverlusttabelle über das gesamte Rohrleitungssystem.

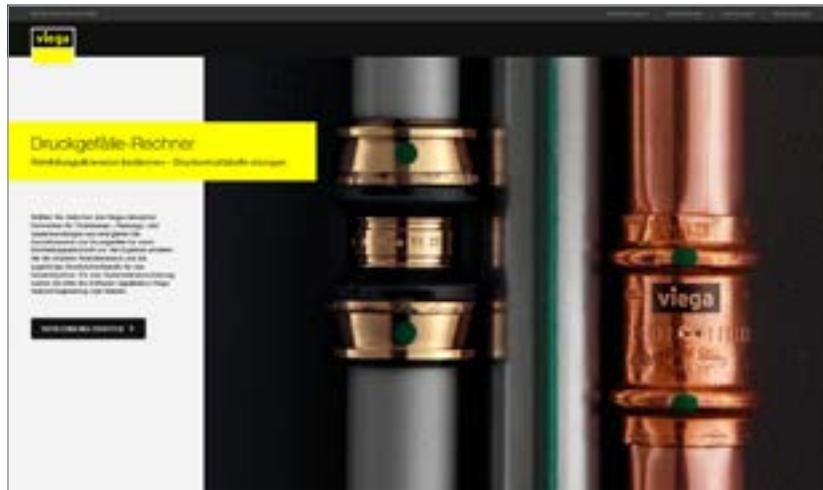


Abb. 114: Titelseite Druckgefälle-Rechner

Leistungsmerkmale:

- Auswahl zugehöriger Rohrreihen für Trinkwasser, Heizung und Gasanwendungen
- Bestimmung der Rohrleitungsdimension
- Ausgabe Gesamt-Druckverlusttabelle

Weiterführende Informationen

- „Integrierte Planungshinweise“ auf Seite 26

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Druckgefälle-Rechner auf der Viega Homepage.



AquaVip DTE/UFC Planer

Webapplikation zur einfachen und schnellen Auslegung und Auswahl vom AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer und AquaVip-Ultrafiltrationsmodul. Die Voraussetzungen für die Auswahl und die Anbindung eines Energiespeichers können ebenfalls ermittelt werden.



Abb. 115: Titelseite AquaVip DTE/UFC Planer

Leistungsmerkmale

- Folgende Punkte können mithilfe des Planers ermittelt werden:
 - Bedarfs- und Zirkulationsvolumenstrom
 - AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer
 - Rohrleitungen zum Energiespeicher
 - AquaVip-Ultrafiltrationsmodul
 - Warmwasser-Tagesbedarf
 - Energiespeichervolumen
- Vereinfachtes und vollständiges Verfahren, basierend auf aktuellen Normen und Vorschriften
- Intuitive Bedienung und übersichtliche Visualisierung aller Ergebnisse
- Hilfefunktion mit Erläuterung der einzelnen Auslegungsschritte inklusive relevanter Hintergrundinformationen
- Ausführliche Dokumentation der Eingaben und Ergebnisse in einem Bericht

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum AquaVip DTE/UFC Planer auf der Viega Homepage.



Prevista Dry Plus-Konfigurator

Web-Applikation zur einfachen und schnellen Auslegung und Materialermittlung für das Vorwandssystem Prevista Dry Plus.



Abb. 116: Titelschirm Prevista Dry Plus-Konfigurator

Leistungsmerkmale:

- Konfiguration von teil-/raumhohen Vorwandkonstruktionen mit Schacht und Trennwandkonstruktionen
- Platzierung der Vorwand-Elemente für WC, Urinal, Waschtisch und Bidet mit 3D-Vorschau
- Ausgabe Konstruktionszeichnung, Zuschnitts- und Materialliste

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Prevista Dry Plus-Konfigurator auf der Viega Homepage.



Produktdaten

BIM-Daten

viega.de/BIM

- VDI 3805-Datensätze
 - Blatt 2 Armaturen für Heizungen
 - Blatt 17 Armaturen für die Trinkwasserinstallationen
 - Blatt 18 Flächenheizung/-kühlung
 - Blatt 21 Sanitär-Installationselemente
 - Blatt 29 Rohre und Formstücke
 - Blatt 32 Verteiler und Sammler
- Autodesk Revit Families (Format RFA)
 - Rohrleitungssysteme
 - Easytop-Heizungs- und Trinkwasserarmaturen
 - Prevista Dry, Prevista Dry Plus, Prevista Pure
 - Betätigungsplatten
 - Fonterra-Flächentemperierung
 - Advantix-Duschrinnen
 - Advantix-Badabläufe
 - Advantix-Bodenabläufe
- Autodesk Revit Templates (Format RTE)
 - Profipress
 - Profipress G
 - Profipress S
 - Prestabo
 - Temponox
 - Megapress
 - Sanpress Inox
 - Sanpress
 - Raxofix



Templates beinhalten alle sortimentszugehörigen Autodesk Revit Families.

Weiterführende Informationen

- „Produktdaten“ ab Seite 27
- „Viega BIM Data Tool / Viega BIM Data Portal“ auf Seite 1049

Ausschreibungstexte

viega.de/ausschreibungstexte

Link zum Download der herstellereigene und neutralen Ausschreibungstexte mit Vorbemerkungen und Artikeltexten für das gesamte Viega Sortiment. Für öffentliche und nicht öffentliche Ausschreibungs-, Vergabe- und Abrechnungsverfahren VOB und DIN-konform.

- Datnorm Format 4 und 5
- Microsoft Office Word-Dateien
- GAEB (D81) Dateien

Webportale

building-masterdata.com

Link zum Download der ARGE Neue Medien-Herstellerdaten für das Viega Sortiment.

- Datanorm Format 4
- GAEB (D81) Dateien
- Badplandaten (XML-Datenmodell) für Designprodukte
- OXOMI Produkt- und Marketinginformationen
- Produkt- und Unternehmensvideos

ausschreiben.de

Link zum Download der herstellereigenen Ausschreibungstexte mit Vorbemerkungen und Artikeltexten für das Viega Sortiment.

- Export-Formate (Microsoft Office Word und Excel, RTF, PDF, Text, GAEB XML/90, Datanorm 5 und ÖNORM)

haustechnikdialog.de

Link zum Download der herstellereigenen Ausschreibungstexte mit Vorbemerkungen und Artikeltexten für das Viega Sortiment.

- Datanorm Format 4 und 5
- GAEB (D81) Dateien

Online-Katalog

Ergänzend zu der Planungssoftware Viptool, den Konfiguratoren und Produktdaten, steht auf der Viega Website *viega.de* der Viega Online-Katalog zur Verfügung. Dieser digitale Engineering Service ist im Responsive Webdesign entwickelt und kann somit von jedem internetfähigen Endgerät (PC, Tablet oder Smartphone) von überall, ob im Büro oder auf der Baustelle, genutzt werden. Zu jedem Produkt sind tagesaktuell alle Produktdaten und Informationen zur Ansicht und zum Download verfügbar.

Beispiel: Viega Profipress-Bogen 90°

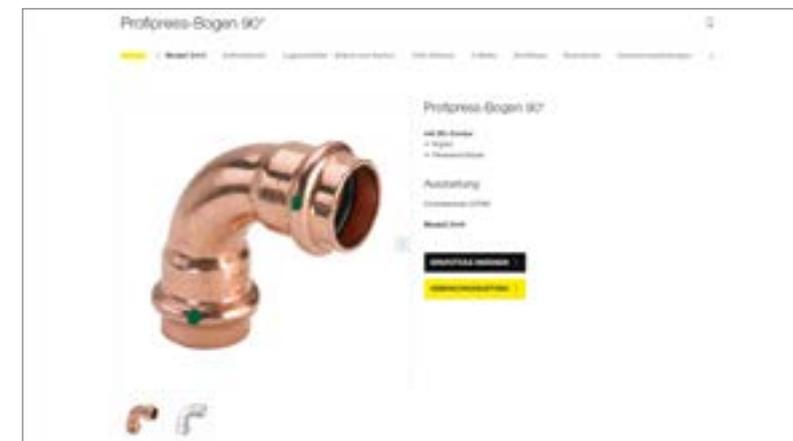


Abb. 117: Modellansicht Beispiel Profipress-Bogen 90°

Neben der Produktabbildung und der Modell-Angabe sind folgende Informationen verfügbar:

- Links zu Ersatzteilen und Gebrauchsanleitungen
- Artikeltable
- Lagerschilder für Etikett und Karton zum Download
- CAD-Dateien für Konstruktionsaufgaben und individuelle 2D/3D-Planungen mit Anschlusspunkten und Einstecktiefen (Formate 2D DWG/DXF und 3D DWG/DXF/IGS/STP/SAT/PDF)
- Z-Maße
- weitere Downloads wie Zertifikate, Datenblätter, Protokolle etc.

Mit dem nebenstehenden QR-Code gelangen Sie zum Online-Katalog.



Applikationen

Viega im
Apple App Store



Viega

Für die Unterstützung des Handwerkers vor Ort auf der Baustelle steht downloadbar im Apple Store die Viega App zur Verfügung.

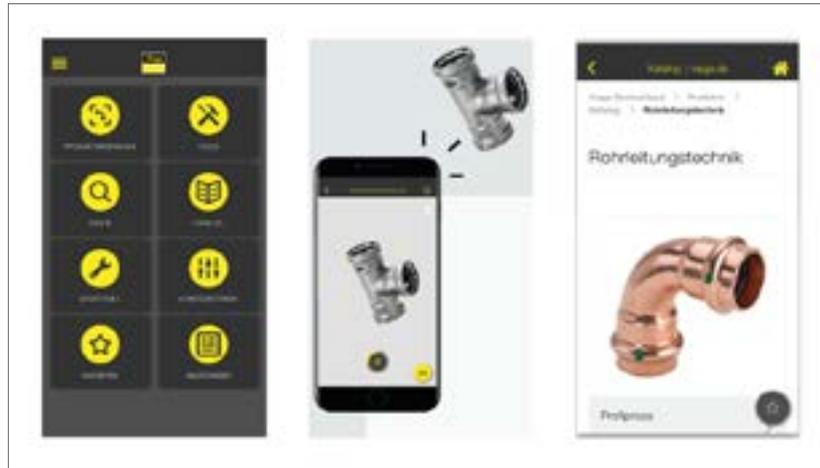


Abb. 118: Viega App

Leistungsmerkmale:

- Viega Produktwelt (Produktkatalog, Ersatzteilinformationen, Konfiguratoren)
- Produkterkennung (Scannen mit Informationsanzeige zum Produkt)
- Baustellentools (Taschenlampe, Wasserwaage, Einheiten-Umrechner, Taschenrechner, Notizblock)

Viega Tool Services

Für die professionelle und digitale Organisation der Werkzeuge im Handwerksbetrieb stehen die Viega Tool Services zur Verfügung.



Abb. 119: Viega Tool Services

Leistungsmerkmale:

- Informationen über Betriebszustand und einstellbare Nutzungssperren sowie Werkzeugkonfiguration

Weiterführende Informationen

viega.de/tool-services

Viega Tool Services
im Apple App Store



Viega Tool Services
im Google Play Store



VERZEICHNISSE

GLOSSAR/ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

a. a. R. d. T.

allgemein anerkannte Regeln der Technik

abP

Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis

AIA

Auftraggeber-Informationsanforderungen

AIV-F

Abdichtung im Verbund – flüssige Abdichtungsstoffe

AIV-P

Abdichtung mit plattenförmigen Abdichtungsstoffen im Verbund mit Fliesen und Platten

AP

Aufputz

Attribut

Informationensauszeichnung eines Modellelementes in Form eines eindeutigen Bezeichners und eines dazugehörigen Wertes

AVBWasserV

Verordnung über allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Wasser

BACnet

Building Automation and Control Networks, Netzwerkprotokoll für die Gebäudeautomation

BAP

BIM-Abwicklungsplan

Betreiber

Natürliche oder juristische Personen, die während des Betriebs eines Gebäudes die Teilleistung „Betreiben“ des Facility Managers im Rahmen des Gebäudemanagements übernehmen

BIM

Building Information Modeling

BIM-BVB

Besondere Vertragsbedingungen BIM

BLB

Bau- und Liegenschaftsbetrieb

BMUB

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Reaktorsicherheit und Bau

BMVI

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

BTGA

Bundesindustrieverband Technische Gebäudeausrüstung e. V.

CAD

Computer Aided Design

**CEN**

Europäisches Komitee für Normung (European Committee for Standardization)

DGNB

Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen

Digitaler Zwilling

Umgangssprachlicher, nicht genau definierter Begriff der virtuellen Abbildung eines realen Objekts (z. B. eines Gebäudes oder einer industriellen Anlage) in einem digitalen Modell

DIN

Deutsches Institut für Normung

DN

Nennweite (diamètre nominal)

DTE

Durchfluss-Trinkwasser-Erwärmer

DVFG

Deutscher Verband Flüssiggas e.V.

DVGW

Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.

EEWärmeG

Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz

EnEV

Energieeinsparverordnung

EPDM

Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk

ETA

Europäische Technische Bewertung

Extensible Markup Language (XML)

Darstellung strukturierter Daten als Textdaten. XML kann für den Datenaustausch zwischen Computersystemen eingesetzt werden, unabhängig von der verwendeten Hardware und dem Betriebssystem. XML ist ein neutrales und inhaltsunabhängiges Format.

figawa

Bundesvereinigung der Firmen im Gas- und Wasserfach e. V.

FLA

Feuerlöschanlage

FKM

Fluorkarbon-Kautschuk

GA

Gesundheitsamt

GAEB

Gemeinsamer Ausschuss Elektronik im Bauwesen

GasGVV

Gasgrundversorgungs-Verordnung

GDR

Gasdruckregler

GHD

Gewerbe/Handel/Dienstleistungen

**GLF**

Gleichzeitigkeitsfaktor

GS

Gasströmungswächter

GVU

Gasversorgungsunternehmen

HAE

Hauptabsperreinrichtung

HAL

Hausanschlussleitung

HNBR

Hydrierter Acrylnitrilbutadien-Kautschuk

HOAI

Honorarordnung für Architekten und Ingenieure

HTB

Höhere Thermische Belastbarkeit

HT-Rohr

Hochtemperaturrohr

IFC

Industry Foundation Classes

IfSG

Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen („Infektionsschutzgesetz“)

ihph

Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit

IoT

Internet of Things

ISO

Internationale Organisation für Normung (International Organisation for Standardisation)

KBE

Koloniebildende Einheit

KTW

Kunststoffe in Kontakt mit Trinkwasser

KWH

Kombi-Wasser-Heizer

LoC

Level of Coordination

LoG

Level of Geometry

LoI

Level of Information

LoIN

Level of Information Need

LoL

Level of Logistic

MAG

Membran-Druckausdehnungsgefäß



| | |
|---------------|--|
| MBO | Musterbauordnung |
| MDP | Höchster Systembetriebsdruck (Maximum Design Pressure) |
| MEP | Mechanische, elektrische und sanitäre Gebäudeplanung (Mechanical, Electrical and Plumbing) |
| MHHR | Muster-Hochhausrichtlinie |
| MOP | Maximaler Betriebsdruck (Maximum Operation Pressure) |
| MQTT | Message Queuing Telemetry Transport, offenes Nachrichtenprotokoll für die Machine-to-Machine-Kommunikation |
| MRS | Materialspezifische Mindest-Festigkeit (Minimum Required Strength) |
| MVV TB | Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen |
| NB | Netzbetreiber |
| NBR | Acrylnitril-Butadien-Kautschuk |
| PE | Polyethylen |
| PEA | Zulässiger Bauteilbetriebsdruck auf der Baustelle (Pression d'épreuve admissible sur chantier) |
| PE-X | Vernetztes Polyethylen |
| PFA | Zulässiger Bauteilbetriebsdruck (Pression de fonctionnement admissible) |
| PN | Nenndruckbezeichnung (Pressure nominal) |
| POE | Point of Entry |
| PRE | Beständigkeit eines Werkstoffs gegenüber Lochfraß (Pitting-Resistance-Equivalent) |
| PWC | Trinkwasser kalt (Potable water cold) |
| PWC-C | Trinkwasser kalt – Zirkulation (Potable water cold – circulation) |
| PWH | Trinkwasser warm (Potable water hot) |
| PWH-C | Trinkwasser warm – Zirkulation (Potable water hot – circulation) |
| PWÜ | Plattenwärmeübertrager |



| | |
|----------------|---|
| RF | Relative Feuchtigkeit |
| RKI | Robert-Koch-Institut |
| SDR | Verhältnis zwischen Durchmesser und Wandstärke bei einer Rohrreihe (Standard Dimension Ratio) |
| SWE | Speicherwassererwärmer |
| TAE | Thermische Absperrinrichtung |
| TGA | Technische Gebäudeausrüstung |
| THM | Trihalogenmethan |
| TOC | Gesamter organischer Kohlenstoff (Total Organic Carbon) |
| TRF | Technische Regeln Flüssiggas (Herausgeber: DVFG) |
| TRGI | Technische Regeln für Gasinstallationen (Herausgeber: DVGW) |
| TrinkwV | Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch („Trinkwasserverordnung“) |
| TRWW | Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (Herausgeber: DVGW) |
| TSV | Thermisch auslösende Absperrinrichtung |
| TW | Trinkwasser nach TrinkwV 2001 |
| UBA | Umweltbundesamt |
| UFC | Ultrafiltrations-Technologie (Ultrafiltration Control) |
| UP | Unterputz |
| USI | Unternehmer und sonstige Inhaber |
| VDI | Verein Deutscher Ingenieure e. V. |
| VDMA | Verband Deutscher Maschinen und Anlagenbau e. V. |
| VIU | Vertragsinstallationsunternehmen |
| VL | Versorgungsleitung |
| WE | Wohneinheit |

WHG

Wasserhaushaltsgesetz

WHO

Weltgesundheitsorganisation

WSP

Water-Safety-Plan

WT

Waschtisch

WT

Wäschetrockner

WVU

Wasserversorgungsunternehmen

WZ

Wasserzähler

XML

siehe Extensible Markup Language

ZVSHK

Zentralverband Sanitär Heizung Klima

STICHWORTVERZEICHNIS

A

- a. a. R. d. T. 43
- Abdeckzone 797
- Abdichtung 329
 - konventionell 372, 387
 - Regelwerke 366, 371
 - Verbund 372, 387
- Ablauf**
 - Anforderung 368
 - Ausstattungsvarianten 369
 - Auswahlkriterien 388
 - Bad 1020–1021
 - Badewanne 1006
 - Balkon 1025
 - Bauhöhenermittlung 383
 - Bidet 1014
 - Boden 367, 370, 1022
 - Duschwanne 1012
 - einteilig 383
 - Keller 1005
 - leistung 369, 378
 - Spüle 1026
 - Terrasse 1025
 - Urinal 1016
 - Wartung 373
 - Waschmaschine 1003
 - Waschtisch 1014
 - zweiteilig 383
- Absaugeformstück** 1016
- absicherbare Rohrlänge**
 - Kunststoffrohrleitungen 599
 - Metallrohrleitungen 599
- Abwasserberechnung** 366
- Abwehrender Brandschutz** *siehe* Brandschutz
- Achs- und Wandabstand** 305
- AIA** 16
- Aktive Luft** 699
- Allgemein anerkannte Regeln der Technik** 43
- Anbohrarmatur** 812
 - Geopress 981
 - Geopress G 984
 - Geopress K 975, 977
 - Maxiplex 973
- Anforderungen an Heizungswasser** 414
- Anlagentechnischer Brandschutz** *siehe* Brandschutz

Applikation 1059
 Viega App 1059
 Viega Tool Services 1060
 AquaVip-Ausstattungsset elektronisch 879
 AquaVip Solutions
 Produkte 878
 Argon 728
 Armatur
 Waschtisch *siehe* Waschtisch-Armatur
 Armaturen
 Gas 996
 Wasser 986
 Armatureträger 911
 Aspiration 53
 Augendusche 643
 Auslegung
 Umwälzpumpe 415
 Auslegungsregeldifferenz 420

B

Baggereingriff 814
 BAP 16
 Barrierefreie Sanitäranlagen 374
 Base *siehe* Fonterra Base
 Basiseinheit 1041
 Bauakustik 357
 Baulicher Brandschutz *siehe* Brandschutz
 Bauwerksinformationen 15
 Beanspruchungsklassen 372
 Befestigung 907
 Befestigungs-Elemente 907, 912
 Befestigungsset 908
 Befestigungstechnik 687
 Rahmen-Element 909
 Behaglichkeit 439
 Beimischschaltung
 mit Dreiwege-Armatur 409
 mit Dreiwege-Armatur und Konstantbeimischung 410
 Belastungsklassen 390
 Bemessung 803
 Bemessungsverfahren 594, 599
 Bemessung von Leitungsanlage
 Diagrammverfahren 604
 Tabellenverfahren 604
 Berechnungsdurchfluss 805
 Berechnungsgrundlagen
 Gas-Installation 593

Betätigungsplatte 919
 Kombinationsmöglichkeit 921
 Urinal 924
 WC 925
 Bewegungsfläche 323
 BIM
 Besondere Vertragsbedingungen 17
 BVB 17
 Gremien 10
 Integrale Planung 16
 Leistungsphasen 7
 Referenzprozess 16
 Bio
 -gas 745
 -gasanlagen 754
 -methan 745
 Blei 57
 BNB 856
 Bodenentwässerung 381
 im Bad 1018
 Schallschutz 370
 Bodenplatte 801
 Brandschutz 351, 370
 Brandschutzziele 353
 BREEAM 859
 Brennerlaufzeiten 399
 Brenngas 739
 Brennwerteffekt 437
 Brennwertheizungsanlagen 419
 Brennwerttechnik 436
 Butan 633, 740, 742, 748, 751

C

Chemische Parameter 56
 Cleviva 1018
 CO₂-Emissionen 422
 Coliforme Bakterien 55
 Controller 892
 Interface 895
 Netzteil 894
 Corgon® 730

D

Dämmschicht, Mindestdicke 422
 Dampf
 Niederdruckdampf 740
 -qualität 740
 -zustand 740

Demineralisierung 649
 Heizungswasser 414
 Destillation 653
 DGNB 855
 Diagrammverfahren
 Bemessung von Leitungsanlagen 604
 Beschreibung 604
 Dichtelement 638
 EPDM 631
 FKM 632
 HNBR 633
 PTFE 634
 Dichtheitsprüfung 272, 423, 725
 Diesel 771
 Bio- 772
 -kraftstoffe 771
 Marine- 772
 Differenzdruck
 des Regulierventils 404
 -regler 404
 Digitale Services 5, 1045
 Digitales Gebäudemodell 18
 Domschacht 840
 Drosselschaltung
 Eigenschaften, Anwendung, Einregulierung 407
 Funktionsprinzip 407
 Druckdifferenz
 im Heizkreis 404
 Druckgefälle-Rechner 403
 Druckhaltung
 fehlerhafte 421
 Funktionsprinzip 421
 Druckluft
 -anlage 707
 -aufbereitung 707
 -erzeugung 711
 -qualität 703
 -trocknung 718, 719
 -verteilung 712
 Druckprobe 423
 Flächentemperierung *siehe* Hydraulischer Abgleich
 Druckprobenprotokoll
 Flächentemperierung 587
 Druckverformungsrest 635
 Druckverlust 599
 Dübel 688
 Durchflussmengenmesser *siehe* Heizkreisverteiler

Durchflussregelung
 Drosselschaltung 406
 Umlenkschaltung 406
 Wirkung 406
 Durchfluss-Trinkwassererwärmer 227, 885
 Durchfluss-Trinkwasserkühler 888
 Duschrinne 1018

E

Ebenheitstoleranzen 469
 Effizienzhaus 433
 Eingriffe Unbefugter 602
 Einspritzschaltung
 mit Dreiwege-Armatur 411
 mit Zweiwege-Armatur 412
 Einzelraumregelung 1039
 Fonterra Smart Control 1039
 Standard 1041
 Eisen 58
 Elektro-Deionisation 652
 Elektronische Mischeinheit 1009
 Elektroplanung 314
 Energie
 -bedarf, Umwälzpumpe 401
 Betrieb von Umwälzpumpen 399
 -bilanz, verbesserte 415
 Einsparpotenzial 399
 -einsparverordnung 400
 Primärenergie 399
 -verbrauch 404, 422
 -verluste 399
 Energieeinsparverordnung 419
 Energiepfähle 843
 EnEV *siehe* Energieeinsparverordnung
 Enterokokken 55
 Entwässerungstechnik 361
 Produkte 1001
 Software 374
 Environmental Product Declaration *Siehe* EPD
 EPD 860
 EPDM *siehe* Dichtelement
 Erdgas 742
 Stellung im Umweltschutz 591
 Zündtemperatur 594
 Erdverlegte Rohre 797
 Erdwärmekollektoren 843
 Erdwärmekörbe 843
 Erdwärmesonde 844
 Erste-Hilfe-Einrichtung 641

Escherichia coli 55
 Ethin 727
 Explosionsschutz 597

F

Fehlerstrom-Schutzeinrichtung 314
 Fermenter 745
 Fernwärme 667, 670
 Feuchtigkeitsabdichtung 326, 328
 Feuerlöschanlage 672, 690
 Feuerungsverordnung 592
 FI-Schalter *siehe* Fehlerstrom-Schutzeinrichtung
 Fitting *siehe* Pressverbinder
 FKM *siehe* Dichtelement
 Flächenheizung bzw. -kühlung
 Bodenfläche 442
 Deckenfläche 445
 Sonderaufbauten 452
 Trockenbau 450
 Wandfläche 444
 Flächentemperierung 425
 Produkte 1029
 Flüssiggas 748, 839
 -tank 750
 Fonterra
 Base 505
 Base Flat 12 497
 Industry 578
 Reno 542
 Side 12 Clip 12 565
 Tacker 524
 Top 12 571
 Förderleistung
 Umwälzpumpe 416
 Fördermöglichkeiten (Fonterra) 432
 Frostsichere Rohrüberdeckungen 800
 Fülldruck 421

G

Gasdruckregler 597, 599
 Gasfamilien 740
 Gasfeuerstätten 593
 Gas-Hausanschluss 811
 Bemessung 815

Gas-Installation

Abstimmung mit dem Netzbetreiber 602
 Bemessungsverfahren 592
 Berechnungsgrundlagen 593
 Kunststoffrohrleitungen 599
 Messverfahren 593
 Metallrohrleitungen 599
 Pressverbinder 618
 Schutzmaßnahmen 602
 Schutzziele 602
 Gaskugelhahn 996
 Gassteckdose 997
 Gasströmungswächter 812
 Bemessung von Leitungsanlagen 606
 Einbaulage 598
 Gasarmatur 998
 Geopress G 983
 lageabhängig 599
 lageunabhängig 599
 Prüfgrundlage 593
 Schließfaktor 598
 Strömungsrichtung 598
 Typen 598
 Gasversorgung 811
 Gaszählerkugelhahn 999
 Gebäudeenergiegesetz 430
 Gebäudelebenszyklus 7
 Gebäudezertifizierung 854
 Gefahrenwert *siehe* Legionellenkontamination
 Gefälle 372
 Geopress 979
 Geopress G 982
 Geopress K 974, 976
 Geothermie 841
 Geruchverschluss 1014
 -arten 376
 Gesundheitsämter 58
 Grabenlose Verlegung 798
 Grauwasser 393, 1002
 GUV-Regeln 390

H

Hauptabsperreinrichtung 801, 815
 Hausanschlussleitung 811
 Hausanschlussräume 786
 Hauseinführung 801, 813
 Heizen und Kühlen 437
 Heizkennlinie 419
 Heizkörper-Heizleistung 420

Heizkreislauf
 Bemessung 403
Heizkreisverteiler 488
 in Flächentemperiersystemen 404
Heizlast
 -berechnung 429
 -berechnungen 417
Heizlasten, spezifische
 von Gebäudetypen 416
Heizleistung 420
Heizsysteme
 Verfahren zur Berechnung 400
Heizungsanlagen
 Bauteile abstimmen 404
 Planung von Warmwasser-Heizungsanlagen 400
Heizungsleitungen
 Dämmung 422
 Verlegung im Fußbodenaufbau 422
Heizungswasser 668
 Anforderungen 414
 Beschaffenheit 414
 Demineralisierung 414
 VDI 2035 414
HNBR *siehe* Dichtelement
HOAI 17
Höhere thermische Belastbarkeit (HTB) 637, 741
HTB
 -Anforderung 594
 Funktion 594
 zulässige Bauteile 594
Hydraulischer Abgleich 404
 fachgerechter 404, 419
 falsch durchgeführter 419
 Flächentemperierung 490
 Methode 405
 mit Differenzdruckregler 405
 mit Regulierventil 405
 Zeitaufwand pro Ventil 405
Hydraulische Schaltungen 406
 Durchflussregelung 406
 Grundsaltungen 406
 Mischregelung 406
 Stellgrößen 406
Hydraulische Weiche 413
Hygiene 42, 440
Hygiene-Funktion 339

I

Industrierverteiler 488
Industry *siehe* Fonterra Industry
Inertgas 723, 726
Infektionsschutzgesetz 41
Informationsmanagement mit BIM 15
Inhalation 53
Installationswand 333
Integrale Planung *siehe* BIM
Integrierte Planungshinweise 22
Ionenaustauschverfahren 652
IP-Schutzarten 316

K

Kältemittel 751
Kanalgas 364, 377
Kesselformel 794
Kesselspeisewasser 657
KFR-Freistromventil 801
KFT-Freistromventil 802
Kohlendioxid 730
Komfortstufe 301
Kondenswasser 326
Konfiguratoren 1049
 Advantix-Konfigurator 1049
 Advantix Vario-Konfigurator 1050
 Betätigungsplatten-Konfigurator 1051
 Brandschutz-Konfigurator 1052
 Druckgefälle-Rechner 1053
 Prevista Dry Plus-Konfigurator 1055
Konvektion 441
Körperdusche 642
Körperschallübertragung 357
Korrosion
 Gas-Installationen 621
Korrosion, Vermeidung 421
Kraft-Wärme-Kopplung 665
Kreditanstalt für Wiederaufbau 433
Kugelhahn 986
Kühlschmierstoff 769
Kühlwasser 663–664
Kunststoffrohrleitungen
 absicherbaren Rohrlänge 599
 Gas-Installation 599
Kupfer 57

L

LABS 695
 Landesbauordnung 592
 Lebensmitteltechnik 725
 Lecksuche 756
 LEED 858
 Legionellen 49, 51
 -kontamination 48
 Leichtbauwand 333
 Leitung
 Ring 714
 Stich- 715
 Leitungszone 796
 LoC (Level of Coordination) 20
 LoGICaL-Schema 19
 LoG (Level of Geometry) 20
 Lol (Level of Information) 20
 LoIN (Level of Information Need) 20
 LoL (Level of Logistic) 20
 Luftschallübertragung 357
 Lüftung 332

M

Manipulationsschutz *siehe* TRGI-Manipulationsschutz
 Mantelrohr 801, 813
 Massivwand 333
 Maxiplex 972
 MBO 2016 352
 Medizinisches Gas 731
 Medizintechnik 725
 Megapress 944
 Megapress G 949
 Megapress S 946
 Membran-Druckausdehnungsgefäß 421
 Messverfahren
 Gas-Installation 593
 Metallrohrleitungen
 absicherbare Rohrlänge 599
 Gas-Installation 599
 Methan 742
 Mikrobiologische Parameter 47
 Grenzwerte 50
 Mikroorganismen
 Koloniezahl 51
 Lebensbedingungen 50
 Mindestfließdruck 805
 Mindest-Schließfaktor 593
 Mindestüberdeckung 797

Mischregelung

Beimischschaltung 406
 Einspritzschaltung 406

Mischregelungen

Wirkung 406

Modellentwicklungsmatrix 20

Modul 913

N

Nachhaltigkeitsstrategie 851

Nahwärme 667, 670, 845

Naturgas 745

NBR 633

Nickel 57

O

Obere Bettungsschicht 796

Öffentliche Sanitärräume 317

ÖI 763

ätherisch 767

Erd- 764

Heiz- 765

Mineral- 763

Silikon- 768

synthetisch 765

Online-Katalog 1058

Organisatorischer Brandschutz *siehe* Brandschutz

P

Parallelität

Heizkennlinie 419

PE-Hausanschlussleitung 801, 802

PE-HD 792

PE-RC 792

PE-X 792

Planungssoftware *siehe* Software

Pontiac-Fieber 53

Potenzialausgleich 314

Pressverbinder 926

Prestabo 938

Prevista Dry 897

Elemente 898

Montagezeit 338

Prevista Dry Plus 897, 910

Materialmengen-Kalkulation 915

Montagezeit 338

Prevista Dry-WC-Element 878

Prevista Pure 897, 916

Primärenergie 591

Probenahme 58, 287
 Probenahmeventil 988
 Produktdaten 1056
 Ausschreibungstext 1056
 Autodesk Revit Families 1056
 Autodesk Revit Templates 1056
 Datanorm 1056
 Datenaustauschformate 23
 GAEB-Datei 1056
 VDI 3805-Datensatz 1056
 Profipress 928
 Profipress G 931
 Profipress S 933
 Propan 633, 740, 742, 748, 751
 Prozess
 -wärme 665
 -wässer 646
 Prüfstopfen 801, 802
 Pseudomonaden 50
 Pseudomonas aeruginosa 50, 54
 PTFE *siehe* Dichtelement
 Pumpenauslegung
 herstellerspezifisch 418
 neutral 418
 Pumpenkennlinien
 Umwälzpumpe 416

Q

QNG 857

R

Raumakustik 357
 Raumbuch 274, 321
 Raumklima-Einflussgrößen 439
 Raumtemperatur 440
 Raumthermostat 1041
 Raxofix 970
 Regelstation 1043
 Regelung 1037
 Regelungsart 419
 Regelwerk
 für Gas-Installationen 593
 Regulierventil
 Differenzdruck 404
 Reihenanlage
 Urinal 312
 Waschtisch 313
 WC 311
 Reinheitsklasse 705, 732

Reno *siehe* Fonterra Reno
 R-Klassen 390
 Rohre 1030
 Fonterra-Rohre 1030
 MV-Rohr (Fonterra) 467
 PB-Rohr (Fonterra) 461
 PE-RT Rohr (Fonterra) 465
 PE-Xc Rohr (Fonterra) 463
 Rohr-in-Rohr-Verlegung 798
 Rohrleitungsführung 795
 Rohrleitungsraben 796
 Rohrleitungssysteme
 Kunststoff 966
 Metall 926
 Rohrleitungswiderstand 419
 Rohrnetzdimensionierung 401
 Druckgefälle 401
 Fließgeschwindigkeiten 401
 Rohrunterbrecher 380, 1008
 Rohwasser 647, 663
 Rost 389
 Rücklauftemperatur 404, 419
 Rücklaufverschraubung 419
 einstellbare 404
 Rückstauenebene 364
 Rückstauverschluss 391, 1001
 DIN EN 13564 366

S

Sanfix Fosta 968
 Sanitäranlage
 barrierefrei 374
 Sanitärraum
 barrierefrei 321
 Installationsbeispiel 325
 Sanpress 959
 Sanpress Inox 951
 Sanpress Inox G 957
 Sauerstoff 728
 SC-Contur 926, 966
 Schallpegel 358
 Schallschutz 357
 Schallübertragung 357
 Schiene 914
 Schließdurchfluss 598
 Schließfaktor *siehe* Gasströmungswächter
 Schlitz 302
 Schrägsitzventil 990
 Schutzbereiche 314

Schutzmaßnahmen nach TRGI
 aktive 596, 602
 Beispiele 602
 passive 596, 602
 Schwarzwasser 393, 1002
 Schweißtechnik 724
 Schwerkraft-Entwässerungssystem 365, 366
 SDR-Wert 794
 Seapress 962
 Sensor 890
 AquaVip 890
 Spülstation 881
 Sicherheitsventil
 Ansprechdruck 423
 Siphon-Sensortechnik 344, 1016
 Smartloop 965
 Software
 LINEAR SOLUTIONS 1046
 Viptool Assistant 1047
 Viptool Engineering 1045
 Viptool Master 1047
 Viptool Sales 1048
 Solaranlagen 436
 Solarthermie 666
 Sperrwasserhöhe 376
 Sprinkleranlagen 680
 Spülauslösung 919
 2-Mengen 339
 elektronisch 339, 342, 920
 extern 339
 Hygiene 339, 342
 manuell 339, 342, 920, 924
 verdeckt 342
 Spülstation 880
 Spültechnik
 Urinal 342
 WC 339
 Spülventil 883
 Standard Dimension Ratio 794
 Stand der Technik 45
 Stand von Wissenschaft und Technik 45
 Steilheit
 Heizkennlinie 419
 Stellantrieb 1042
 Stickstoff 729
 Strangregulierventil
 Verwendung 404
 Strangschema 366

Strömungsrichtung
 Gasströmungswächter 598
 Summenlinienverfahren 223

T

Tabellenverfahren
 Bemessung von Leitungsanlagen 604
 Beschreibung 604
 Tacker *siehe* Fonterra Tacker
 TAE
 Anforderung 594
 Funktion 594
 Technische Gase 723
 Technische Regeln Flüssiggas 839
 Technischer Maßnahmenwert *siehe* Mikrobiologische Parameter
 Temperatur
 -absenkung 234
 -verteilung 404
 Thermische Behaglichkeit 439
 Thermischer Komfort 438
 Thermostat *siehe* Elektronische Mischeinheit
 Thermostatventil 419
 Druckanstieg 404
 Öffnungspunkt 420
 Regeldifferenz 420
 voreingestellt 419
 voreinstellbares 404
 Top 12 *siehe* Fonterra Top 12
 TRGI-Manipulationsschutz 597
 Trinkwasser-Entnahmestelle 368
 Trinkwasser-Hausanschluss 801
 Trinkwasserverordnung 40
 Trinkwasserversorgung 800
 Typ M/Typ K *siehe* Gasströmungswächter

U

Übergang 1032
 Ultrafiltrationsmodul 264, 886
 Umkehrosmose 653
 Umlaufwasserheizer 414
 Umwälzpumpe 405, 415
 Auslegung 415
 Auswahl 415
 Energiebedarf 401
 Förderleistung 416
 Prinzipschaltbild 415
 Pumpenkennlinien 416
 Regelungsart 415

V

Umwälzpumpen
 elektronisch geregelte 415
 ungeregelte 415
 Umweltproduktdeklaration 860
 Unterputzventil 991
 Unterputzverlegung
 Gasleitungen 619
 Untersuchungsparameter 47
 UP-Spülkasten 916

V
 Vakuum 701
 VBNC-Zustand 50
 VDI 2035
 Heizungswasser 414
 VDI-Fachbuch
 Gebäudetechnik als Strukturgeber ... 14
 Gebäude. Technik.Digital. 14
 Integrale Planung der Gebäudetechnik 14
 Vereinfachtes Bemessungsverfahren 803
 Verkleidungsplatte 328, 905
 Verlegeplatte 1033
 Verschraubung 1032
 Verstellrohr 903
 Verteiler 1037
 Verteilerschrank 1038
 Verteilschaltung 408
 Viega World 867
 Viptool *siehe* Software
 Viptool Engineering
 Funktionen 402
 Volumenstrom 420
 Volumenstrombegrenzung 419
 Vordruck 421
 Vorfertigung 345
 Vorlauftemperatur 419
 Vorsorgeprinzip 93, 287
 Vorwandblock 916
 Bidet 917
 Waschtisch 918
 WC 916
 Vorwand-Element 898
 Bidet 899
 Einbautiefe 898
 Urinal 900
 Waschtisch 901
 WC 878, 904
 Vorwandtechnik 297
 Produkte 897

VP 305-1 593

W

W
 Wärmebedarf 399
 spezifischer 399, 419
 Wärmeerzeuger 399
 mit Brennwerttechnik 404
 Wärmeerzeugung
 Wirkungsgrad 404
 Wärmeleitfähigkeit 422
 Wärmeleitgruppen 422
 Wärmepumpen 434
 Wärmetransport 759
 Wärmeübertragung 404
 Wärmeverteilungen 422
 Wärmeverteilung 419
 Wasser
 -aufbereitung 647, 668
 -enthärtung 648
 Wassererwärmungsanlagen
 Bauteile abstimmen 404
 Wasserstoff 729
 Wasserverbrauch 804
 Wasserzähler 801
 WC-Element
 barrierefrei 325–332
 WC-Modul 910
 Webportale 1057
 Wirkungsgrad 434

Z

Z
 Zeitstandverhalten 793
 Zielwert *siehe* Legionellenkontamination
 Zirkulationspumpe
 Ergänzung mit Differenzdruckregler 405
 geregelte 405
 Zirkulationsregulierventil 490, 889, 994
 Z-Probe *siehe* Zufallsstichprobe
 Zufallsstichprobe 62
 Zugelassene Untersuchungsstelle 61
 Zulaufleistung 378
 Zündtemperatur
 von Erdgas 594

 **Viega GmbH & Co. KG**

Postfach 430/440
57428 Attendorn
Deutschland

Technische Beratung
Telefon +49 (0) 2722 61-1100
Telefax +49 (0) 2722 61-1101
service-technik@viega.de

Planungssoftware
Telefon +49 (0) 2722 61-1700
Telefax +49 (0) 2722 61-1701
service-software@viega.de

viega.de

Viega GmbH
Palmsdorf 102
4864 Attersee am Attersee
Österreich

Technische Beratung
Telefon +43 (0) 7667 21080-80
service-technik@viega.at
service-software@viega.at

viega.at

