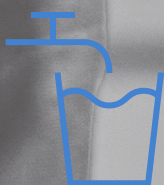


KOMPETENZBROSCHÜRE

TRINKWASSER- INSTALLATION

PLANUNG, AUSFÜHRUNG UND BETRIEB VON
TRINKWASSERINSTALLATIONEN

**KNOW
HOW**
INSTALLED



Haftungsausschluss

Sämtliche Angaben in diesem Werk, welche auf Normen, Verordnungen oder Regelwerken etc. beruhen, wurden intensiv recherchiert und mit größtmöglicher Sorgfalt zusammengestellt.

Eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität derartiger Informationen können wir jedoch nicht übernehmen. Eine Haftung für Schäden resultierend aus der Verwendung dieser Angaben schließt Geberit aus.

Urheberrechte

Geberit Vertriebs GmbH

Alle Rechte vorbehalten. Text, Bilder, Grafiken sowie deren Anordnung unterliegen dem Schutz des Urheberrechts.

VORWORT

Trinkwasserleitungen übernehmen eine vitale Aufgabe in Gebäuden und müssen komplexe Anforderungen an Sicherheit und Hygiene erfüllen.

Die vorliegende Dokumentation vermittelt auf Basis des gültigen Regelwerks das Know-how zu Planung, Installation und Betrieb von Trinkwasserleitungen innerhalb von Gebäuden.

Mit unserem technischen Wissen unterstützen wir dabei alle am Bau einer Leitungsanlage Beteiligten und geben mehr Sicherheit bei Planung, Ausführung und Betrieb.

The image shows two handwritten signatures in white ink on a blue background. The signature on the left is 'P. Reichert' and the signature on the right is 'T. Wegner'.

Peter Reichert

Leiter Competence Center
Haustechnik

Thomas Wegner

Produktmanager
Rohrleitungssysteme

INHALT

1	GRUNDLAGEN	7
2	PLANUNG UND AUSFÜHRUNG	45
3	BETRIEB	135

KAPITEL EINS

GRUNDLAGEN



1.1	GESETZLICHE GRUNDLAGEN	9
1.1.1	Trinkwasserverordnung	10
1.1.2	Anzeige- und Untersuchungspflichten	14
1.2	TRWI TECHNISCHE REGELN TRINKWASSERINSTALLATION	15
1.2.1	DIN EN 1717 und DIN 1988-100	17
1.2.2	DIN EN 806-2 und DIN 1988-200	17
1.2.3	DIN EN 806-3 und DIN 1988-300	17
1.2.4	DIN EN 806-4	18
1.2.5	DIN EN 806-5	18
1.2.6	Weitere Regelwerke	18
1.2.7	Begriffe und Symbole	19
1.2.8	Leitungstypen	21
1.3	BESTIMMUNGSGEMÄSSER BETRIEB	22
1.3.1	Regelmäßiger Wasseraustausch nach spätestens 7 bzw. 3 Tagen	22
1.3.2	Kalt- und Warmwassertemperatur	23
1.3.3	Regelmäßige Funktionsprüfung und Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen	23
1.3.4	Voraussetzungen für einen bestimmungsgemäßen Betrieb	23
1.4	SYSTEMGRENZE ZWISCHEN WASSERVERSORGUNGSGESAMTHEIT UND KUNDENANLAGE	24
1.4.1	Systemgrenze bei öffentlicher Wasserversorgung	24
1.4.2	Systemgrenze bei Eigenwasserversorgung	25
1.5	STRÖMUNGSTECHNISCHE GRUNDLAGEN	26
1.5.1	Kontinuitätsgleichung	26
1.5.2	Bernoulli'sche Energiegleichung für den stationären Fall bei reibungsfreier Strömung inkompressibler Medien	27
1.5.3	Bernoulli'sche Energiegleichung mit Verlustglied	28
1.5.4	Strömungsformen	29
1.5.5	Druckverluste	30

1.6	MATERIALIEN UND WERKSTOFFE	34
1.6.1	Geberit Mapress Edelstahl	35
1.6.2	Geberit Mapress Kupfer	36
1.6.3	Geberit FlowFit	36
1.6.4	Geberit PushFit	37
1.6.5	Geberit Mepla	37
1.6.6	Planung und Montage	37
1.6.7	Werkstoffkombinationen oder Fließregel	38
1.7	SCHUTZ VOR SCHMUTZEINTRAG	39
1.8	FORSCHUNG ZU LEGIONELLEN	40
1.8.1	Einflussfaktoren für Legionellenwachstum	40
1.8.2	Ermittlung der Verdoppelungszeiten verschiedener Legionellenstämme in Abhängigkeit der Temperatur	40
1.8.3	Allgemeine Wachstumsfunktion von Bakterien	42
1.8.4	Temperaturabhängiges Wasseraustauschintervall	43

1.1 GESETZLICHE GRUNDLAGEN

„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.“

[Definition Trinkwasser gemäß § 37 Absatz 1 IfSG]

Die gesetzliche Grundlage zur Sicherung und Überwachung der Qualität des Trinkwassers ist das Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutz-Gesetz, IfSG).

Neben der Definition von Trinkwasser beinhaltet § 37 in Absatz 3 die Regel, dass die Einhaltung dieser Anforderungen in Wassergewinnungs- und Wasserversorgungsanlagen der Überwachung durch die Gesundheitsämter unterliegt. Die Überwachung der Trinkwasserqualität obliegt somit den Bundesländern und ihren nachgeordneten Behörden.

Auf Grund der Verordnungsermächtigung gemäß § 38 IfSG hat das Bundesministerium für Gesundheit mit Zustimmung des Bundesrates die Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung - TrinkwV) erlassen.

Die Trinkwasserverordnung mit Ausgabedatum 23. Juni 2023 ist am Folgetag ihrer Veröffentlichung am 24. Juni 2023 in Kraft getreten. Sie ist die Umsetzung der Richtlinie (EU) 2020/2184 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2020 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch und der Richtlinie 2013/51 Euratom des Rates vom 22. Oktober 2013 zur Festlegung von Anforderungen an den Schutz der Gesundheit der Bevölkerung hinsichtlich radioaktiver Stoffe im Wasser für den menschlichen Gebrauch.

Das Über- bzw. Unterordnungsverhältnis der verschiedenen Rechtsnormen ist in der Normenhierarchie nach folgender Abbildung dargestellt.

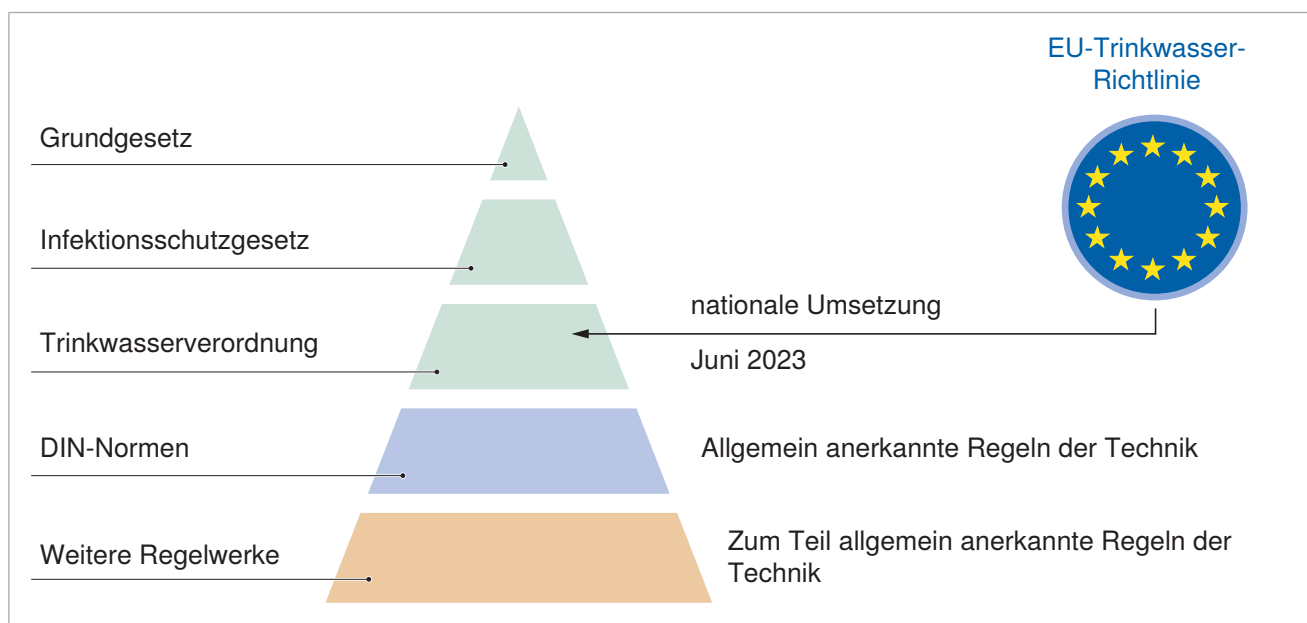


Abbildung 1: Normenhierarchie Deutschland im Sektor Trinkwasser

1.1.1 Trinkwasserverordnung

Die am 24.06.2023 in Kraft getretene Trinkwasserverordnung wurde neu strukturiert.

Tabelle 1: Neue Struktur der Trinkwasserverordnung 2023

Abschnitt	Titel	§
1	Allgemeine Vorschriften	1–4
2	Beschaffenheit des Trinkwassers	5–10
3	Anzeigepflichten in Bezug auf Wasserversorgungsanlagen und Nichttrinkwasseranlagen	11, 12
4	Anforderungen an Wasserversorgungsanlagen	13–17
5	Aufbereitung	18–26
6	Untersuchungspflichten des Betreibers	27–33
7	Risikobasierter Ansatz	34–38
8	Zugelassene Untersuchungsstellen	39, 40
9	Durchführung von Trinkwasseruntersuchungen	41–44
10	Regelmäßige Information der Anschlussnehmer und Verbraucher	45, 46
11	Pflichten des Betreibers bei der Nichteinhaltung von Grenzwerten oder Höchstwerten, bei der Nichterfüllung von Anforderungen und bei außergewöhnlichen Vorkommnissen; Verbote	47–52
12	Pflichten der zugelassenen Untersuchungsstelle	53
13	Überwachung	54–60
14	Gefahrenvorsorge und Gefahrenabwehr	61–68
15	Berichtswesen	69, 70
16	Straftaten und Ordnungswidrigkeiten	71, 72
Anlage 1	Mikrobiologische Parameter	–
Anlage 2	Chemische Parameter	–
Anlage 3	Indikatorparameter	–
Anlage 4	Anforderungen an Trinkwasser in Bezug auf radioaktive Stoffe	–
Anlage 5	Betriebsparameter Trübung	–
Anlage 6	Untersuchungshäufigkeit	–
Anlage 7	Spezifikationen für die Untersuchung der Parameter	–

Begriffsbestimmungen

In § 2 der TrinkwV 2023 sind wichtige Begriffe definiert:

Trinkwasser (§ 2 Ziffer 1 TrinkwV)

Trinkwasser ist Wasser für den menschlichen Gebrauch, das im ursprünglichen Zustand oder nach Aufbereitung, ungeachtet seines Aggregatzustands und ungeachtet dessen, ob es auf Leitungswegen, durch Wassertransport-Fahrzeuge, aus Trinkwasserspeichern, auf Meeresbauwerken oder an Bord von Land-, Wasser- oder Luftfahrzeugen oder in verschlossenen Behältnissen bereitgestellt wird und

- für folgende Zwecke bestimmt ist:
 - zum Trinken
 - zum Kochen sowie zur Zubereitung von Speisen und Getränken
 - zur Körperpflege und -reinigung
 - zur Reinigung von Gegenständen, die bestimmungsgemäss mit Lebensmitteln in Berührung kommen
 - zur Reinigung von Gegenständen, die bestimmungsgemäss nicht nur vorübergehend mit dem menschlichen Körper in Kontakt kommen, oder
 - zu sonstigen in Bezug auf die menschliche Gesundheit relevanten häuslichen Zwecken oder
- in Lebensmittelunternehmen verwendet wird zur Herstellung, Behandlung, Konservierung oder zum Inverkehrbringen von Erzeugnissen oder Substanzen, die für den menschlichen Gebrauch bestimmt sind

Wasserversorgungsanlagen (§ 2 Ziffer 2 TrinkwV)

- **Zentrale Wasserversorgungsanlagen**
Anlagen einschliesslich dazugehöriger Wassergewinnungsanlagen und eines dazugehörigen Leitungsnetzes, aus denen pro Tag mindestens 10 Kubikmeter Trinkwasser entnommen oder auf festen Leitungswegen an Zwischenabnehmer geliefert werden oder aus denen auf festen Leitungswegen Trinkwasser an mindestens 50 Personen abgegeben wird
- **Dezentrale Wasserversorgungsanlagen**
Anlagen einschliesslich dazugehöriger Wassergewinnungsanlagen und eines dazugehörigen Leitungsnetzes, aus denen pro Tag weniger als 10 Kubikmeter Trinkwasser entnommen oder im Rahmen einer gewerblichen oder öffentlichen Tätigkeit genutzt werden, ohne dass eine zentrale Wasserversorgungsanlage oder eine Eigenwasserversorgungsanlage vorliegt
- **Eigenwasserversorgungsanlagen**
Anlagen einschliesslich dazugehöriger Wassergewinnungsanlagen und einer dazugehörigen Trinkwasserinstallation, aus denen pro Tag weniger als 10 Kubikmeter Trinkwasser zur eigenen Nutzung entnommen werden
- **Mobile Wasserversorgungsanlagen**
Bewegliche Anlagen, aus denen Trinkwasser entnommen wird einschliesslich Anlagen an Bord von Land-, Wasser- und Luftfahrzeugen sowie Anlagen, aus denen auf Meeresbauwerken Trinkwasser entnommen wird, jeweils einschliesslich der Trinkwasserinstallation und etwaiger Wassergewinnungsanlagen
- **Gebäudewasserversorgungsanlagen**
Anlagen, aus denen aus einer zentralen Wasserversorgungsanlage oder einer dezentralen Wasserversorgungsanlage übernommenes Trinkwasser über eine Trinkwasserinstallation an Verbraucher abgegeben wird
- **Zeitweilige Wasserversorgungsanlagen**
Anlagen, aus denen Trinkwasser entnommen oder an Verbraucher abgegeben wird und die
 - zeitweise betrieben werden, einschliesslich einer dazugehörigen Wassergewinnungsanlage und einer dazugehörigen Trinkwasserinstallation, oder
 - zeitweise an eine zentrale Wasserversorgungsanlage, eine dezentrale Wasserversorgungsanlage, mobile Wasserversorgungsanlage oder eine Gebäudewasserversorgungsanlage angeschlossen sind

Trinkwasserinstallation (§ 2 Ziffer 4 TrinkwV)

Eine Trinkwasserinstallation umfasst sämtliche Trinkwasserleitungen, Trinkwasserspeicher, Apparate und Armaturen einer Wasserversorgungsanlage, die sich befinden zwischen den Entnahmestellen für Trinkwasser und

- der Stelle, ab der das durch diese Wasserversorgungsanlage gewonnene Trinkwasser oder, sofern eine Aufbereitung erfolgt, ab der das aufbereitete Trinkwasser zu den Entnahmestellen für Trinkwasser weitergeleitet wird, oder
- der Stelle, an der das Trinkwasser aus einer anderen Wasserversorgungsanlage übernommen wird

Betreiber (§ 2 Ziffer 3 TrinkwV)

Betreiber ist ein Unternehmer oder sonstiger Inhaber einer Wasserversorgungsanlage.

Aufbereitungsstoffe (§ 2 Ziffer 7 TrinkwV)

Aufbereitungsstoffe sind Stoffe und Filtermedien, die dazu bestimmt sind, die Beschaffenheit des Rohwassers oder des Trinkwassers zu den in § 18 genannten Aufbereitungszwecken zu beeinflussen.

Nichttrinkwasseranlage (§ 2 Ziffer 10 TrinkwV)

Eine Nichttrinkwasseranlage ist eine Anlage, die zusätzlich zu einer Trinkwasserinstallation installiert ist und

- zur Entnahme von Wasser dient, das nicht für in Nummer 1 genannte Zwecke (Trinkwasser) bestimmt ist, oder
- in der Wasser, das nicht für in Nummer 1 genannte Zwecke (Trinkwasser) bestimmt ist, im Kreislauf geführt wird

Gewerbliche Tätigkeit (§ 2 Ziffer 8 TrinkwV)

Eine gewerbliche Tätigkeit ist die unmittelbare oder mittelbare, zielgerichtete Bereitstellung von Trinkwasser im Rahmen einer Vermietung oder einer sonstigen selbständigen, regelmässigen und in Gewinnerzielungsabsicht ausgeübten Tätigkeit.

Öffentliche Tätigkeit (§ 2 Ziffer 9 TrinkwV)

Eine öffentliche Tätigkeit ist die Bereitstellung von Trinkwasser für einen unbestimmten, wechselnden und nicht durch persönliche Beziehungen mit der bereitstellenden Person verbundenen Personenkreis.

Erläuterung zu öffentlicher und gewerblicher Tätigkeit:

Eine **öffentliche** Tätigkeit liegt bei der Bereitstellung von Trinkwasser z. B. in folgenden Einrichtungen vor:

- Krankenhäuser, Entbindungseinrichtungen
- Altenheime
- Schulen, Kindertagesstätten
- Jugendherbergen
- Gemeinschaftsunterkünfte wie Behinderten-, Kinder-, Obdachlosen- und Asylbewerberheime
- Justizvollzugsanstalten
- Vorsorge- und Rehabilitationseinrichtungen
- Bahnhöfe, Flughäfen und Häfen

Hauptkennzeichen der **gewerblichen** Tätigkeit ist das Bezahlen eines Entgelts aus dieser Tätigkeit heraus. Die wirtschaftliche Tätigkeit muss erkennbar auf Dauer angelegt sein.

Ein Beispiel für eine ausschliesslich **gewerbliche** Tätigkeit stellt die Vermietung von Wohnraum und Arbeitsstätten dar. In den gemieteten Räumen kann eine sowohl öffentliche als auch gewerbliche Tätigkeit erfolgen. In diesen **Mischformen von öffentlicher und gewerblicher Tätigkeit** treffen dann beide Kriterien zu. Ausschlaggebend ist dann das „weitergehende“ Kriterium der öffentlichen Tätigkeit.

Beispiele für Mischformen:

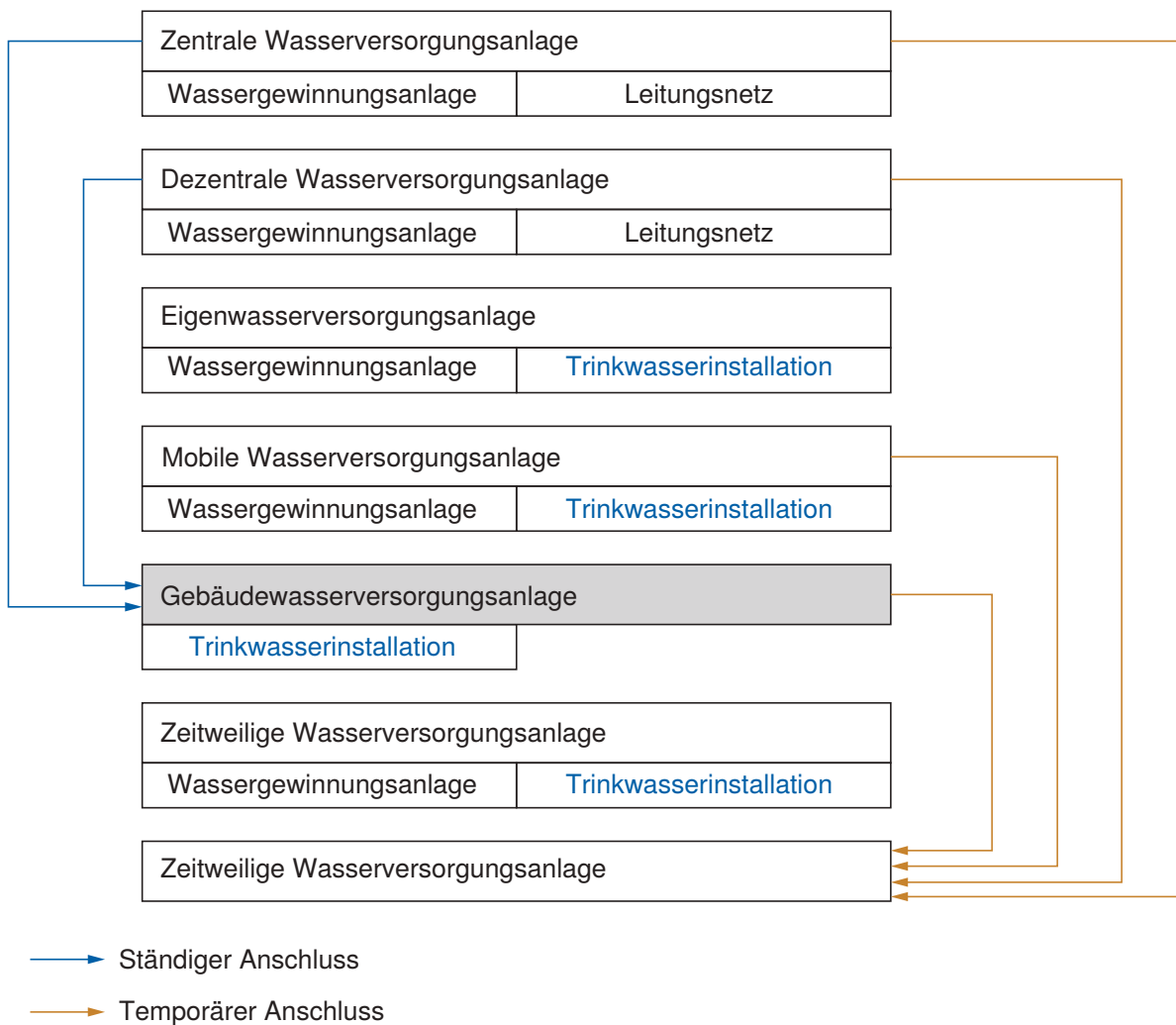
- Krankenhäuser, Altenheime und Pflegeeinrichtungen in privater Trägerschaft mit Gewinnerzielungsabsicht
- Hotels und Gaststätten
- Kommerzielle Sportstätten, Sportanlagen von Sportvereinen (z. B. Tennisclubanlagen, Golfanlagen)

Weder eine gewerbliche noch eine öffentliche Tätigkeit besteht bei Wohnungseigentümergeinschaften, wenn alle Wohnungen von den jeweiligen Eigentümern selbst bewohnt werden.

Übersicht Wasserversorgungsanlagen

Die in § 2 Ziffer 2 Buchstabe e) neu gefasste Gebäudewasserversorgungsanlage benennt die Aufgabenstellung „Trinkwasserinstallation in Gebäuden“.

Wasserversorgungsanlagen und Trinkwasserinstallation nach § 2 Ziffer 2 TrinkwV lassen sich in folgendem Schema zusammenfassen:



1.1.2 Anzeige- und Untersuchungspflichten

Anzeigepflichten

Für den Betreiber einer Gebäudewasserversorgungsanlage bestehen Anzeigepflichten beim zuständigen Gesundheitsamt, wenn die Trinkwasserbereitstellung im Rahmen einer öffentlichen Tätigkeit erfolgt (§ 11 TrinkwV).

Tabelle 2: Anzeigepflichten für Gebäudewasserversorgungsanlagen bei öffentlicher Tätigkeit

Maßnahme	Fristen
Errichtung der Wasserversorgungsanlage	Spätestens 4 Wochen vor Beginn der Maßnahme
Inbetriebnahme / Wiederinbetriebnahme der Wasserversorgungsanlage	
Bauliche oder betriebstechnische Veränderung an Trinkwasser führenden Teilen der Wasserversorgungsanlage, wenn diese Veränderung wesentliche Auswirkungen auf die Beschaffenheit des Trinkwassers haben kann	
Übergang des Eigentums oder des Nutzungsrechts an der Wasserversorgungsanlage auf eine andere Person	Spätestens 4 Wochen vor dem Übergang
Stilllegung der Wasserversorgungsanlage oder von Teilen der Wasserversorgungsanlage	Innerhalb von 3 Tagen nach der Stilllegung

Untersuchungspflichten in Bezug auf Legionella spec.

Der Betreiber einer Gebäudewasserversorgungsanlage hat das Trinkwasser, sofern es im Rahmen einer gewerblichen oder öffentlichen Tätigkeit abgegeben wird, durch eine systemische Untersuchung auf den Parameter Legionella spec. untersuchen zu lassen (§ 31 TrinkwV), wenn

- sich in der Wasserversorgungsanlage eine Anlage zur Trinkwassererwärmung befindet mit
 - einem Speicher-Trinkwassererwärmer oder einem zentralen Durchfluss-Trinkwassererwärmer, jeweils mit einem Inhalt von mehr als 400 Litern, oder
 - einem Inhalt von mehr als 3 Litern in mindestens einer Trinkwasserleitung zwischen dem Abgang des Trinkwassererwärmers und der Entnahmestelle für Trinkwasser, wobei der Inhalt einer Zirkulationsleitung nicht berücksichtigt wird,
- sich in der Wasserversorgungsanlage Duschen oder andere Einrichtungen befinden, in denen es zu einer Vernebelung des Trinkwassers kommt, und
- die Wasserversorgungsanlage sich nicht in einem Ein- oder Zweifamilienhaus befindet.

Die Untersuchungen sind in folgender Häufigkeit durchzuführen:

- mindestens alle 3 Jahre, wenn das Trinkwasser im Rahmen einer gewerblichen, nicht aber einer öffentlichen Tätigkeit abgegeben wird,
- im Übrigen mindestens einmal jährlich, sofern nicht das Gesundheitsamt ein anderes Untersuchungsintervall festlegt.

Bei einer neu in Betrieb genommenen Gebäudewasserversorgungsanlage ist die erste Untersuchung auf den Parameter Legionella spec. innerhalb von 3–12 Monaten nach der Inbetriebnahme durchzuführen.

Bei der Feststellung von Untersuchungspflichten ist zu beachten, dass sich für den Betreiber eine Untersuchungspflicht auch aus anderen Rechtsbereichen ergeben kann (z. B. Verkehrssicherungspflicht, Arbeitsschutz, Arbeitsstättenverordnung, Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO)).

1.2 TRWI TECHNISCHE REGELN TRINKWASSERINSTALLATION

Ein wesentlicher Kernpunkt der deutschen Trinkwasserverordnung ist ihr Bezug zu den allgemein anerkannten Regeln der Technik (a.a.R.d.T.).

Die allgemein anerkannten Regeln der Technik umfassen das Gesamtwerk internationaler (z. B. CEN, ISO) und nationaler (z. B. DIN, DVGW) Regelsetzer zur fachgerechten Gewinnung, Aufbereitung und Verteilung von Trinkwasser, das im Trinkwassersektor allgemein akzeptiert und verwendet wird.

Wenn der Anwender diese detaillierten technischen Vorschriften und Hinweise beachtet, stellt er sicher, dass das den Kunden erreichende Trinkwasser den Vorschriften der Trinkwasserverordnung genügt.

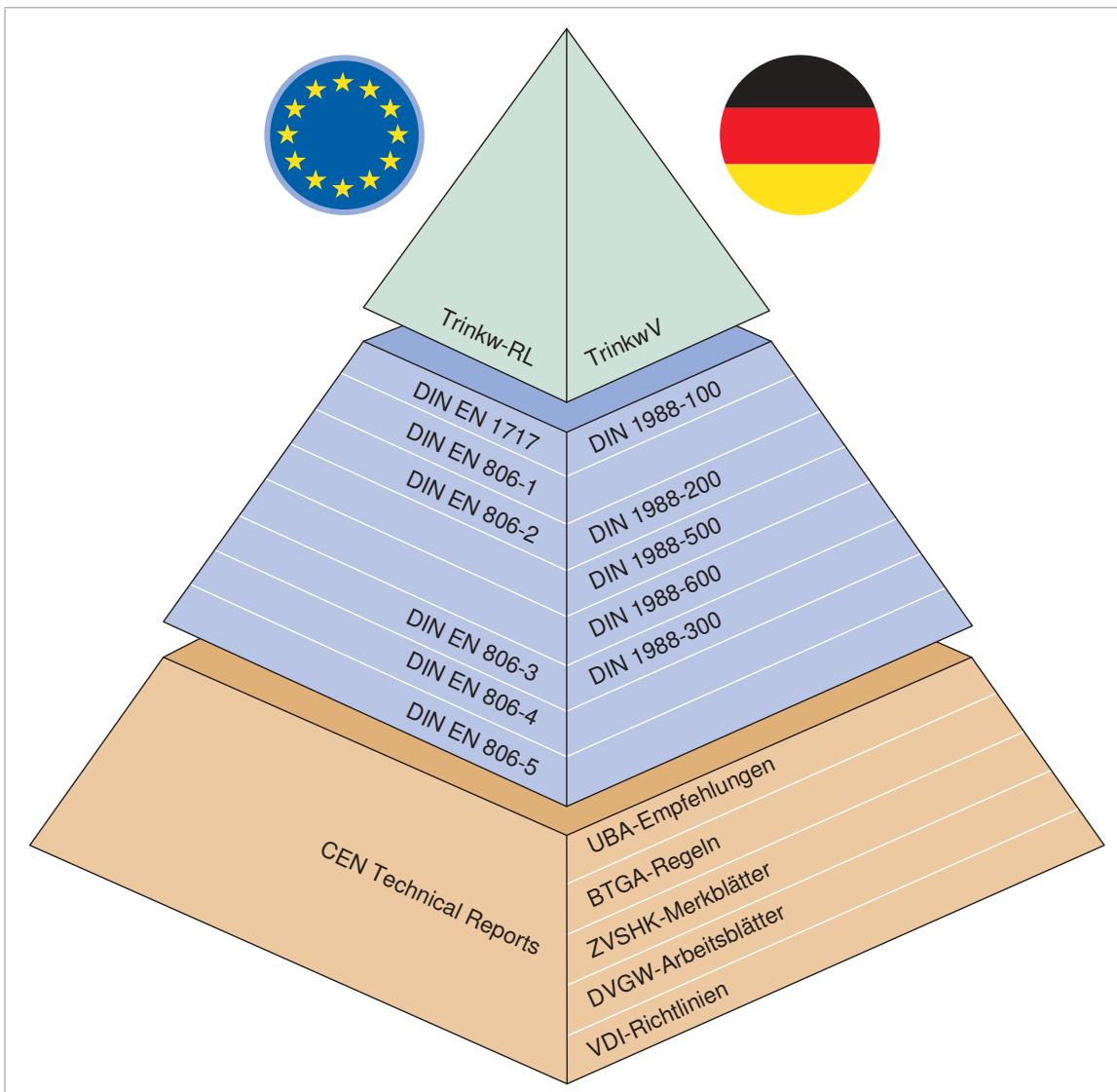


Abbildung 2: Zusammenspiel europäischer und nationaler Regelwerke

Trinkw-RL Richtlinie (EU) 2020/2184 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch

TrinkwV Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung)

Das normative Fundament von Trinkwasserinstallationen innerhalb von Gebäuden bilden die europäischen Regelwerke DIN EN 806 und DIN EN 1717. Sie formulieren einen Mindeststandard in Europa und stellen somit den größten gemeinsamen europäischen Nenner dar. Da die europäischen Arbeitsergebnisse nicht in allen Teilen die für die deutschen Anwenderkreise erforderliche Normungstiefe erreichen, sind teilweise deutsche Ergänzungsnormen erforderlich.

Tabelle 3: Europäische DIN EN- und nationale DIN-Normen zur Trinkwasserinstallation innerhalb von Gebäuden

Europäische Norm		Nationale Ergänzungsnorm	
DIN EN	Technische Regeln für die Trinkwasserinstallation	DIN	Technische Regeln für die Trinkwasserinstallation
806-1 ¹⁾	Allgemeines	—	—
806-2	Planung	1988-200	Planung, Bauteile, Apparate, Werkstoffe
806-3	Berechnung der Rohrrinnendurchmesser, Vereinfachtes Verfahren	1988-300	Ermittlung der Rohrdurchmesser
806-4 ¹⁾	Installation	—	—
806-5 ¹⁾	Betrieb und Wartung	—	—
—		1988-500	Druckerhöhungsanlagen mit drehzahlgeregelten Pumpen
		1988-600	Trinkwasserinstallationen in Verbindung mit Feuerlösch- und Brandschutzanlagen
1717	Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen in Trinkwasserinstallationen und allgemeine Anforderungen an Sicherungseinrichtungen zur Verhütung von Trinkwasserverunreinigungen durch Rückfließen	1988-100	Schutz des Trinkwassers, Erhaltung der Trinkwassergüte

— Kein entsprechendes Dokument vorhanden

1) Keine nationale Ergänzungsnorm erforderlich

Nationale Ergänzungsnormen dienen vor allem folgenden Zwecken:

- Sie enthalten weiterführende Festlegungen
- Sie beschränken den Anwendungsbereich der europäischen Norm

So gilt beispielsweise für die Planung von Trinkwasserinstallationen, dass der Anwender die grundsätzlichen Festlegungen in DIN EN 806-2 findet und die weiterführenden nationalen Festlegungen in DIN 1988-200. Es müssen somit beide Regelwerke beachtet werden.

Bei der Dimensionierung von Trinkwasserleitungen beschränkt DIN 1988-300 den Anwendungsbereich der europäischen Grundlagennorm DIN EN 806-3. So können lediglich Trinkwasserinstallationen in Wohngebäuden mit max. 6 Wohnungen nach DIN EN 806-3 dimensioniert werden.

Keine nationale Ergänzungsnorm gibt es in Fällen, in denen das europäische Regelwerk hinreichende Festlegungen bietet. Beispielsweise gilt für die Installation das europäische Regelwerk DIN EN 806-4, für das es keine nationale Ergänzungsnorm gibt.

1.2.1 DIN EN 1717 und DIN 1988-100

DIN EN 1717 und die nationale Ergänzungsnorm DIN 1988-100 legen die Anforderungen an den Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen in Trinkwasserinstallationen sowie an Sicherungseinrichtungen zur Verhütung von Trinkwasserverunreinigungen durch rückfließendes Wasser fest. DIN 1988-100 ergänzt DIN EN 1717 und trifft zusätzliche Regelungen für die Planung und Ausführung von Trinkwasserinstallationen unter Berücksichtigung des deutschen technischen Regelwerks. Eine wesentliche Voraussetzung für den dauerhaft hygienisch einwandfreien Betrieb von Trinkwasserinstallationen ist die Planung und Umsetzung einer ausreichenden Absicherung gegen Rücksaugen oder Rückdrücken von „Nicht-Trinkwasser“ zurück in die Trinkwasserinstallation.

1.2.2 DIN EN 806-2 und DIN 1988-200

Als europäischer Mindeststandard ist die Planung von Trinkwasserinstallationen in DIN EN 806-2 „Technische Regeln für Trinkwasserinstallationen – Teil 2: Planung“ geregelt. Diese europäische Norm gilt in Verbindung mit DIN EN 806-1 und DIN EN 806-3. DIN EN 806-2 beschreibt die Anforderungen an die Planung von Trinkwasserinstallationen innerhalb von Gebäuden und für Leitungsteile außerhalb von Gebäuden, aber innerhalb von Grundstücken (siehe DIN EN 806-1) und ist anwendbar für Neuinstallationen, Umbau und Reparaturen.

DIN 1988-200 ist die nationale Ergänzungsnorm zu DIN EN 806-2. Sie gilt in Ergänzung für die Planung von Trinkwasserinstallationen, Installation Typ A (geschlossenes System) in Gebäuden und auf Grundstücken. Sie benennt die Planungsgrundsätze und die für die Errichtung der Anlagen geeigneten Bauteile, Apparate und Werkstoffe. Sie trifft zusätzliche Festlegungen zur Berücksichtigung nationaler Gesetze, Verordnungen und des deutschen technischen Regelwerks.

1.2.3 DIN EN 806-3 und DIN 1988-300

Als Europäischer Mindeststandard ist die Dimensionierung von Trinkwasserinstallationen in DIN EN 806-3 „Berechnung der Rohrrinnendurchmesser – Vereinfachtes Verfahren“ geregelt. Diese Europäische Norm gilt in Verbindung mit DIN EN 806-1 und DIN EN 806-2 für Trinkwasserinstallationen innerhalb von Gebäuden und auf Grundstücken.

DIN EN 806-3 beschreibt ein vereinfachtes Berechnungsverfahren, welches ausschließlich für „Normalinstallationen“ verwendet werden darf. Es handelt sich hierbei um ein Belastungswertverfahren, bei dem die Rohrdurchmesser in Abhängigkeit der Anzahl der installierten Entnahmestellen und Sanitärapparate mithilfe von Tabellen ermittelt werden. Die tatsächlichen Druckverhältnisse vor Ort und weitere wichtige Parameter wie geodätische Höhe, Druckverlust in Apparaten und Mindestfließdruck der Entnahmearmaturen werden hierbei nicht berücksichtigt. Da der pauschalierte Berechnungsansatz der DIN EN 806-3 häufig nicht zu einer bedarfsgerechten Dimensionierung der Rohrleitungen führt, findet DIN EN 806-3 in der deutschen Fachwelt keine Anerkennung. Sie besitzt demnach nicht den Status einer allgemein anerkannten Regel der Technik.

Da DIN EN 806-3 die für deutsche Anwenderkreise erforderliche Normungstiefe und Akzeptanz nicht erreicht, wird sie durch DIN 1988-300 ergänzt. DIN 1988-300 beschränkt den Anwendungsbereich von DIN EN 806-3. Danach dürfen lediglich die Rohrdurchmesser für Kalt- und Warmwasserverbrauchsleitungen in Wohngebäuden mit bis zu 6 Wohnungen nach DIN EN 806-3 bestimmt werden, sofern der Versorgungsdruck ausreicht und die Hygiene sichergestellt ist. Alle anderen Trinkwasserinstallationen müssen nach differenzierten Berechnungsverfahren dimensioniert werden.

DIN 1988-300 „Ermittlung der Rohrdurchmesser“ wurde vom Arbeitsausschuss NA 119-04-07 AA „Häusliche Wasserversorgung“ im Normenausschuss Wasserwesen (NAW) erarbeitet. In DIN 1988-300 wurde der etablierte Kern der differenzierten Berechnungsgänge für die Ermittlung der Rohrdurchmesser für Trinkwasserleitungen übernommen, mit denen Planer und Ausführende in der Praxis über mehr als 2 Jahrzehnte im Rahmen von DIN 1988-3:1988-12 gute Erfahrungen gemacht haben.

Die wesentlichen Änderungen in der letzten Überarbeitung von DIN 1988-300 sind:

- Anpassung der Berechnungs- und Spitzendurchflüsse auf die heutigen Gegebenheiten
- Einführung von Nutzungseinheiten zur besseren Erfassung der Spitzenbelastungen am Strangende
- Berücksichtigung herstellerepezifischer Daten
- Berechnungsstartpunkt nach dem Wasserzähler
- Berücksichtigung der Temperaturabhängigkeit
- Modifiziertes Berechnungsverfahren für Zirkulationssystemen

DIN 1988-300 gilt in Verbindung mit den Reihen DIN 1988 und DIN EN 806 für Planung, Errichtung, Änderung, Instandhaltung und Betrieb von Trinkwasserinstallationen in Gebäuden und auf Grundstücken. Sie dient zur Ermittlung der Rohrdurchmesser für die Trinkwasserleitungen sowie zur Bestimmung der Bauteilgrößen (Zirkulationsleitungen, Pumpe, Drosselventile) für ein Zirkulationssystem. Ziel der Bemessung der Trinkwasserleitungen ist, bei Spitzenbelastung des Systems den Mindestdurchfluss an allen Entnahmestellen mit den kleinstmöglichen Innendurchmessern sicherzustellen.

1.2.4 DIN EN 806-4

Die Ausführung von Trinkwasserinstallationen ist in der europäischen Norm DIN EN 806-4 „Installation“ geregelt. Im Gegensatz zur Planung und Dimensionierung ist für diese Norm keine nationale Ergänzung vorhanden.

Folgende Grundlagen werden behandelt:

- Kombination verschiedener Werkstoffe
- Inbetriebnahme
- Desinfektion
- Werkstoffspezifikationen für Rohrleitungssysteme, Verbindungsverfahren und Installation von Rohrleitungen aus unterschiedlichen Werkstoffen
- Berechnung und Kompensation von Wärmewirkungen auf Rohrleitungen

1.2.5 DIN EN 806-5

Der Betrieb einer Trinkwasserinstallation ist in der europäischen Norm DIN EN 806-5 „Betrieb und Wartung“ geregelt. Für diese Norm ist ebenfalls keine nationale Ergänzung erforderlich.

Folgende Grundlagen werden behandelt:

- Betrieb
- Dokumentation
- Betriebsunterbrechungen und Außerbetriebnahme
- Wiederinbetriebnahme
- Schäden und Störungen (z. B. durch Veränderung der Wasserqualität)
- Sanierung
- Zugänglichkeit von Anlagenteilen
- Häufigkeit für die Inspektion und Wartung von Bauteilen für Trinkwasserinstallationen
- Inspektions- und Wartungsverfahren

1.2.6 Weitere Regelwerke

Neben den einschlägigen europäischen und nationalen Normen gibt es weitere Regelwerke und Publikationen, die ebenfalls bei Planung, Ausführung und Betrieb von Trinkwasserinstallationen Anwendung finden können, hier aber nicht explizit erwähnt werden. Es handelt sich insbesondere um Merk- und Arbeitsblätter, aber auch um Richtlinien von Fachorganisationen und -verbänden, z. B.:

- DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches)
- BTGA (Bundesindustrieverband Technische Gebäudeausrüstung e. V.)
- ZVSHK (Zentralverband Sanitär Heizung Klima)
- VDI (Verein Deutscher Ingenieure)

1.2.7 Begriffe und Symbole

Für Trinkwasserinstallationen sind die Begriffe und Symbole nach DIN EN 806-1 zu verwenden.

Tabelle 4: Gebräuchlichste graphische Symbole für Trinkwasserinstallationen gemäß DIN EN 806-1

	Nr.	Bauteil	Graphisches Symbol	Bemerkung
Wasserleitungen	1	Wasserleitung		Der Stern wird ersetzt, z. B. durch - PWC (Trinkwasserleitung, kalt) - PWH (Trinkwasserleitung, warm) - PWH-C (Trinkwasserleitung, warm, Zirkulation) - TI (Wärmedämmung)
	1a	Trinkwasserleitung, warm, DN 50, mit Wärmedämmung		
	2	Leitungskreuz		Keine Verbindung zwischen beiden Leitungen
	3	Abzweig		
	4	Übergang im Systemdruck von z. B. 1,0 MPa auf 0,6 MPa		Gleiches gilt auch für Nennweiten- und Werkstoffwechsel
	5	Isolierstück		Zur elektrischen Trennung
	6	Dehnungsbogen		
	7	Leitungsfestpunkt		
Rohrverbindungen	8	Leitungsbefestigung mit Gleitführung		
	9	Gewindeverbindung		
	10	Flanschverbindung		
Absperr- und Drosselarmaturen	11	Andere Rohrverbindung		Der Stern wird ersetzt, z. B. durch - PF (Steckverbindung) - CR (Pressfittingverbindung) ...
	12	Absperrarmatur allgemein		
	13	Eckventil		
	14	Dreiwegeventil als Mischventil		
	15	Geradsitzventil		
	16	Kugelhahn		
	17	Kolbenschieber, -ventil		
	18	Freistromventil, Schieber		
	19	Druckminderer		Druckreduzierventil
	20	Anschlussvorrichtung		Z. B. Anbohrschelle seitlich
	21	Ventilanbohrschelle		Von oben

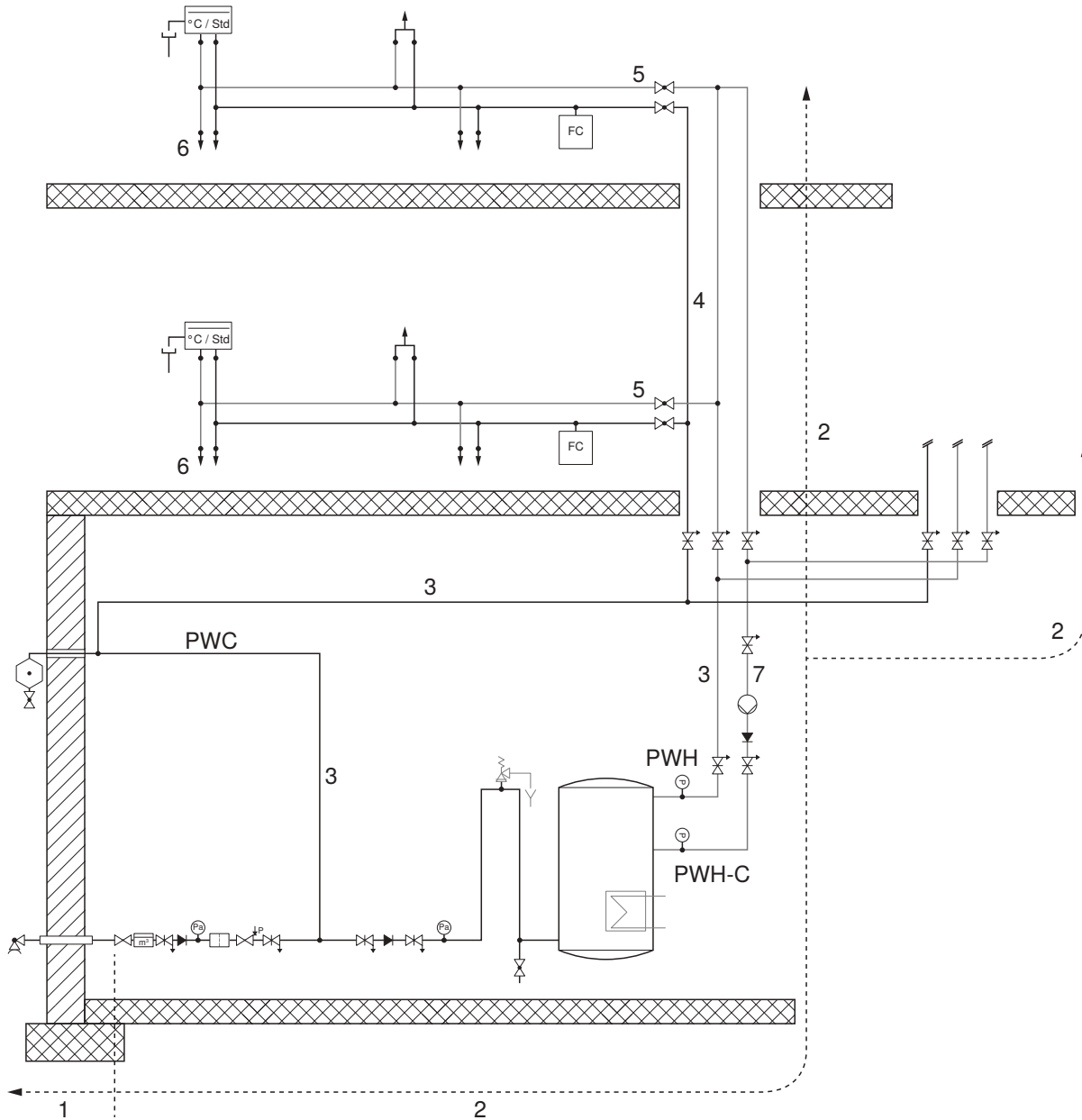
	Nr.	Bauteil	Graphisches Symbol	Bemerkung
Entnahmestellen	22	Auslauf- oder Entleerungsventil		
	23	Mischbatterie		
	24	Selbstschlussarmatur		SC (selbstschließend)
	25	Brause		
	26	Schlauchbrause		
	27	Druckspüler mit Rohrunterbrecher		
	28	Spülkasten		
	29	Auslaufventil mit Sicherungsarmatur		Der Stern im Sechseck gibt die Art der Sicherung an (siehe hierzu DIN EN 1717 ¹⁾)
Sicherungsarmaturen (bei Verwendung als Sicherungsmaßnahme gemäß DIN EN 1717 in Verbindung mit Zeile 36)	30	Freier Auslauf		
	31	Rohrunterbrecher		
	32	Rohrbelüfter		
	33	Rückflussverhinderer		Fließrichtung von links nach rechts
	34	Absperrventil mit integriertem Rückflussverhinderer		Fließrichtung von links nach rechts
	35	Rohrtrenner		
	36	Art der Sicherung		Der Stern wird ersetzt, z. B. durch • AA: ungehinderter freier Auslauf • BA: Rohrtrenner mit kontrollierbarer Mittelzone • DA: Rohrbelüfter in Durchgangsform • EA: Kontrollierbarer Rückflussverhinderer • ... (siehe Zeile 36a)
Sicherheitsarmaturen	36a	Nicht kontrollierbarer Rückflussverhinderer		Kombinierte Darstellung: Sicherungsarmatur in Verbindung mit der Art der Sicherung nach DIN EN 1717
	37	Sicherheitsventil, federbelastet		
	38	Temperaturablassventil		Z. B. thermische Ablaufsicherung bei Feststoffbrennkessel

2 / 2

- 1) Die vollständige Liste mit weiteren Symbolen zu Mess- und Regeleinrichtungen, Wasserbehandlungsmaßnahmen, Behältern und Trinkwassererwärmern sind in DIN EN 806-1, Tabelle 1 enthalten. Zur zeichnerischen Darstellung der Sicherungseinrichtungen können auch die Symbole aus DIN EN 1717, Anhang A verwendet werden. Die jeweilige Bedeutung der in Zeichnungen verwendeten Symbolik ist in einer Zeichnungslegende anzugeben.

1.2.8 Leitungstypen

Die folgende Abbildung zeigt exemplarisch den Aufbau eines Strangschemas mit Hauseinführung und zentraler Trinkwassererwärmung unter Berücksichtigung der Begriffe und Symbolik nach DIN EN 806-1 (ohne Einstufung und Darstellung der Sicherungsanforderung nach DIN EN 1717).



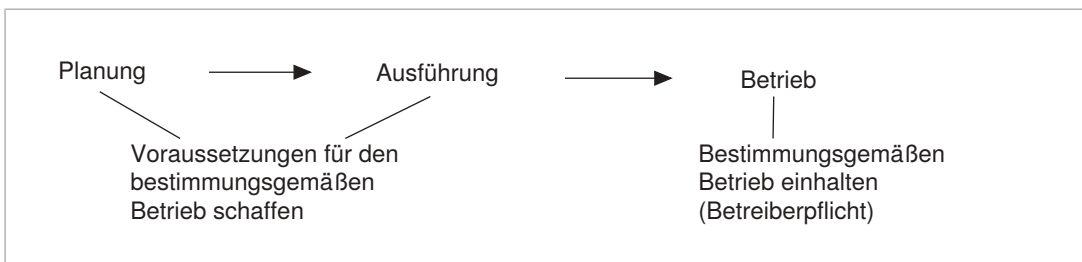
- 1 Anschlussleitung
- 2 Verbrauchsleitung (3–6)
- 3 Sammelzuleitung
- 4 Steigleitung
- 5 Stockwerksleitung
- 6 Einzelzuleitung
- 7 Zirkulationsleitung
- PWC Potable water cold (Trinkwasser kalt)
- PWH Potable water hot (Trinkwasser warm)
- PWH-C Potable water hot, circulation (Trinkwasser warm, Zirkulation)

1.3 BESTIMMUNGSGEMÄSSER BETRIEB

„Betrieb der Trinkwasserinstallation 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“

[Definition des bestimmungsgemäßen Betriebs gemäß DIN 1988-200]

Die Einhaltung des bestimmungsgemäßen Betriebs ist eine Betreiberpflicht. Bei der Planung und Ausführung von Trinkwasserinstallationen müssen jedoch die Voraussetzungen geschaffen werden, damit eine solche Betriebsweise möglich wird.



Zum bestimmungsgemäßen Betrieb einer Trinkwasserinstallation gehören:

- Regelmäßiger Wasseraustausch nach spätestens 7 bzw. 3 Tagen
- Kaltwassertemperatur $\leq 25\text{ °C}$
- Warmwasserbevorratungstemperatur $\geq 60\text{ °C}$
- Wassertemperatur in Warmwasserleitungen und Warmwasser-Zirkulationsleitungen zwischen 60 und 55 °C
- Regelmäßige Funktionsprüfung und Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen

1.3.1 Regelmäßiger Wasseraustausch nach spätestens 7 bzw. 3 Tagen

Das Zeitintervall von 7 Tagen nach DIN EN 806-5 wird bei „Normal-Installationen“ im Sinne von DIN EN 806-3 Absatz 4.2 im Wohnungsbau von der Fachwelt als tolerierbar angesehen. Bei Trinkwasserinstallationen mit erhöhten hygienischen Anforderungen, wie z. B. in Krankenhäusern oder Alten- und Pflegeheimen, kann nach VDI 6023-1 ein regelmäßiger Wasseraustausch nach 72 Stunden gefordert sein.

Diese Nutzungsbedingungen sind bereits in der Planungsphase festzulegen und sollen in einem Raumbuch dokumentiert werden. Das Raumbuch definiert somit den bestimmungsgemäßen Betrieb im Hinblick auf den geforderten Wasseraustausch in einer Trinkwasserinstallation.

Wenn durch die Benutzung der geforderte Wasseraustausch nicht gewährleistet werden kann, können automatisierte Spüleinrichtungen, wie z. B. die Geberit Hygienespülung oder die Geberit Armaturen und Spülsysteme für WC, Urinal und Waschtisch die Aufgabe des Wasseraustauschs übernehmen.

1.3.2 Kalt- und Warmwassertemperatur

Kaltwassertemperatur $\leq 25\text{ °C}$

Die Begrenzung der Kaltwassertemperatur auf 25 °C zählt ebenfalls zu den Betreiberpflichten. Bei bestimmungsgemäßem Betrieb darf maximal 30 s nach dem vollen Öffnen einer Entnahmearmatur die Kaltwassertemperatur 25 °C nicht überschreiten.

Bei hohen Wärmelasten auf die Kaltwasserleitungen oder erhöhten Wassereintrittstemperaturen am Hauswasseranschluss sind gegebenenfalls Zusatzmaßnahmen oder Änderungen an der Trinkwasserinstallation erforderlich.

Warmwasserbevorratungstemperatur $\geq 60\text{ °C}$

Es gilt der Grundsatz, dass am Warmwasseraustritt eines Trinkwassererwärmers mit Zirkulation die Temperatur von 60 °C nicht unterschritten werden darf. Die Einhaltung dieser Temperaturforderung ist ebenfalls eine Betreiberpflicht. Ausnahmen gelten für dezentrale Trinkwassererwärmer und für Anlagen mit hohem Wasseraustausch in Ein- und Zweifamilienhäusern.

Wassertemperatur in Warmwasserleitungen und Warmwasser-Zirkulationsleitungen zwischen 60 und 55 °C

Die Warmwasserzirkulation dient in erster Linie der Temperaturhaltung, um ein Legionellenwachstum zu vermeiden und untergeordnet der Erfüllung von Komfortansprüchen.

Deshalb sollten Zirkulationssysteme nicht im Hinblick auf eine mögliche Warmwasserentnahme im Tagesgang geregelt werden (z. B. Nutzungszeiten im Badezimmer morgens und abends), sondern im Dauerbetrieb betrieben werden. Der Zirkulationsbetrieb darf aus Energiespargründen für höchstens 8 Stunden pro Tag unterbrochen werden, wenn es dadurch zu keinen hygienischen Beeinträchtigungen kommt.

1.3.3 Regelmäßige Funktionsprüfung und Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen

Die Einhaltung von Inspektions- und Wartungsintervallen für die Bauteile in Trinkwasserinstallationen ist eine der wichtigsten Betreiberpflichten, die in Anlehnung an DIN EN 806-5, Tabelle A.1 und unter Beachtung der Herstellerangaben durchgeführt werden sollen.

DIN EN 806-5, Tabelle A.1 enthält Angaben zur Häufigkeit für die Inspektion und Wartung von verschiedenen Bauteilen in der Trinkwasserinstallation. Sie ist normativ und über den Verweis auf die allgemein anerkannten Regeln der Technik in der Trinkwasserverordnung einzuhalten. Der Betreiber muss bei Übergabe und Einweisung in die Anlage auf diese Verpflichtung hingewiesen werden.

Tabelle 5: Inspektions- und Wartungsintervalle nach DIN EN 806-5, Tabelle A.1 (Auszug)

Bauteil/Einheit	Inspektion	Routinemäßige Wartung
Freier Auslauf (Typ AA/AB)	halbjährlich	
Rückflussverhinderer (EA)	jährlich	
Rückflussverhinderer (EB)	jährlich	Austausch alle 10 Jahre
Systemtrenner (BA/CA)	halbjährlich	jährlich
Rohrtrenner (GA/CA)	halbjährlich	jährlich
Schlauchanschluss mit Rückflussverhinderer (HA)	jährlich	
Sicherheitsgruppe	halbjährlich	jährlich
Sicherheitsventil	halbjährlich	
Druckminderer	jährlich	
Maschinenfilter	halbjährlich	
Enthärtungsanlage, Dosiersystem	Alle 2 Monate	halbjährlich
Trinkwassererwärmer	Alle 2 Monate	jährlich
Leitungsanlage	jährlich	

1.3.4 Voraussetzungen für einen bestimmungsgemäßen Betrieb

Zu den Voraussetzungen für einen bestimmungsgemäßen Betrieb gehören unter anderem:

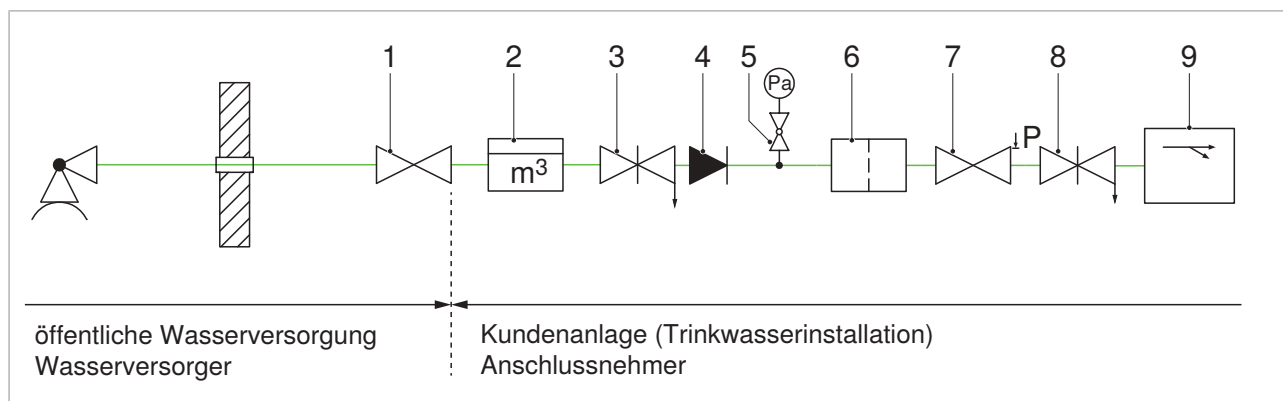
- Einsatz zugelassener Materialien für sämtliche Trinkwasser berührten Bauteile, siehe → Kapitel Materialien und Werkstoffe ► Seite 34)
- Bedarfsgerechte Auslegung von Trinkwassererwärmern
- Bedarfsgerechte Dimensionierung der Trinkwasserleitungen (siehe → Kapitel Dimensionierung von Trinkwasserinstallationen ► Seite 101)
- Hydraulischer Abgleich von Zirkulationssystemen
- Ordnungsgemäße Dämmung der Trinkwasserleitungen (siehe → Kapitel Dämmung von Trinkwasserleitungen ► Seite 115)
- Leitungsführungen mit geringem Stagnationspotenzial (siehe → Kapitel Leitungsführung ► Seite 72)
- Thermisch entkoppelte Leitungsführung (siehe → Kapitel Thermisch entkoppelte Leitungsführung ► Seite 85)
- Ordnungsgemäße Inbetriebnahme mit den Teilaufgaben Dichtheitsprüfung, Erstbefüllung und Spülung (siehe → Kapitel Inbetriebnahme ► Seite 136)
- Ordnungsgemäße Übergabe, Einweisung und Dokumentation (siehe → Kapitel Übergabe und Dokumentation ► Seite 145)

1.4 SYSTEMGRENZE ZWISCHEN WASSERVERSORGUNGSUNTERNEHMEN UND KUNDENANLAGE

Die Wasserzählanlage markiert die Systemgrenze zwischen Wasserversorgungsunternehmen und Kundenanlage

1.4.1 Systemgrenze bei öffentlicher Wasserversorgung

Bei öffentlicher Wasserversorgung beginnt die Kundenanlage (Gebäudewasserversorgungsanlage nach TrinkwV, Trinkwasserinstallation) hinter der Hauptabsperreinrichtung (HAE), wobei der Wasserzähler noch in den Verantwortungsbereich des Wasserversorgers fällt. Das Vertragsverhältnis zwischen Wasserversorgungsunternehmen und Betreiber ist in der Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Wasser (AVBWasserV) geregelt.



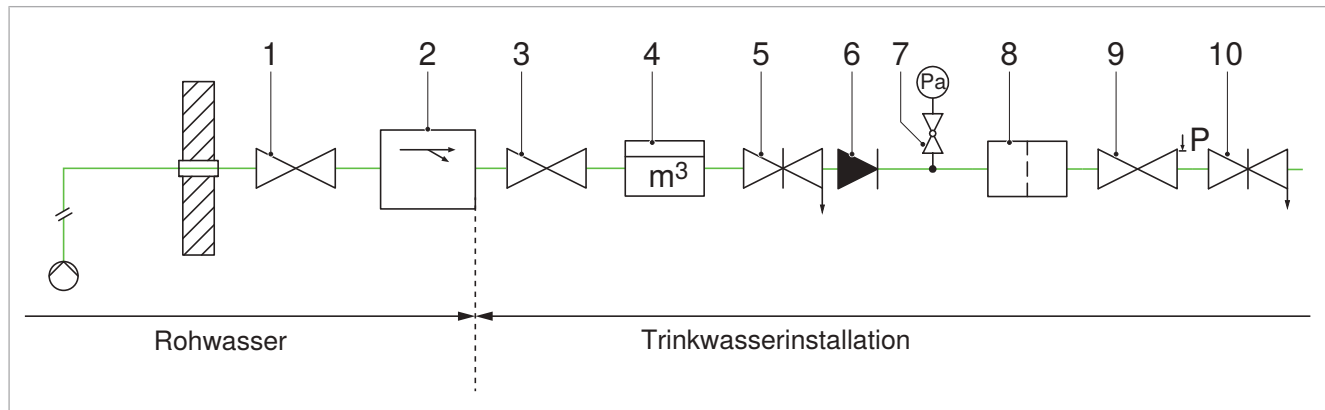
- 1–4 Wasserzähleranlage
- 1 Hauptabsperreinrichtung HAE
- 2 Wasserzähler
- 3 Absperrarmatur mit Entleerung
- 4 Rückflussverhinderer
- 5 Manometer
- 6 Filter
- 7 Druckminderer
- 8 Absperrarmatur mit Entleerung
- 9 Wasserbehandlungsmaßnahme

1.4.2 Systemgrenze bei Eigenwasserversorgung

Im Fall einer Eigenwasserversorgung beginnt die Trinkwasserinstallation an der Stelle, an der das Wasser die Trinkwasserbeschaffenheit gemäß Trinkwasserverordnung und DIN 2001-1 aufweist (nach der Wasserbehandlungsanlage). Ist zusätzlich zu einem Anschluss an die öffentliche Wasserversorgung eine private Eigentrinkwasserversorgung vorgesehen, ist vor Beginn der Arbeiten die Zustimmung des Wasserversorgungsunternehmens (WVU) einzuholen.

Es dürfen keine Querverbindungen bestehen zwischen:

- Eigenwasserversorgung und öffentlicher Wasserversorgung
- Versorgungssystemen verschiedener WVU
- mehreren Einspeisungen eines WVU



- 1 Absperrarmatur
- 2 Wasserbehandlungsmaßnahme
- 3 Absperrarmatur
- 4 Wasserzähler
- 5 Absperrarmatur mit Entleerung
- 6 Rückflussverhinderer
- 7 Manometer
- 8 Filter
- 9 Druckminderer
- 10 Absperrarmatur mit Entleerung

Hinweise zu Filter, Druckminderer und Wasserbehandlungsmaßnahme

Filter

Mechanische Filter sind vor dem erstmaligen Füllen der Anlage und örtlich unmittelbar hinter der Wasserzähleranlage zu installieren. Sie sind bei allen Leitungswerkstoffen erforderlich.

Bei automatischen Rückspülfiltern ist eine vor Rückstau gesicherte Abwasserleitung vorzusehen.

Druckminderer

Ein Druckminderer ist in folgenden Fällen erforderlich:

- Der höchstmögliche Ruhedruck in der Trinkwasserinstallation überschreitet nach der Verteilung in den Stockwerken 0,5 MPa (5 bar) (DIN 4109, Schallschutz im Hochbau).
- Der Ruhedruck vor einem Sicherheitsventil überschreitet 80 % des Ansprechdrucks.
Beträgt der Ansprechdruck des Sicherheitsventils 0,6 MPa (6 bar), so muss ein Druckminderer eingebaut werden, wenn der Ruhedruck 0,48 MPa (4,8 bar) überschreitet.



Um Rückwirkungen auf den Druckminderer zu vermeiden, sollte an seiner Ausgangsseite als Nachlaufstrecke eine Rohrstrecke in gleicher Nennweite mit einer Mindestlänge des fünffachen Innendurchmessers angeordnet werden.

Wasserbehandlungsmaßnahme

Wenn eine Wasserbehandlungsmaßnahme für die gesamte Trinkwasserinstallation vorgesehen ist, wird diese möglichst nah hinter dem Hauswasseranschluss installiert.

1.5 STRÖMUNGSTECHNISCHE GRUNDLAGEN

1.5.1 Kontinuitätsgleichung

Für einen Stromfaden längs einer Stromröhre muss die durch jeden Querschnitt strömende Masse pro Zeiteinheit konstant sein. Bei inkompressiblen Strömungen (Dichte des Mediums $\rho = \text{konstant}$) bleibt folglich der durch die Stromröhre fließende Volumenstrom konstant.

$$\dot{V} = A_1 \cdot w_1 = A_2 \cdot w_2 = A_3 \cdot w_3$$

$$\dot{V} = A \cdot w = \text{konst}$$

- $\dot{V}$ Volumenstrom, Quotient aus Volumen und Zeit
- A Durchströmte Querschnittsfläche eines Rohres
- w Mittlere Fließgeschwindigkeit, Quotient aus Fließweg und Zeit

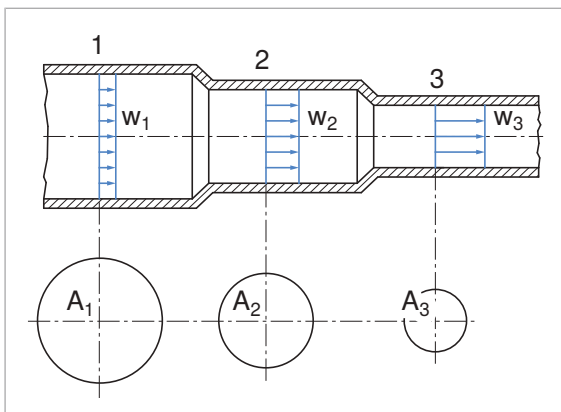


Abbildung 3: Graphische Darstellung der Kontinuitätsgleichung

Die Kontinuitätsgleichung besagt, dass sich die Geschwindigkeiten längs einer Stromröhre umgekehrt proportional zu den zugehörigen Querschnittsflächen verhalten, das heißt, dass bei in Strömungsrichtung abnehmenden Querschnitten die Geschwindigkeiten zunehmen und umgekehrt.

1.5.2 Bernoulli'sche Energiegleichung für den stationären Fall bei reibungsfreier Strömung inkompressibler Medien

Längs einer Stromröhre bewege sich das Fluid vom Zustand 1 so nach Zustand 2, dass die Stromröhre völlig ausgefüllt ist und zwischen den Punkten 1 und 2 weder Energie zu- noch abgeführt wird, d. h. weder eine Pumpe noch eine Turbine eingebaut ist.

Die Geschwindigkeiten w_1 und w_2 und die Drücke p_1 und p_2 seien völlig gleichmäßig über die Querschnitte A_1 und A_2 verteilt. Durch den Begrenzungsmantel der Stromröhre soll Medium weder ein- noch austreten.

Somit gilt:

$$p_1 + \frac{\rho}{2} \cdot w_1^2 + \rho g z_1 = p_2 + \frac{\rho}{2} \cdot w_2^2 + \rho g z_2 = \text{konst}$$

- p Statischer Druck
- w Mittlere Geschwindigkeit
- z Höhenlage
- ρ Dichte des Fluids
- g Erdbeschleunigung

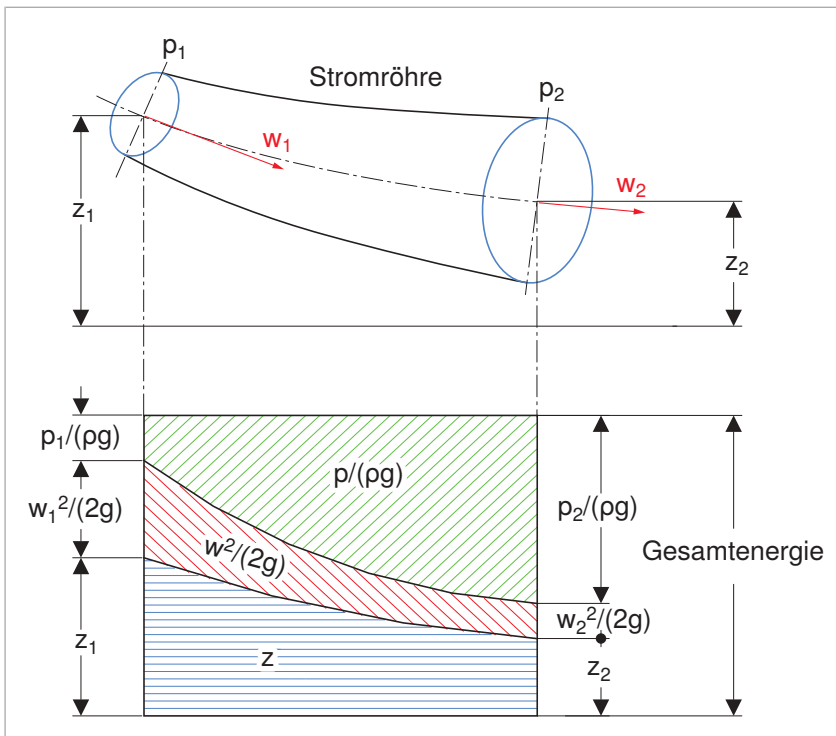


Abbildung 4: Graphische Darstellung der Bernoulli'schen Energiegleichung für reibungsfreie inkompressible Strömungen

Danach bleibt die Gesamtenergie, bestehend aus kinetischer, Druck- und potentieller Energie, für die Masseneinheit längs eines Stromfadens bzw. der Stromlinie erhalten.

Betrachtet man eine horizontal verlaufende Rohrströmung, so entfällt in der Energiegleichung das Glied $\rho g z$.

Die Gleichung vereinfacht sich damit zu:

$$p_1 + \frac{\rho}{2} \cdot w_1^2 = p_2 + \frac{\rho}{2} \cdot w_2^2 = \text{konst}$$

In nachstehender Gleichung werden p als statischer Druck p_{st} , $\rho/2 w^2$ als dynamischer Druck p_{dyn} (Staudruck) und die Summe beider Drücke als Gesamtdruck p_{ges} bezeichnet.

$$p_{\text{ges}} = p_{\text{st}} + p_{\text{dyn}}$$

1.5.3 Bernoulli'sche Energiegleichung mit Verlustglied

Bei der Energieumsetzung in realen Fluiden muss die zur Überwindung der Reibung und von Strömungsstörungen, z. B. Wirbel, erforderliche Energie berücksichtigt werden. Reibungsverluste und Verwirbelungsenergie werden in Wärmeenergie und Schallenergie umgesetzt.

Die Höhenlagen z_1 und z_2 bleiben unverändert, folglich wird die potentielle Energie von der Reibung nicht beeinflusst.

Da die Strömungsgeschwindigkeit sich jeweils aus dem Volumenstrom $\dot{V}$ und dem durchflossenen Querschnitt A gemäß der Beziehung $\dot{V} = A \cdot w$ ergibt, und Durchfluss und Querschnittsfläche ebenfalls nicht von der Größe der Reibungsverluste abhängen, ist auch die kinetische Energie $\rho / 2 \cdot w^2$ reibungsunabhängig.

Bei inkompressiblen Strömungen äußern sich folglich die Reibungsverluste als Druckabfall. Der statische Druck p_2 am Ende der betrachteten Stromröhre ist um den Druckabfall Δp_v kleiner als bei reibungsfreier Strömung.

Findet zwischen den Punkten 1 und 2 keine Energiezufuhr oder -abfuhr statt, so lautet die Bernoulli'sche Gleichung für eine stationäre, inkompressible Strömung mit Verlustglied:

$$p_1 + \frac{\rho}{2} \cdot w_1^2 + \rho g z_1 = p_2 + \frac{\rho}{2} \cdot w_2^2 + \rho g z_2 + \Delta p_v$$

p Statischer Druck

w Mittlere Geschwindigkeit

ρ Dichte des Fluids

g Erdbeschleunigung

z Höhenlage

Δp_v Druckverlust zwischen den Punkten 1 und 2

Hierbei ist Δp_v der Druckverlust zwischen den Punkten 1 und 2 infolge Rohrreibung und Einzelwiderständen.

Der Ausdruck $\Delta p_v / (\rho g)$ wird auch als Verlusthöhe h_v bezeichnet.

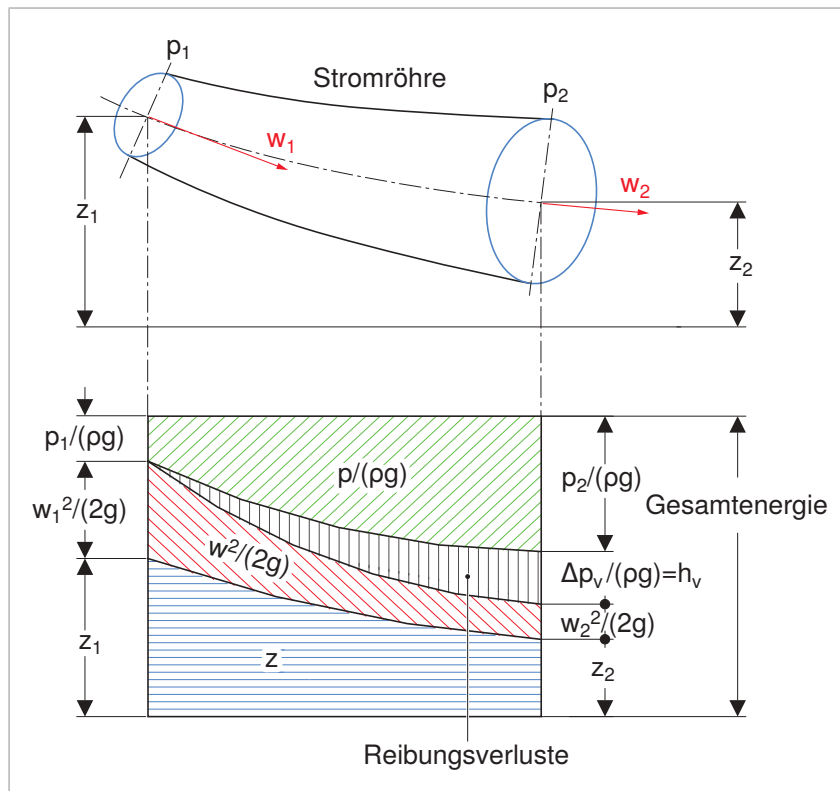


Abbildung 5: Graphische Darstellung der Bernoulli'schen Energiegleichung für reibungsfreie inkompressible Strömungen mit Verlustglied

1.5.4 Strömungsformen

Strömungen in Leitungsanlagen können in laminarer oder turbulenter Form auftreten.

Die laminare Strömung stellt eine geordnete Schichtenströmung der Flüssigkeitsteilchen dar, die vorwiegend bei kleinen Fließgeschwindigkeiten zu erwarten ist. Die strömenden Teilchen werden dabei von der Rohrwandung stark abgebremst, wobei der Geschwindigkeitsbetrag zur Strömungsmitte hin zunimmt.

Laminare Rohrströmungen treten in der Praxis selten auf, z. B. bei der Strömung von Schmierölen in Leitungen und Lagern oder bei der Umwälzströmung in Warmwasserheizungen und Dampfkesseln mit Naturumlauf. In Trinkwasserinstallationen tritt diese Strömungsform gelegentlich in Zirkulationsleitungen auf.

Bei einer turbulenten Strömung überlagern sich der Hauptströmung viele Querbewegungen. Dadurch werden Teilchen großer Geschwindigkeit abgebremst und Teilchen geringerer Geschwindigkeit beschleunigt. Der Geschwindigkeitsunterschied über dem Rohrquerschnitt ist demzufolge relativ gering. Diese Strömungsform wird durch große Geschwindigkeiten begünstigt und überwiegt bei fast allen Bemessungsfällen im Anwendungsbereich der DIN 1988.

Die Reynoldszahl Re gibt das Verhältnis der an den Strömungsteilchen angreifenden Trägheitskräfte zu den Zähigkeitskräften an. Sie spielt in der Ähnlichkeitsmechanik eine wichtige Rolle. So sind sich Strömungen hydraulisch ähnlich, wenn die Reynoldszahl gleich groß ist.

Es gilt:

$$Re = \frac{w \cdot d_i}{\nu}$$

w Mittlere Strömungsgeschwindigkeit

d_i Rohrinne Durchmesser

ν Kinematische Zähigkeit (Viskosität)

$$\nu = 1,31 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \quad \text{bei } \vartheta_{\text{Wasser}} = 10^\circ\text{C}$$

$$\nu = 0,47 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \quad \text{bei } \vartheta_{\text{Wasser}} = 60^\circ\text{C}$$

Bei Reynoldszahlen $Re > 2320$, praktisch $Re > 3000$, ist die Strömung in geraden Röhren immer turbulent, bei $Re < 2320$ ist sie laminar.

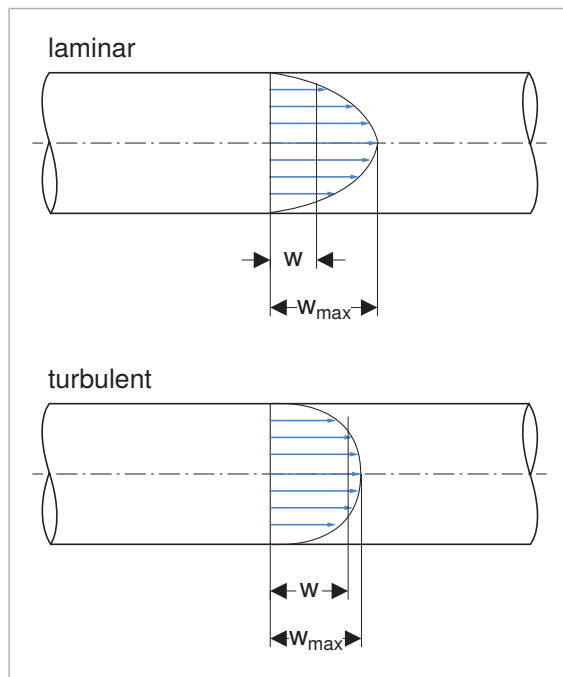


Abbildung 6: Geschwindigkeitsverteilung und mittlere Fließgeschwindigkeit w bei laminarer bzw. turbulenter Strömung

1.5.5 Druckverluste

Druckverlust durch Rohrreibung

Der Druckverlust in turbulent durchströmten Kreisrohren ist proportional zur Rohrlänge l und zum Staudruck der mittleren Fließgeschwindigkeit w und umgekehrt proportional zum Rohrrinnendurchmesser d_i .

$$\Delta p_R = \lambda \cdot \frac{l}{d_i} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w^2$$

Δp_R	Druckverlust durch Rohrreibung
R	Rohrreibungsdruckgefälle
λ	Rohrreibungszahl
l	Rohrlänge
d_i	Rohrrinnendurchmesser
ρ	Dichte des Fluids
w	Mittlere Fließgeschwindigkeit

bzw.

$$h_v = \lambda \cdot \frac{l}{d_i} \cdot \frac{w^2}{2 \cdot g}$$

h_v	Verlustrhöhe
λ	Rohrreibungszahl
l	Rohrlänge
d_i	Rohrrinnendurchmesser
w	Mittlere Fließgeschwindigkeit
g	Erdbeschleunigung

In der Sanitärtechnik wird der Rohrreibungsdruckverlust in einer geraden Rohrstrecke meist über das Rohrreibungsdruckgefälle R in hPa/m bestimmt.

Mit $w = \frac{\dot{V}}{A}$ und $A = d_i^2 \cdot \frac{\pi}{4}$

wird $\Delta p_R = \frac{8 \cdot \lambda \cdot \rho \cdot \dot{V}^2}{d_i^5 \cdot \pi^2} \cdot l = R \cdot l$

R ist damit abhängig von Volumenstrom, Innendurchmesser, Rohrwerkstoff und der Temperatur und kann aus Tabellen oder Diagrammen entnommen werden.

Bei laminarer Strömung gilt für die Rohrreibungszahl λ :

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

Bei turbulenter Strömung hängt die Rohrreibungszahl λ von der Reynoldszahl Re und von der Rohrrauigkeit k (Oberflächenrauheit der Rohrwand) ab.

Es werden drei Bereiche unterschieden:

Hydraulisch glatte Rohre	Hydraulisch raue Rohre	Rohre im Übergangsbereich
$Re \cdot \frac{k}{d_i} < 65$	$Re \cdot \frac{k}{d_i} > 1300$	$65 < Re \cdot \frac{k}{d_i} < 1300$
$2320 < Re < 10^5$ $\lambda = 0,3164 \cdot Re^{-0,25}$ (Blasius)	$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \cdot \lg \frac{d_i}{k} + 1,14$ (Nikuradse) $\lambda = 0,005 + 0,15 \cdot \left[\frac{k}{d_i} \right]^{1/3}$ (Moody)	$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \lg \left[\frac{2,51}{Re \cdot \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{d_i} \cdot 0,269 \right]$ (Prandtl-Colebrook) Näherung $\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \lg \left[\frac{4,518}{Re} \cdot \lg \frac{Re}{7} + \frac{k}{d_i} \cdot \frac{1}{3,71} \right]$ (Endres) (Abweichung gegenüber Prandtl-Colebrook ca. 1 %)
$10^5 < Re < 5 \cdot 10^6$ $\lambda = 0,0032 + 0,221 \cdot Re^{-0,237}$ (Nikuradse)		
$Re > 10^6$ $\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \cdot \lg (Re \cdot \sqrt{\lambda}) - 0,8$ (Prandtl und v. Kármán)		
Näherung bis $Re = 2 \cdot 10^6$ $\lambda = 0,0054 + \frac{0,396}{Re^{0,3}}$ (Hermann)		

d_i Rohrrinnendurchmesser

k Rohrrauigkeit

Re Reynoldszahl

λ Rohrreibungszahl

Das Moody-Diagramm zeigt die Rohrreibungszahl λ in Abhängigkeit der Reynolds-Zahl Re für verschiedene Rohrrauigkeiten k :

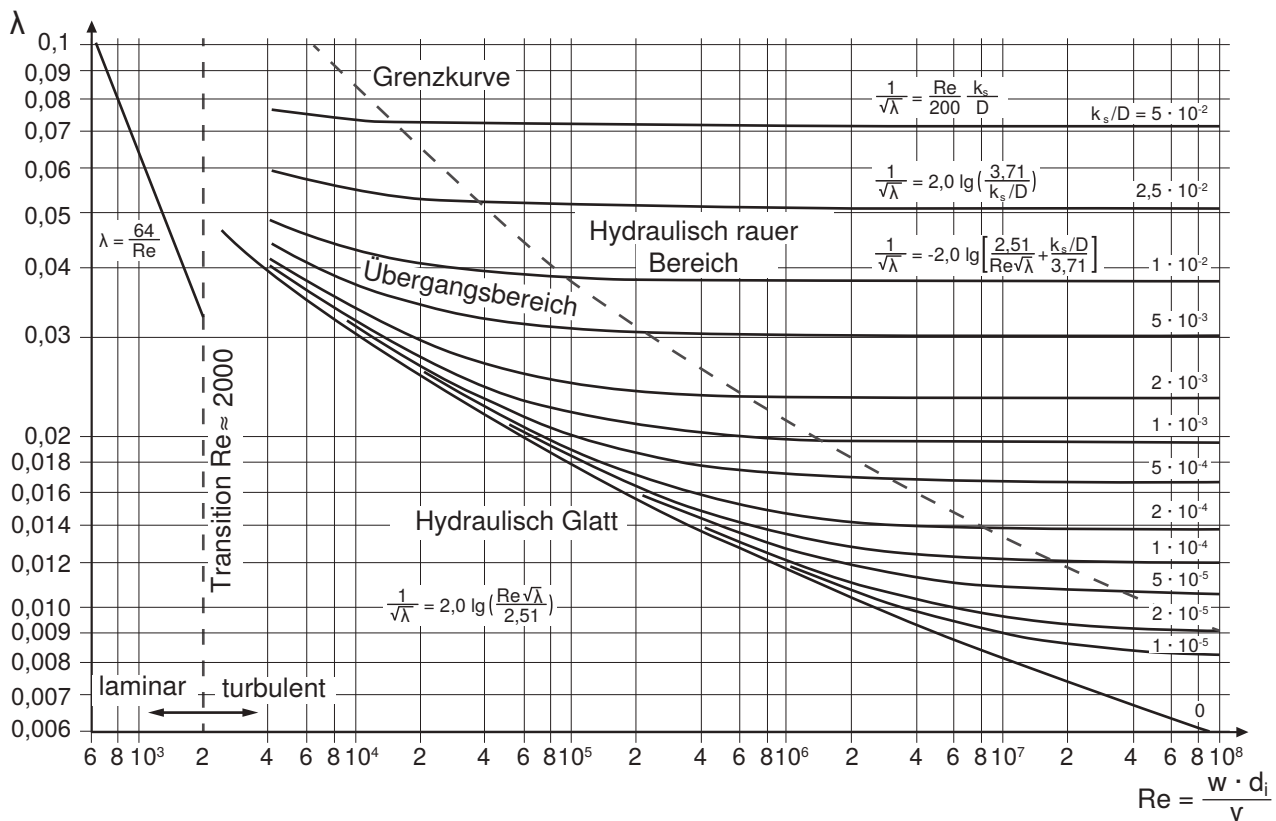


Abbildung 7: Moody-Diagramm

Druckverlust durch Einzelwiderstände

Druckverluste infolge Querschnitts-, Richtungs- und Durchflussänderungen treten in Leitungsteilen wie Fittings und Armaturen als Druckverluste von Einzelwiderständen auf.

In diesen speziellen Rohrleitungskomponenten treten Reibungs-, Umlenk- und Ablöseverluste auf. Da es nur in wenigen Fällen möglich ist, die Strömungsverluste dieser Einzelwiderstände theoretisch zu berechnen, werden die Druckverluste von Einzelwiderständen durch Multiplikation eines ermittelten Widerstandsbeiwertes ζ mit dem Staudruck einer Strömung ermittelt. Der Widerstandsbeiwert ζ ist ein dimensionsloses Maß für den Strömungswiderstand eines Fittings. Er ist von der Art des Fittings und von der Reynolds-Zahl Re abhängig.

Der Druckverlust in einem Einzelwiderstand berechnet sich nach folgendem Ansatz:

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

Δp_E	Druckverlust durch Einzelwiderstand
ζ	Widerstandsbeiwert (Zeta-Wert)
ρ	Dichte des Fluids
w	Mittlere Fließgeschwindigkeit

bzw. mit

$$h_V = \zeta \cdot \frac{w^2}{2 \cdot g}$$

h_V	Verlustrhöhe
ζ	Widerstandsbeiwert (Zeta-Wert)
w	Mittlere Fließgeschwindigkeit
g	Erdbeschleunigung

In der Sanitärtechnik wird für Δp_E meist Z geschrieben.

Gesamtdruckverlust

Der Gesamtdruckverlust einer Leitungsanlage, bestehend aus Rohrleitungen und Einzelwiderständen, errechnet sich zu:

$$\begin{aligned} \Delta p_{\text{ges}} &= \lambda \cdot \frac{l}{d_i} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w^2 + \Sigma \zeta \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w^2 \\ &= \left[\lambda \cdot \frac{l}{d_i} + \Sigma \zeta \right] \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w^2 \end{aligned}$$

Δp_{ges}	Gesamtdruckverlust
λ	Rohrreibungszahl
l	Rohrlänge
d_i	Rohrinnendurchmesser
ρ	Dichte des Fluids
w	Mittlere Fließgeschwindigkeit
$\Sigma \zeta$	Summe Widerstandsbeiwerte (Zeta-Werte)

$$\Delta p_{\text{ges}} = R \cdot l + Z$$

Δp_{ges}	Gesamtdruckverlust
R	Rohrreibungsdruckgefälle
l	Rohrlänge
$R \cdot l$	Druckverlust aus Rohrreibung
Z	Druckverlust aus Einzelwiderständen

Äquivalente Rohrlänge und äquivalente Widerstandszahl

Gelegentlich werden für die Einzelwiderstände anstelle der ζ -Werte äquivalente gerade Rohrlängen zur Bezeichnung des Druckverlustes angegeben.

Da der Druckverlust in geraden Rohrleitungen und in Fittings jeweils proportional

$$\frac{\rho}{2} \cdot w^2$$

ist, kann man den Strömungsverlust eines Fittings durch den gleich großen Reibungsverlust eines äquivalenten geraden Rohrleitungsstücks l' ausdrücken.

$$\zeta \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w^2 = \lambda \cdot \frac{l'}{d_i} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w^2$$

$$l' = \frac{\zeta}{\lambda} \cdot d_i$$

ζ	Widerstandsbeiwert (Zeta-Wert)
ρ	Dichte des Fluids
w	Mittlere Fließgeschwindigkeit
λ	Rohrreibungszahl
l'	Äquivalente Rohrleitungsstücklänge
d_i	Rohrinnendurchmesser

Der Gesamtreibungsverlust in einem aus geraden Leitungsteilen mit Rohrinnendurchmesser d_i und Fittings bestehenden Leitungsstrang kann nach folgender Beziehung berechnet werden:

$$\Delta p_{\text{ges}} = \lambda \cdot \frac{\sum l + \sum l'}{d_i} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w^2$$

Δp_{ges}	Gesamtdruckverlust
λ	Rohrreibungszahl
$\sum l$	Summe Rohrleitungsstücklängen
$\sum l'$	Summe äquivalente Rohrleitungsstücklängen
d_i	Rohrinnendurchmesser
ρ	Dichte des Fluids
w	Mittlere Fließgeschwindigkeit

Bei Anlagen, in denen relativ viele Fittings und nur wenige kurze, gerade Rohrstücke eingebaut sind, empfiehlt es sich nicht, mit äquivalenten Rohrlängen zu arbeiten. Hier ist es sinnvoller, die Rohrreibungszahlen der geraden Rohrstücke in äquivalente Widerstandszahlen ζ_{λ} umzurechnen.

$$\zeta_{\lambda} = \lambda \cdot \frac{l}{d_i}$$

ζ_{λ}	Äquivalente Widerstandszahl
λ	Rohrreibungszahl
l	Rohrlänge
d_i	Rohrinnendurchmesser

Der Gesamtdruckverlust einer Rohrleitungsinstallation beträgt dann:

$$\Delta p_{\text{ges}} = \frac{\rho}{2} \cdot w^2 \cdot (\sum \zeta + \sum \zeta_{\lambda})$$

Δp_{ges}	Gesamtdruckverlust
ρ	Dichte des Fluids
w	Mittlere Fließgeschwindigkeit
$\sum \zeta$	Summe Widerstandsbeiwerte (Zeta-Werte) Fittings
$\sum \zeta_{\lambda}$	Summe äquivalente Widerstandszahlen

1.6 MATERIALIEN UND WERKSTOFFE

Das Mandat zur Festlegung und Fortführung von Bewertungsgrundlagen durch das Umweltbundesamt (UBA) besteht auch nach der novellierten Trinkwasserverordnung Juni 2023.

Nach § 15 Absatz 2 TrinkwV gelten die Bewertungsgrundlagen zwei Jahre nach deren Festlegung durch das UBA verbindlich. Ab diesem Datum dürfen für die Neuerrichtung oder Instandhaltung von Anlagen zur Gewinnung, Aufbereitung und Verteilung von Trinkwasser nur noch Werkstoffe und Materialien verwendet werden, die diesen Bewertungsgrundlagen entsprechen.

Das UBA hat bereits 2012 mit der 2. Änderungsverordnung der Trinkwasserverordnung die Aufgabe erhalten, verbindlich geltende Bewertungsgrundlagen für Materialien und Werkstoffe im Kontakt mit Trinkwasser festzulegen. Zuvor hatte das Umweltbundesamt hierzu Leitlinien und Empfehlungen veröffentlicht, die einen weniger verbindlichen Status hatten. Nunmehr wurden und werden diese Leitlinien und Empfehlungen sukzessive in Bewertungsgrundlagen überführt.

Da noch nicht alle früheren Leitlinien und Empfehlungen in UBA-Bewertungsgrundlagen überführt sind, enthält § 16 TrinkwV die nachstehende Konformitätsvermutung.

„Es wird vermutet, dass die für ein Produkt verwendeten Werkstoffe und Materialien den allgemein anerkannten Regeln der Technik und den allgemeinen Anforderungen an die Werkstoffe und Materialien nach § 14 und den durch das Umweltbundesamt festgelegten Bewertungsgrundlagen nach § 15 entsprechen, wenn dies durch ein Zertifikat eines für die Zertifizierung von Produkten in der Trinkwasserversorgung akkreditierten Zertifizierers bestätigt wird.“

Die DVGW-Zertifizierungszeichen stellen beispielsweise einen akkreditierten Zertifizierer nach § 16 TrinkwV dar. Grundlage der DVGW-Zertifizierung sind sowohl die technischen Regeln des DVGW-Regelwerkes als auch die Bewertungsgrundlagen für Werkstoffe in Kontakt mit Trinkwasser des UBA.



Abbildung 8: DVGW-Zertifizierungszeichen

Alle Geberit Produkte für den Einsatzbereich Trinkwasser entsprechen den gültigen Anforderungen der Trinkwasserverordnung.

Für den Einsatzbereich Trinkwasser sind folgende Rohrleitungssysteme geeignet:

- Geberit Mapress Edelstahl 1.4401
- Geberit Mapress Edelstahl 1.4521
- Geberit Mapress Kupfer
- Geberit FlowFit
- Geberit PushFit
- Geberit Mepla

1.6.1 Geberit Mapress Edelstahl

Geberit Mapress Edelstahl ist ein Versorgungssystem aus austenitischem beziehungsweise ferritischem Edelstahl, bei dem Rohre und Fittings zu unlösbaren, form- und längskraftschlüssigen, dichten Rohrleitungssystemen verpresst werden.

Geberit Mapress Edelstahl Systemrohr CrNiMo

Geberit Mapress Edelstahl Systemrohre CrNiMo zeichnen sich durch folgende Merkmale aus:

- Werkstoffnummer 1.4401 gemäß DIN EN 10088
- Geschweißtes, dünnwandiges Systemrohr aus hochlegiertem austenitischem, nicht rostendem Chrom-Nickel-Molybdän-Stahl (CrNiMo) gemäß DVGW GW 541
- DVGW Baumusterprüfzertifikat DW-8501AT2552
- Blauer Schutzstopfen



Abbildung 9: Geberit Mapress Edelstahl Systemrohr CrNiMo mit Schutzstopfen

Geberit Mapress Edelstahl Systemrohr CrMoTi

Geberit Mapress Edelstahl Systemrohre CrMoTi zeichnen sich durch folgende Merkmale aus:

- Werkstoffnummer 1.4521 gemäß DIN EN 10088
- Geschweißtes, dünnwandiges Systemrohr aus hochlegiertem ferritischem, nicht rostendem Chrom-Molybdän-Titan-Stahl (CrMoTi) gemäß DVGW GW 541
- DVGW Baumusterprüfzertifikat DW-8501AT2552
- Grüner Schutzstopfen
- Grüner Streifen



Abbildung 10: Geberit Mapress Edelstahl Systemrohr CrMoTi mit Schutzstopfen

Geberit Mapress Edelstahl Pressfitting

Geberit Mapress Edelstahl Pressfittings zeichnen sich durch folgende Merkmale aus:

- Pressfitting aus austenitischem Edelstahl 1.4401
- Konturdichtring zur Erkennung einer unverpressten Verbindung für d12–54 mm
- Rundschnurring für d76,1–108 mm
- Blauer Pressindikator
- Transparenter Schutzstopfen



Abbildung 11: Geberit Mapress Edelstahl Muffe

1.6.2 Geberit Mapress Kupfer

Rohre für Geberit Mapress Kupfer

Für das Geberit Mapress Kupfer System mit Pressfittings aus Kupfer und Rotguss sind entsprechend dem DVGW-Zertifikat DW-8511AU2013 Kupferrohre und dünnwandige Kupferrohre nach DIN EN 1057, geprüft nach DVGW Arbeitsblatt GW 392 zugelassen.

Geberit Mapress Kupfer Pressfitting

Geberit Mapress Kupfer Pressfittings zeichnen sich durch folgende Merkmale aus:

- Pressfitting aus CuDHP Kupfer zum Verpressen von Qualitätskupferrohren gemäß EN/DVGW
- Transparenter Schutzstopfen
- Weißer Pressindikator
- Konturdichtring zur Erkennung einer unverpressten Verbindung für d12–54 mm
- Rundschnurring für d76,1–108 mm



Abbildung 12: Geberit Mapress Kupfer Muffe

Verwendung von Kupferrohren für Trinkwasser

Kupferwerkstoffe können nicht für alle Trinkwässer in Deutschland eingesetzt werden.

Folgende Parameter müssen für den Werkstoff Kupfer eingehalten werden:

- pH-Wert $\geq 7,4$
oder
- $7,0 \leq \text{pH-Wert} < 7,4$ und zusätzlich $\text{TOC} \leq 1,5 \text{ mg/l}$

1.6.3 Geberit FlowFit

Geberit FlowFit ist ein korrosionsbeständiges und universell einsetzbares Versorgungssystem, bei dem die Rohre und Fittings durch laterales Verpressen zu unlösbaren, dichten Rohrleitungen verbunden werden.

Das System besteht aus Mehrschichtverbund- und Vollkunststoffrohren sowie Pressfittings aus Kunststoff und aus Metall.

Das Geberit FlowFit Versorgungssystem mit DVGW Systemprüfzeichen DW-8801DL0200 für Trinkwasserinstallationen gemäß DIN EN 806 und DIN 1988 ist nach DVGW-Arbeitsblatt W 534 mit dem Nachweis der Zwangsundichtheit in unverpresstem Zustand geprüft.

Geberit Systemrohr ML

Geberit Systemrohre ML zeichnen sich durch folgende Merkmale aus:

- Schutzmantel aus Polyethylen erhöhter Temperaturbeständigkeit (PE-RT II), UV-stabil, silbergrau
- Längsseitig stumpf verschweißtes Aluminiumrohr als stabilisierender Kern
- Medienrohr aus Polyethylen erhöhter Temperaturbeständigkeit (PE-RT II), hellgrau
- Rohrende mit transparentem Schutzstopfen



Abbildung 13: Geberit Systemrohr ML mit Schutzstopfen

Geberit Systemrohr PB

Geberit Systemrohre PB zeichnen sich durch folgende Merkmale aus:

- Medienrohr aus Polybuten (PB), grau
- Rohrende mit transparentem Schutzstopfen
- Schutzrohr aus Polyethylen (PE-HD), eisblau



Abbildung 14: Geberit Systemrohr PB mit Schutzstopfen

Geberit FlowFit Pressfitting aus PPSU

Der Geberit FlowFit Pressfitting aus PPSU mit Drehrastfunktion ermöglicht ein leichtes und sicheres Ausrichten und Verpressen von Rohr und Fitting.



Abbildung 15: Geberit FlowFit Kupplung mit Schutzkappen

Geberit FlowFit Pressfitting aus bleifreiem Rotguss oder Siliziumbronze

Geberit FlowFit Pressfittings aus Metall dienen als Übergänge.



Abbildung 16: Geberit FlowFit Übergang mit Außengewinde, mit Schutzkappen

1.6.4 Geberit PushFit

Geberit PushFit ist ein Versorgungssystem, mit dem vor allem schnell, sicher und flexibel Stockwerksverteilungen realisiert werden können. Die Rohre und Fittings werden werkzeuglos zu unlöslichen, dichten Rohrleitungen zusammengesteckt.

Die Geberit PushFit Steckverbindung, das Mehrschicht-Metallverbundrohr (Geberit Systemrohr ML) und das flexible Polybuten-Rohr (Geberit Systemrohr PB) erfüllen die hohen Anforderungen an eine Trinkwasserinstallation.

Geberit PushFit ist vom DVGW zertifiziert und mit dem DVGW-Systemprüfzeichen DW-8801BT0607 gekennzeichnet.

Geberit Systemrohr ML

Geberit Systemrohre ML zeichnen sich durch folgende Merkmale aus:

- Schutzmantel aus Polyethylen erhöhter Temperaturbeständigkeit (PE-RT II), UV-stabil, silbergrau
- Längsseitig stumpf verschweißtes Aluminiumrohr als stabilisierender Kern
- Medienrohr aus Polyethylen erhöhter Temperaturbeständigkeit (PE-RT II), hellgrau
- Rohrende mit transparentem Schutzstopfen



Abbildung 17: Geberit Systemrohr ML mit Schutzstopfen

Geberit Systemrohr PB

Geberit Systemrohre PB zeichnen sich durch folgende Merkmale aus:

- Medienrohr aus Polybuten (PB), grau
- Rohrende mit transparentem Schutzstopfen
- Schutzrohr aus Polyethylen (PE-HD), eisblau



Abbildung 18: Geberit Systemrohr PB mit Schutzstopfen

Geberit PushFit Steckfiting aus PVDF

Geberit PushFit Steckfittings dienen zur Herstellung unlöslicher Steckverbindungen.



Abbildung 19: Geberit PushFit T-Stück mit Schutzkappen

Geberit PushFit Steckfiting aus Rotguss oder Messing

Geberit PushFit Steckfittings aus Rotguss oder Messing dienen als Übergänge



Abbildung 20: Geberit PushFit Übergang mit Außengewinde

1.6.5 Geberit Mepla

Geberit Mepla ist ein Versorgungssystem aus Verbundwerkstoff, bei dem die Rohre und Fittings durch Verpressen zu unlöslichen, dichten Rohrleitungen verbunden werden.

Das System besteht aus Mehrschichtverbundrohren sowie Pressfittings aus PVDF und Rotguss.

Das Geberit Mepla Versorgungssystem mit DVGW Systemprüfzeichen DW-8801CP0060 für Trinkwasserinstallationen nach DIN EN 806 und DIN 1988 ist nach DVGW-Arbeitsblatt W 534 mit dem Nachweis der Zwangsdichtheit in unverpresstem Zustand geprüft.

Geberit Mepla Systemrohr ML

Das Geberit Mepla Systemrohre ML zeichnen sich durch folgende Merkmale aus:

- Medienführendes Rohr aus Polyethylen erhöhter Temperaturbeständigkeit (PE-RT II), hellgrau
- Längsseitig stumpf verschweißtes Aluminiumrohr als stabilisierender Kern
- Schutzmantel aus Polyethylen erhöhter Temperaturbeständigkeit (PE-RT II), schwarz
- Rohrende mit transparentem Schutzstopfen



Abbildung 21: Geberit Mepla Systemrohr ML mit Schutzstopfen

Geberit Mepla Pressfiting aus PVDF

Die Geberit Mepla Pressfittings dienen der Herstellung unlöslicher Pressverbindungen.



Abbildung 22: Geberit Mepla Kupplung mit Schutzkappen

Geberit Mepla Pressfiting aus Rotguss

Geberit Mepla Pressfittings mit Gewinde aus Rotguss dienen als Übergänge.



Abbildung 23: Geberit Mepla Übergang mit Außengewinde, mit Schutzkappe

1.6.6 Planung und Montage

Weitere Informationen zu den Geberit Versorgungssystemen und zur Planung sind im Planungshandbuch „Der Geberit“ enthalten. Montagerregeln sind in den systemspezifischen Geberit Baustelleneinweisungen zu finden. Die Dokumente sind abrufbar unter

→ <https://www.geberit.de/service-support/epaper-portal/>.

1.6.7 Werkstoffkombinationen oder Fließregel

Die Verwendung verschiedener Werkstoffe in einer Trinkwasserinstallation entspricht den Regeln der Technik und lässt sich aufgrund der zahlreich erforderlichen Kombinationen aus Rohren, Armaturen, Behältern und Apparaten nicht vermeiden. Die Kombination von Bauteilen und Rohren aus unterschiedlichen Werkstoffen kann jedoch die Korrosionswahrscheinlichkeit einzelner Komponenten beeinflussen.

Deshalb sind die nachstehenden Grundregeln bei der Kombination von Metallen zu beachten:

- **Geberit Mapress Edelstahl und Multilayersysteme**

Die Geberit Rohrleitungssysteme Mapress Edelstahl 1.4401 / 1.4521, FlowFit, Mepla und PushFit können untereinander in beliebiger Reihenfolge kombiniert werden. Es muss keine Fließregel beachtet werden.

- **Geberit Mapress Edelstahl 1.4401 / 1.4521 und verzinkter Stahl**

Edelstahl hat in der elektrochemischen Spannungsreihe ein deutlich höheres Potential als verzinkter Stahl. Deswegen kann es in Trinkwasserinstallationen zwischen Edelstahl und dem elektrochemisch unedleren Werkstoff zu kathodisch-anodischen Wirkungen kommen. Hierbei löst sich das unedlere Metall zugunsten des edleren auf. Diese Korrosionsart wird Bimetall-Korrosion genannt.

Der bei diesem Mechanismus entstehende Korrosionsstrom ist abhängig von der Potentialdifferenz zwischen den beiden Metallen und von der Ionenleitfähigkeit des Elektrolyten (Trinkwasser).

Die Auflösungsgeschwindigkeit des unedleren Metalls ist aber nicht allein von der Höhe des Korrosionsstroms, sondern vielmehr von der Korrosionsstromdichte (Höhe des Korrosionsstroms bezogen auf die korrodierende Fläche) abhängig.

Bei Kontakt mit verzinktem Stahl genügt es in der Regel, zwischen dem Edelstahl und dem verzinkten Stahl eine Entfernung zu schaffen, die etwa dem Rohrdurchmesser entspricht, um die Ionenleitfähigkeit des Trinkwassers ausreichend zu vermindern. Dies kann z. B. durch Zwischenschalten eines Bauteils aus Rotguss oder Messing (z. B. Armatur) geschehen.

- **Geberit Mapress Kupfer**

Kupfer reagiert mit dem im Trinkwasser stets gelösten Sauerstoff und bildet zunächst eine Schutzschicht aus Kupferoxid, was an der rotbraunen Färbung der Rohinnenoberfläche zu erkennen ist. Anschließend bildet sich in der Regel eine Deckschicht aus Verbindungen des Kupfers mit Wasserinhaltsstoffen, welche in den meisten Fällen grün ist und Patina genannt wird. Bei beiden Vorgängen werden Kupferionen in das Wasser abgegeben und weiter transportiert.

Kommt dieses gelöste Kupfer dann mit verzinktem Stahl in Kontakt, so „zementiert“ es dort aus. Dabei gehen die unedleren Metalle Zink und Eisen in Lösung. In solchen nachgeschalteten Leitungsteilen kann es zu Korrosionsangriffen kommen.

Für die Praxis gilt daher der Leitsatz:

In Kalt- und Warmwasserrohrnetzen für den Transport von Trinkwasser dürfen Kupferbauteile niemals vor verzinkten Stahlrohren oder innen verzinkten Stahlbehältern eingebaut werden. Dies gilt auch für innen verzinnzte Kupferrohre, da eine Abgabe geringster Mengen von Kupferionen an das Trinkwasser nicht bei allen Trinkwasser-Beschaffenheiten auszuschließen ist. Die Kombinationen von Kupfer und Kupferlegierungen wie Messing und Rotguss mit nichtrostendem Stahl sind in der Praxis hingegen unproblematisch.

Der Einsatz von z. B. Absperrarmaturen aus Messing oder Rotguss in Leitungsabschnitten aus verzinktem Stahlrohr ist meist unproblematisch. Hier wirkt sich der geringe Oberflächenanteil des edleren Werkstoffs im Verhältnis zum unedleren verzinkten Stahlrohr risikominimierend aus.

1.7 SCHUTZ VOR SCHMUTZEINTRAG

Eine wichtige Voraussetzung für die Erstellung von hygienisch unbedenklichen Trinkwasserinstallationen ist der Schutz vor Schmutzeintrag.

Die nachstehenden Norm- und Richtlinien auszüge fordern deshalb Schutzvorkehrungen für Bauteile, die bestimmungsgemäß mit Trinkwasser in Kontakt kommen:

- **DIN EN 806-2, 18.5**

„Alle Bauteile sind durch die Anlagenersteller so zu lagern, dass eine Verschmutzung der inneren Oberflächen vermieden wird.“

- **DIN 1988-200, 3.4.5**

„Die Transportkette für die Anlagenteile ist so zu gestalten, dass:

- die Innenverschmutzung durch Erde, Schlamm, Schmutzwasser usw. vermieden wird und
- die Transport- und Lageranleitungen der Hersteller eingehalten werden.“

- **VDI 6023-1**

„Um den einwandfreien Zustand der Anlagenteile zu erhalten, dürfen ihre Schutzvorrichtungen erst unmittelbar vor der Montage entfernt werden.“

Um diesen Anforderungen über die gesamte Transport- und Lieferkette gerecht werden zu können, sind die Rohrenden und Fittings der Geberit Versorgungssysteme für die Anwendung Trinkwasser mit Schutzstopfen oder -kappen vor Schmutzeintrag geschützt. Mit diesen Schutzvorrichtungen an jedem Fitting können die Forderungen problemlos umgesetzt werden. Beutelverpackungen mit mehreren Fittings sind daher nicht zu empfehlen.



Abbildung 24: Geberit FlowFit Rohr und Fittings mit Schutzkappen bzw. -stopfen

1.8 FORSCHUNG ZU LEGIONELLEN

1.8.1 Einflussfaktoren für Legionellenwachstum

Die Vermehrung von Mikroorganismen innerhalb von Trinkwasserinstallationen wird im Wesentlichen von den nachstehenden Einflussfaktoren bestimmt:

- Nährstoffangebot
- Sauerstoffangebot
- Temperatur
- Zeit bzw. Stagnationsdauer
- Rahmen- und Umfeldbedingungen

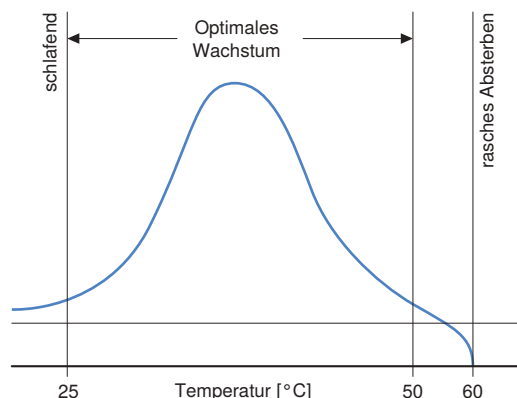
Auf das Nähr- und Sauerstoffangebot haben Planende und Ausführende von Trinkwasserinstallationen kaum einen Einfluss, da diese Grundvoraussetzungen für mikrobiologisches Wachstum einerseits über die Beschaffenheit bzw. Inhaltsstoffe der Trinkwasserfracht in das System gegeben werden und andererseits auch über Biofilme als Nahrungsquelle in unterschiedlicher Ausprägung vorhanden sein können, insbesondere in Bestandsanlagen.

Unter den Rahmen- und Umfeldbedingungen sind anlagenspezifische Einflussgrößen zu verstehen, z. B.:

- Art der Trinkwassererwärmung (zentral / dezentral, Temperaturregime)
- Hydraulisches Konzept (Art der Trinkwasserverteilung, Verzweigungsgrad der Installation, Anlagenvolumen, Gleichzeitigkeit der Wasserentnahme, Dimensionierung, Fließgeschwindigkeiten usw.)
- Wärmelasten auf die Kaltwasserleitungen
- Verwendete Materialien und Materialkombinationen im Kontakt mit Trinkwasser
- Oberflächenverhältnisse (Größenordnung der trinkwasserberührten Kontaktflächen)

1.8.2 Ermittlung der Verdoppelungszeiten verschiedener Legionellenstämmen in Abhängigkeit der Temperatur

Die allgemeine Wachstumskurve für Legionellen wurde bereits in zahlreichen Publikationen veröffentlicht. Sie zeigt in Form einer Glockenkurve den bevorzugten Temperaturbereich, in dem nennenswertes Legionellenwachstum stattfindet.



Die Grafik gibt jedoch keine Auskunft darüber, in welcher Größenordnung die Vermehrung in Abhängigkeit der Temperatur zu- oder abnimmt.

Am Institut für Medizinische Mikrobiologie der Universität Zürich konnten hierzu neue Erkenntnisse gewonnen werden. Das Forschungsteam unter der Leitung von Prof. Dr. Hubert Hilbi hat hierzu umfangreiche Untersuchungen mit mehreren Legionellenstämmen durchgeführt. Die wissenschaftliche Publikation ist einsehbar unter <https://journals.asm.org/doi/10.1128/aem.02370-21>.

Zunächst wurden Untersuchungen angestellt, die Aussagen über die Verdoppelungszeit verschiedener Legionellenstämmen in Abhängigkeit von Temperatur und Nährmedium ermöglichen.

Die Versuche wurden mit folgenden Nährmedien durchgeführt:

- **AYE** (ACES yeast extract medium, Feeley et al., Clin Microbiol, 1979)
- **MDM** (Minimal defined medium, Häuslein et al., Mol Micro, 2016)

Tabelle 6: Nährstoffgehalt der Nährmedien im Vergleich zu Trinkwasser

AYE	Nährstoffreich Optimale Bedingungen für Legionellenwachstum
MDM	Nährstoffarm Ausreichende Bedingungen für Legionellenwachstum
Trinkwasser	Sehr nährstoffarm Legionellenwachstum nur in Kombination mit anderen Faktoren wie z. B. Temperatur

Folgende Legionellenstämme wurden untersucht:

Darstellung	Bezeichnung
—	JR32
—	500
—	509
—	525
—	529
—	NSW150 ¹⁾

1) Wachstum nur im Nährmedium AYE

Im nährstoffreichen Medium AYE sind die Verdoppelungszeiten erwartungsgemäß kürzer.

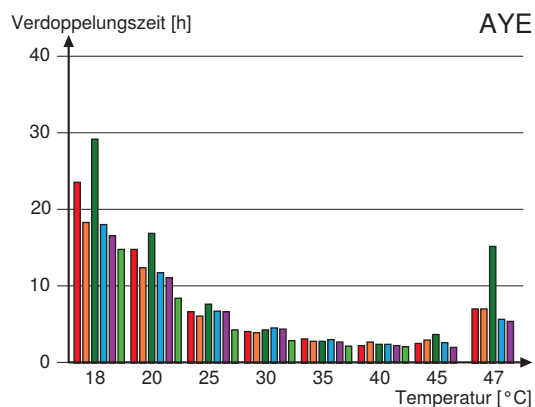


Abbildung 25: Verdoppelungszeit verschiedener Legionellenstämme in Abhängigkeit der Temperatur im Nährmedium AYE

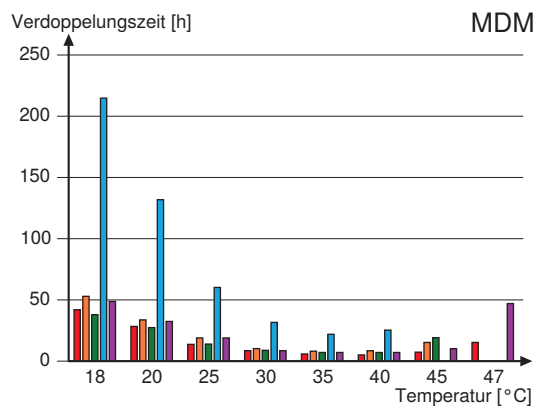


Abbildung 26: Verdoppelungszeit verschiedener Legionellenstämme in Abhängigkeit der Temperatur im Nährmedium MDM

Den Umkehrwert der Verdoppelungszeit zeigt die Wachstumsrate der verschiedenen Legionellenstämme in Abhängigkeit der Temperatur.

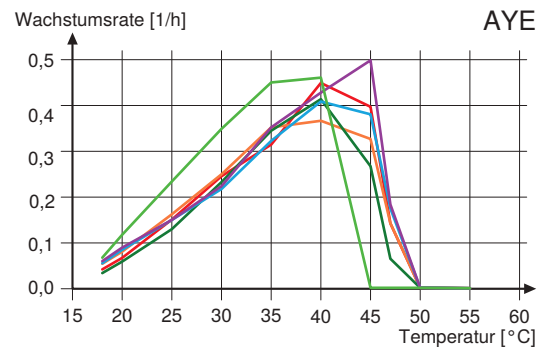


Abbildung 27: Umkehrwerte der Wachstumsraten verschiedener Legionellenstämme in Abhängigkeit der Temperatur im Nährmedium AYE

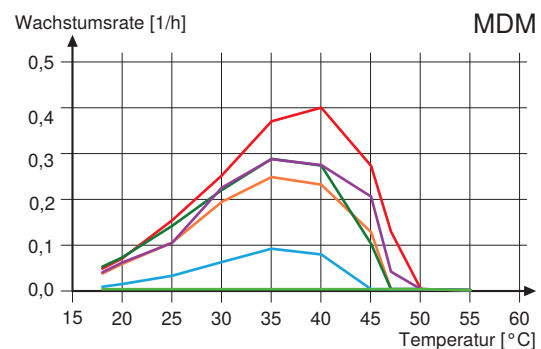


Abbildung 28: Umkehrwerte der Wachstumsraten verschiedener Legionellenstämme in Abhängigkeit der Temperatur im Nährmedium MDM

Oberhalb von 50 °C wurde selbst bei hohen Nährstoffkonzentrationen kein Wachstum mehr beobachtet.

Diese Erkenntnis erlaubt jedoch nicht, die Bevorzugungstemperatur in zentralen Trinkwassererwärmern unter 60 °C abzusenken. Legionellen können im VBNC-Zustand bei Temperaturen > 50 °C lebensfähig bleiben. VBNC steht für viable but nonculturable und bezeichnet den Zustand, den Mikroorganismen einnehmen können, bei dem sie überlebensfähig, aber mit kulturellen Methoden nicht nachweisbar sind. In diesem Zustand sind die Bakterien – so wird vermutet – nicht vermehrungsfähig und auch nicht infektiös. Die Bakterien sind jedoch in der Lage, diesen Zustand wieder zu verlassen.

Mit den normativ verankerten Temperaturvorgaben für zentrale Trinkwassererwärmungsanlagen wurden bislang gute Erfahrungen gemacht:

- Austrittstemperatur Warmwasser am Speicher ≥ 60 °C
- Minimale Wiedereintrittstemperatur des zirkulierten Warmwassers in den Trinkwassererwärmer von 55 °C

Da Temperatursensoren nicht immer sehr präzise arbeiten, ist die Differenz von den Laborergebnissen zur Rücklauftemperatur von 5 K als bewährter Sicherheitsabstand zu verstehen.

Dank der Resultate aus der Studie kennt man nun eine weitere Größe in der allgemeinen Wachstumsfunktion von Legionellen – die Verdoppelungszeit als Funktion der Temperatur.

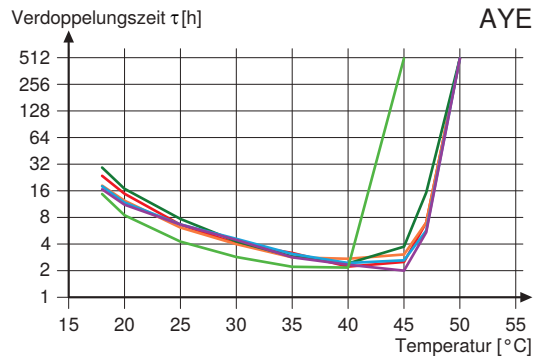


Abbildung 29: Logarithmische Darstellung der Verdoppelungszeit verschiedener Legionellenstämme in Abhängigkeit der Temperatur im Nährmedium AYE

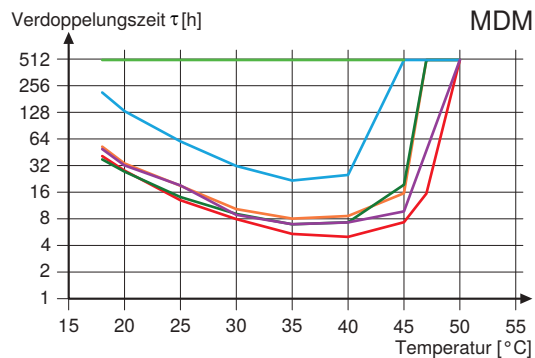


Abbildung 30: Logarithmische Darstellung der Verdoppelungszeit verschiedener Legionellenstämme in Abhängigkeit der Temperatur im Nährmedium MDM

1.8.3 Allgemeine Wachstumsfunktion von Bakterien

Um die Legionellenanzahl in Abhängigkeit von Zeit und Temperatur berechnen zu können, benötigt man den Startwert der Legionellenanzahl.

$$N = N_0 \cdot 2^{\left(\frac{t}{\tau}\right)}$$

N Anzahl der Zellen
 N_0 Anzahl der Zellen bei Start
 t Zeit
 τ Verdoppelungszeit

Geht man davon aus, dass ein Trinkwassersystem hygienisch einwandfrei betrieben werden kann, wenn die normativen Vorgaben eingehalten werden, dann lassen sich aus diesen Vorgaben die Informationen für die Berechnung des Startwerts ableiten.

Normative Vorgaben:

- Vollständiger Wasseraustausch nach spätestens 72 Stunden
- Maximale Temperatur des Kaltwassers 25 °C
- Maximal vertretbare Legionellenkonzentration 100 KBE/100 ml

Mit diesen Eckdaten

- 72 h
- 25 °C
- 100 KBE/100 ml

und der Verdoppelungszeit des Stammes JR32 im Medium MDM mit 25 °C = 12,98 h (Messwert Universität Zürich) erhält man für den Stamm JR32 im Medium MDM

$$N_0 = 2,14 \text{ KBE/100 ml.}$$

1.8.4 Temperaturabhängiges Wasseraustauschintervall

Nun ist es möglich, für den Stamm JR32 im Nährmedium MDM für jegliche Temperatur den Zeitpunkt zu bestimmen, wann der Grenzwert von $N = 100$ KBE/100 ml erreicht wird. Bei 25 °C sind dies die bekannten 72 Stunden.

Wird N_0 für jeden Stamm und für jedes Medium separat berechnet, lassen sich für jeden Stamm in Kombination mit dem Nährmedium Kurven erstellen – sogenannte Wasseraustauschfunktionen.

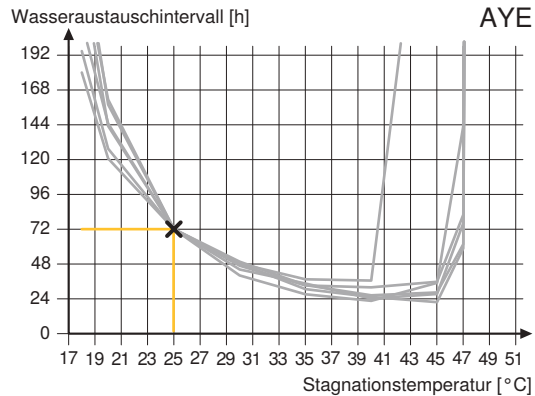


Abbildung 31: Auf 25 °C und 72 h standardisierte Wasseraustauschzeit in Abhängigkeit der Temperatur

- Normative Grenze
- ✕ Normativer Bezugspunkt

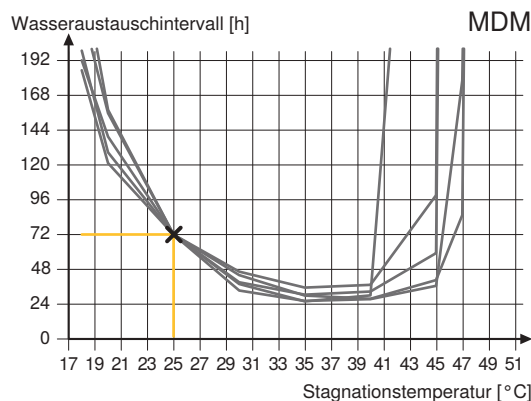


Abbildung 32: Auf 25 °C und 72 h standardisierte Wasseraustauschzeit in Abhängigkeit der Temperatur

- Normative Grenze
- ✕ Normativer Bezugspunkt

Die Übereinanderlegung der standardisierten Wasseraustauschfunktion für die Medien AYE und MDM zeigt, dass die Funktion nahezu unabhängig von Medium und Legionellenstamm betrachtet werden kann. Es ist davon auszugehen, dass sich die Kurven im sehr nährstoffarmen Medium Trinkwasser ähnlich verhalten.

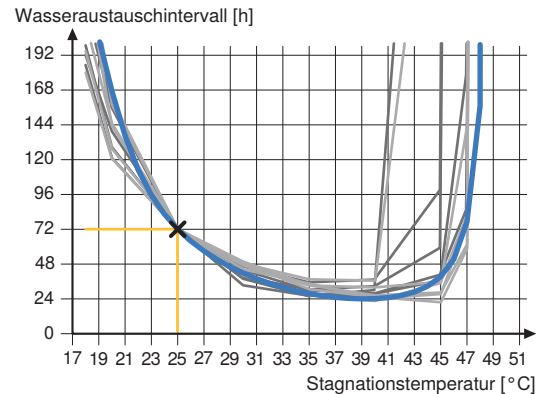


Abbildung 33: Wasseraustauschfunktion für die Medien AYE und MDM übereinandergelegt

- Normative Grenze
- ✕ Normativer Bezugspunkt
- Wasseraustauschfunktion

Als Ergebnis erhält man auf Basis der Erkenntnisse ein temperaturabhängiges Wasseraustauschintervall.

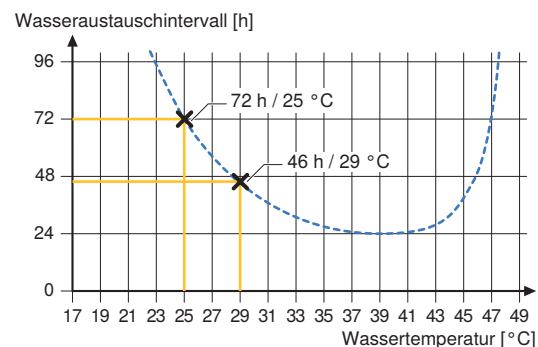


Abbildung 34: Wasseraustauschfunktion für Kaltwasserleitungen in Abhängigkeit der Temperatur

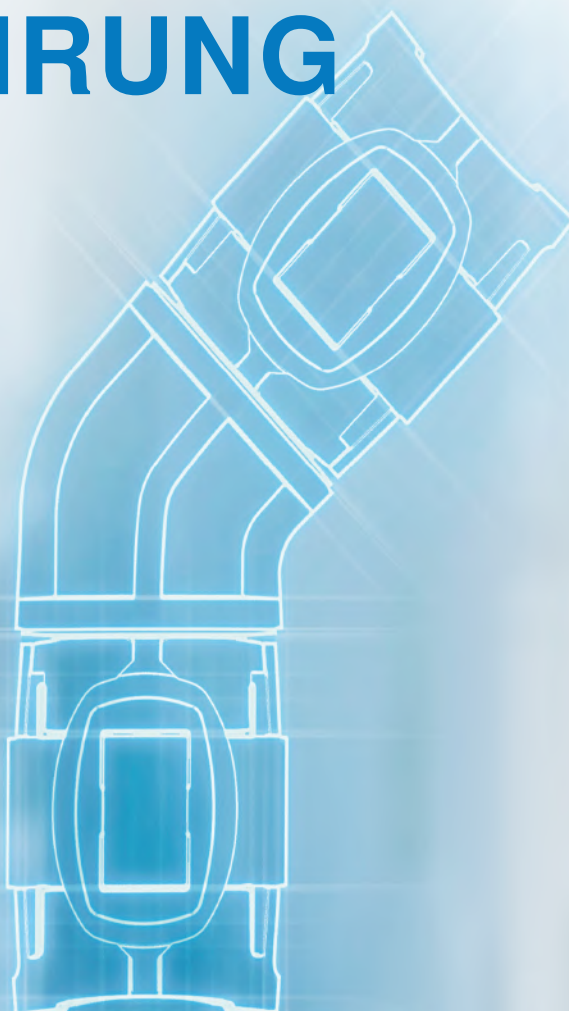
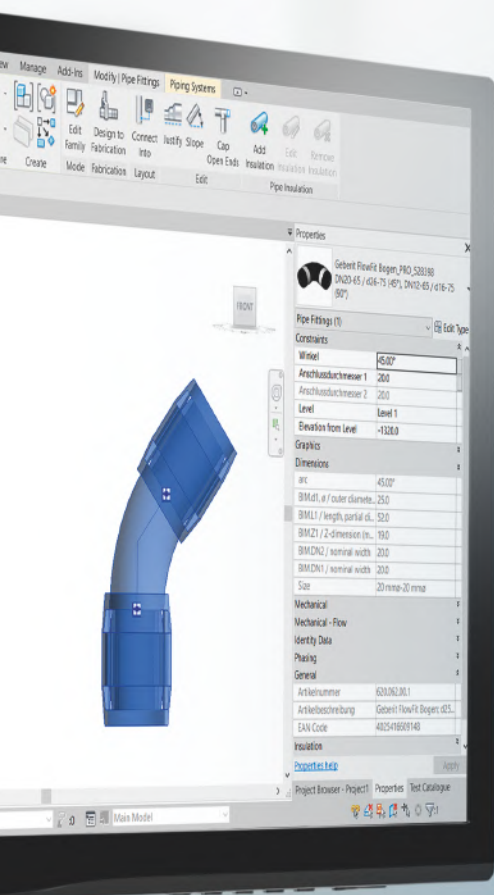
- Normative Grenze
- ✕ Normativer Bezugspunkt
- Temperaturabhängiges Wasseraustauschintervall

Für höhere Kaltwassertemperaturen ist das Wasseraustauschintervall so berechnet, dass sich die Legionellen in der aus dem Diagramm ersichtlichen Zeit maximal gleich häufig vermehren können wie bei den normativen Parametern 25 °C / 72 h. Damit ergibt sich zum Beispiel bei 29 °C ein Wasseraustauschintervall von 46 Stunden. So lässt sich, bei nicht zu vermeidender Überschreitung der Kaltwassertemperatur, ein erhöhtes Verkeimungsrisiko vermeiden.

Das DVGW-Forschungsvorhaben mit Förderkennzeichen W 201629 kommt zu einer ähnlichen Erkenntnis, dass kurzfristige Temperaturerhöhungen über 25 °C nicht unmittelbar zu hohen Legionellenbefunden führen.

KAPITEL ZWEI

PLANUNG UND AUSFÜHRUNG



□ GEBERIT Systemrohr ML

2.1	RAUMBUCH	47
2.2	TRINKWASSERANALYSE	52
2.3	POTENTIALAUSGLEICH	53
2.3.1	Hauptpotentialausgleich	53
2.3.2	Zusätzlicher Potentialausgleich	53
2.3.3	Elektrische Isolierstücke	53
2.3.4	Trennen und Verbinden von metallenen Rohrleitungen	54
2.4	BETRIEBSTEMPERATUREN	55
2.4.1	Betriebstemperatur gemäß DIN EN 806-2 Absatz 3.6	55
2.4.2	Betriebstemperatur gemäß DIN 1988-200 Absatz 3.6	55
2.5	TRINKWASSERERWÄRMUNGSANLAGEN	56
2.5.1	Kaltwasseranschluss an Trinkwassererwärmer	57
2.5.2	Klein- und Großanlage	60
2.5.3	3-Liter-Regel	61
2.6	PROBENAHMESTELLEN	62
2.6.1	Probenahme für mikrobiologische Untersuchungen	62
2.6.2	Probenahme für chemische Untersuchungen	64
2.7	WASSERBEHANDLUNGSMASSNAHMEN	65
2.7.1	Wasserbehandlungsmaßnahmen bei Trinkwassererwärmern	66
2.7.2	Enthärten durch Ionenaustausch	67
2.7.3	Kalkschutzgeräte	67
2.8	SICHERUNGSEINRICHTUNGEN	68
2.8.1	Auswahl von Sicherungseinrichtungen	69
2.9	LEITUNGSFÜHRUNG	72
2.9.1	Verteilleitungen	72
2.9.2	Wärmeeinwirkung auf Kaltwassersteigleitung im Schacht	77
2.9.3	Geberit innenliegende Zirkulation	79
2.9.4	Stockwerksleitungen	82
2.10	AUSSTOSSZEITEN	89

2.11	AUTOMATISIERTE WASSERAUSTAUSCHEINRICHTUNGEN	91
2.11.1	Bedienung und Einstellung der Geberit Hygienespülungen	93
2.11.2	Spülprogramme	93
2.11.3	Überblick Geberit Hygienespülungen	96
2.11.4	Geberit Connect	99
2.12	DIMENSIONIERUNG VON TRINKWASSERINSTALLATIONEN	101
2.12.1	Berechnungsdurchfluss	102
2.12.2	Summendurchfluss	102
2.12.3	Spitzendurchfluss	103
2.12.4	Nutzungseinheiten	104
2.12.5	Berechnungsstartpunkt	107
2.12.6	Verfügbares Rohrreibungsdruckgefälle	107
2.12.7	Fließgeschwindigkeiten	108
2.12.8	Druckverluste aus Rohrreibung	109
2.12.9	Druckverluste aus Einzelwiderständen	109
2.12.10	Einzelwiderstände nach DVGW W 575	110
2.12.11	Produktneutrale Berechnung	112
2.12.12	Bemessung von Zirkulationsleitungen	112
2.13	DÄMMUNG VON TRINKWASSERLEITUNGEN	115
2.13.1	Kaltwasserleitungen	116
2.13.2	Warmwasserleitungen	118
2.13.3	Vorgedämmte Geberit Systemrohre	120
2.14	LÄNGENAUSDEHNUNG	122
2.14.1	Steuerung der Längenausdehnung	123
2.14.2	Ermittlung der Längenänderung und der Biegeschenkellänge	127
2.14.3	Befestigung in Trockenbau- und Vorwandssystemen	130
2.15	KENNZEICHNUNG VON ROHRLEITUNGEN	132

2.1 RAUMBUCH

Die Planung einer Trinkwasserinstallation soll auf Grundlage eines Raumbuches erfolgen. Ein Raumbuch ist ein mit allen Beteiligten (Architekt, Planer, Betreiber usw.) abgestimmtes Dokument für ein Gebäude, das die Nutzungsbeschreibungen der einzelnen Räume sowie den erforderlichen Umfang der Trinkwasserinstallation unter besonderer Berücksichtigung der Bedarfsermittlung enthält.

Während das Raumbuch als Grundlage zur Konzeption einer Trinkwasserinstallation und zur Sicherstellung des bestimmungsgemäßen Betriebs nach VDI 6023-1 für alle Trinkwasserinstallationen gilt, ist nach DIN 1988-200 das Raumbuch für Gebäude mit besonderer Nutzung, wie z. B. Krankenhäuser, Seniorenwohnheime, Kindergärten, Schulen und Gebäude mit gewerblicher Nutzung gefordert.

Für ein Raumbuch gibt es keine verbindlichen formalen Vorgaben. Empfehlenswert ist die Erstellung eines Raumbuchs für jeden Sanitärraum, das u. a. folgende Angaben enthalten sollte:

- Ausstattung der Sanitärräume (Auflistung der Entnahmearmaturen mit ihren hydraulischen Kennwerten), gegebenenfalls Angaben nach VDI 6003
- Armaturenabsicherung (Schutz des Trinkwassers, Sicherungseinrichtungen nach DIN EN 1717 und DIN 1988-100)
- Beschreibung der Trinkwasserleitungen (Material, Leitungsführung, Dimension)
- Nutzungsbeschreibung (angesetzter Gleichzeitigkeitsfaktor, Nutzungshäufigkeit)
- Definition des bestimmungsgemäßen Betriebes (z. B. Wasseraustausch nach 3 oder 7 Tagen)
- Instandhaltungsmaßnahmen (Inspektions- und Wartungsintervalle nach DIN EN 806-5)
- Grundlage der Bedarfsermittlung für die Trinkwassererwärmung
- Raumtemperatur
- Probenahmestellen

Nachstehend sind beispielhaft zwei Raumbücher für einen Sanitär- und Hausanschlussraum dargestellt:

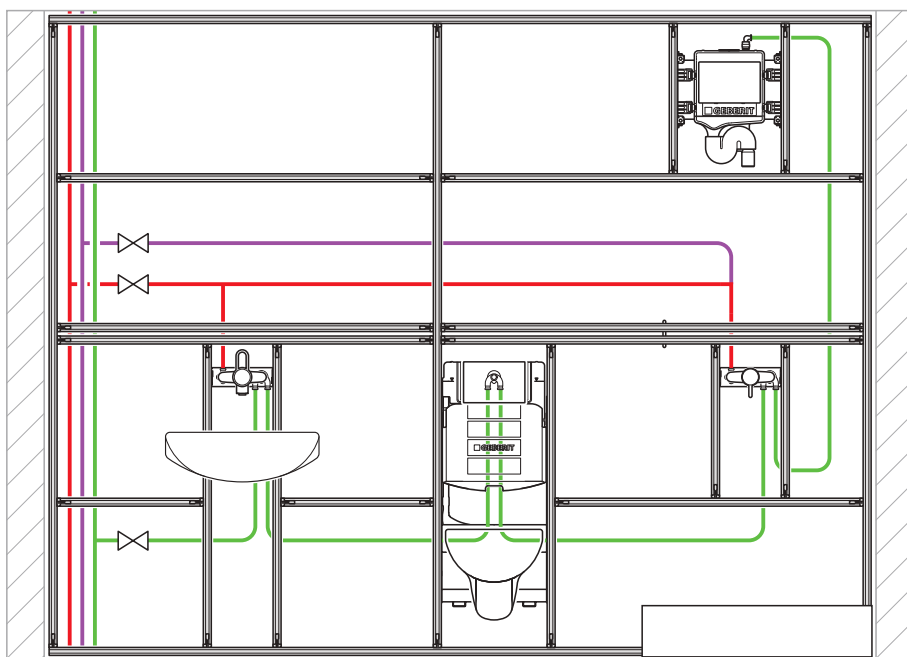
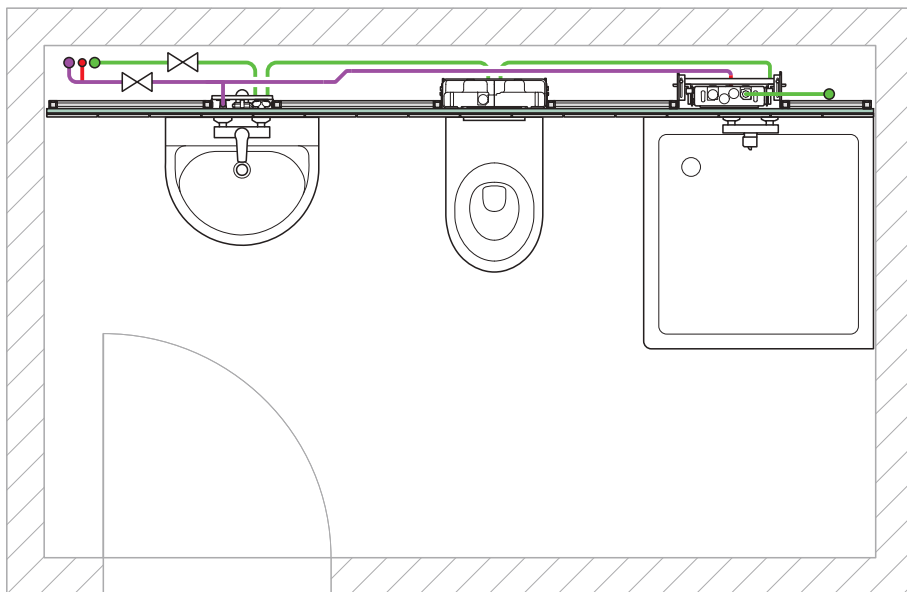


Abbildung 35: Beispiel Schema Hotelbadezimmer

Auszug aus einem Raumbuch – Beispiel Hotelbadezimmer								
Raumbezeichnung		Raumnummer	Raumtemperatur	Lage (Bauteil, Geschoss, ...)				
Badezimmer		W 2.04	21°C	2. Geschoss, West Flügel				
Allgemeine Informationen:								
Länge	5	m	Grundfläche	15	m²			
Breite	3	m	Nutzfläche	13,5	m²			
Höhe	2,5	m	Raumvolumen	37,5	m³			
Nutzungs- beschreibung	Hotelbadezimmer ca. 80 % ausgelastet im Jahr, bei Auslastung wird eine tägliche Benutzung erwartet, Waschtisch und Dusche mit PWC und PWH, WC nur PWC.							
Entnahmestellen:								
Einrichtung (Sanitär)	Anzahl	V _R [l/s]	P _{min,FL} [hPa]	Häufigkeit (Nutzung/Woche)	Ausstoßzeit [s]	Absicherung nach DIN EN 1717 / DIN 1988-100		
Dusche	1	0,15	1000	unregelmäßig	15	freier Auslauf		
Waschtisch	1	0,07	1000	unregelmäßig	15	freier Auslauf		
WC	1	0,13	500	unregelmäßig	15	freier Auslauf		
Wie wird der regelmäßige Wasseraustausch sichergestellt?								
Geberit Hygienespülung¹ HS10, HS30, HS50	☒	Geberit Hygienespülung HS01	☐	Anforderungen an den bestimmungsgemäßen Betrieb	Spülplan vorhanden?	☐		
					Wasseraustausch alle 3 Tage	☒		
Nutzung / Manuell	☐	Spülarmatur	☐		Wasseraustausch alle 7 Tage	☐		
Installation:								
Material²	Multilayer ☒	Vollkunststoff ☐	Edelstahl ☐	Kupfer ☐	verzinkter Stahl ☐			
Trinkwasser- erwärmer	zentral	☒	Sonstige Bemerkungen					
	dezentral	☐						
PWC	Reihenleitung	☒	Doppelwandscheibe	☒	Bemerkungen			
	Ringleitung	☐	T-Stück	☐				
				Einzelanschluss	☐	Doppelwandscheiben mit MasterFix ausgeführt		
PWH	Reihenleitung	☐	Doppelwandscheibe	☐	Bemerkungen			
	Ringleitung	☐	T-Stück	☒				
				Einzelanschluss	☐	Anschluss mit MasterFix / Thermisch entkoppelte Leitungsführung		
PWH-C	nach DVGW W551/W553		Bemerkungen					
	☒							
Hinweise:								
Wartung/ Inspektion	Überprüfung der nachstehenden Bauteile und Entnahmearmaturen nach DIN EN 806-5							
	Anzahl	Bauteile	Wartungsintervall	?	Anzahl	Bauteile	Wartungsintervall	?
	2	Absperrventil	6 Monate	☐				☐
	1	Zirkulations- reguliertventil	6 Monate	☐				☐
Probenahmestellen	PWC	keine		Verbrühschutz	zentral	☐		
	PWH	keine			endständig	☒		
	PWH-C	keine			keiner	☐		
Sonstige Bemerkungen	¹Siehe Anlage "Einstellwerte Geberit Hygienespülung" ² Siehe Anlage "Hydraulikliste"							

Abbildung 36: Beispiel Raumbuch Hotelbadezimmer

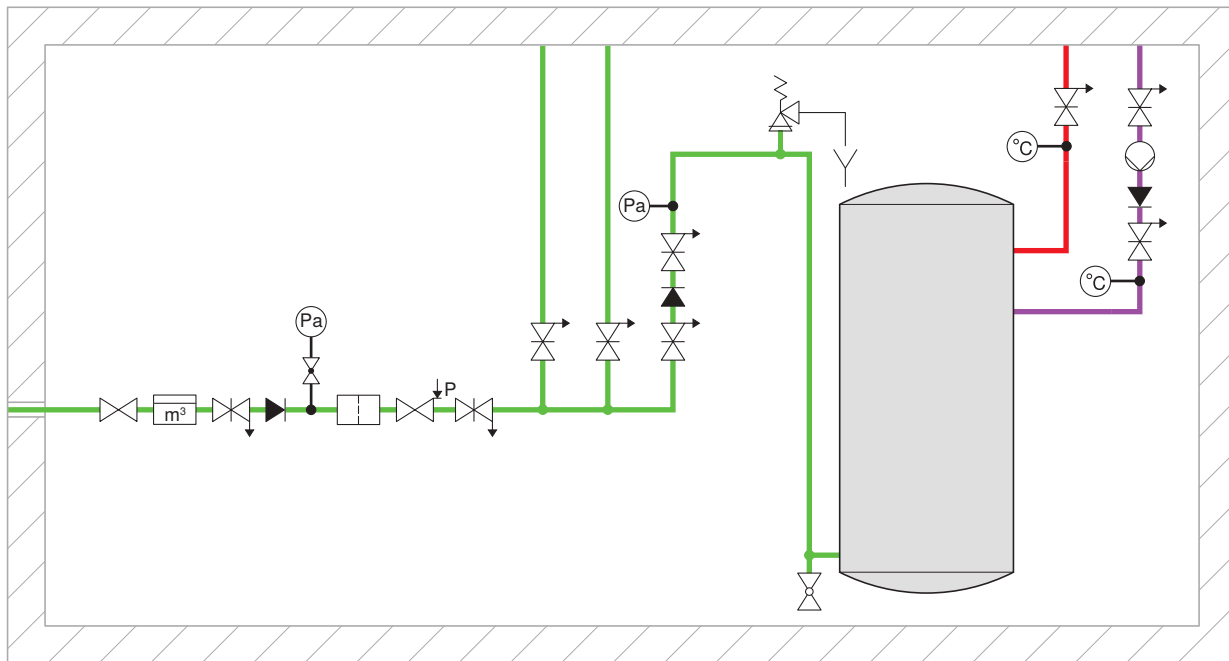


Abbildung 37: Beispiel Schema Hausanschlussraum / Technikraum

Auszug aus einem Raumbuch – Beispiel Hausanschlussraum/Technikraum									
Raumbezeichnung			Raumnummer		Raumtemperatur		Lage (Bauteil, Geschoss, ...)		
Technikraum			H -1.02		23°C		Untergeschoss, Hauptgebäude		
Allgemeine Informationen:									
Länge	7		m	Grundfläche		28		m²	
Breite	4		m	Nutzfläche		25,2		m²	
Höhe	2,5		m	Raumvolumen		70		m³	
Nutzungs- beschreibung	Hausanschlussraum mit Verteiler für PWC und zentraler Trinkwassererwärmer mit Zirkulation								
Installation:									
Material¹	Multilayer ☐		Vollkunststoff ☐		Edelstahl ☒		Kupfer ☐		verzinkter Stahl ☐
Trinkwassererwärmung:									
Anzahl	Art der Versorgung		Betriebsweise		Energieträger		Baujahr	Speichervolumen	Temperatur
1	zentral	in Reihe	☐	Fernwärme	☐	2018	250 Liter	TWE Ausgang	61°C
		getrennter Betrieb	☐	Regenerativ	☒			Zirkulation Eingang TWE	57°C
		parallel	☐	Fossil	☒				
Bemerkungen		Energieträger: Gas und Solar							
Probenahmestellen:									
		Einbauort				Sonstige Bemerkungen			
PWC	☒	Hinter Wasserzähler, Absperrventil m.E.				-			
PWH	☒	Abgang TWE, Absperrventil m.E.							
PWH-C	☒	Eingang Zirkulation in TWE, Absperrventil m.E.							
Trinkwasser-Aufbereitung:									
Vorhanden?	Art der Anlage		Zusatzstoffe		Hersteller		Sonstige Bemerkungen		
Nein	-		-		-		-		
Filter:									
Art		Fabrikat / Hersteller		Einbaujahr		Intervall Filterwechsel		Intervall Rückspülung	
Schwebstofffilter	☐			2018		6 Monate		2 Monate	
Filterkerze	☐								
rückspülbarer Filter	☒	Modell V24 / Hersteller xy							
Hinweise:									
Wartung/ Inspektion	Überprüfung der nachstehenden Bauteile nach DIN EN 806-5								
	Anzahl	Bauteile	Inspektion / Wartungsintervall	?	Anzahl	Bauteile	Inspektion / Wartungsintervall	?	
	11	Absperrventil	Jährlich	☐	1	Wasserzähler	nach Vorgabe WVU	☐	
	1	Zirkulationspumpe	Jährlich	☐	3	Rückflussverhinderer	Jährlich	☐	
	3	Probenahmestellen	Jährlich	☐	1	Sicherheitsventil	Halbjährlich	☐	
	1	Filter	Halbjährlich	☐	1	Druckminderer	Jährlich	☐	
				☐	4	Fühler	Jährlich	☐	
Sonstige Bemerkungen	¹ Siehe Anlage "Hydraulikliste"								

Abbildung 38: Beispiel Raumbuch Hausanschlussraum

2.2 TRINKWASSERANALYSE

Die Werkstoffauswahl für die Materialien im Kontakt mit Trinkwasser muss auch mit der örtlichen Trinkwasseranalyse des Wasserversorgers abgestimmt sein.

Vor Beginn einer Planung ist eine Trinkwasseranalyse vom örtlichen Wasserversorgungsunternehmen einzuholen. Sie gibt Auskunft über die wesentlichen Inhaltsstoffe des Trinkwassers gemäß Trinkwasserverordnung.

Es muss sichergestellt sein, dass in der Trinkwasserinstallation nur Rohre und Bauteile aus Werkstoffen verwendet werden, die für die jeweilige Trinkwasserbeschaffenheit geeignet sind.

Zudem sollten bei der Auswahl von Werkstoffen auch örtliche Erfahrungen berücksichtigt werden, die gegebenenfalls beim Wasserversorgungsunternehmen, bei den örtlichen Installationsunternehmen oder beim Rohrhersteller vorhanden sind.

Auszug Trinkwasseranalyse am Beispiel der Stadt München (Stand: Januar 2023)

Aktuelle Analyseergebnisse für das gesamte Stadtgebiet

Physikalisch-chemische Kenngrößen:	Analyseergebnisse			Grenzwert TrinkwV*
	Durchschnittswert	Minimum	Maximum	
Temperatur [°C]	10,8	8,3	17,8	kein Grenzwert festgelegt
ph-Wert	7,65	7,42	7,86	6,5–9,5
Färbung (m ⁻¹) (spektr. Absorptionskoeffizient 436 nm)	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,5
Trübung (NTU) (Nephelometr. Trübungseinheit)	0,18	< 0,01	0,27	1,0
Geruch/Geschmack	ohne	ohne	ohne	Für den Verbraucher annehmbar und ohne anormale Veränderung
Calcitlösekapazität (mg/l)	-16,5	-29,0	-12,0	5
Leitfähigkeit (µS/cm bei 25 °C)	553	475	606	2790
Oxidierbarkeit (mg/l)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	5,0
DOC (mg/l)	< 0,30	< 0,30	< 0,31	kein Grenzwert festgelegt
TOC (mg/l)	0,36	< 0,30	0,38	ohne anormale Veränderung
Wasserhärte:				
Basekapazität pH 8,2 (mmol/l)	0,3	0,1	0,5	kein Grenzwert festgelegt
Säurekapazität pH 4,3 (mmol/l)	5,2	4,1	6,4	kein Grenzwert festgelegt
Karbonhärte (*KH)	14,4	11,5	17,9	kein Grenzwert festgelegt
Summe Erdalkalien (mmol/l)	2,8	2,5	5,2	kein Grenzwert festgelegt
Gesamthärte (*dH) (Grad deutscher Härte)	15,6	14,0	18,8	kein Grenzwert festgelegt

* Trinkwasserverordnung (TrinkwV) in der aktuell gültigen Fassung

2.3 POTENTIALAUSGLEICH

2.3.1 Hauptpotentialausgleich

In jedem Gebäude muss ein Potentialausgleich über die Haupterdungsschiene (Hauptpotentialausgleich) vorhanden sein. Nach Reparaturarbeiten oder Sanierungen muss der Potentialausgleich bei elektrisch leitenden Rohren wiederhergestellt werden. Hierbei muss auf die Verbindungsmaterialien geachtet werden. Sie müssen für die entsprechenden Rohrmaterialien geeignet sein, um Korrosion zu vermeiden.

Auch bei einem Austausch einer metallenen Rohrleitung gegen ein Kunststoffrohr ist der Potentialausgleichsleiter wieder anzuschließen. Es ist von einer Elektrofachkraft zu prüfen, ob eine Überbrückung der Kunststoffleitung notwendig ist.

In Gebäuden, die nach 2007 erbaut sind, müssen nur noch solche Rohrleitungen an die Haupterdungsschiene angeschlossen werden, die leitfähig von außen in das Gebäude eingeführt werden.

2.3.2 Zusätzlicher Potentialausgleich

Bis 2008 galt: Alle leitfähigen Rohrleitungen, die in Räume mit Badewannen und /oder Duschwannen geführt werden, sind mit einem zusätzlichen Potentialausgleich zu versehen.

Seit 2008 gilt: Es ist kein zusätzlicher Potentialausgleich in Räumen mit Badewannen und /oder Duschwannen erforderlich, wenn ein Potentialausgleich über die Haupterdungsschiene vorhanden ist und die elektrischen Anlagen nach den aktuellen Normen errichtet wurden.

Bei Renovierungen darf auf den zusätzlichen Potentialausgleich nur dann verzichtet werden, wenn die elektrischen Anlagen an die aktuellen Normen angepasst werden. In allen anderen Fällen ist der Potentialausgleich wieder anzuschließen. Im Zweifelsfall ist immer ein Potentialausgleichsleiter anzuschließen.

2.3.3 Elektrische Isolierstücke

Bei erdverlegten metallenen Leitungen ist ein Isolierstück nahe der Hauptabsperrramatur im Gebäude einzubauen. Erdverlegte metallene Grundstücksleitungen zwischen mehreren Gebäuden müssen sowohl vor dem Austritt aus einem Gebäude als auch nach der Einführung in ein Gebäude mit Isolierstücken ausgerüstet werden. Metallene Innenleitungen von jedem Gebäude sind getrennt an die Potentialausgleichsschiene anzuschließen.

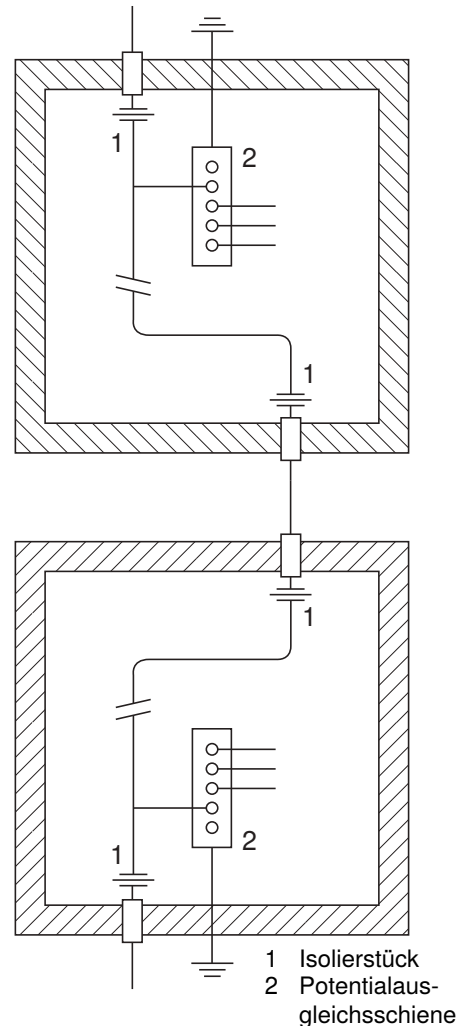


Abbildung 39: Potentialausgleich bei erdverlegten metallenen Rohrleitungen

2.3.4 Trennen und Verbinden von metallenen Rohrleitungen

Vor dem Trennen oder Verbinden von metallenen Rohrleitungen ist eine elektrische Überbrückung herzustellen, sofern eine solche nicht bereits besteht, wie z. B. durch einen Wasserzählerbügel. Der elektrische Anschluss der Überbrückungsleitung ist mit Anschlussklemmen oder mit einer Vorrichtung, die einen gleichwertigen Kontaktdruck gewährleistet, auszuführen.

Als Überbrückungsleitung ist ein flexibler isolierter Kupferleiter gemäß DIN VDE 0295 mit mindestens 16 mm² Querschnitt bei maximaler Länge von 3 Metern zu verwenden.

Bei der Montage ist Folgendes zu beachten:

- Die Anschlussklemmen müssen auf den Rohrdurchmesser abgestimmt sein.
- Bei allen Anschlüssen ist guter metallener Kontakt sicherzustellen. Die Kontaktstellen am Rohr und an den Anschlussklemmen sind daher vor der Montage sorgfältig blank und fettfrei zu machen. Für einen ausreichenden Kontaktdruck ist zu sorgen, damit eine elektrisch gut leitende Verbindung zustande kommt.
- Ein Zwischenlegen von Metallfolien ist nicht zulässig.
- Haftmagnete dürfen nicht verwendet werden, weil sie keine gesicherte Verbindung gewährleisten.

2.4 BETRIEBSTEMPERATUREN

Zur Erfüllung der hygienischen Anforderungen in einer Trinkwasserinstallation sind die Betriebstemperaturen für Warm- und Kaltwasser von entscheidender Bedeutung.

2.4.1 Betriebstemperatur gemäß DIN EN 806-2 Absatz 3.6

30 Sekunden nach dem vollen Öffnen einer Entnahmestelle sollte die Wassertemperatur für Kaltwasserstellen 25 °C nicht übersteigen und für Warmwasserentnahmestellen nicht weniger als 60 °C betragen, sofern dem nicht örtliche oder nationale Regelungen entgegenstehen.

Zum Zwecke der thermischen Desinfektion sollte in Warmwassersystemen die Möglichkeit bestehen, auch an den entferntesten Entnahmestellen 70 °C zu erreichen.

2.4.2 Betriebstemperatur gemäß DIN 1988-200 Absatz 3.6

Bei bestimmungsgemäßem Betrieb darf maximal 30 s nach dem vollen Öffnen einer Entnahmestelle die Temperatur des Kaltwassers 25 °C nicht übersteigen und die Temperatur des Warmwassers muss mindestens 55 °C erreichen.

Typische Temperaturverläufe

Die folgende Abbildung zeigt beispielhaft einen Temperaturverlauf von Kaltwasser an einer Entnahmestelle. Nach DIN 1988-200 wäre diese Installation in Ordnung, da nach 30 Sekunden Entnahmezeit die Temperatur von 25 °C unterschritten wird. Aus hygienischer Sicht sind generelle Temperaturüberschreitungen nicht zu empfehlen. Daher ist im Einzelfall zu prüfen, ob weitere Maßnahmen erforderlich sind.

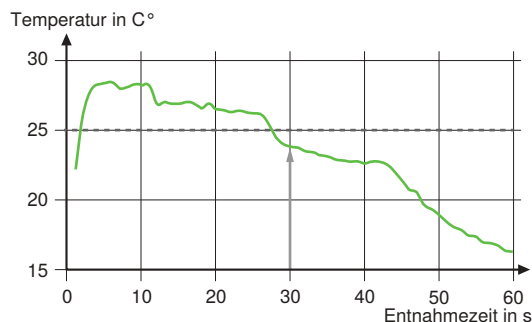


Abbildung 40: Beispielhafter Temperaturverlauf von Kaltwasser an einer Entnahmestelle

Die folgende Abbildung zeigt einen typischen Temperaturverlauf von Warmwasser an einer Entnahmestelle. Nach DIN 1988-200 wäre diese Installation in Ordnung, da nach 30 Sekunden Entnahmezeit die Temperatur von 55 °C erreicht wird. Kürzere Ausstoßzeiten und Komfortkriterien, z. B. nach VDI 6003, müssen vertraglich vereinbart werden. Gegebenenfalls werden dann andere Leitungsführungen im endständigen Bereich und dezentrale Trinkwassererwärmungsanlagen erforderlich.

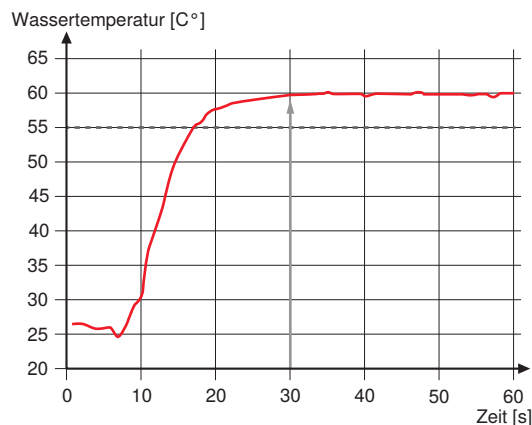
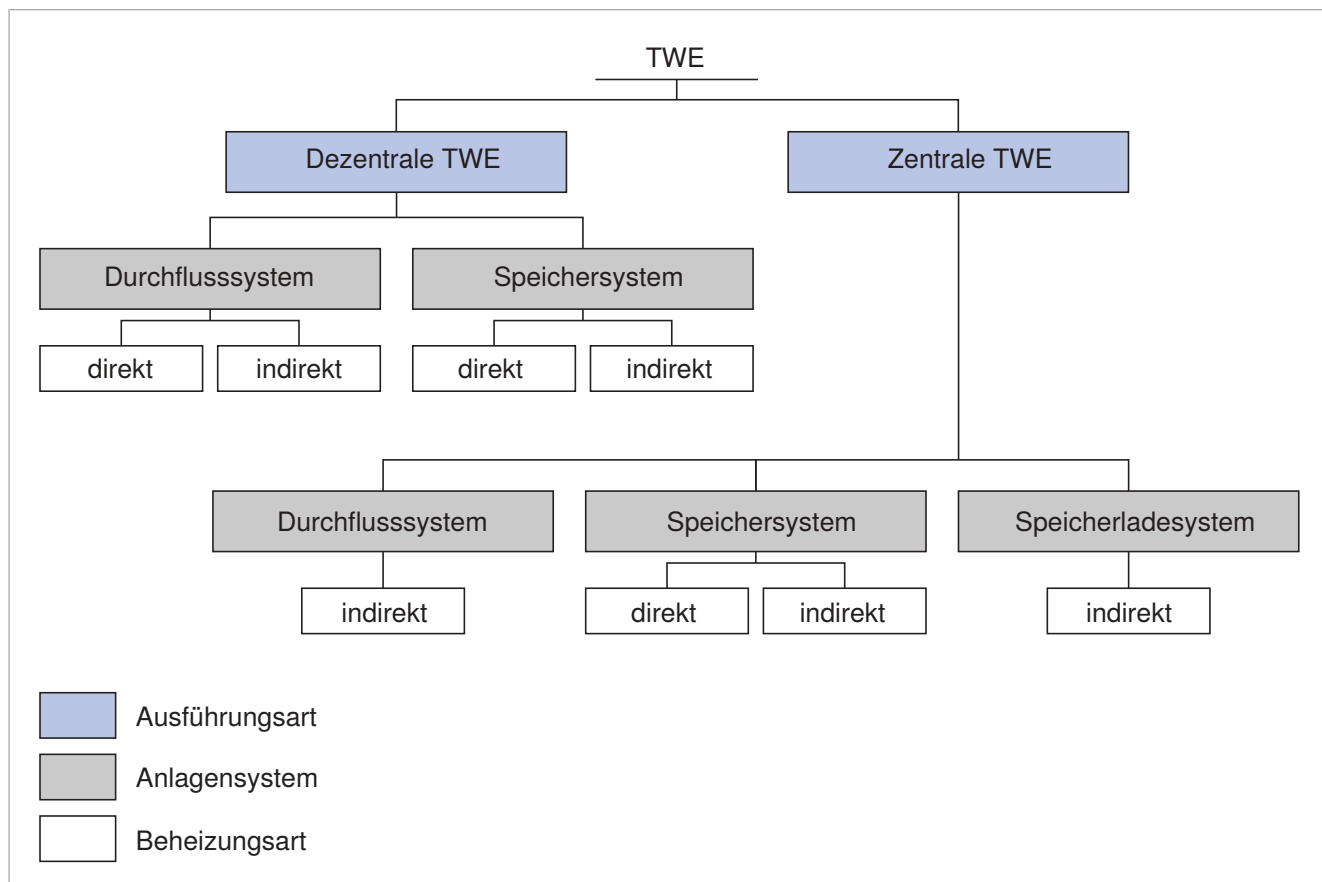


Abbildung 41: Typischer Temperaturverlauf von Warmwasser an einer Entnahmestelle

2.5 TRINKWASSERERWÄRMUNGSANLAGEN

Die Wahl der Trinkwassererwärmungsanlage muss neben wirtschaftlichen Aspekten auch gesetzliche, energetische und trinkwasserhygienische Kriterien berücksichtigen.

Trinkwassererwärmungsanlagen (TWE) werden nach folgender Systematik eingeteilt:



Für die Austrittstemperaturen aus Trinkwassererwärmungsanlagen werden in DIN 1988-200 je nach Ausführungsart und Anlagensystem unterschiedliche Temperaturen gefordert. Dabei spielt eine Rolle, ob das jeweils nachgeschaltete Leitungsvolumen 3 l im Fließweg überschreitet oder nicht.

Eine weitere Unterscheidung wird bei zentralen Trinkwassererwärmungsanlagen mit hohem Wasseraustausch gemacht. Hier sind die Anforderungen an die Austrittstemperatur reduziert, weil bei bestimmungsgemäßem Betrieb und gleichzeitig hohem Wasseraustausch von weniger als 72 h in Leitungsanlage und Verteilung das Risiko einer hygienischen Beeinträchtigung als geringer angesehen wird. Auf die Anwendung dieser verminderten Temperaturanforderung sollte jedoch verzichtet werden, da die Einhaltung der genannten Bedingung nur schwer vorherzusehen ist.

Tabelle 7: Anforderungen an die Austrittstemperatur gemäß DIN 1988-200

Ausführungsart	Anlagensystem	Leitungsinhalt ¹⁾ [l]	Zirkulation	Anforderung [°C]	Kapitel
Dezentrale TWE, Einzelversorgung	Durchflusssystem	—	—	keine	9.7.2.4
	Speichersystem	—	—	keine	9.7.2.4
Dezentrale TWE, Gruppenversorgung	Durchflusssystem	≤ 3	—	keine	9.7.2.4
		≤ 3	Ja (Sonderfall aus Komfortgründen)	≥ 60	3,6
		> 3	Ja	≥ 60	3,6
	Speichersystem	≤ 3	—	≥ 50	9.7.2.4
		≤ 3	Ja (Sonderfall aus Komfortgründen)	≥ 60	3,6
		> 3	Ja	≥ 60	3,6
Zentrale TWE	Durchflusssystem, Speicherladesystem	≤ 3	—	≥ 60	9.7.2.5
		> 3	Ja	≥ 60	3,6
Zentrale TWE mit hohem Wasseraus- tausch innerhalb von 72 h	Durchflusssystem, Speicherladesystem	≤ 3	—	≥ 50	9.7.2.3
		> 3	Ja	≥ 60	3.6 bzw. 9.7.2.3

1) Fließwegbetrachtung von Austritt TWE bis zur Entnahmestelle

— Nicht relevant



Es gilt der Grundsatz, dass Trinkwassererwärmungsanlagen ausschließlich nach dem Bedarf zu bemessen sind und nicht als Energiespeicher z. B. für alternative Wärmequellen eingesetzt werden dürfen.

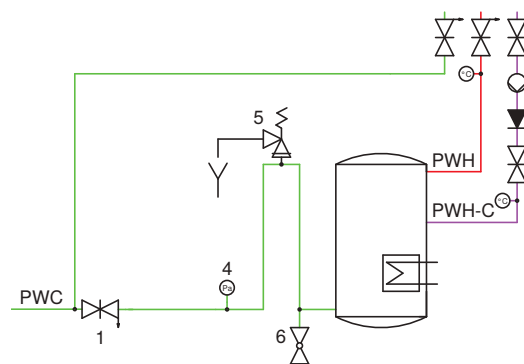
2.5.1 Kaltwasseranschluss an Trinkwassererwärmer

Vor jedem geschlossenem Trinkwassererwärmer ist ein zugelassenes (TÜV-Bauteilkennzeichen) Membransicherheitsventil zu installieren (Ausnahme: Durchflusswassererwärmer mit Nennvolumen ≤ 3 l). Zwischen Trinkwassererwärmer und Sicherheitsventil darf keine Absperrarmatur eingebaut sein.

Bis 5 000 Liter Nennvolumen des Trinkwassererwärmers dürfen nur federbelastete Membransicherheitsventile verwendet werden. Die Sicherheitsventile müssen gut zugänglich in der Nähe des Trinkwassererwärmers angeordnet sein.

Die Zuführungsleitung zum Sicherheitsventil ist mindestens in der Nennweite des Sicherheitsventils und mit einer Länge ≤ 10 x DN auszuführen. Das Sicherheitsventil kann auch in einer Armaturenkombination aus Absperrventil, Rückflussverhinderer und Membransicherheitsventil (Sicherheitsgruppe) integriert sein.

Kaltwasseranschluss an Trinkwassererwärmer mit Speicherinhalt ≤ 10 Liter



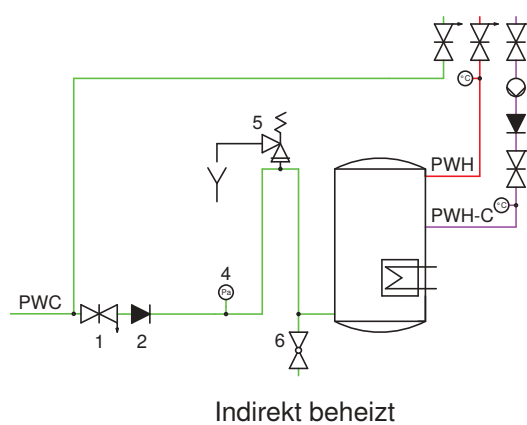
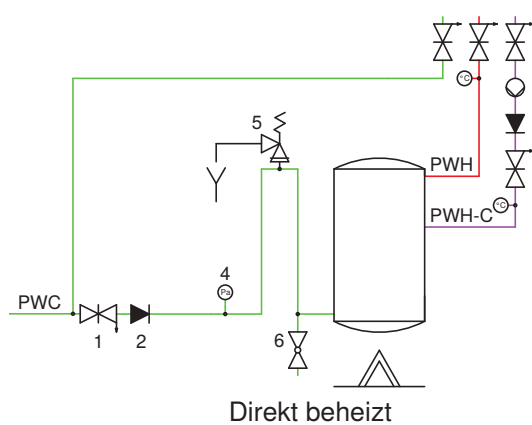
- 1 Absperrarmatur mit Entleerung
- 4 Druckmessgerät (Manometer)
- 5 Membransicherheitsventil
- 6 Entleerung

Tabelle 8: Nennweite der Sicherheitsventile für geschlossene Trinkwassererwärmer

Nennvolumen (V) [l]	Minimale Ventilgröße ¹⁾ DN	Maximale Heizleistung [kW]
≤ 200	15 (1/2")	75
200 < V ≤ 1 000	20 (3/4")	150
> 1 000	25 (1")	250

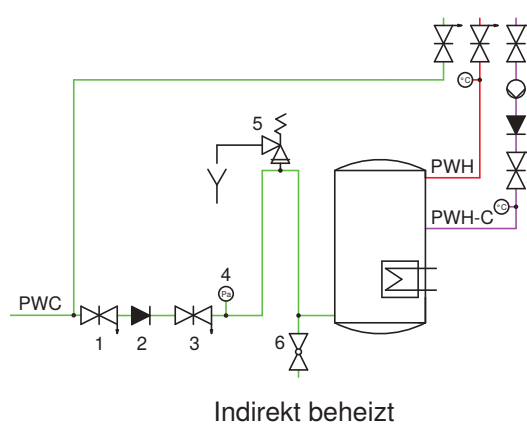
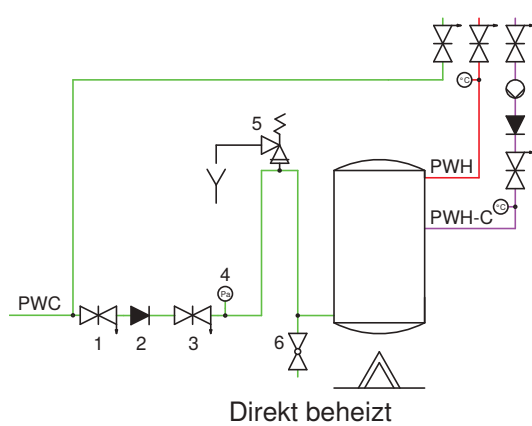
1) Dimension am Eintritt

Kaltwasseranschluss an Trinkwassererwärmer mit Speichereinhalt > 10 Liter und ≤ 200 Liter



- 1 Absperrarmatur mit Entleerung
- 2 Rückflussverhinderer
- 4 Druckmessgerät (Manometer)
- 5 Membransicherheitsventil
- 6 Entleerung

Kaltwasseranschluss an Trinkwassererwärmer mit Speichereinhalt > 200 Liter und ≤ 1 000 Liter



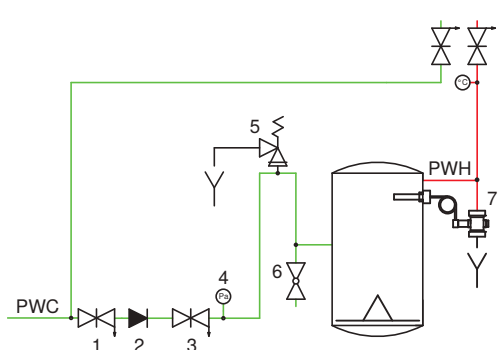
- 1 Erste Absperrarmatur mit Entleerung
- 2 Rückflussverhinderer
- 3 Zweite Absperrarmatur mit Entleerung
- 4 Druckmessgerät (Manometer)
- 5 Membransicherheitsventil
- 6 Entleerung

Kaltwasseranschluss an Trinkwassererwärmer mit Festbrennstoffkessel

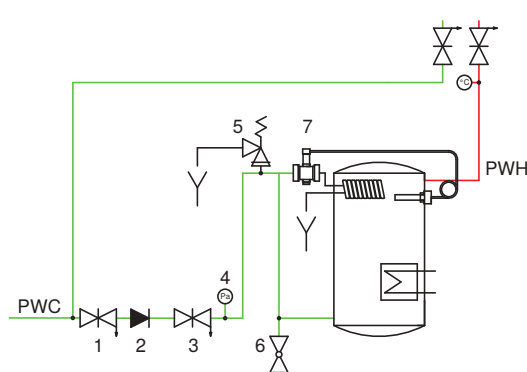
Für den Kaltwasseranschluss an einen Trinkwassererwärmer mit Festbrennstoffkessel ist zusätzlich eine thermische Ablaufsicherung vorzusehen.

Bei direkt beheizten Trinkwassererwärmern ist die thermische Ablaufsicherung in den Warmwasserabgang zu installieren. Bei indirekt beheizten Trinkwassererwärmern mit einem sekundären Wärmetauscher wird die thermische Ablaufsicherung auf der Kaltwasserseite installiert.

In beiden Fällen darf die thermische Ablaufsicherung nicht absperrbar und die Stagnationsstrecke nicht größer als $10 \times d_i$ sein.



Direkt beheizt



Indirekt beheizt

- 1 Erste Absperrarmatur mit Entleerung
- 2 Rückflussverhinderer
- 3 Zweite Absperrarmatur mit Entleerung
- 4 Druckmessgerät (Manometer)
- 5 Membransicherheitsventil
- 6 Entleerung
- 7 Thermische Ablaufsicherung

2.5.2 Klein- und Großanlage

Die Unterscheidung nach Klein- und Großanlage dient Folgendem:

- Feststellung der Untersuchungspflicht auf Legionellen nach § 31 TrinkwV
- Entscheidungsfindung über die Erfordernisse eines Zirkulationssystem
- Festlegung der erforderlichen Speichertemperatur im Trinkwassererwärmer

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

- Ein- und Zweifamilienhäusern – unabhängig vom Inhalt des Trinkwassererwärmers und dem Inhalt der nachgeschalteten Rohrleitungen
- anderen Gebäuden mit Trinkwassererwärmern mit einem Inhalt ≤ 400 l und einem Inhalt ≤ 3 l in jeder Rohrleitung zwischen dem Abgang Trinkwassererwärmer und der Entnahmestelle. Dabei wird die eventuelle Zirkulationsleitung nicht berücksichtigt.

Großanlagen sind alle Anlagen mit

- Speicher-Trinkwassererwärmer oder zentralem Durchfluss-Trinkwassererwärmer, jeweils mit einem Inhalt > 400 l oder
- einem Inhalt > 3 l in mindestens einer Rohrleitung zwischen dem Abgang Trinkwassererwärmer und der Entnahmestelle. Dabei wird jeder Fließweg betrachtet. Nicht berücksichtigt wird der Inhalt einer Zirkulationsleitung.

Die Definitionen basieren auf § 31 TrinkwV und DVGW W 551.

Tabelle 9: Groß- bzw. Kleinanlage zur Trinkwassererwärmung

Gebäudeart	Speichervolumen Trinkwassererwärmer [l]	Leitungsvolumen Trinkwassererwärmer bis Entnahmestelle [l]	Anlagenart
Ein- und Zweifamilienhaus	beliebig	beliebig	Kleinanlage
Sonstiges Gebäude	≤ 400	≤ 3	
	> 400	≤ 3	Großanlage
	> 400	> 3	
	≤ 400	> 3	

2.5.3 3-Liter-Regel

Die 3-Liter-Regel ist in folgenden Zusammenhängen von Bedeutung:

- Sie wird zur Abgrenzung einer Großanlage von einer Kleinanlage benötigt.
- Sie bestimmt die Notwendigkeit einer Zirkulationsleitung. Eine Warmwasserleitung zwischen Abgang Trinkwassererwärmer und jeder Entnahmestelle (Fließwegbetrachtung) darf bis zu einem maximalen Wasserinhalt von 3 l ohne Zirkulation oder Temperaturhalteband betrieben werden. Das Wasservolumen von 3 l ist hierbei als Obergrenze zu verstehen. Diese Grenze sollte nicht ausgereizt werden, es sind stets kleinere Wasservolumina anzustreben.
- Warmwasserleitungen, die weder in den Zirkulationskreislauf einbezogen noch mit einem Begleitheizband ausgestattet sind, z. B. Stockwerks- oder Einzelzuleitungen mit einem Wasserinhalt ≤ 3 l, müssen nicht gedämmt werden.

Die Dämmung solcher Warmwasserleitungen ist dennoch zu empfehlen, um die Wärmeübertragung auf die Kaltwasserleitungen zu minimieren.

- Zwischen Durchgangsmischarmaturen, z. B. Zentralmischer vor Duschanlagen, und jeder nachgeschalteten Entnahmestelle ist das Wasservolumen auf ≤ 3 l zu begrenzen.
- Dezentrale Durchfluss-Trinkwassererwärmer können ohne weitere Anforderungen betrieben werden, wenn das nachgeschaltete Leitungsvolumen von 3 l im Fließweg nicht überschritten wird.
- Das Wasservolumen von Einzelzuleitungen zu Entnahmearmaturen (Kaltwasser) darf 3 l nicht überschreiten.

Tabelle 10: Rohrleitungsvolumina Geberit Systemrohre

Systemrohr	Nennweite DN	Außendurchmesser d [mm]	Wandstärke s [mm]	Innendurchmesser d _i [mm]	Rohrvolumen V _R [l/m]	Maximale Leitungslänge (V _R = 3 l ¹⁾) L [m]
Geberit Mapress Edelstahl	10	12	1	10	0,079	38,1
	12	15	1	13	0,133	22,6
	15	18	1	16	0,201	14,9
	20	22	1,2	19,6	0,302	9,9
	25	28	1,2	25,6	0,515	5,8
Geberit Mepla	12	16	2,25	11,5	0,104	28,8
	15	20	2,5	15	0,177	16,9
	20	26	3	20	0,314	9,5
	25	32	3	26	0,531	5,6
Geberit Systemrohr ML	12	16	2	12	0,113	26,5
	15	20	2	16	0,201	14,9
	20	25	2,5	20	0,314	9,5
	25	32	2,8	26,4	0,547	5,4
Geberit Systemrohr PB	10	14	2,75	8,5	0,058	51,6
	12	16	2	12	0,201	14,9
	15	20	2	16	0,314	9,5
	20	25	2,5	20	0,547	5,4

1) Maximales Rohrleitungsvolumen. Es sind stets kleinere Volumina anzustreben.

2.6 PROBENAHMESTELLEN

Für mikrobiologische und chemische Untersuchungen müssen an geeigneter Stelle Probenahmestellen platziert werden.

Bei Probenahmen in Trinkwasserinstallationen ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen:

- Probenahme für mikrobiologische Untersuchungen (z. B. Legionellen) im Rahmen einer
 - orientierenden (systemischen) Untersuchung
 - weitergehenden Untersuchung
- Probenahme für chemische Untersuchungen (z. B. Metallkonzentration)

2.6.1 Probenahme für mikrobiologische Untersuchungen

Nach § 41 TrinkwV muss der Betreiber einer Gebäudewasserversorgungsanlage, die nach § 31 auf den Parameter *Legionella spec.* untersuchungspflichtig ist, Trinkwasserproben an mehreren repräsentativen Stellen nehmen (lassen). Er muss sicherstellen, dass geeignete Probenahmestellen vorhanden sind.

Bei der Probennahme ist die Empfehlung des Umweltbundesamtes „Systemische Untersuchungen von Trinkwasser-Installationen auf Legionellen nach Trinkwasserverordnung – Probennahme, Untersuchungsgang und Angabe des Ergebnisses“ vom Dezember 2018 (Bundesgesundheitsblatt 2019 S. 1032) einschließlich der Aktualisierung dieser Empfehlung vom Dezember 2022 (Bundesgesundheitsblatt 2023 S. 181) zu beachten.

Orientierende Untersuchung

Die orientierende (systemische) Untersuchung findet an mindestens drei Stellen im Warmwassernetz (Warmwasserleitung und Warmwasser-Zirkulationsleitung) einer Trinkwasserinstallation statt:

- am Ausgang des Trinkwassererwärmers in die Warmwasserleitung
- am Eintritt Warmwasser-Zirkulationsleitung in den Trinkwassererwärmer
- in der Peripherie, z. B. am Steigstrang (Warmwasser-Zirkulationsleitung empfohlen)

Unter der Probenahmearmatur muss genügend Abstand vorhanden sein, damit Probenahmegefäße ohne Kontakt mit der Probenahmearmatur unter den Auslauf gehalten werden können. Es ist auf einfache Zugänglichkeit und Sauberkeit der Probenahmestellen zu achten.

In der folgenden Abbildung sind die für eine orientierende Untersuchung mindestens erforderlichen drei Probenahmestellen dargestellt, wobei die periphere Probenahmestelle am Zirkulationsreguliventil der Warmwasser-Zirkulationsleitung in der Steigleitung für eine aussagekräftige Probenahmestelle steht.

Die Entnahmestellen für die Proben in der Peripherie sollen so gewählt werden, dass jeder Steigstrang erfasst wird. Das bedeutet nicht zwingend, dass Proben aus allen Steigsträngen zu entnehmen sind. Voraussetzung für die Auswahl ist, dass die beprobten Steigstränge eine Aussage über die nicht beprobten Stränge zulassen, z. B. weil sie ähnlich gebaut sind, gleichartige Gebäudebereiche versorgen und gleich genutzt werden oder möglichst hydraulisch ungünstig liegen. Bei Trinkwasserinstallationen mit vielen Steigsträngen sind primär die Bereiche zu berücksichtigen, in denen das Wasser zum Duschen entnommen wird.

Werden Zirkulationsleitungen bis in den Sanitärraum geführt, stehen auch Einzelzuleitungen zur Beprobung an, hierzu eignen sich spezielle Probenahmearmaturen, die zwischen Eckventil und Anschlussleitung zur Entnahmestelle installiert werden.

In Einrichtungen der medizinischen Versorgung muss grundsätzlich auch auf *Pseudomonas aeruginosa* untersucht werden. Die Probenahmestelle für diese Untersuchung ist in die Kaltwasserleitung nahe der Hauseinführung zu platzieren.



Es ist zu empfehlen, eine Probenahmestelle hinter der Wasserzähleranlage in allen Trinkwasserinstallationen zu installieren.

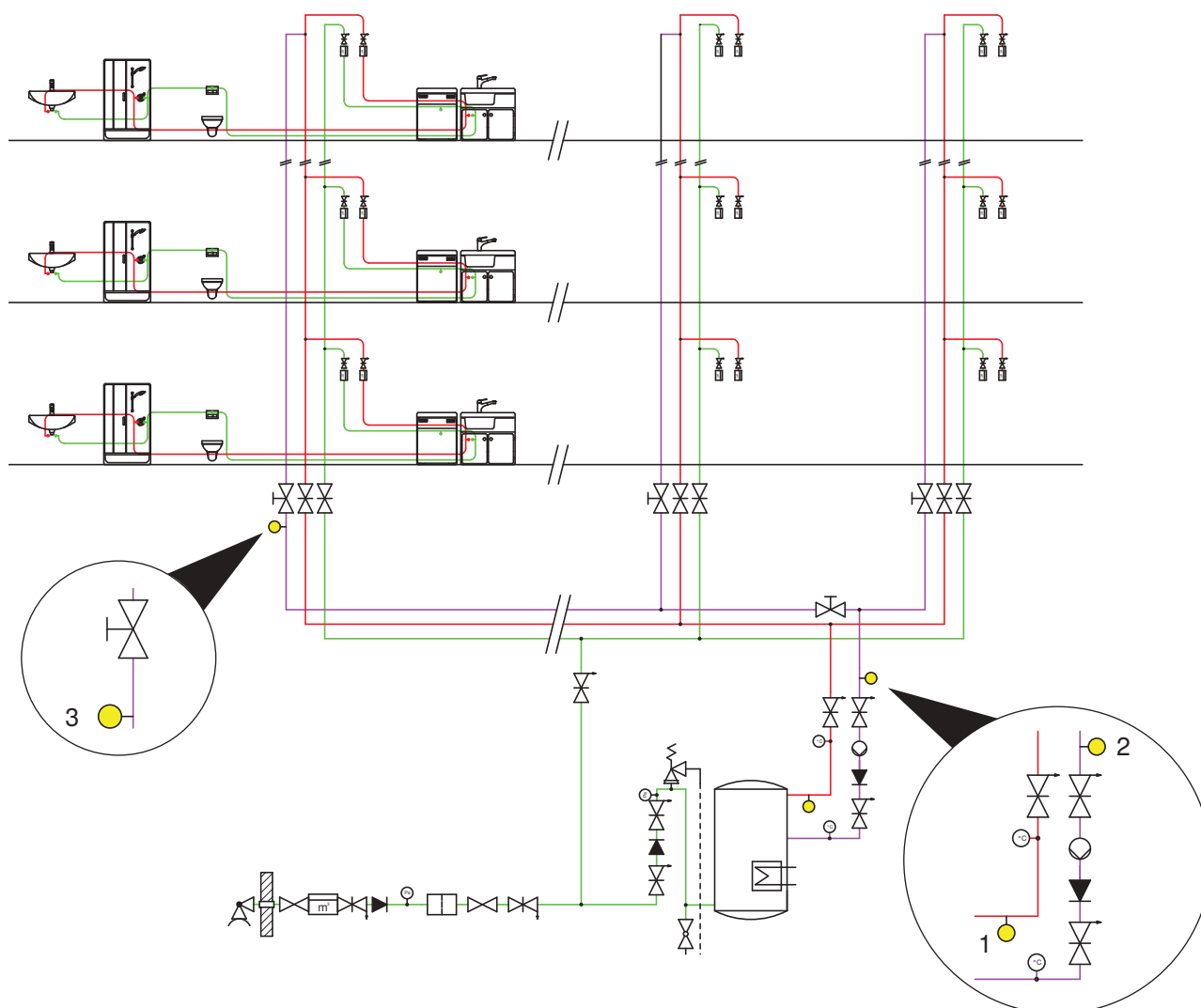


Abbildung 42: Anordnung von Probenahmestellen im Rahmen einer orientierenden Untersuchung

Weitergehende Untersuchung

Wird bei der orientierenden Untersuchung eine mikrobiologische Belastung festgestellt bzw. der technische Maßnahmenwert für *Legionella spec.* von 100 KBE/100 ml erreicht, müssen zusätzliche Probenahmestellen für eine weitergehende Untersuchung eingerichtet werden. Die weitergehende Untersuchung soll eine Aussage über das Ausmaß der Kontamination eines Systems mit Legionellen liefern und die Einleitung gezielter Sanierungsmaßnahmen ermöglichen.

Die Anzahl der erforderlichen Proben richtet sich nach Größe, Ausdehnung und Verzweigung des Systems. Zu den Probenahmestellen gemäß der orientierenden Untersuchung ist es angebracht, an jedem Steigstrang und in einzelnen Stockwerksleitungen, die Hinweise auf mögliche Kontamination bieten, zusätzliche Proben zu entnehmen. Bei Hinweisen auf Erwärmung der Kaltwasserleitung sind auch an Kaltwasserentnahmestellen Proben zu entnehmen.

2.6.2 Probenahme für chemische Untersuchungen

Die chemischen Anforderungen an das Trinkwasser werden in § 7 TrinkwV geregelt. So dürfen chemische Stoffe nicht in Konzentrationen enthalten sein, die eine Schädigung der menschlichen Gesundheit besorgen lassen. Die Grenzwerte für die chemischen Parameter sind in der TrinkwV Anlage 2 gelistet.

Ein prominentes Beispiel ist der Grenzwert für Blei. Dieser wurde am 1. Dezember 2013 von 25 g/m³ auf 10 g/m³ gesenkt, was zu einigen Änderungen in den bislang verwendeten Legierungszusammensetzungen von Buntmetallen geführt hat. Um diese Vorgabe zu erfüllen, müssen metallene Werkstoffe der Empfehlung des Umweltbundesamtes „Trinkwasserhygienisch geeignete metallene Werkstoffe“ entsprechen.

Mit Inkrafttreten der neuen Trinkwasserverordnung 2023 gilt der Grenzwert von 10 g/m³ bis zum Ablauf des 11. Januar 2028. Ab dem 12. Januar 2028 gilt der Grenzwert von 5 g/m³. Der Grenzwert gilt als überschritten, wenn bei einer gestaffelten Stagnationsbeprobung der Messwert einer der drei Proben S0, S1 oder S2 oder bei der Zufallsstichprobe der Messwert über dem Grenzwert liegt.

Im Gegensatz zu den mikrobiologischen Parametern werden die chemischen Parameter im Kaltwasser gemessen. Die Probenahme für Metalle wird an der Entnahmestelle, z. B. am Waschtisch, vorgenommen. Es ist also darauf zu achten, dass für den jeweils zu bestimmenden chemischen Parameter das entsprechende Probenahmeverfahren und die entsprechenden Probenahmestellen geklärt werden. Das jeweilige Probenahmeverfahren gibt die Methode, die Art der Probenarmatur und das Probenahmeverfahren vor.

Die Probenahme für chemische Untersuchungen erfolgt nach DIN EN ISO 5667-5 bzw. den Empfehlungen des UBA „Beurteilung der Trinkwasserqualität hinsichtlich der Parameter Blei, Kupfer und Nickel“ vom Dezember 2018 (Bundesgesundheitsblatt 2019 S. 1026) zur gestaffelten Stagnationsbeprobung.

2.7 WASSERBEHANDLUNGSMASSNAHMEN

Wasserbehandlungsmaßnahmen richten sich nach den Anforderungen der vorgesehenen Wasserverwendung und sind ausschließlich in dem durch die Trinkwasserverordnung festgelegten Rahmen zulässig.

Für die Wasserbehandlung dürfen nur Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren nach § 20 TrinkwV verwendet werden.

Das Umweltbundesamt führt die sog. §-20-Liste der zulässigen Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren. Es gibt die Liste im amtlichen Teil des Bundesanzeigers bekannt und veröffentlicht sie im Internet.

Gliederung der §-20-Liste:

Teil I a	Aufbereitungsstoffe, die als Lösungen oder als Gase eingesetzt werden
Teil I b:	Aufbereitungsstoffe, die als Feststoffe eingesetzt werden
Teil I c	Aufbereitungsstoffe, die zur Desinfektion des Wassers eingesetzt werden
Teil II	Desinfektionsverfahren
Teil III	Aufbereitungsstoffe, die für den Bedarf der Bundeswehr im Auftrag des Bundesministeriums der Verteidigung, für den zivilen Bedarf in einem Verteidigungsfall im Auftrag des Bundesministeriums des Innern und für Heimat sowie in Katastrophenfällen oder bei Großschadensereignissen bei ernsthafter Gefährdung der Wasserversorgung mit Zustimmung der für den Katastrophenschutz zuständigen Behörden eingesetzt werden

Die Auswahl geeigneter Behandlungsmaßnahmen hat unter Berücksichtigung von Wasserbeschaffenheit, verwendeten Werkstoffen und vorgesehenen Betriebsbedingungen und unter Einhaltung des in § 7 Ziffer 4 TrinkwV geforderten Minimierungsgebotes zu erfolgen. Wasserbehandlungsanlagen sollen in Trinkwasserinstallationen Korrosion und Steinbildung vermeiden. Sie dienen nicht dazu, falsche Planung oder ungeeignete Werkstoffwahl auszugleichen.

Entscheidend für den Installationsort von Wasserbehandlungsmaßnahmen sind der Zweck und die Zielsetzung:

- Wenn lediglich die Steinbildung im zentralen Trinkwassererwärmer und den nachgeschalteten Warmwasserleitungen und Warmwasser-Zirkulationsleitungen verhindert werden soll, kann der Einbau der Wasserbehandlungsmaßnahme vor der Sicherheitsarmaturengruppe im Kaltwasserzulauf zum Trinkwassererwärmer erfolgen.
- Sollen hingegen weitere Geräte und Apparate oder das gesamte Leitungsnetz der Trinkwasserinstallation gegen Steinbildung oder Korrosion geschützt werden, wird die Wasserbehandlungsmaßnahme in die Hausanschlussleitung gesetzt.

Wenn DIN-/DVGW-zertifizierte Wasserbehandlungsanlagen eingesetzt werden, sind keine zusätzlichen Sicherungseinrichtungen erforderlich.

Wasserbehandlungsanlagen dürfen nur in frostfreien Räumen aufgestellt werden. Die Raumtemperatur darf 25 °C nicht überschreiten. Es müssen Absperrarmaturen für Wartungsarbeiten vorgesehen werden.

2.7.1 Wasserbehandlungsmaßnahmen bei Trinkwassererwärmern

Die folgende Tabelle enthält Hinweise für Wasserbehandlungsmaßnahmen bei Trinkwassererwärmern in Abhängigkeit der Calciumcarbonat-Massenkonzentration des Trinkwassers kalt sowie der mittleren Temperatur des Warmwassers (Regler-Temperatur) gemäß DIN 1988-200.

Tabelle 11: Wasserbehandlungsmaßnahmen zur Vermeidung von Steinbildung gemäß DIN 1988-200

Grad deutscher Härte [°dH]	Calciumcarbonat-Massenkonzentration [mmol/l]	Maßnahmen bei $t_{PWH} \leq 60 \text{ °C}$	Maßnahmen bei $t_{PWH} > 60 \text{ °C}$
< 8,4	< 1,5	Keine	Keine
≥ 8,4 bis < 14	≥ 1,5 bis < 2,5	Keine oder Stabilisieren oder Enthärten	Stabilisieren oder Enthärten empfohlen
≥ 14	≥ 2,5	Stabilisieren oder Enthärten empfohlen	Stabilisieren oder Enthärten

Chemikaliendosierung

Dosiergeräte sind für die kontrollierte Zugabe von chemischen Lösungen zum Trinkwasser einzusetzen.

Auswahl und Menge der Chemikalien richten sich nach den Werkstoffen und

- den notwendigen Maßnahmen,
- der Beschaffenheit des eingespeisten Trinkwassers und
- den zu erwartenden Betriebsbedingungen.

Es dürfen nur Dosiergeräte nach DIN EN 14812 und DIN 19635-100 eingebaut werden. Die Größe des Dosiergerätes richtet sich nach dem ermittelten Spitzendurchfluss der Trinkwasserinstallation und dem monatlich zu erwartenden Wasservolumen, das zu behandeln ist.

Eine Desinfektion darf nur auf Grundlage einer nachweislichen Kontamination in Abstimmung mit dem zuständigen Gesundheitsamt durchgeführt werden. Eine vorbeugende chemische Desinfektion widerspricht dem Minimierungsgebot der Trinkwasserverordnung. Richtig geplante, ausgeführte und bestimmungsgemäß betriebene Trinkwasserinstallationen benötigen in der Regel keine Chemikaliendosierung.

2.7.2 Enthärten durch Ionenaustausch

Die Anlagengröße wird über den Nenndurchfluss bestimmt. Der Spitzendurchfluss kann kurzfristig über dem Nenndurchfluss liegen.

Die folgenden Austauschkapazitäten dürfen bei Enthärtung von Wasser für Trinkwassererwärmung sowie Wasch- und Geschirrspülmaschinen nicht überschritten werden. Bezugsgröße hierfür ist ein Wassertagesverbrauch von 80 l pro Person.

Tabelle 12: Maximale Austauschkapazität von Enthärtungsanlagen

Einsatzbereich	Maximale Austauschkapazität [mol]	Entsprechende Harzmenge [l]
Ein- und Zweifamilienhaus (bis 5 Personen)	1,6	4
Drei- bis Fünffamilienhaus (bis 12 Personen)	2,4	6
Sechs- bis Achtfamilienhaus (bis 20 Personen)	3,6	8

Aus Korrosionsschutzgründen ist eine Weichwasserhärte von 3 °dH empfehlenswert. Diese Vorgabe wird durch Zumischen von unbehandeltem Trinkwasser in der Verschnideeinrichtung hinter der Enthärtungsanlage erfüllt. Der Grenzwert für Natriumionen liegt nach Trinkwasserverordnung bei 200 mg/l. Zum Ableiten des Regenerationswassers ist eine vor Rückstau gesicherte Abwasserleitung vorzusehen.

2.7.3 Kalkschutzgeräte

Kalkschutzgeräte arbeiten nach dem Prinzip der Impfkristallbildung. Die Schutzwirkung wird mittels vom Gerät erzeugter, mikroskopisch kleiner Impfkristalle erzielt, an die sich die Härtebildner beim Einstellen des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichts bevorzugt anlagern. Die Härtebildner verbleiben im Wasser, eine Enthärtung findet bei Kalkschutzgeräten nahezu nicht statt.

2.8 SICHERUNGSEINRICHTUNGEN

Eine wesentliche Voraussetzung für den dauerhaft hygienisch einwandfreien Betrieb von Trinkwasserinstallationen ist die richtige Absicherung gegen Rücksaugen oder Rückdrücken von „Nicht-Trinkwasser“ in die Trinkwasserinstallation.

DIN EN 1717 und die nationale Ergänzungsnorm DIN 1988-100 legen die Anforderungen an den Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen sowie an Sicherungseinrichtungen zur Verhütung von Trinkwasserverunreinigungen durch rückfließendes Wasser fest. DIN 1988-100 ergänzt DIN EN 1717 und trifft zusätzliche Regelungen für die Planung und Ausführung von Trinkwasserinstallationen unter Berücksichtigung des deutschen technischen Regelwerks.

DIN EN 1717 definiert nach Risiko und Gefährdungspotential für die menschliche Gesundheit fünf Flüssigkeitskategorien, die mit Trinkwasser in Berührung kommen oder kommen könnten.

Tabelle 13: Flüssigkeitskategorien gemäß DIN EN 1717

Kategorie	Beschreibung	Beispiele
1	Wasser für den menschlichen Gebrauch, das direkt aus einer Trinkwasserinstallation entnommen wird	• Trinkwasser unter hohem Druck, z. B. nach einer Druckerhöhungsanlage
2	Flüssigkeit, die keine Gefährdung der menschlichen Gesundheit darstellt, aber eine Veränderung in Geschmack, Geruch, Farbe oder Temperatur aufweisen kann	• Erwärmtes Trinkwasser • Getränkeautomaten jeglicher Art
3	Flüssigkeit, die eine Gesundheitsgefährdung für den Menschen durch weniger giftige Stoffe darstellt	• Heizungswasser ohne Inhibitoren • Spülwasser für Geschirr und Küchengeräte • Badewasser im häuslichen Gebrauch
4	Flüssigkeit, die eine Gesundheitsgefährdung für den Menschen durch giftige Stoffe oder radioaktive, mutagene oder kanzerogene Substanzen darstellt	• Heizungswasser mit Inhibitoren
5	Flüssigkeit, die eine Gesundheitsgefährdung für den Menschen durch mikrobielle oder virale Erreger darstellt	• Nachspeiseeinrichtungen von Regenwassernutzungsanlagen • Badewasser im nicht häuslichen Gebrauch

2.8.1 Auswahl von Sicherungseinrichtungen

Die prinzipielle Vorgehensweise bei der Auswahl von Sicherungseinrichtungen besteht aus folgenden Schritten:

- Bestimmung des Sicherungspunktes (Einbauort der Sicherungseinrichtung)
- Bestimmung der Flüssigkeitskategorie hinter dem Sicherungspunkt
- Bestimmung des maximalen Betriebswasserspiegels hinter der Sicherungseinrichtung
- Ermittlung der Druckverhältnisse hinter der Sicherungseinrichtung ($p = \text{atm}$ oder $p > \text{atm}$. In einem Drucksystem ist dies der maximal mögliche Systemdruck, der sich hinter der Sicherungseinrichtung einstellen kann. In einem offenen System ist dies der hydrostatische Druck)

$p = \text{atm}$ gilt, wenn sich der Sicherungspunkt oder die Anschlussstelle des Apparates oberhalb des maximalen Betriebswasserspiegels befindet

$p > \text{atm}$ gilt, wenn sich der Sicherungspunkt oder die Anschlussstelle des Apparates unterhalb des maximalen Betriebswasserspiegels befindet oder nach dem Sicherungspunkt im Apparat ein höherer als der atmosphärische Druck herrscht

- Bewertung des Sicherungspunktes, z. B. in einer Installationsmatrix
- Auswahl einer geeigneten Sicherungseinrichtung nach DIN EN 1717, Tabelle 2 (Schutzmatrix) und gegebenenfalls nach DIN 1988-100, Tabelle B.1 (Anwendungstabelle)

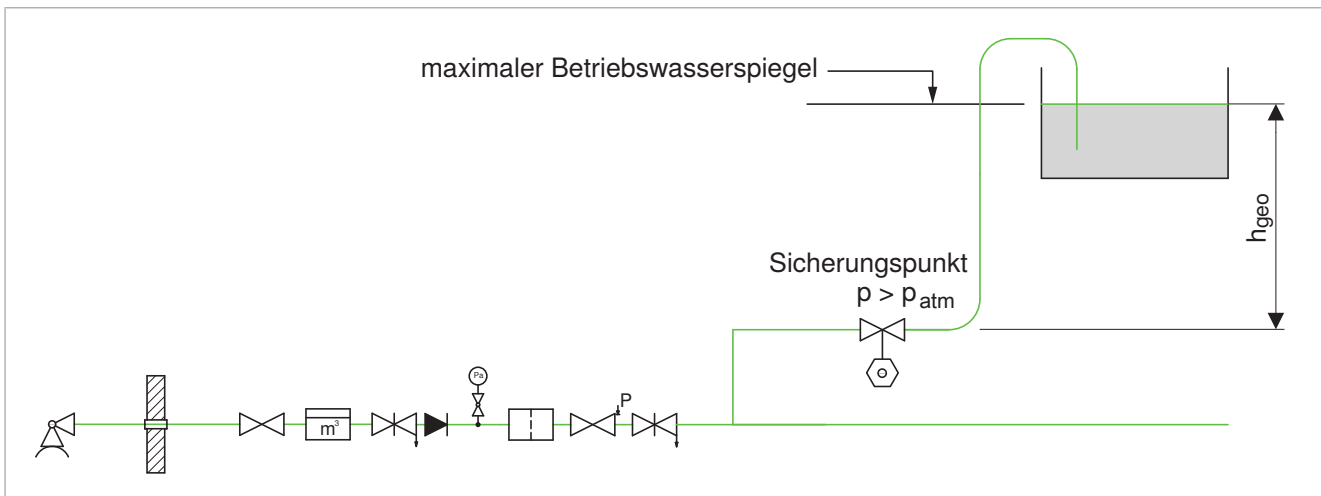


Abbildung 43: Bewertung des Sicherungspunktes

p	Druck am Sicherungspunkt
p_{atm}	Atmosphärendruck
h_{geo}	Geodätische Höhendifferenz ($>>$ hydrostatischer Druck)

Das folgende Schema fasst die wichtigen Schritte bei der Auswahl der Sicherungseinrichtung zusammen.

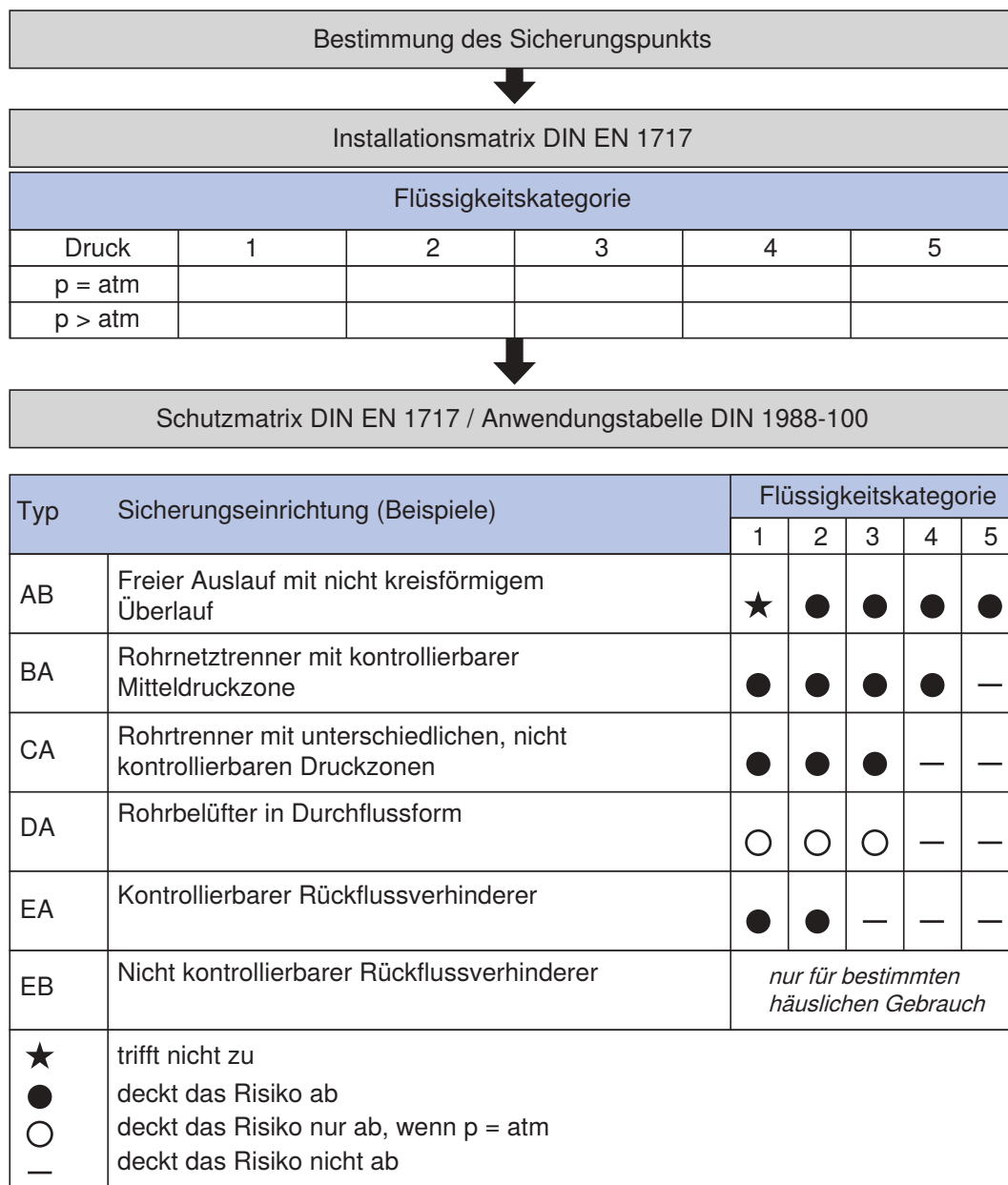


Abbildung 44: Vorgehensweise bei der Auswahl von Sicherungseinrichtungen

Für den häuslichen Bereich sieht DIN EN 1717 eine Ausnahmeregelung nach dem Risikominderungsprinzip vor. So können Entnahmestellen und Apparate im häuslichen Bereich, die definitionsgemäß der Flüssigkeitskategorie 5 zuzuordnen wären, auch mit Sicherungseinrichtungen für die Flüssigkeitskategorien 2, 3 oder 4 abgesichert werden.

Tabelle 14: Im häuslichen Bereich erlaubte Sicherungseinrichtungen für **Flüssigkeitskategorie 5**

Entnahmestellen und Apparate	Erlaubte Sicherungseinrichtung
Entnahmestelle mit Brause an Waschbecken, Spülbecken, Dusche, Badewanne, ausgenommen WC und Bidet	Sicherungseinrichtungen geeignet für Flüssigkeitskategorie 2 und EB, ED und HC
Badewanne mit Einlauf unterhalb der Oberkante ¹⁾	Sicherungseinrichtungen geeignet für Flüssigkeitskategorie 3
Entnahmearmaturen mit Schlauchverschraubung im häuslichen Bereich ^{1), 2)}	Sicherungseinrichtungen geeignet für Flüssigkeitskategorie 3
Beregnungsanlagen für Grünflächen – Unterfluranlage ¹⁾ (siehe auch DIN 1988-100, Anwendungstabelle B.1)	Sicherungseinrichtungen geeignet für Flüssigkeitskategorie 4

- 1) Vorgesehen für Waschen, Reinigen oder Gartenbewässerung
2) Der Einbauort der Sicherungseinrichtung muss über dem maximalen Betriebsspiegel sein.

Beispiele für die Ausrüstung mit Sicherungseinrichtungen:

- Heizungsanlage

Für Heizungswasser ohne Zusätze bietet im Falle von Rückfließen eine Sicherungseinrichtung **Typ CA** ausreichenden Schutz. Ist oder wird dem Heizungswasser ein Additiv zugemischt, stellt der **Typ CA**, welcher nur bis Flüssigkeitskategorie 3 absichert, wiederum keinen ausreichenden Schutz dar. Die Heizungsbefüllstation muss in diesem Fall mit einer Sicherungseinrichtung **Typ BA** ausgerüstet sein.

- Geberit Hygienespülung

Die Geberit Hygienespülung wird über den integrierten Geruchsverschluss direkt mit der Abwasserleitung verbunden. Daher ist hier die Absicherung zu einer Flüssigkeit der Kategorie 5 gefordert. Damit die Anforderungen zum Schutz des Trinkwassers eingehalten werden, ist die Sicherungseinrichtung **freier Auslauf Typ AB** integraler Bestandteil der Geberit Hygienespülung.



Abbildung 45: Geberit Hygienespülung mit 2 Wasseranschlüssen

Das Konformitätszeichen „DVGW CERT Anschlussicher W 540“ signalisiert, dass die Geberit Hygienespülung bezüglich Anschlussicherheit positiv geprüft wurde. Sie kann ohne zusätzliche Sicherungseinrichtungen direkt in die Trinkwasserinstallation eingesetzt werden.

2.9 LEITUNGSFÜHRUNG

Bei der Wahl der Leitungsführung sind folgende Ziele anzustreben:

- Möglichst kurze Leitungswege, um den Rohrleitungsinhalt gering und die Ausstoßzeiten kurz zu halten
- Vermeidung von Schlitzinstallationen zur Aufrechterhaltung der statischen Funktion von Wänden und zur Erfüllung der Schallschutzanforderungen
- Minimierung des Körperschalleintrags in das Bauwerk durch entkoppelte Rohrbefestigungen
- Keine Leitungsführung in frostgefährdeten Bereichen, z. B. in Dachdrehpeln
- Leitungsführung nach Möglichkeit ohne Luftpolster und Wassersäcke. Bei Frostgefährdung sind Absperr- und Entleerungsvorrichtungen vorzusehen
- Keine Reserveanschlüsse oder Vorsorgeleitungen für z. B. noch nicht ausgebautes Dachgeschoß
- Führung der Kaltwasserleitungen mit möglichst geringer Einwirkung von äußeren Wärmelasten, z. B.:
 - separater Schacht für Kaltwassersteigleitungen
 - innenliegende Zirkulation im Schacht
 - obenliegender Zirkulationssammler
 - thermisch entkoppelte Leitungsführung in Vorwandkonstruktionen
 - Leitungsführung mit geringem Stagnationspotential

2.9.1 Verteilleitungen

Um die normativen und hygienischen Anforderungen einer Trinkwasserinstallation zu erfüllen, ist die Wahl des Verteilkonzepts entscheidend. Im Folgenden werden die unterschiedlichen Konzepte gegenübergestellt und miteinander verglichen.

Grundsätzlich wird zwischen drei Verteilkonzepten unterschieden:

- Vertikales Verteilkonzept
- Horizontales Verteilkonzept
- Kombination aus vertikalem und horizontalem Verteilkonzept

Vertikales Verteilkonzept

Im vertikalen Verteilkonzept werden verschiedene Ausführungsarten unterschieden:

- Vertikales Verteilkonzept mit seitlicher Einspeisung
- Vertikales Verteilkonzept mit mittiger Einspeisung
- Vertikales Verteilkonzept mit separaten Schächten

Vertikales Verteilkonzept mit seitlicher Einspeisung

Ausgehend von einer horizontalen Verteilung im Keller wird das Trinkwasser über Steigleitungen zu den jeweiligen Stockwerksleitungen transportiert.

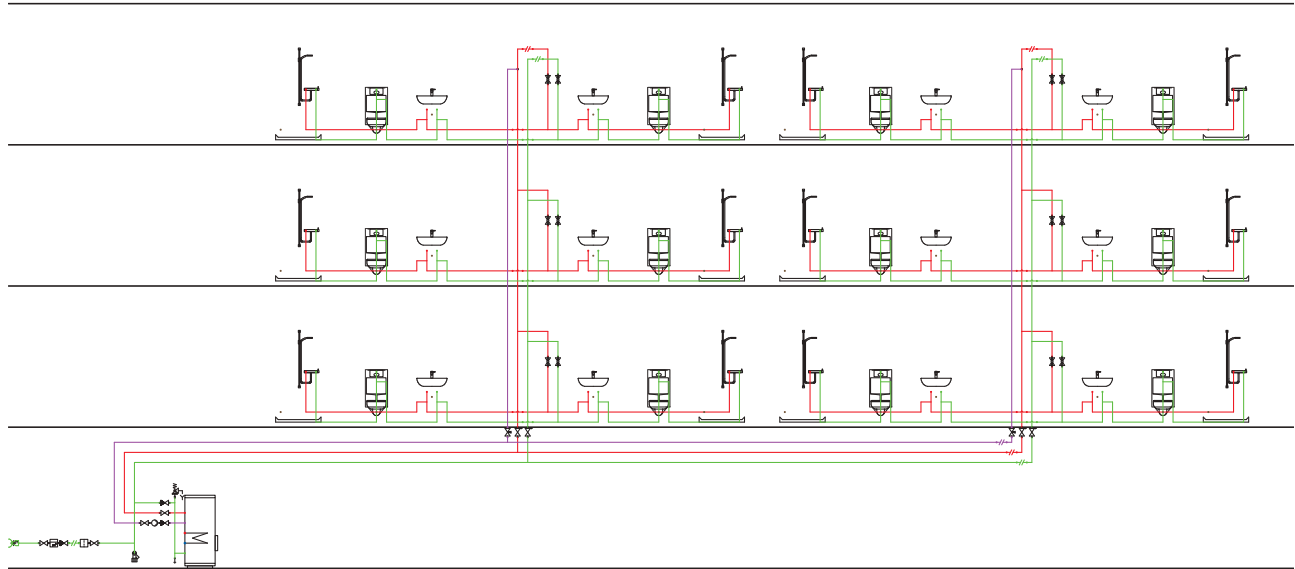


Abbildung 46: Vertikales Verteilkonzept mit seitlicher Einspeisung

Vertikales Verteilkonzept mit mittiger Einspeisung

Das vertikale Konzept kann durch die Platzierung des Hausanschlusses positiv beeinflusst werden. Bei einem mittigen Hausanschluss verringert sich der Wasserinhalt der Trinkwasserinstallation um circa 20 %.

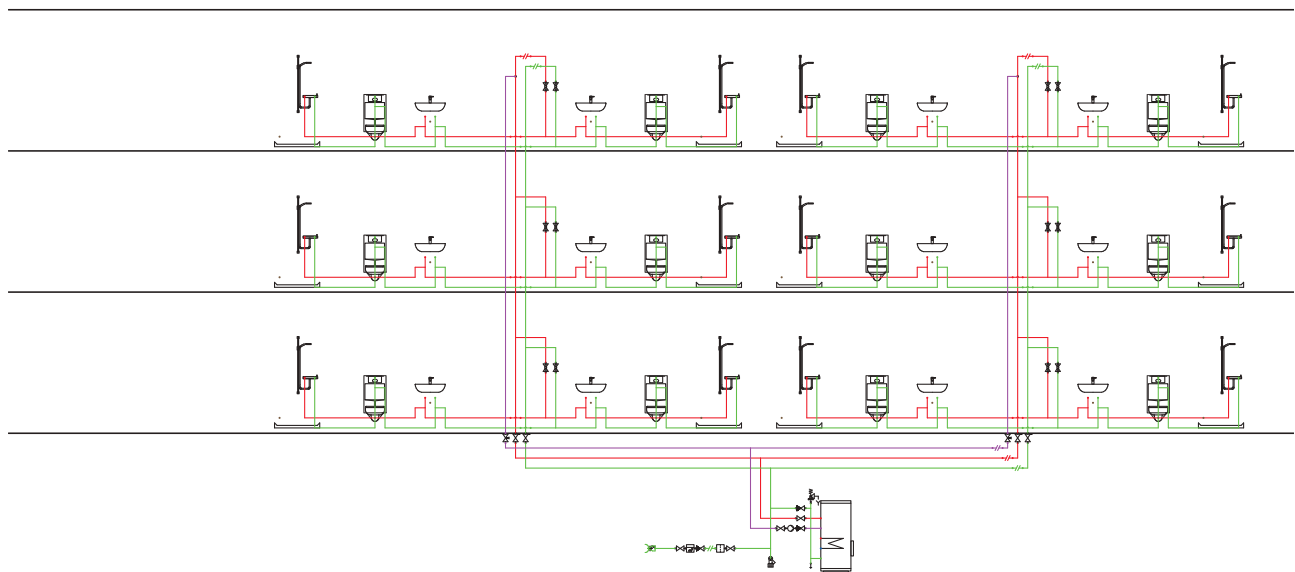


Abbildung 47: Vertikales Verteilkonzept mit mittiger Einspeisung

Vertikales Verteilkonzept mit separaten Schächten

Bei den bisher dargestellten vertikalen Verteilkonzepten verlaufen Kalt- und Warmwasserleitungen sowie Warmwasser-Zirkulationsleitungen jeweils in einem vertikalen Schacht mit geringen Abständen zueinander. Im Schacht sind Umgebungstemperaturen $> 25\text{ °C}$ möglich, was wiederum zu einer unzulässig hohen Erwärmung der Kaltwasserleitung führen kann.

Eine Möglichkeit, die Temperaturen von Kaltwasser unter 25 °C zu halten, ist die Anordnung der Leitungen in separaten Schächten. Dabei wird ein Schacht für warmgehende Leitungen (Warmwasserleitungen und Warmwasser-Zirkulationsleitungen, Heizungs- und Lüftungsleitungen) und ein Schacht für kaltgehende Leitungen (Abwasser, Trinkwasser kalt) vorgesehen.



Aus trinkwasserhygienischer Sicht sind bei vertikalen Konzepten separate Schächte und eine mittige Einspeisung zu bevorzugen. Durch diese beiden Maßnahmen können der Wasserinhalt im Leitungsnetz reduziert und die Temperaturen in den Kaltwasserleitungen in der Regel unter 25 °C gehalten werden.

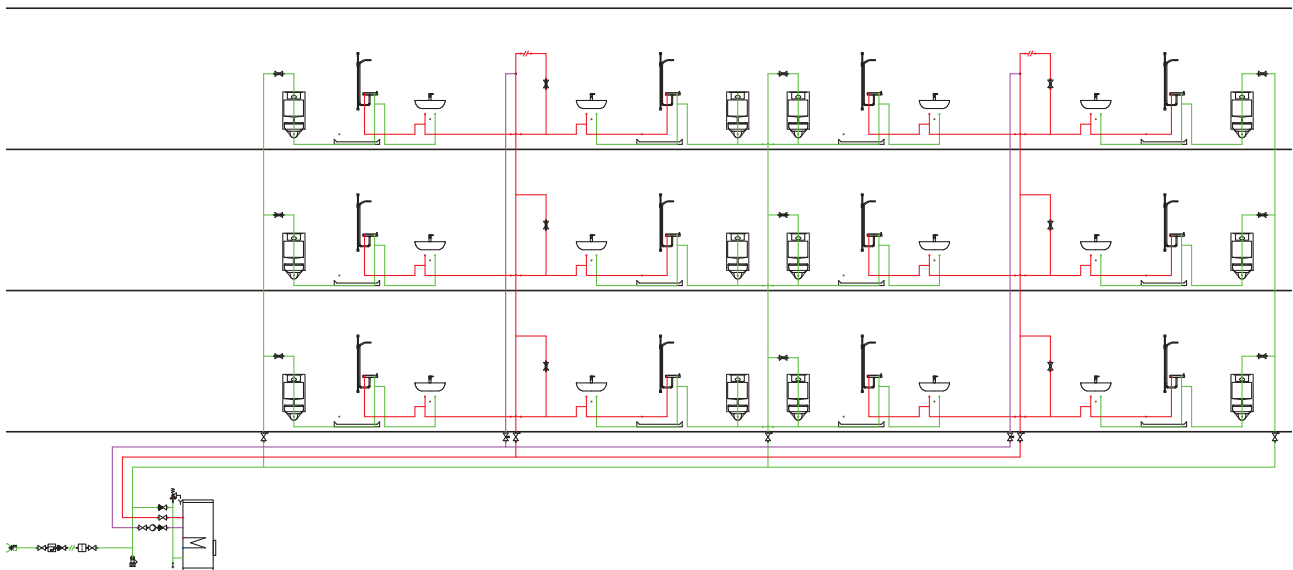


Abbildung 48: Vertikales Verteilkonzept mit separaten Schächten

Horizontales Verteilkonzept

Im Gegensatz zum vertikalen Verteilkonzept erfolgt die Trinkwasserverteilung beim horizontalen Verteilkonzept über die einzelnen Stockwerke. Über eine Steigleitung wird das Trinkwasser zu den verschiedenen Stockwerke und über eine horizontale Verteilung in der abgehängten Decke in die einzelnen Stockwerkseinheiten transportiert.



Dieses Konzept findet sich häufig in Krankenhäusern und Hotels wieder. Aufgrund des deutlich größeren Wasserinhalts und der hohen Wärmelast auf die Kaltwasserleitungen ist diese Art der Leitungsführung aus hygienischer Sicht nicht zu empfehlen.

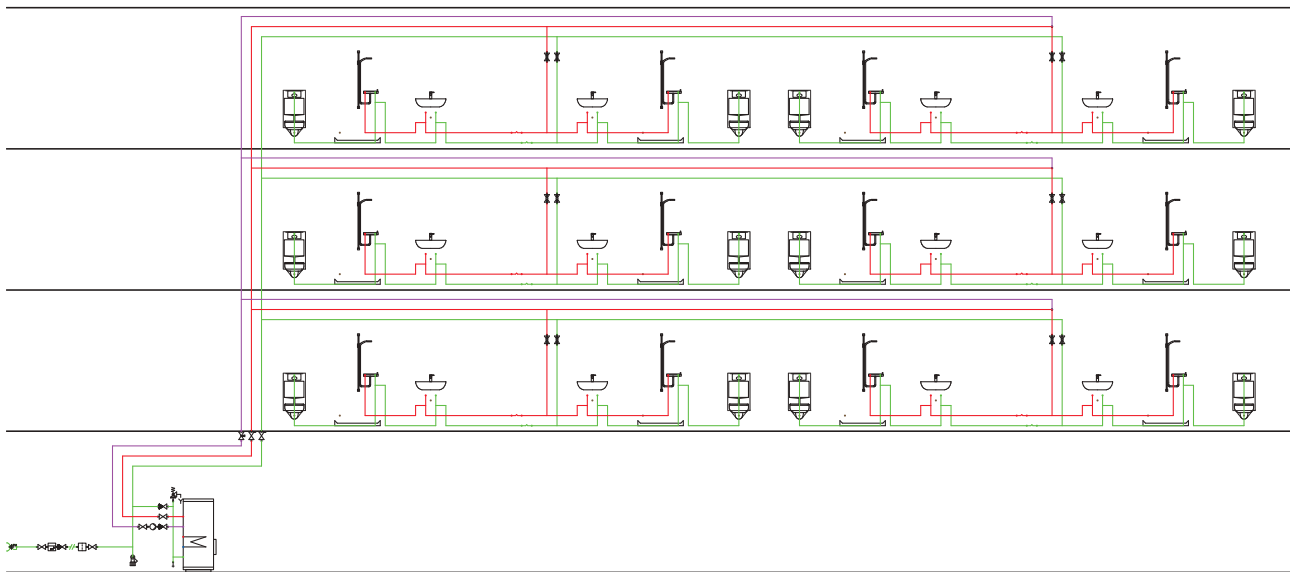


Abbildung 49: Horizontales Verteilkonzept

Kombination aus vertikalem und horizontalem Verteilkonzept

Bei der Kombination von vertikaler und horizontaler Verteilung werden die warmgehenden Trinkwasserleitungen über Steigleitungen in die verschiedenen Stockwerke geführt und dort horizontal über abgehängte Decken verteilt. Kaltwasser hingegen wird über mehrere einzelne Steigleitungen in die Stockwerke und Stockwerkseinheiten transportiert.

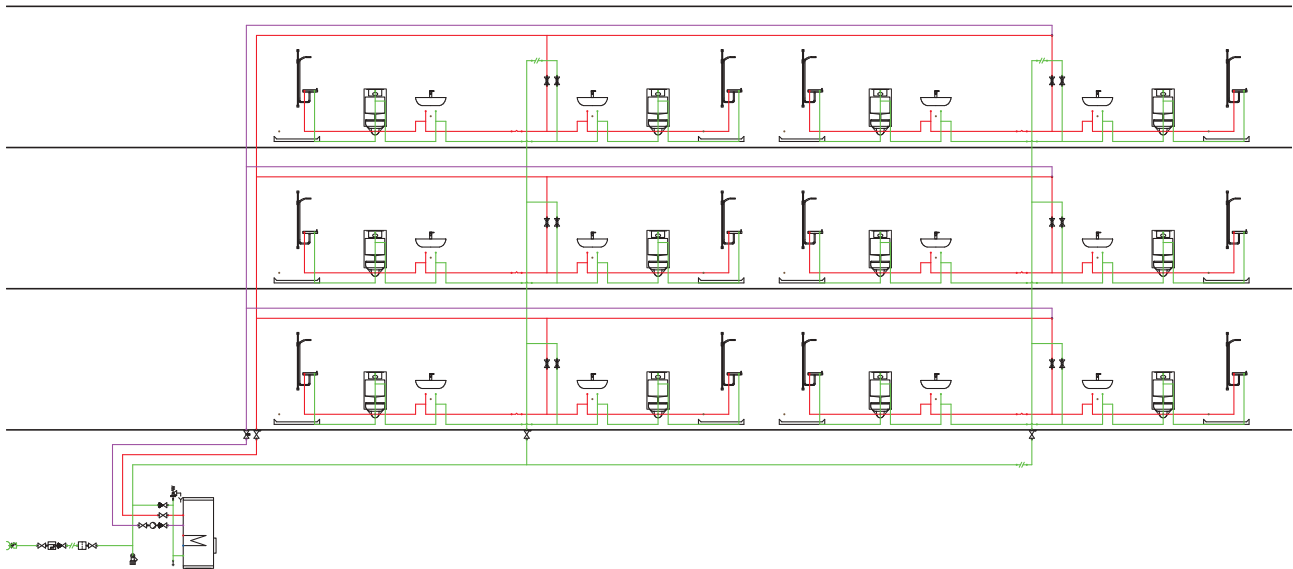


Abbildung 50: Horizontale und vertikale Verteilung mit einem Hausanschluss

Eine mögliche Alternative ist die Planung von zwei Technikzentralen mit zwei räumlich getrennten Hausanschlüssen. Diese Maßnahme ist grundsätzlich bei allen Verteilkonzepten möglich. Insbesondere bei größeren Liegenschaften bietet sich diese Möglichkeit an, wenn der Technikraum und die horizontale Kellerverteilung hohe Wärmelasten aufweisen.

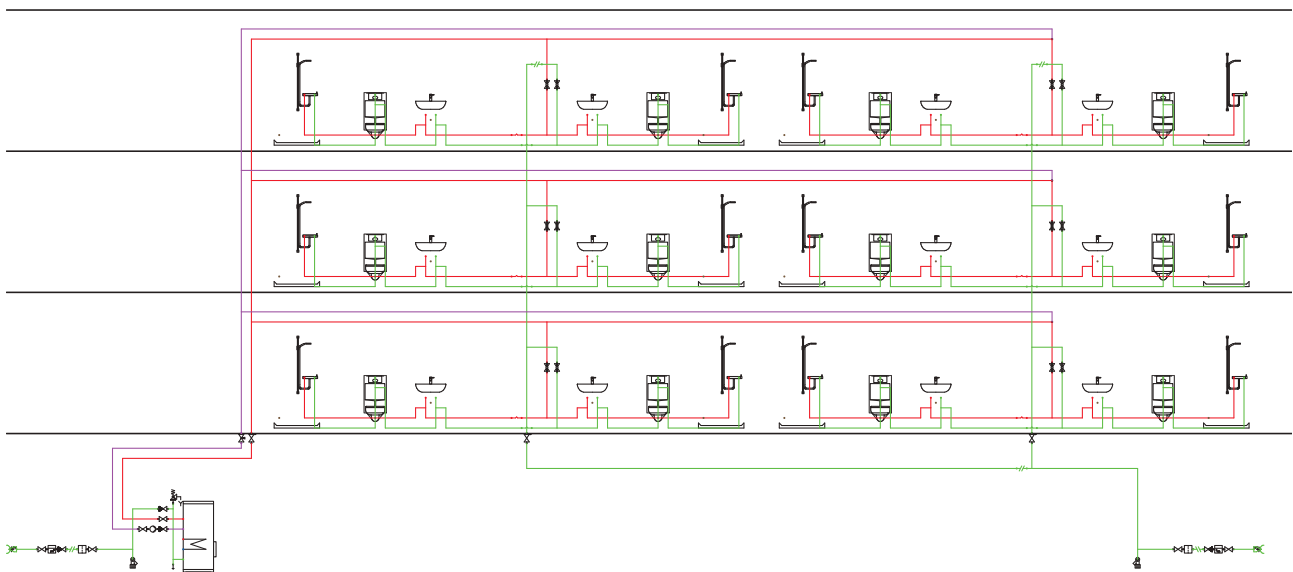


Abbildung 51: Horizontale und vertikale Verteilung mit zwei räumlich getrennten Hausanschlüssen

Vor- und Nachteile der Verteilkonzepte

Tabelle 15: Bewertungsschema Verteilkonzepte

		Vertikale Verteilung			Horizontale Verteilung	Horizontale und vertikale Verteilung	
		Seitliche Einspeisung	Mittige Einspeisung	Getrennte schächte	Seitliche Einspeisung	1 Einspeisung	2 Einspeisungen
Wasserinhalt	Gesamt [l]	64,7	50,9	61	75,9	69,3	67,8
	PWC [l]	35,9	29,3	32,2	43,6	35,9	34,3
	PWH [l]	24	17,8	24	24,9	26,1	26,1
	PWH-C [l]	4,8	3,7	4,8	7,4	7,4	7,4
Empfehlung		(✓)	✓	✓	—	(✓)	(✓)
Wärmelast		mittel	mittel	niedrig	hoch	niedrig	niedrig
Empfehlung		(✓)	(✓)	✓	—	✓	✓

PWC Potable water cold (Trinkwasser kalt)

PWH Potable water hot (Trinkwasser warm)

PWH-C Potable water hot circulation (Trinkwasser warm, Zirkulation)

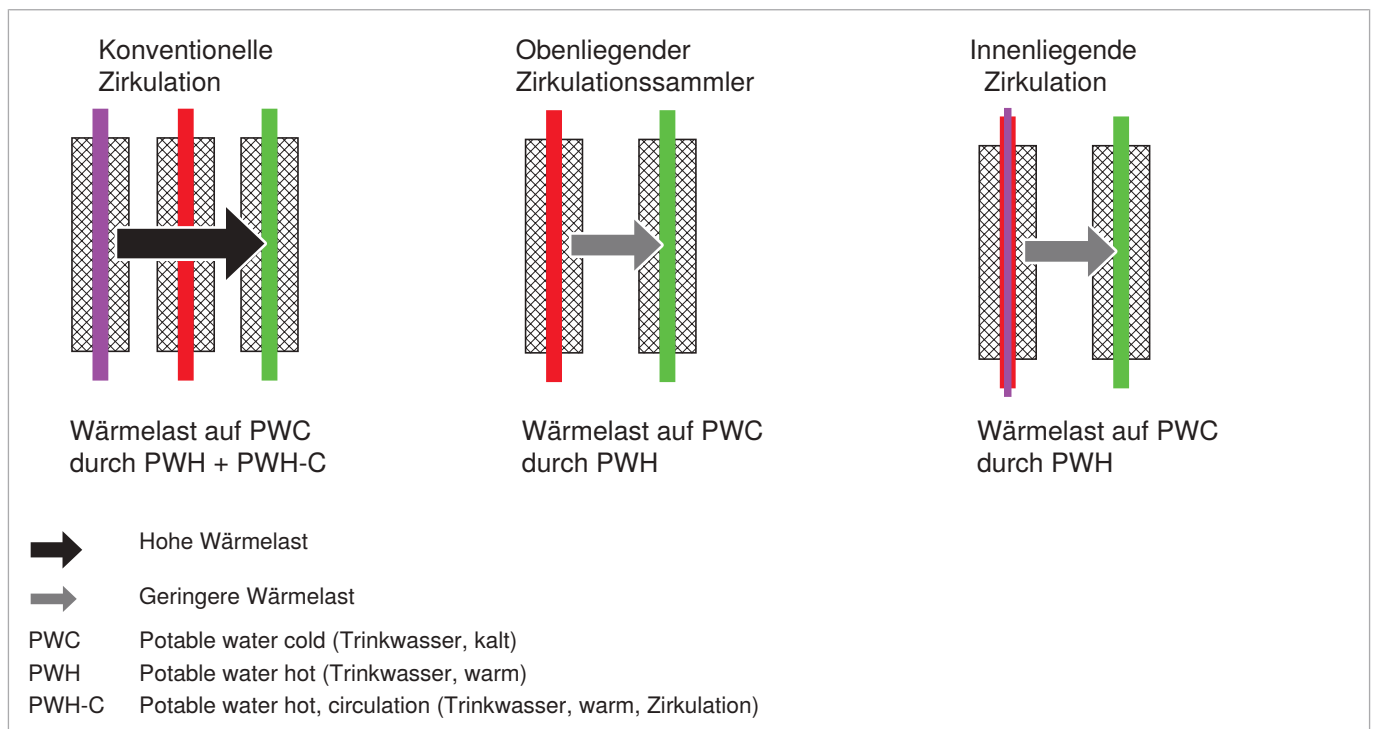
(✓) Empfehlung mit Einschränkung

✓ Empfehlung

— Keine Empfehlung

2.9.2 Wärmeeinwirkung auf Kaltwassersteigleitung im Schacht

Durch den Wegfall einer separat geführten Zirkulationsleitung im Versorgungsschacht kann die Wärmelast auf die Kaltwassersteigleitung reduziert werden:



Obenliegender Zirkulationssammler und innenliegende Zirkulation reduzieren die Wärmelast auf die Kaltwasserleitung.

Obenliegender Zirkulationssammler

Eine Möglichkeit zur Reduktion der äußeren Wärmelast stellt der obenliegende Zirkulationssammler mit separat geführtem Strang dar.

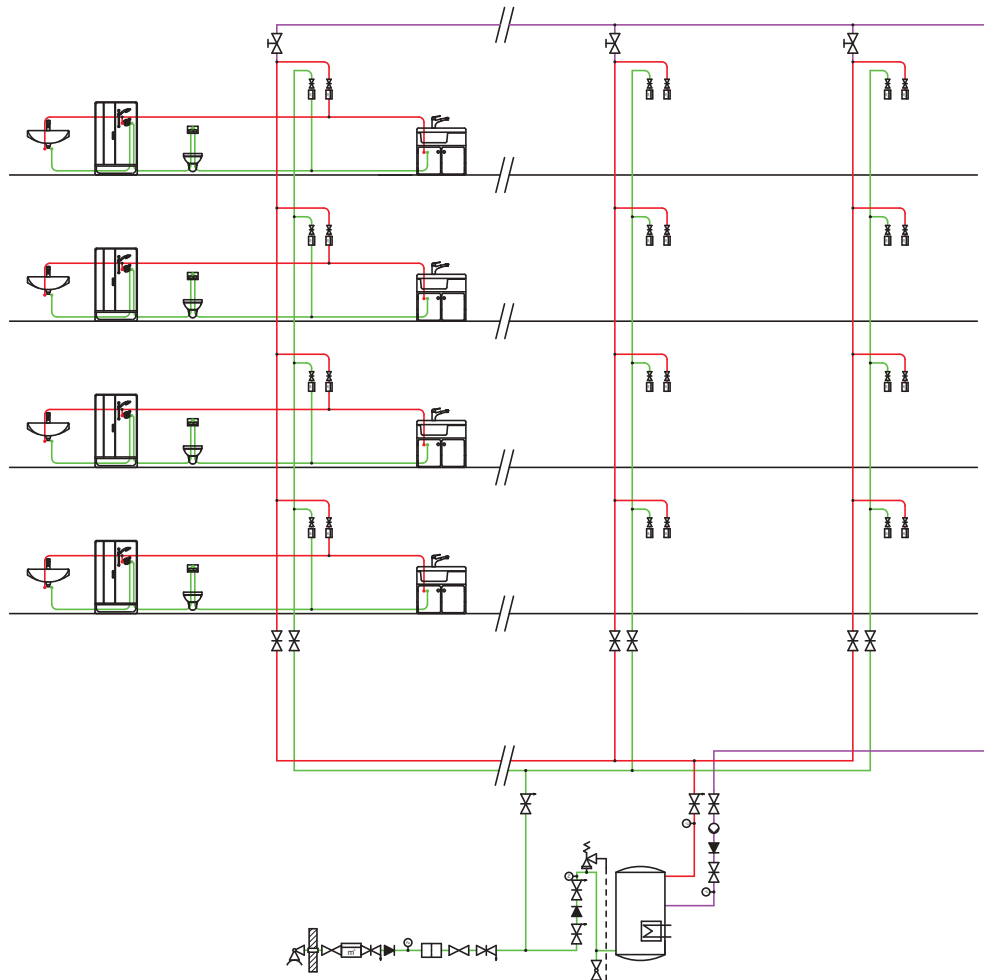


Abbildung 52: Obenliegender Zirkulationssammler mit separat geführtem Strang

2.9.3 Geberit innenliegende Zirkulation

Mit der Geberit innenliegenden Zirkulation und dem damit verbundenen Wegfall der warmgehenden Zirkulationsleitung im Schacht kann die Wärmelast auf die Kaltwassersteigleitung im Schacht reduziert werden.

Die innenliegende Zirkulation bietet insbesondere folgende Vorteile:

- Geringer Platzbedarf im Schacht, kleinere Schachtabmessungen
- Geringere Erwärmung der Kaltwasserleitung im Schacht
- Geringere Erstellungskosten durch Wegfall von Dämmung, Befestigung und Brandschutzmaßnahme für die Zirkulationsleitung
- Reduzierter Energiebedarf für den Zirkulationsbetrieb (Senkung der Wärmeverluste, Reduzierung der Volumenströme, Reduzierung des Energieaufwands der Pumpe)
- Geringere Auskühlung des Trinkwassererwärmers

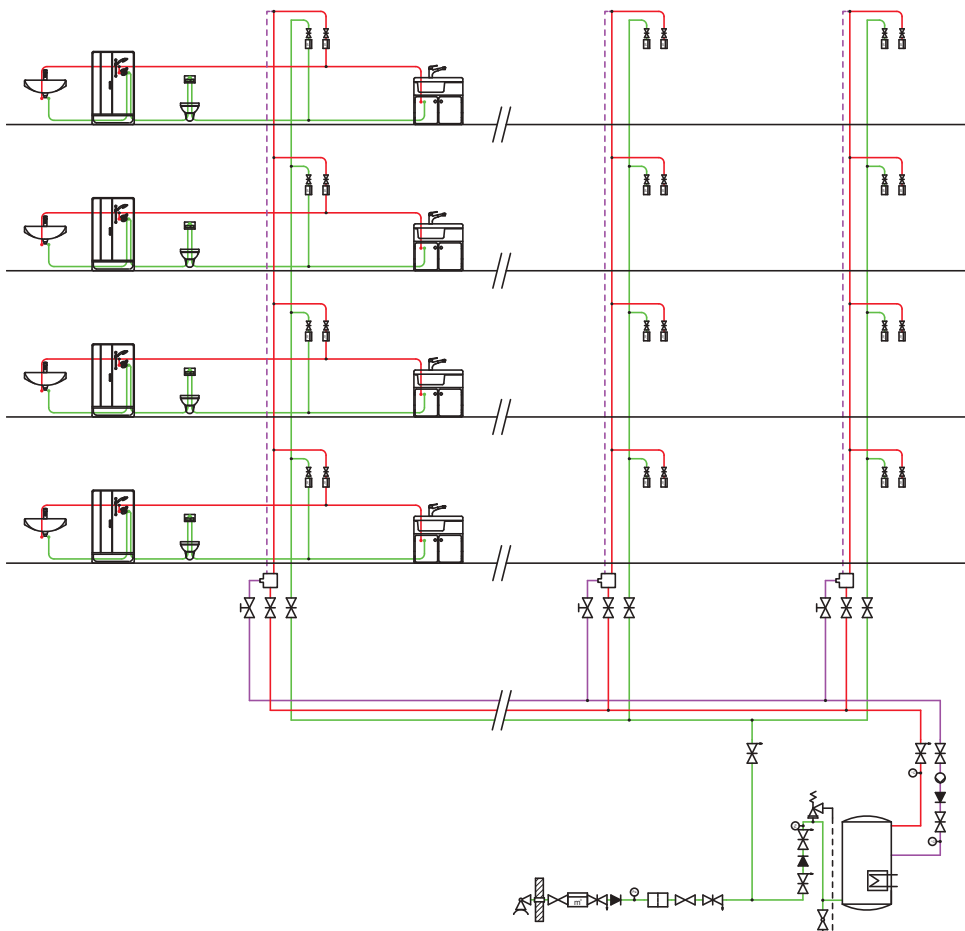


Abbildung 53: Innenliegende Zirkulation im Schacht

Die innenliegende Zirkulation ist für gerade Steigleitungen mit einem Versprung $\leq 45^\circ$ geeignet und kann mit folgenden Geberit Versorgungssystemen und Rohrdimensionen ausgeführt werden:

- Geberit Mapress Edelstahl: d28 und d35 mm
- Geberit FlowFit und Geberit Mepla: d40 mm
(in Verbindung mit Mapress Übergang auf FlowFit bzw. auf Mepla)

Der Abgang von der Steigleitung in die Stockwerksverteilung darf einen bestimmten Mindestdurchmesser nicht unterschreiten.

Bei den Geberit Versorgungssysteme gelten folgende Mindestdurchmesser des Abgangs von der Steigleitung in die Stockwerksverteilung:

- Geberit Mapress mindestens d22 mm
- Geberit FlowFit mindestens d32 mm
- Geberit Mepla mindestens d32 mm



Abbildung 54: Innenliegende Zirkulation mit den Systemen Geberit Mapress Edelstahl, Geberit FlowFit und Geberit Mepla

Die Systemkomponenten sind für die Desinfektionsverfahren nach DVGW W 551-3 geeignet. Die Dimensionierung einer Warmwasserinstallation mit innenliegender Zirkulation erfolgt in der Softwarelösung Dendrit Studio.

Wirtschaftlichkeit der Geberit innenliegenden Zirkulation

Der nachstehende Kostenvergleich basiert auf folgenden Annahmen:

- Versorgungssystem: Geberit FlowFit
- 1 Steigleitung
- Gebäude: 10 Stockwerke
- Stundenverrechnungssatz Monteur: 60,0 €/h
- Energiepreis (Erdgas H): 0,10 €/kWh

Tabelle 16: Kostenvergleich für Material, Lohn und Energie

Position	Konventionell [€]	Innenliegende Zirkulation [€]
Rohrleitungen	945	1 528
Dämmung und Befestigung	1 495	1 291
Material gesamt	2 440	2 819
Montageaufwand	829	527
Herstellungskosten	3 269	3 346
Jährlicher Energieaufwand durch Wärmeverlust	2 007 kWh	1 083 kWh
Jährliche Energiekosten	201	108

Die Herstellungskosten der innenliegenden Zirkulation sind nur unwesentlich höher als die Herstellungskosten der konventionellen Zirkulation. Die Amortisationszeit der Mehrkosten für die innenliegende Zirkulation beträgt 0,8 Jahre.

Die innenliegende Zirkulation benötigt circa 50 % weniger Energie pro Jahr als die konventionelle Zirkulation.

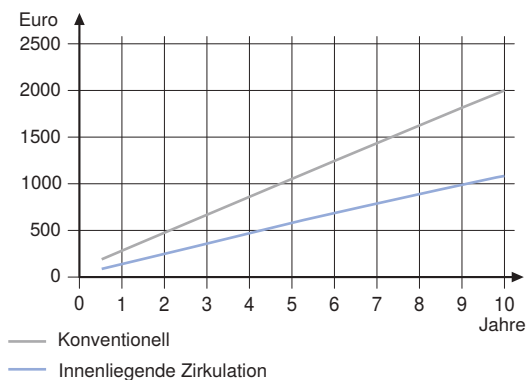


Abbildung 55: Vergleich Energiekosten

Mit der innenliegenden Zirkulation lassen sich im Vergleich zur konventionellen Zirkulation knapp 50 % CO₂-Emissionen einsparen.

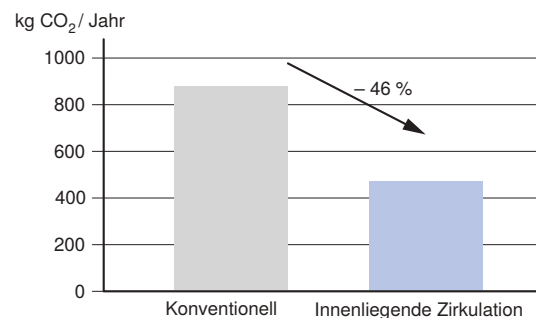


Abbildung 56: Vergleich CO₂-Emission (CO₂ Emissionsfaktor Strommix 434 g/kWh)

2.9.4 Stockwerksleitungen

Eine wesentliche Voraussetzung für den bestimmungsgemäßen Betrieb einer Trinkwasserinstallation ist die Leitungsführung mit geringem Stagnationspotential. Ein erhöhtes Stagnationsrisiko besteht insbesondere in den endsträngigen Anlagenteilen, sodass der Leitungsführung im Stockwerk eine besondere Bedeutung zukommt.

Die Leitungsführung im Stockwerk kann grundsätzlich über vier unterschiedliche Verrohrungsarten erfolgen:

- T-Stück-Installation
- Verteiler mit Einzelzuleitung
- Reihenleitung
- Ringleitung

T-Stück-Installation

Bei der klassischen T-Stück-Installation wird ein Sanitärraum über eine Stockwerksleitung versorgt, von welcher Einzelzuleitungen zu den einzelnen Verbrauchern abzweigen. Wird ein Sanitärapparat selten oder nicht mehr genutzt, besteht ein erhöhtes Verkeimungsrisiko in der entsprechenden Einzelzuleitung. Nur durch regelmäßiges Öffnen aller Entnahmearmaturen kann der Wasseraustausch in allen Leitungsteilen sichergestellt werden.

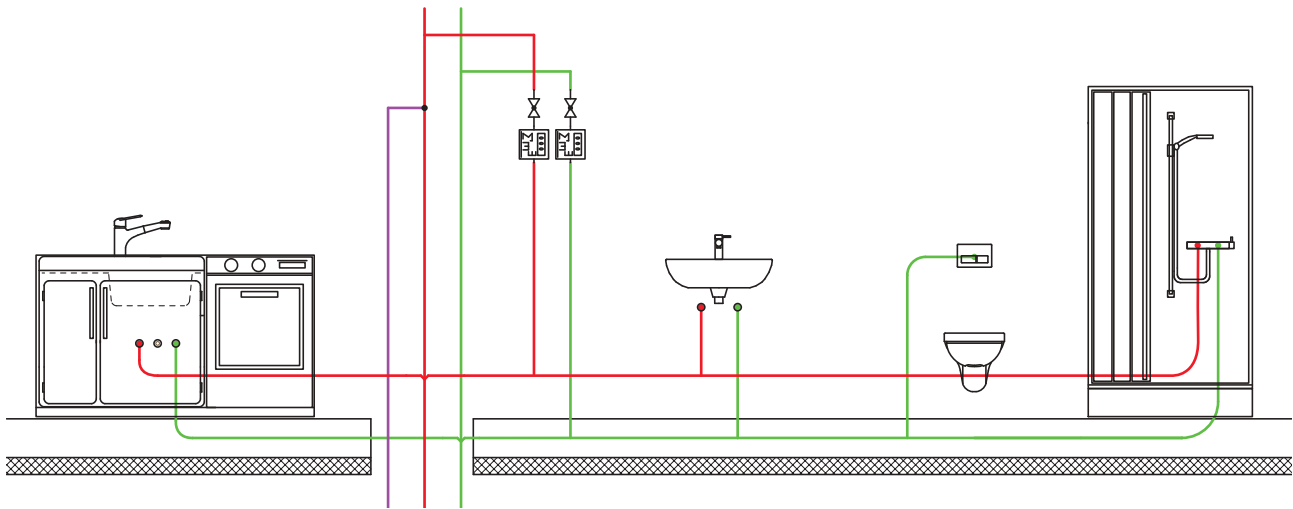


Abbildung 57: Stockwerksinstallation als T-Stück-Installation

Verteiler mit Einzelzuleitung

Bei dieser Art der Leitungsführung wird jeder Verbraucher von einem Verteiler aus mit einer separaten Einzelzuleitung versorgt. Diese Leitungsführung birgt ein hohes Stagnationspotential mit hohem Verkeimungsrisiko, zumal der Rohrleitungsinhalt einer stagnierenden Einzelzuleitung relativ groß sein kann. Auch hier kann die regelmäßige Wassererneuerung nur durch regelmäßiges Öffnen der Entnahmearmaturen oder durch Zwangsspülmaßnahmen sichergestellt werden.

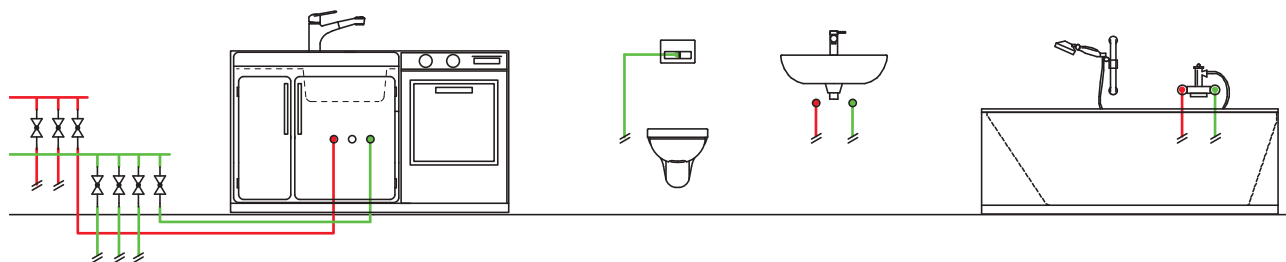


Abbildung 58: Stockwerksinstallation über Verteiler mit Einzelzuleitung

Reihenleitung

Die Reihenleitung wird auch als Strangleitung oder durchgeschleifte Installation bezeichnet. Sie ist im Prinzip eine T-Stück-Installation mit Einzelanschlussleitungslänge 0.

Das Stagnationspotential wird bei dieser Leitungsführung stark minimiert, da beim Öffnen einer Entnahmearmatur die vorgelagerte Stockwerksinstallation nahezu vollständig durchflossen wird. Es ist darauf zu achten, dass der am häufigsten genutzte Verbraucher stets am Ende der Reihenleitung angeordnet wird. In der Nutzungseinheit Badezimmer empfiehlt es sich, den Waschtisch als letzten Verbraucher anzuschließen.

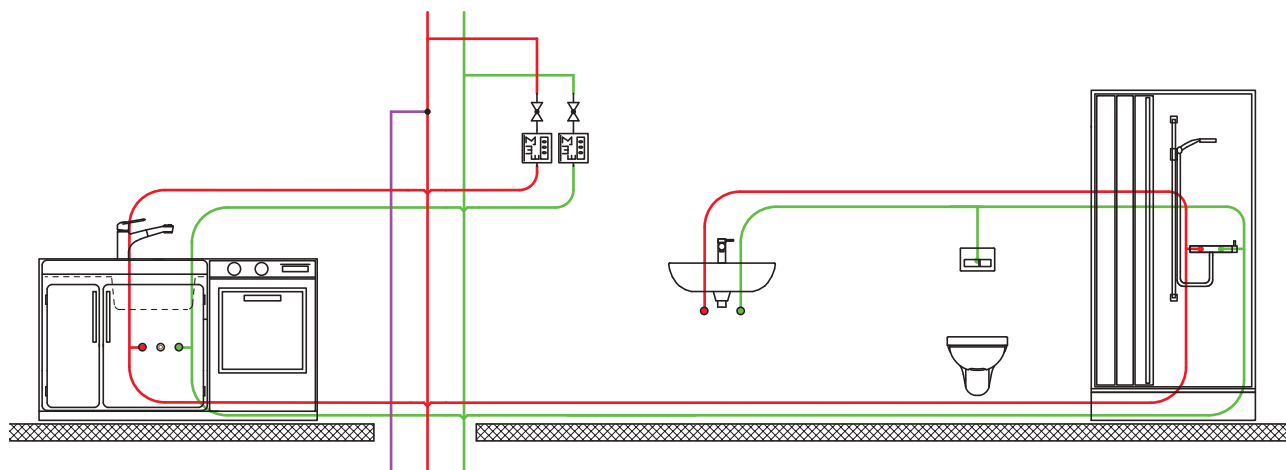


Abbildung 59: Stockwerksinstallation mit Reihenleitung

Ringleitung

Die Ringleitung ist wie die Reihenleitung eine durchgeschleifte Installation, wobei die Verbraucher von zwei Seiten versorgt werden. Beim Öffnen einer Entnahmestelle im Ring bilden sich zwei Teilströme, sodass der gesamte Rohrleitungsinhalt stets in Bewegung ist. Ein weiterer Vorteil ist, dass durch die Parallelschaltung der Volumenströme die Druckverluste erheblich reduziert werden. In der Regel werden Ringleitungen mit einer durchgehenden Rohrdimension ausgeführt.

Zu beachten ist, dass die Ausstoßzeiten länger als bei den anderen Leitungsführungen sein können, da der gesamte Rohrleitungsinhalt der Ringleitung ausgetauscht werden muss.



Stockwerksringleitungen für Warmwasser sind nicht zu empfehlen, da die Ausstoßzeit bis zum Erreichen der gewünschten Entnahmetemperatur in der Regel zu groß ist.

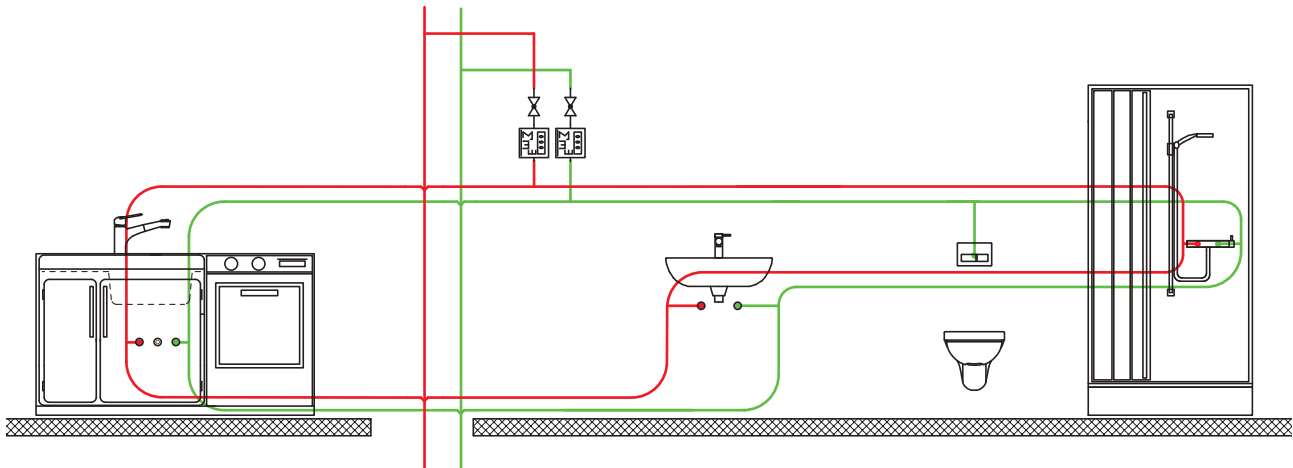


Abbildung 60: Stockwerksinstallation mit Ringleitung

Vergleich Reihen- und Ringleitung

Die unterschiedlichen Temperaturverläufe bei Reihen- und Ringleitung sind im folgenden Diagramm am Beispiel einer Warmwasserentnahme am Waschtisch dargestellt.

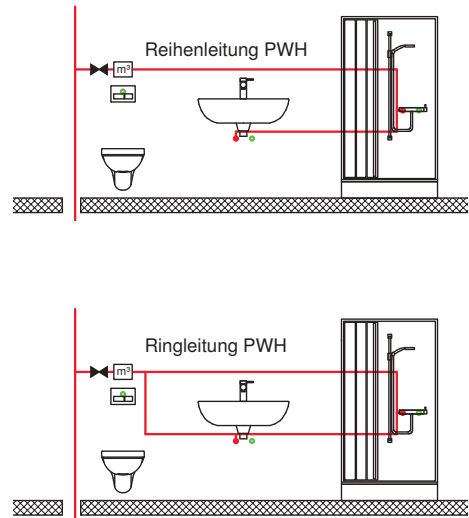
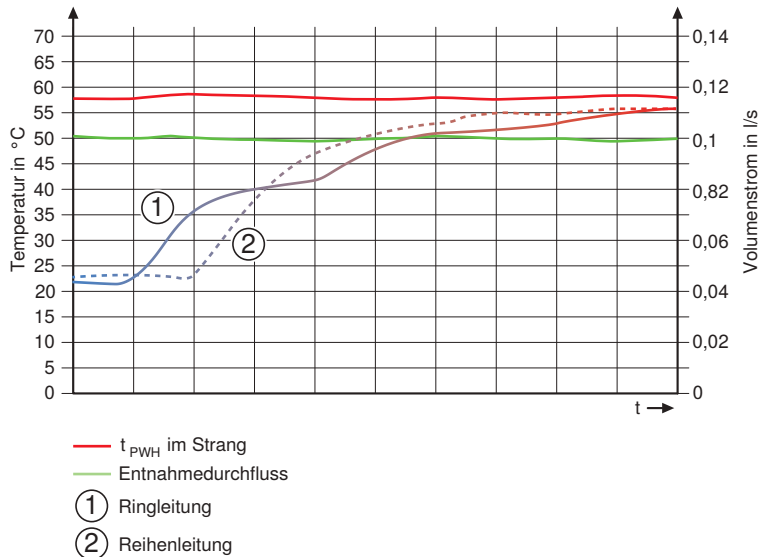


Abbildung 61: Temperaturverlauf und Ausstoßzeit bei Reihen- und Ringleitung

Thermisch entkoppelte Leitungsführung

Bei dieser Leitungsführung werden die bereits genannten Verrohrungsarten miteinander kombiniert. Die warmgehenden Leitungen werden im oberen Bereich der Vorwand installiert und mit einer möglichst kurzen T-Stück-Installation an die Sanitärgegenstände von oben angeschlossen. Die Kaltwasserleitung wird im unteren Bereich der Vorwand in Form einer Reihenleitung geführt.

Diese Art der Leitungsführung muss gewählt werden, wenn innerhalb der Vorwandkonstruktion eine warmgehende Zirkulationsleitung vorhanden ist. Durch die thermisch entkoppelte Leitungsführung lässt sich innerhalb der Vorwand eine thermische Trennung, analog einem Speicherladesystem, realisieren. Dies ermöglicht eine Verlegung der Kaltwasserleitungen in Umgebungstemperaturen $< 25^\circ\text{C}$ bzw. Raumtemperatur.

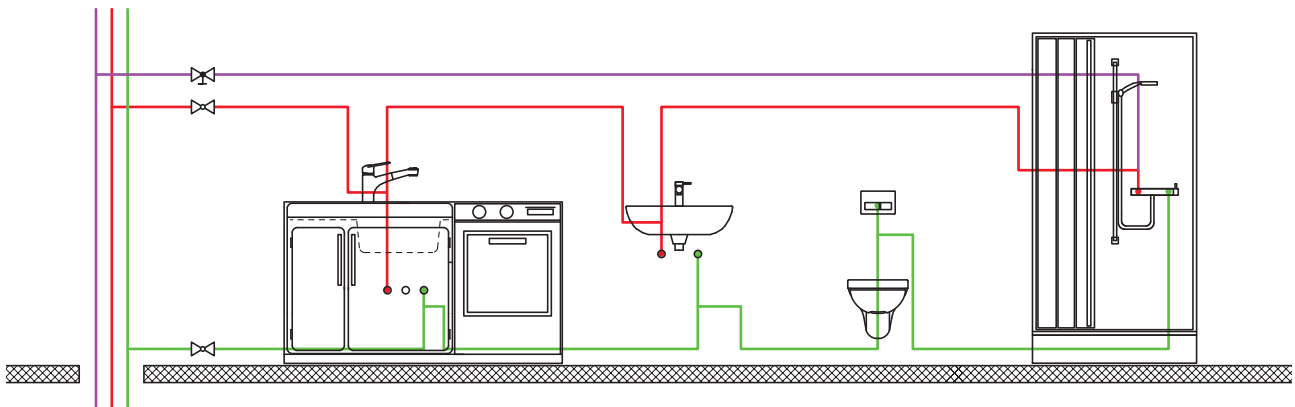


Abbildung 62: Thermisch entkoppelte Leitungsführung mit MasterFix Anschlüssen

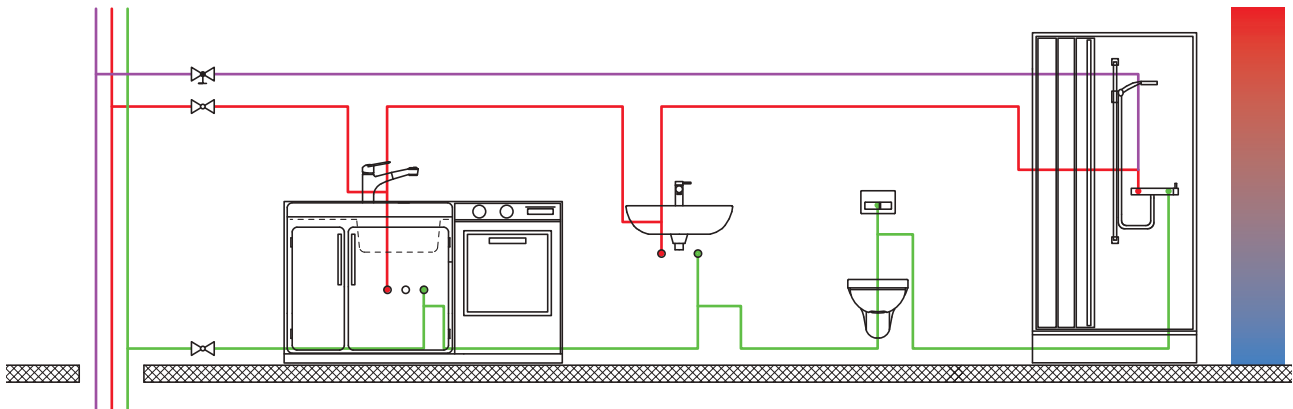
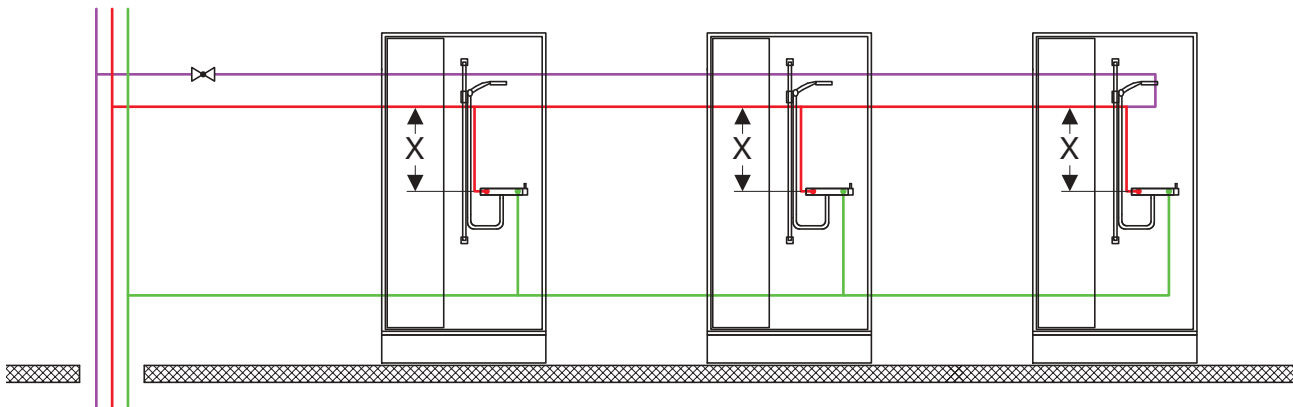


Abbildung 63: Temperatschichtung in einer Vorwand mit thermisch entkoppelter Leitungsführung

Neben der thermisch entkoppelten Leitungsführung in der Vorwand muss zudem darauf geachtet werden, dass kein unzulässig hoher Wärmeübergang vom Warmwasseranschluss über die Armatur bzw. Armaturenanschlussplatte auf den Kaltwasseranschluss stattfindet.

Für den vertikalen Warmwasseranschluss an die Armatur wird eine Distanzstrecke von $10 \times \text{DN}$ empfohlen:



X Vertikale Distanzstrecke $10 \times \text{DN}$

Beim Anschluss mit den Multilayersystemen Geberit FlowFit, Mepla und PushFit in Verbindung mit MasterFix Anschlussfittings muss diese vertikale Distanzstrecke von $10 \times \text{DN}$ nicht eingehalten werden. Die folgende Thermographie-Aufnahme zeigt an einem Beispiel, dass sich keine unzulässig hohe Temperaturerhöhung auf der Kaltwasserseite einstellt.

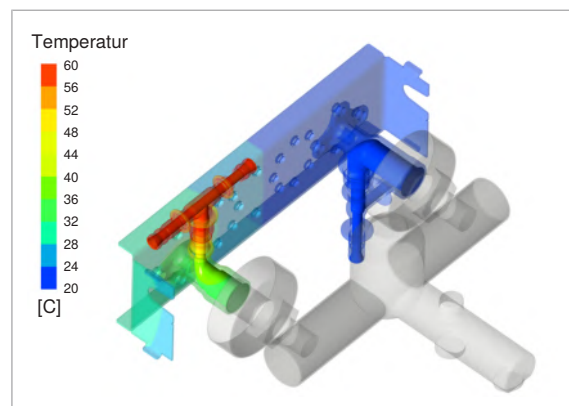


Abbildung 64: Anschluss einer zirkulierten Warmwasserleitung und des Kaltwassers an metallener Anschlussstraverse mit MasterFix Anschlussfittings und Brausearmatur

Durchgeschleifte Verrohrung von Sanitärgegenständen

Mit einer durchgeschleiften Verrohrung werden Einzelzuleitungen kurz und somit das Stagnations- und Verkeimungsrisiko möglichst gering gehalten.

Durchgeschleifte Anschlüsse können auf zwei unterschiedliche Arten realisiert werden:

- Geberit Übergangs-T-Stücke mit MasterFix
- Geberit Doppelanschlusswinkel

Geberit Übergangs-T-Stücke mit MasterFix

Die Geberit Installationssysteme und -elemente sind mit einem MasterFix-fähigen Universal-Armaturenanschluss mit Außengewinde R 1/2" MF ausgestattet.

Die Rohrleitungssysteme Geberit Mapress Edelstahl, FlowFit, Mepla und PushFit werden mit Geberit MasterFix Adaptern mit eingelegtem O-Ring werkzeuglos mit dem Armaturenanschluss verbunden.



Abbildung 65: Durchgeschleifte Waschtischanschlüsse im Installationssystem Geberit GIS mit Geberit FlowFit Übergangs-T-Stück mit MasterFix

Die Geberit MasterFix Fittings sind in den Dimensionen d16 und d20 in egaler und reduzierter Ausführung verfügbar, der MasterFix Adapter kann wahlweise im Übergangs-T-Stück (Abgang) oder Übergangs-T-Stück (Durchgang) sitzen.



Abbildung 66: Geberit FlowFit Übergänge mit MasterFix (Auszug aus dem Sortiment)

Die Geberit MasterFix AnschlussTechnologie bietet folgende Vorteile:

- Werkzeugloser Anschluss
- Abdichtung über O-Ring, kein Abdichten mit Hanf und Paste
- Kürzeste Leitungswege von Verbraucher zu Verbraucher
- Geringster Rohrleitungsinhalt einer Stockwerksinstallation
- Geringeres Stagnationsrisiko im Vergleich zur T-Stück-Installation
- Kurze Ausstoßzeiten
- Geringerer Befestigungsaufwand für Rohrleitungen
- Kostengünstig

Geberit Doppelanschlusswinkel

Durchgeschleifte Stockwerksinstallationen können auch mit Doppelanschlusswinkeln aus Metall ausgeführt werden.

Doppelanschlusswinkel sind in den Dimensionen DN 12–DN 20 in egal und teilweise auch in reduzierter Ausführung verfügbar.



Abbildung 67: Geberit Mapress Edelstahl, FlowFit, Mepla und PushFit Doppelanschlusswinkel

Folgende Einsatzbeschränkungen und Kriterien sind dabei zu berücksichtigen:

- Kein Einsatz bei zirkulierter oder mit Temperaturhalteband auf Temperatur gehaltener Warmwasserleitung, da eine unzulässige Wärmeübertragung über eine metallene Anschlussstraverse oder auch über die Entnahmearmatur auf die Kaltwasserseite nicht ausgeschlossen werden kann.
- „Wäscheleineninstallation“ benötigt mehr Rohr, was wiederum zu größeren Wasserinhalten und längeren Ausstosszeiten führt.
- Eine thermisch entkoppelte Leitungsführung ist nur möglich, wenn die Doppelanschlusswinkel für Warmwasser nach oben gestellt werden.

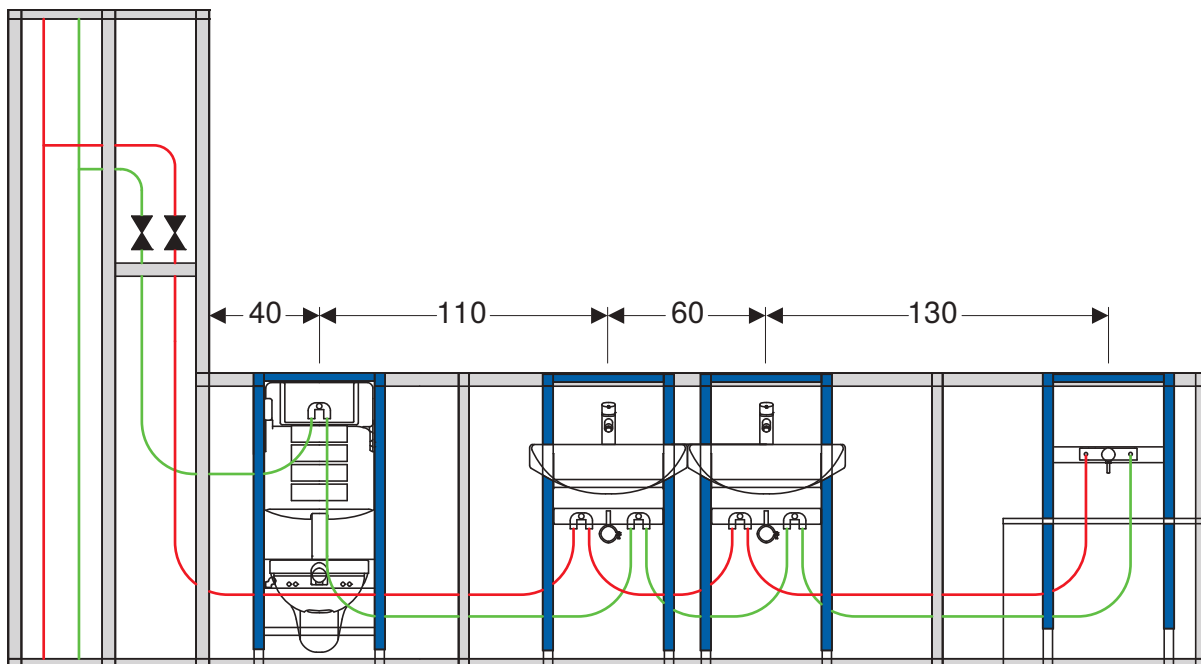


Abbildung 68: Durchgeschleifte Stockwerksinstallation mit Doppelanschlusswinkel

Preisvergleich Übergang mit MasterFix und Doppelanschlusswinkel

Die MasterFix Anschlussstechnologie stellt im Vergleich zum Doppelanschlusswinkel die kostengünstigere Variante dar.

Bei den Vorwandssystemen Geberit GIS und Geberit Duofix sind bereits MasterFix-fähige Anschlusswinkel im Lieferumfang enthalten. So werden zum Durchschleifen lediglich Übergangs-T-Stücke mit MasterFix benötigt.

Doppelanschlusswinkel sind in diesem Fall nicht zu bevorzugen, da die bereits mitgelieferten MasterFix-fähigen Anschlusswinkel demontiert und durch Doppelanschlusswinkel ersetzt werden müssten.

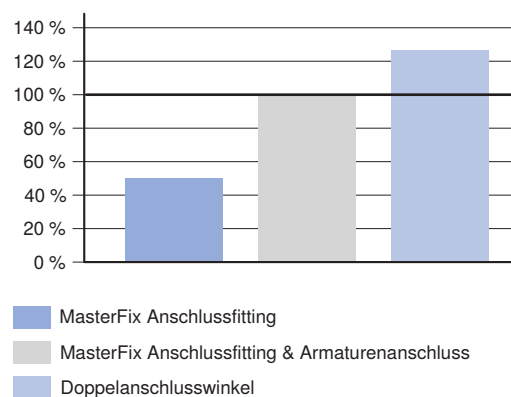


Abbildung 69: Preisvergleich MasterFix versus Doppelanschlusswinkel

2.10 AUSSTOSSZEITEN

Die normativen Vorgaben entsprechen oftmals nicht den Komfortansprüchen der Nutzer.

Die normativen Vorgaben zur Ausstoßzeit sind im Kapitel „Betriebstemperaturen“ für Warmwasser und Kaltwasser bereits ausgeführt. Die Vorgaben, nach 30 Sekunden Kaltwasser mit einer Temperatur $\leq 25\text{ °C}$ und Warmwasser mit einer Temperatur $\geq 55\text{ °C}$ zu erhalten, entsprechen jedoch insbesondere bei Warmwasser häufig nicht den Komfortansprüchen der Nutzer.

VDI 6003 „Trinkwassererwärmungsanlagen – Komfortkriterien und Anforderungsstufen für Planung, Bewertung und Einsatz“ benennt u. a. für einzelne Entnahmestellen Ausstoßzeiten bei einer gewünschten Warmwassertemperatur. Die Richtlinie unterscheidet drei verschiedene Anforderungsstufen.

Die Anforderungsstufen können generell oder in Abstimmung mit dem Nutzer bzw. Auftraggeber je Einrichtungsgegenstand festgelegt werden.

Durch die Festlegung einer Anforderungsstufe sind bei der Planung diverse Fragestellungen zu berücksichtigen, die die Ausstoßzeit beeinflussen, beispielsweise:

- Art der Trinkwassererwärmung
- Leitungsführung im Stockwerk
- Länge und Dimension der relevanten Teilstrecken
- Mindestfließdruck, Entnahmekapazität

Tabelle 17: Anforderungsstufen nach VDI 6003 für Waschtische und Duschen (Auszug)

Sanitärgegenstand	Kriterium	Einheit	Stufe I	Stufe II	Stufe III
Dusche	Mindestentnahmerate	[l/min]	7	9	9
	Max. Zeit bis zum Erreichen der Nutztemperatur von 42 °C	[s]	26	10	7
Waschtisch	Mindestentnahmerate	[l/min]	3	5	6
	Max. Zeit bis zum Erreichen der Nutztemperatur von 40 °C	[s]	60	18	10

 Anforderungsstufe III gemäß VDI 6003

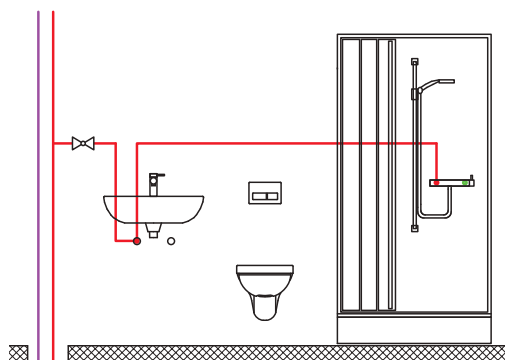
 Anforderungsstufe II gemäß VDI 6003

 Anforderungsstufe I gemäß VDI 6003

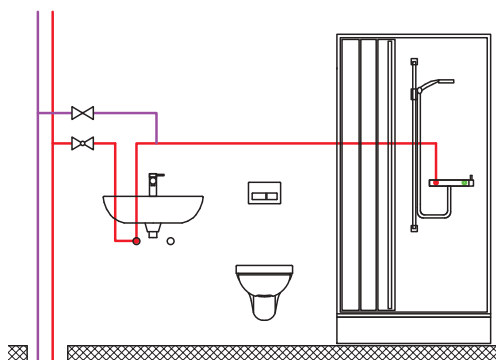
Im folgenden Beispiel wird die Notwendigkeit einer Zirkulationsleitung im Stockwerk aufgrund von vereinbarten Ausstoßzeiten dargestellt.

Bei beiden Installationsbeispielen wird der Warmwasserinhalt von 3 Litern nicht überschritten. Dennoch wird aufgrund der vereinbarten Ausstoßzeit von 7 Sekunden nach VDI 6003 eine Zirkulationsleitung notwendig, um die Komfortkriterien zu erfüllen. In den Beispielen wird lediglich die reine Ausstoßzeit des nicht zirkulierten Wasserinhaltes betrachtet.

Erfüllung von Anforderungsstufe 3 gemäß VDI 6003 für eine Dusche:



Vereinbarte Ausstoßzeit Dusche: 7 s
Rohrleitungssystem: Geberit Mepla d20 mm
Länge Stockwerksleitung: 5 m
Ausführung ohne Zirkulation möglich



Vereinbarte Ausstoßzeit Dusche: 7 s
Rohrleitungssystem: Geberit Mepla d20 mm
Länge Einzelzuleitung Dusche: 8 m
Ausführung nur mit Zirkulation möglich

Tabelle 18: Ausstoßzeiten der Geberit Versorgungssysteme für Dusche mit Entnahmedurchfluss 0,15 l/s

Rohrleitungssystem	Dimension		Rohrvolumen [l/m]	Ausstoßzeit in [s] nach Rohrlänge			
	d [mm]	d _i [mm]		3 m	5 m	10 m	15 m
Geberit FlowFit und PushFit	16	12	0,11	2	4	8	11
	20	16	0,20	4	7	13	20
	25	20	0,31	6	10	21	31 ¹⁾
Geberit Mepla	16	11,5	0,10	2	3	7	10
	20	15	0,18	4	6	12	18
	26	20	0,31	6	10	21	31 ¹⁾
Geberit Mapress Edelstahl	12	10	0,08	2	3	5	8
	15	13	0,13	3	4	9	13
	18	16	0,20	4	7	13	20
	22	19,6	0,30	6	10	20	30 ¹⁾

1) Wert liegt außerhalb der Richtlinie.

Tabelle 19: Ausstoßzeiten der Geberit Versorgungssysteme für Waschtisch mit Entnahmedurchfluss 0,1 l/s

Rohrleitungssystem	Dimension		Rohrvolumen [l/m]	Ausstoßzeit in [s] nach Rohrlänge			
	d [mm]	d _i [mm]		3 m	5 m	10 m	15 m
Geberit FlowFit und PushFit	16	12	0,11	3	6	11	17
	20	16	0,20	6	10	20	30
	25	20	0,31	9	16	31	47
Geberit Mepla	16	11,5	0,10	3	5	10	16
	20	15	0,18	5	9	18	27
	26	20	0,31	9	16	31	47
Geberit Mapress Edelstahl	12	10	0,08	2	4	8	12
	15	13	0,13	4	7	13	20
	18	16	0,20	6	10	20	30
	22	19,6	0,30	9	15	30	45

2.11 AUTOMATISIERTE WASSERAUSTAUSCHEINRICHTUNGEN

Die Voraussetzungen für den bestimmungsgemäßen Betrieb einer Trinkwasserinstallation sind bereits in der Planungs- und Ausführungsphase zu schaffen. Eine wesentliche Betreiberpflicht ist der regelmäßige Wasseraustausch nach 7 (bzw. 3) Tagen bzw. nach den Festlegungen im Raumbuch.

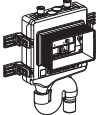
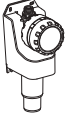
Wenn durch die Nutzung der geforderte Wasseraustausch nicht gewährleistet werden kann, können automatisierte Spüleinrichtungen die Aufgabe des Wasseraustauschs übernehmen und stagnierendes Wasser aus den Leitungen ausspülen. Allerdings müssen Planer und Installateure die Voraussetzungen für eine solche Betriebsweise schaffen. In Bestandsanlagen können Sanitärapparate und Entnahmearmaturen um die Funktion des automatisierten Wasseraustauschs erweitert werden.

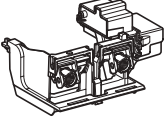
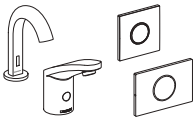
Dabei können folgende Geberit Produkte Planer, Installateur und Betreiber unterstützen:

- Geberit HS10, HS30 und HS50 Hygienespülung
- Geberit HS30 und HS50 Hygienespülung, im Spülkasten integriert
- Geberit HS05 Hygienespülung für UP-Spülkasten
- Geberit HS01 Hygienespülung
- Geberit elektrische Urinalsteuerungen
- Geberit elektrische WC-Steuerungen
- Geberit elektrische Wascharmaturen

Mit dieser Auswahl an Spülarmaturen kann eine Vielzahl von Einsatzgebieten abgedeckt werden.

Die Geberit Hygienespülungen, die unter Putz oder in einer Geberit GIS oder Geberit Duofix Vorwand installiert werden, müssen bereits in der Planungs- und Ausführungsphase berücksichtigt werden.

Wasseraustausch-einrichtung	Voraussetzungen für den bestimmungsgemäßen Betrieb schaffen	Bestimmungsgemäßen Betrieb einhalten (Betreiberpflicht)
	Planung und Ausführung	Betrieb
Geberit HS10, HS30 und HS50 Hygienespülung 		
Geberit HS30 und HS50 Hygienespülung im Spülkasten 	✓	✓
Geberit HS01 Hygienespülung 	—	✓

Wasseraustausch- einrichtung	Voraussetzungen für den bestimmungsgemäßen Betrieb schaffen	Bestimmungsgemäßen Betrieb einhalten (Betreiberpflicht)
	Planung und Ausführung	Betrieb
Geberit HS05 Hygienespülung für UP-Spülkasten 	-	✓
Steuerelektronik mit Intervall- spülung 	-	✓

- ✓ Muss in dieser Phase berücksichtigt werden.
- Für AP-Montage bzw. Austausch über die Betätigungsplatte. Muss in dieser Phase **nicht** berücksichtigt werden.

2 / 2



- 1 Geberit HS10, HS30 und HS50 Hygienespülung
- 2 Geberit HS30 und HS50 Hygienespülung, im Spülkasten integriert
- 3 Geberit HS01 Hygienespülung

2.11.1 Bedienung und Einstellung der Geberit Hygienespülungen

Die Geberit HS30 und HS50 Hygienespülungen lassen sich mit der Geberit Control App per Bluetooth mit dem Smartphone verbinden.

Die intuitive App bietet folgende Möglichkeiten:

- Geräteeinstellungen anpassen
- Wartungsunterstützung und Hinweise
- Spülprogramme einstellen und anpassen
- Dokumentation über die Spülvorgänge
- Passwortschutz zum Sichern vor unberechtigten Zugriffen

Die Geberit Control App dient zur Konfiguration und Bedienung der Geräte im Geberit Connect-Netzwerk.

Die Verbindung zu den Geräten erfolgt über Bluetooth®. Die Geberit Control App ist im jeweiligen App Store kostenfrei erhältlich.

iOS



[App Store](#)

Android



[Google Play](#)

2.11.2 Spülprogramme

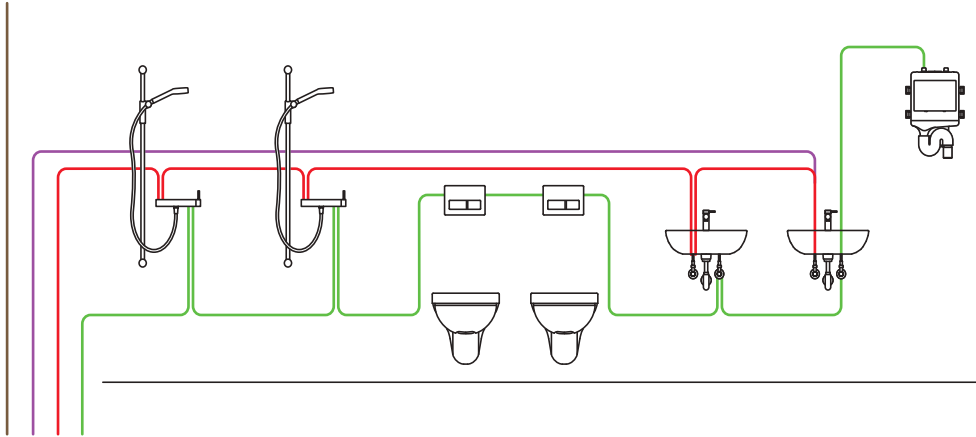
Beim Einsatz einer Geberit Hygienespülung sollten die Entwässerungsgegenstände z. B. in der Etagenwohnung in Reihe durchgeschleift werden. Die Hygienespülung wird als letzter Verbraucher angeschlossen. Nur so lässt sich im angeschlossenen Leitungssystem der vollständige Wasseraustausch der Nutzungseinheit sicherstellen.

Auf den folgenden Seiten werden verschiedene Spülprogramme in unterschiedlichen Einbausituationen beschrieben.

Intervallsteuerung

Bei der Intervallsteuerung erfolgt eine Spülung nach fest eingestelltem Zeitintervall. Einen festen Spülzeitpunkt gibt es bei dieser Betriebsart nicht.

Damit können die Anforderungen an den regelmäßigen Wasseraustausch nach DIN EN 806-5 und VDI 6023-1 erfüllt werden.

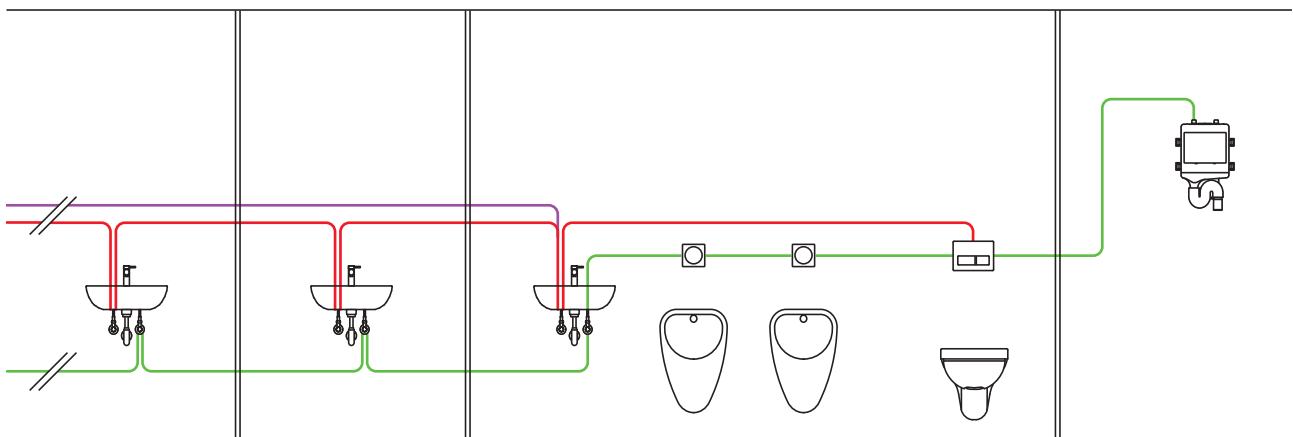


Anwendungsbeispiele:

- Schulen und Kindergärten
- Ferienhäuser, Campingplätze und Hotels
- Wohngebäude

Zeitsteuerung

Die zeitorientierte Spülung startet nach fest eingestellten Zeitpunkten. Sie beginnt zu einer festen Uhrzeit (z. B. 18:00 Uhr), verbunden mit einem oder mehreren Wochentagen (z. B. Dienstag, Donnerstag und Sonntag). Beim Auslösen der Spülung wird für eine bestimmte, einstellbare Spülzeit gespült.

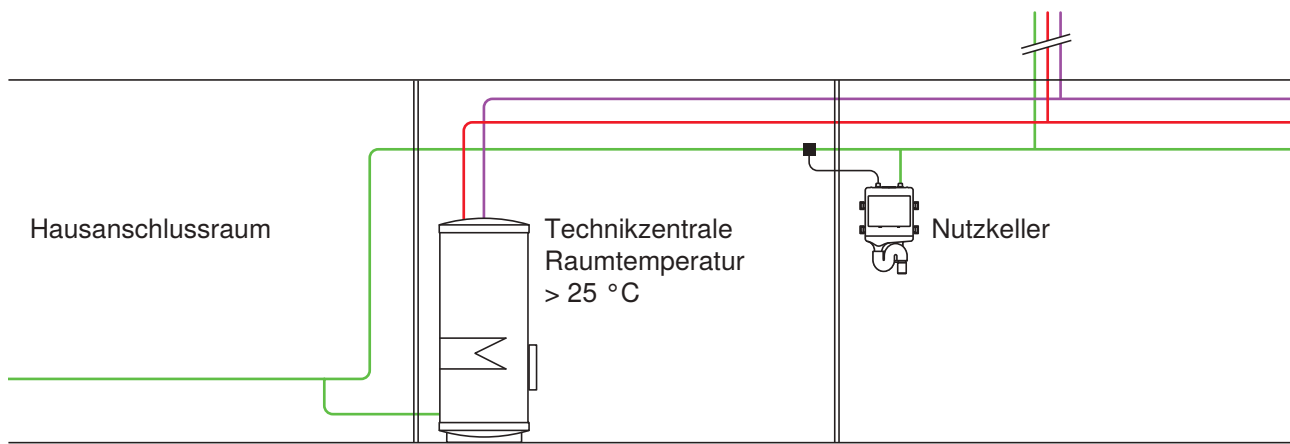


- Schulen und Kindergärten
- Ferienhäuser, Campingplätze und Hotels
- Industrie

Temperatursteuerung

Dieses Spülprogramm dient dem Wasseraustausch in Kaltwasserleitungen, die aufgrund äußerer Wärmelasten zu stark erwärmt wurden. Bei dieser Betriebsart startet die Spülung beim Erreichen einer bestimmten Temperatur (z. B. normative Vorgabe Kaltwasser maximal 25 °C). Das Spülende erfolgt entweder durch das Erreichen einer Stopptemperatur oder nach einer vorgegebenen maximalen Spülzeit.

Wird innerhalb eines vorgegebenen Zeitfensters keine Temperaturüberschreitung festgestellt, löst die Steuerung eine Routinespülung aus. Die Routinespülung ist intervallgesteuert. Mithilfe der Freigabezeit kann ein Zeitraum festgelegt werden, in dem die Hygienespülung keinen Spülvorgang auslösen soll (z. B. 22:00 Uhr bis 08:00 Uhr in Hotels).



Anwendungsbeispiele für die temperaturgesteuerte Spülung in Bereichen mit hohen Wärmelasten sind:

- Technikzentren
- Abgehängte Decken
- Installationsschächte

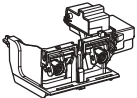
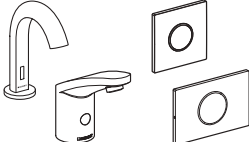
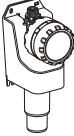
Weitere Informationen

Weitere Informationen siehe Broschüre zum Geberit Hygienesystem. Die Broschüre ist kostenfrei abrufbar unter <https://oxomi.com/p/2024769/catalog/10468244>.

2.11.3 Überblick Geberit Hygienespülungen

Die folgenden Tabellen erleichtern den Vergleich der Geberit Hygienespülungen.

Tabelle 20: Ausführungen, Verwendung, Spüleistung und maximales Spülvolumen der Geberit Hygienespülungen

Hygienespülung		Wasseranschluss	Spüleistung [l/min]	Maximales Spülvolumen [l]
Geberit Hygienespülung 	HS10	1 WA 2 WA Anschluss PWC und PWH / 2x PWC / 2x PWH	10 pro Magnetventil (alternativ 4)	600
	HS30			
	HS50			
Geberit Hygienespülung im UP-Spülkasten 	HS30	1 WA 2 WA Anschluss PWC und PWH / 2x PWC / 2x PWH	4	40
	HS50			
Geberit HS05 Hygienespülung 		Kein zusätzlicher Wasseranschluss ¹⁾	10 bei 300 kPa	33
Steuerelektronik mit Intervallspülung 		Kein zusätzlicher Wasseranschluss	10 (WC) ²⁾ 14 (Urinal) ²⁾ 5 (WT-Armatur) ²⁾	33 (WC) 42 (Urinal) 17 (WT-Armatur)
Geberit HS01 Hygienespülung 		1 WA	3	20

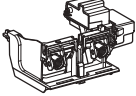
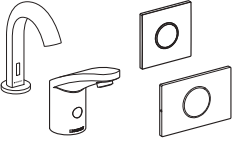
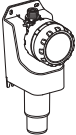
PWC Potable water cold (Trinkwasser, kalt)

PWH Potable water hot (Trinkwasser, warm)

1) Für den Wasseraustausch wird das Füllventil des Spülkastens verwendet.

2) Bei 300 kPa

Tabelle 21: Anbindung an Gebäudeautomation

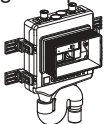
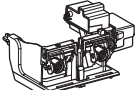
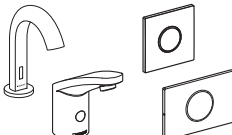
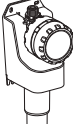
Hygienespülung		Geberit Connect	Anbindung an Gebäudeautomation		
			Digital I/O	BACnet/IP	Direkt 24 V (auf/zu)
Geberit Hygienespülung 	HS10	—	—	—	✓
	HS30	—	✓	—	—
	HS50	✓	✓	✓	—
Geberit Hygienespülung im UP-Spülkasten 	HS30	✓	✓	✓ ¹⁾	—
	HS50	✓	✓	✓	—
Geberit HS05 Hygienespülung 		✓	—	✓	—
Steuerelektronik mit Intervallspülung 		✓	—	✓	—
Geberit HS01 Hygienespülung 		—	—	—	—

— Nicht möglich

✓ Möglich

1) Über Buskonverter

Tabelle 22: Bedienung und Spülprogramme

Hygienespülung		Bedienung	Spülprogramme
Geberit Hygienespülung 	HS10	• Parametrierung der Betriebsmodi, Spülprogramme	—
	HS30	• Bedienung, Wartung, Protokollierung mit Geberit Control App	• Zeitsteuerung • Intervallsteuerung
	HS50	• Parametrierung der Betriebsmodi, Spülprogramme	• Zeitsteuerung • Intervallsteuerung • Temperatursteuerung
Geberit Hygienespülung im UP-Spülkasten 	HS30	• Bedienung, Wartung, Protokollierung mit Geberit Control App • Parametrierung der Betriebsmodi, Spülprogramme	• Zeitsteuerung • Intervallsteuerung
	HS50		• Zeitsteuerung • Intervallsteuerung • Temperatursteuerung
Geberit HS05 Hygienespülung 		• Bedienung, Wartung, Protokollierung mit Geberit Control App • Parametrierung der Intervallspülung	• Intervallsteuerung
Steuerelektronik mit Intervallspülung 		• Bedienung, Wartung, Protokollierung mit Geberit Control App • Parametrierung der Intervallspülung	• Intervallsteuerung (optional mit Differenzspülung)
Geberit HS01 Hygienespülung 		• Spülintervall lässt sich intuitiv über die Steuereinheit einstellen	• Volumensteuerung (1–20 l) • Spülintervall von 1, 3 und 7 Tagen wählbar

— Nicht verfügbar

2.11.4 Geberit Connect

Geberit Connect ist eine Plattform zur Vernetzung von Sanitärapparaten und bietet die Möglichkeit eines ganzheitlichen und wirtschaftlichen Betriebs von Sanitärinstallationen. Zahlreiche Geberit Produkte können objektspezifisch kabellos oder -gebunden in das System eingebunden werden. Damit lässt es sich entweder an ein Gebäudeautomationssystem anbinden oder zentral über das Geberit Gateway steuern.

Anwendungen für vernetzte Sanitärräume sind:

- Facility Management: Mit der Verfügbarkeit und Transparenz der Daten lassen sich Prozesse vereinfachen, Betriebszustände erfassen und Betriebskosten reduzieren.
- Trinkwasserhygiene: Aufrechterhaltung des bestimmungsgemäßen Betriebs durch automatisierten Wasseraustausch bei Nichtnutzung von Sanitärapparaten und Protokollierung der Wasseraustauschmaßnahmen.

Tabelle 23: Nutzung der Spülprogramme

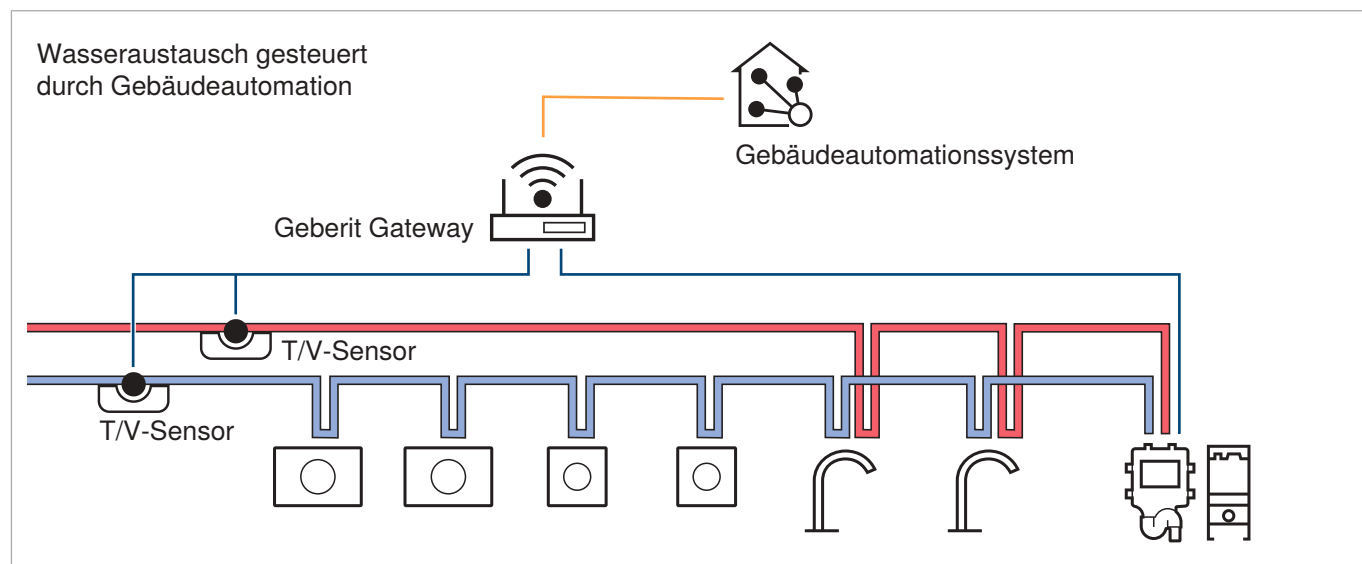
Spülprogramm		Einzelne Entnahmestelle	Vernetztes System
Zeitspülung		 HS50  HS30	 HS50  HS30 
Intervallspülung		 HS50  HS30   	 HS50  HS30   
Intervallspülung mit Nutzungserkennung		 HS50  HS30   	 HS50  HS30   
Temperaturspülung		 HS50  HS50	 HS50  HS30   HS50 
Differenzspülung mit Temperatur- und Volumenstromsensor für GEBUS		-	 HS50  HS30   
Differenzspülung mit Nutzungserkennung		    	 HS50  HS30   

-  Nicht verfügbar
-  Geberit Hygienespülung
-  Geberit Hygienespülung im UP-Spülkasten
-  Geberit HS05 Hygienespülung
-  Geberit Urinalsysteme mit elektronischer Spülauslösung
-  Geberit WC-Systeme mit elektronischer Spülauslösung
-  Geberit Waschtischarmaturen

Einbindung in die Gebäudeautomation

Alle Connect fähigen Endgeräte können über das Geberit Gateway per BACnet/IP in eine Gebäudeautomation eingebunden werden.

Weitere Informationen siehe Broschüre Geberit Connect. Die Broschüre ist kostenfrei abrufbar unter <https://oxomi.com/p/2024769/catalog/10442772>.

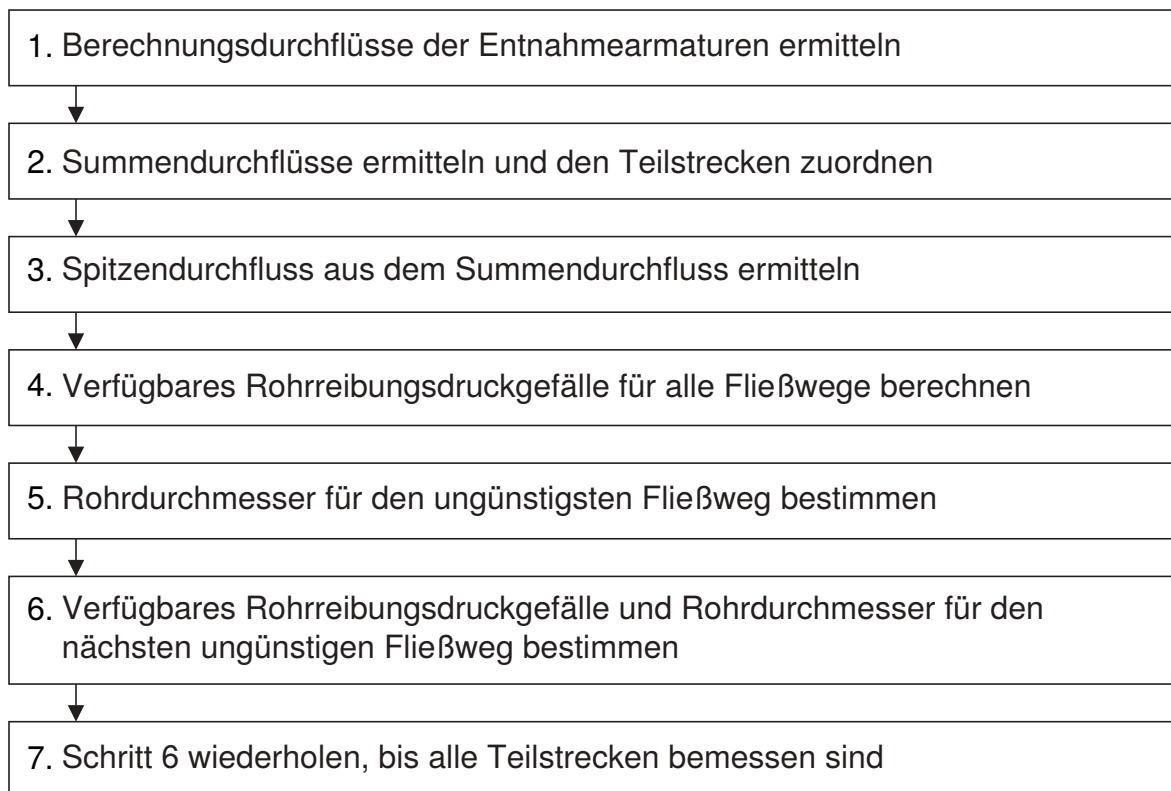


2.12 DIMENSIONIERUNG VON TRINKWASSERINSTALLATIONEN

DIN 1988-300 gilt in Verbindung mit den Reihen DIN 1988 und DIN EN 806 für Planung, Errichtung, Änderung, Instandhaltung und Betrieb von Trinkwasserinstallationen in Gebäuden und auf Grundstücken und dient zur Ermittlung der Rohrdurchmesser für die Trinkwasserleitungen sowie zur Bestimmung der Bauteilgrößen (Zirkulationsleitungen, Pumpe, Drosselventile) für ein Zirkulationssystem.

Ziel der Bemessung der Trinkwasserleitungen ist es, bei Spitzenbelastung des Systems den Mindestdurchfluss an allen Entnahmestellen mit kleinstmöglichen Innendurchmessern sicherzustellen.

Die Rohrdurchmesser aller Teilstrecken einer Trinkwasserinstallation werden im Grundsatz über folgende Teilschritte ermittelt:



2.12.1 Berechnungsdurchfluss

Der Berechnungsdurchfluss $\dot{V}_R$ ist ein angenommener Entnahmearmaturendurchfluss für die Berechnung. Er kann ein Mindestdurchfluss, z. B. für Entnahmearmaturen mit Durchflussreglern, oder ein Mittelwert (z. B. bei Mischbatterien) aufgrund unterer und oberer Fließbedingungen sein. Der Berechnungsdurchfluss $\dot{V}_R$ wird meistens in l/s angegeben.

Der Berechnungsdurchfluss als Mittelwert errechnet sich nach folgender Formel:

$$\dot{V}_R = \frac{\dot{V}_{\min} + \dot{V}_o}{2}$$

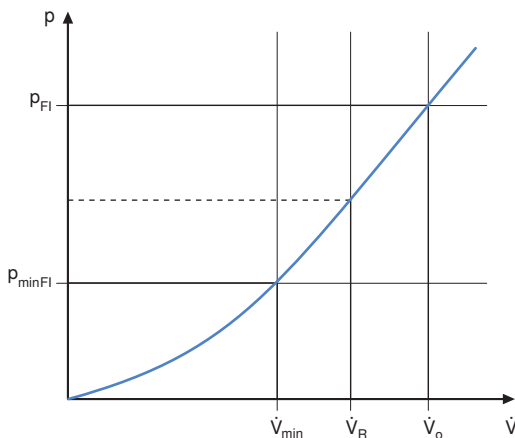


Abbildung 70: Mindestfließdruck und Berechnungsdurchfluss

$\dot{V}_R$	Entnahmearmaturendurchfluss
$\dot{V}_{\min}$	Mindestarmaturendurchfluss bei Mindestfließdruck
$\dot{V}_o$	Oberer Entnahmearmaturendurchfluss bei 0,3 MPa
p	Fließdruck
$p_{\min FI}$	Mindestfließdruck der Entnahmearmatur
p_{FI}	Kennzeichnender Fließdruck nach DIN EN ISO 3822-2

Um die Gebrauchstauglichkeit einer Entnahmearmatur zu gewährleisten, muss unmittelbar vor der Armatur der Mindestfließdruck zur Verfügung stehen. Der Mindestfließdruck korrespondiert mit dem Mindestarmaturendurchfluss. Der Mindestarmaturendurchfluss soll an der hydraulisch ungünstigsten Stelle bei Spitzendurchflussbelastung noch garantiert sein, an allen anderen hydraulisch günstiger gelegenen Stellen wird sich bei unregelmäßigen Armaturen ein größerer Volumenstrom einstellen. Um dieses hydraulische Verhalten in einer Trinkwasserinstallation zu berücksichtigen, wird im Rechengang der Berechnungsdurchfluss als Rechengröße eingesetzt.

Grundsätzlich sind für die Bemessung der Rohrdurchmesser nach DIN 1988-300 die Angaben der Hersteller zu berücksichtigen. Die Armaturenhersteller müssen folglich den Mindestfließdruck und den Berechnungsdurchfluss angeben. Diese herstellerspezifischen Werte sind in den Rechengang einzusetzen. Wenn zum Zeitpunkt der Planung die Fabrikate der Entnahmearmaturen nicht vorliegen, kann unter Beachtung der nachstehenden Erläuterungen mit den Angaben aus DIN 1988-300 Tabelle 2 gerechnet werden.

Dabei ist Folgendes zu beachten:

Wenn die tatsächlichen Werte **unter** den Richtwerten aus DIN 1988-300 Tabelle 2 liegen, gibt es 2 Optionen:

- **Option 1:** mit Zustimmung des Bauherren nachträgliche Neubemessung mit den tatsächlichen Werten und Aufnahme der Auslegungsvoraussetzungen z. B. in das Raumbuch
- **Option 2:** keine Nachberechnung mit Schaffung von „Reserven“

Wenn die tatsächlichen Werte **über** den Richtwerten aus DIN 1988-300 Tabelle 2 liegen, ist eine Neubemessung mit den tatsächlichen Werten erforderlich.

2.12.2 Summendurchfluss

Der Summendurchfluss $\Sigma \dot{V}_R$ wird aus Summe der Berechnungsdurchflüsse $\dot{V}_R$ gebildet. Am Ende eines Fließweges beginnend werden entgegen der Fließrichtung in Richtung Berechnungsstartpunkt die einzelnen Berechnungsdurchflüsse aufsummiert und den jeweiligen Teilstrecken zugeordnet. Eine Teilstrecke beginnt, in Fließrichtung gesehen, mit dem Bauteil, an dem sich der Summendurchfluss, der Rohrwerkstoff oder der Rohrdurchmesser ändert. Die Summendurchflüsse sind für den Kalt- und Warmwasserweg separat zu bestimmen. An der Abzweigstelle vor dem Trinkwassererwärmer addieren sich die beiden Summendurchflüsse von Kalt- und Warmwasserweg.

Im Grundsatz sind alle Berechnungsdurchflüsse von Entnahmestellen und Sanitärapparaten zu erfassen. Innerhalb einer Nutzungseinheit greift jedoch eine Ausnahme von dieser Regel, siehe Kapitel Nutzungseinheiten ► Seite 104.

2.12.3 Spitzendurchfluss

Der Spitzendurchfluss $\dot{V}_S$ ist der maßgebende Durchfluss, für den die Rohrleitungen dimensioniert werden. Der Spitzendurchfluss reduziert unter Berücksichtigung der nutzungsabhängigen Gleichzeitigkeit der Wasserentnahme den Summendurchfluss $\Sigma \dot{V}_R$

Der Spitzendurchfluss wird nach folgender Gleichung bestimmt:

$$\dot{V}_S = a (\Sigma \dot{V}_R)^b - c$$

$\dot{V}_S$ Spitzendurchfluss
 $\Sigma \dot{V}_R$ Summendurchfluss
 a, b, c Konstanten

Für die Konstanten a, b und c gelten die Werte aus folgender Tabelle:

Tabelle 24: Konstanten für Gleichung zur Berechnung des Spitzendurchflusses

Nutzungsart	a	b	c
Wohngebäude, Einrichtung für Betreutes Wohnen, Seniorenheim	1,48	0,19	0,94
Bettenhaus im Krankenhaus	0,75	0,44	0,18
Hotel	0,70	0,48	0,13
Schule, Verwaltungsgebäude	0,91	0,31	0,38
Pflegeheim	1,40	0,14	0,92

Die grafische Darstellung der Spitzendurchflussformel veranschaulicht die unterschiedliche Gleichzeitigkeitsbetrachtung der verschiedenen Nutzungsarten:

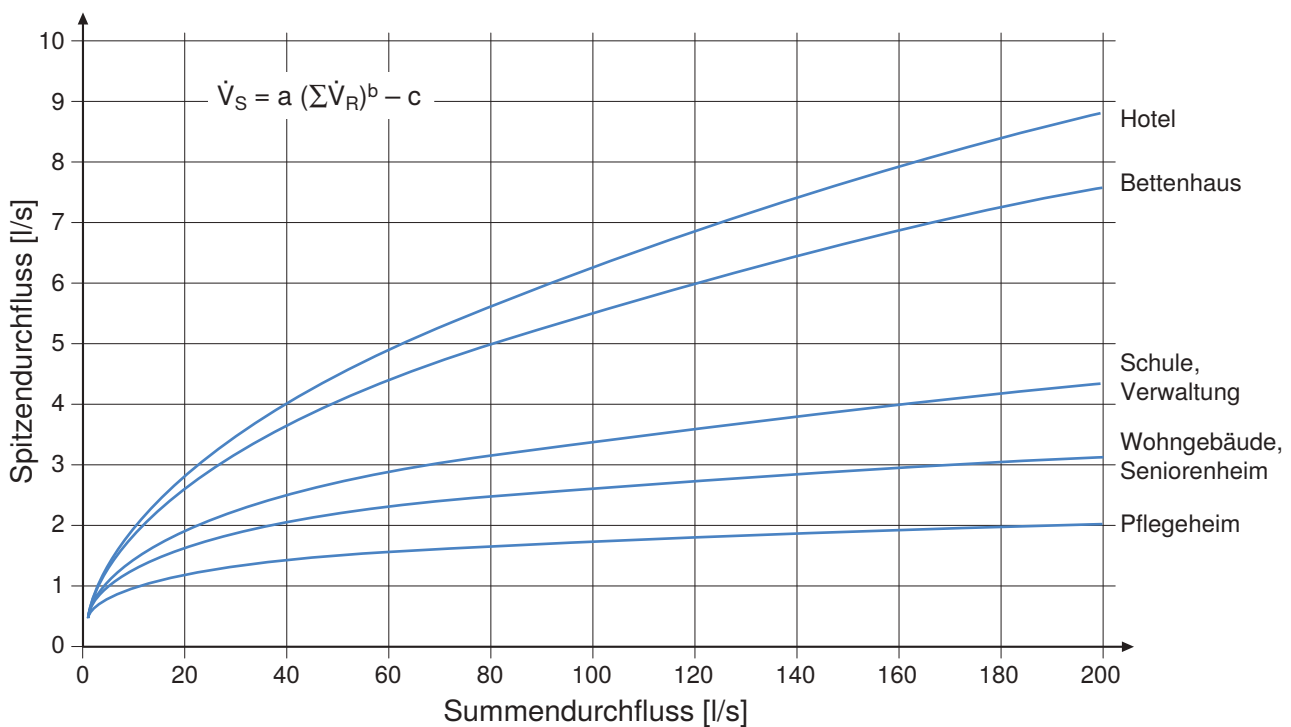


Abbildung 71: Grafische Darstellung der Spitzendurchflüsse

Innerhalb einer Nutzungseinheit gilt jedoch ein anderer Gleichzeitigkeitsansatz, siehe Kapitel Nutzungseinheiten

► Seite 104

Dauerverbraucher

Wasserentnahmen mit einer Dauer > 15 Minuten werden als Dauerverbraucher definiert. Sie gehen nicht in die rechnerische Ermittlung von Summen- und Spitzendurchfluss ein. Die Durchflüsse von Dauerverbrauchern $\dot{V}_D$ werden zum Spitzendurchfluss der anderen Entnahmestellen addiert.

Reihenanlagen, Sonderbauten, Gewerbe- und Industrieanlagen

Die Gleichzeitigkeit der Wasserentnahme in einer Reihen- oder Sonderanlage ist mit dem Betreiber festzulegen.

Versorgt eine Teilstrecke Anlagenteile mit unterschiedlicher Nutzung oder Gleichzeitigkeit, so sind für diese Teilstrecken die unterschiedlichen Spitzendurchflüsse zu addieren, wenn sie gleichzeitig auftreten können.

2.12.4 Nutzungseinheiten

Eine Nutzungseinheit ist ein Raum mit Entnahmestellen oder Sanitärapparaten mit wohnungsähnlicher Nutzung. Die Nutzung ist dadurch charakterisiert, dass maximal zwei Entnahmestellen gleichzeitig geöffnet sind.

Beispiele für Nutzungseinheiten sind:

- Bad im Wohnungsbau
- Küche
- Hausarbeitsraum
- Hotelbad
- Bad in Altenheim oder Bettenhaus

Innerhalb einer Nutzungseinheit gilt für die Ermittlung des Summendurchflusses folgende Ausnahme:

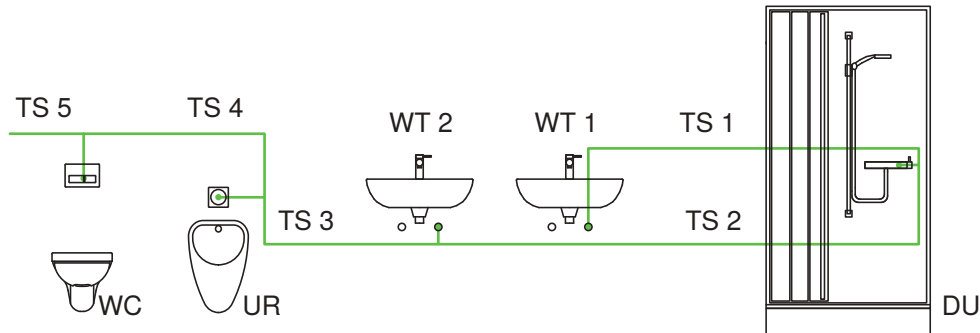
- Ein zweites Waschbecken, eine Duschwanne zusätzlich zur Badewanne, ein Bidet und ein Urinal bei der Ermittlung des Summendurchflusses werden **nicht** berücksichtigt.

Für die Spitzenvolumenstromermittlung gilt:

- Der Spitzendurchfluss innerhalb einer Nutzungseinheit wird durch die Aufsummierung der beiden größten Einzelberechnungsdurchflüsse bestimmt.
- Werden an eine Teilstrecke zwei oder mehrere Nutzungseinheiten angeschlossen, addieren sich die Spitzendurchflüsse der beiden Nutzungseinheiten, sofern der sich damit ergebende Spitzendurchfluss kleiner ist als der nach der Formel (Kapitel Spitzendurchfluss ► Seite 103) berechnete Spitzendurchfluss.

Die nachstehenden Beispiele zeigen die Systematik dieser Ausnahmeregeln auf.

Beispiel 1, Anschluss einer Nutzungseinheit an eine Teilstrecke



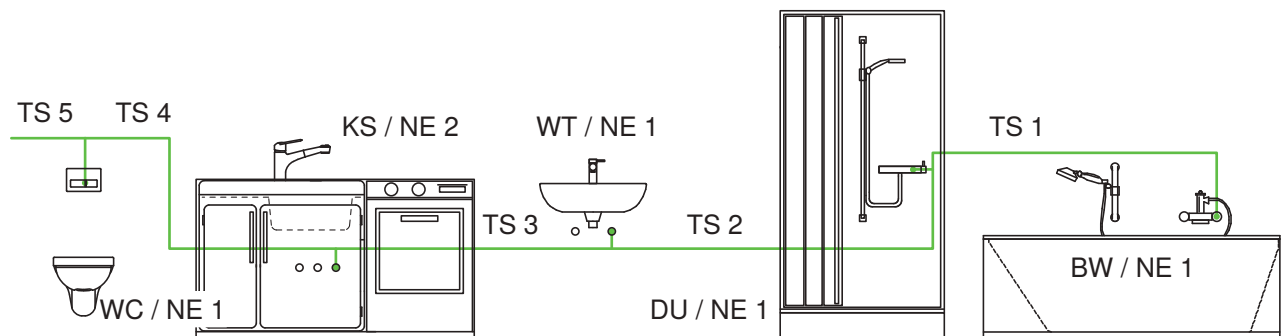
Objekt		$\dot{V}_R$ [l/s]	NE
Waschtisch 1	WT 1	0,07	1
Dusche	DU	0,15	1
Waschtisch 2	WT 2	0,07	1
Urinal	UR	0,30	1
WC Spülkasten	WC	0,13	1

Teilstrecke TS	$\dot{V}^{1)}$ [l/s]	Ermittlung	Erläuterung
1	0,07	$\dot{V}_R (WT 1)$	—
2	0,22	$\dot{V}_R (WT 1) + \dot{V}_R (DU)$	Addition der beiden größten Einzelberechnungsdurchflüsse
3	0,22	$\dot{V}_R (WT 1) + \dot{V}_R (DU)$	WT 2 wird nicht berücksichtigt.
4	0,45	$\dot{V}_R (UR) + \dot{V}_R (DU)$	Addition der beiden größten Einzelberechnungsdurchflüsse der nachgeschalteten Teilstrecken
5	0,45	$\dot{V}_R (UR) + \dot{V}_R (DU)$	Addition der beiden größten Einzelberechnungsdurchflüsse der nachgeschalteten Teilstrecken. Das WC wird nicht berücksichtigt.

— Keine Erläuterung

- 1) Dieser maßgebende Volumenstrom ist der für die Dimensionierung relevante Spitzendurchfluss $\dot{V}_S$ und wird in den Rechengang eingesetzt.

Beispiel 2, Anschluss zweier Nutzungseinheiten an eine Teilstrecke



TS Teilstrecke

NE Nutzungseinheit

Objekt		$\dot{V}_R$ [l/s]	NE
Badewanne	BW	0,15	1
Dusche	DU	0,15	1
Waschtisch	WT	0,07	1
Küchenspüle	KS	0,10	2
WC Spülkasten	WC	0,13	1

Teilstrecke TS	$\dot{V}^1$ [l/s]	Ermittlung	Erläuterung
1	0,15	$\dot{V}_R (BW)$	—
2	0,15	$\dot{V}_R (BW)$	Dusche wird nicht berücksichtigt.
3	0,22	$\dot{V}_R (BW) + \dot{V}_R (WT)$	Addition der beiden größten Einzelberechnungsdurchflüsse der nachgeschalteten Teilstrecken
4a ¹⁾	0,32	$\dot{V}_R (BW) + \dot{V}_R (WT) + \dot{V}_R (KS)$	Addition der Spitzendurchflüsse beider Nutzungseinheiten
4b ¹⁾	0,25	$\dot{V}_S (Formel) = a (\sum \dot{V}_R)^b - c$	Spitzendurchfluss nach Formel
5a ²⁾	0,38	$\dot{V}_R (BW) + \dot{V}_R (WT) + \dot{V}_R (KS)$	Addition der Spitzendurchflüsse beider Nutzungseinheiten
5b ²⁾	0,29	$\dot{V}_S (Formel) = a (\sum \dot{V}_R)^b - c$	Spitzendurchfluss nach Formel

— Keine Erläuterung

- Der Spitzendurchfluss nach Formel (4b) ist kleiner als die Addition der Spitzendurchflüsse der beiden Nutzungseinheiten (4a). Der kleinere Wert (0,25 l/s) wird in den Rechengang eingesetzt.
- Der Spitzendurchfluss nach Formel (5b) ist kleiner als die Addition der Spitzendurchflüsse der beiden Nutzungseinheiten (5a). Der kleinere Wert (0,29 l/s) wird in den Rechengang eingesetzt.

 Berechnungen für die **Teilstrecke 4**:

$$\dot{V}_S = a (\sum \dot{V}_R)^b - c \quad \text{mit} \quad \sum \dot{V}_R = \dot{V}_R (BW) + \dot{V}_R (WT) + \dot{V}_R (KS) = (0,15 + 0,07 + 0,10) \text{ l/s} = 0,32 \text{ l/s}$$

$$\dot{V}_S = 1,48 (0,32 \text{ l/s})^{0,19} - 0,94 = 0,25 \text{ l/s}$$

 Berechnungen für die **Teilstrecke 5**:

$$\dot{V}_S = a (\sum \dot{V}_R)^b - c \quad \text{mit} \quad \sum \dot{V}_R = \dot{V}_R (BW) + \dot{V}_R (WC) + \dot{V}_R (KS) = (0,15 + 0,13 + 0,10) \text{ l/s} = 0,38 \text{ l/s}$$

$$\dot{V}_S = 1,48 (0,38 \text{ l/s})^{0,19} - 0,94 = 0,29 \text{ l/s}$$

2.12.5 Berechnungsstartpunkt

Der Startpunkt der Berechnung liegt in der Regel hinter dem Wasserzähler. Maßgebend ist der Fließdruck $p_{\min WZ}$. Der Wasserversorger ist aufgefordert, den Fließdruck nach dem Wasserzähler anzugeben, der Planer muss diese Angabe beim Wasserversorger erfragen.

Wenn das Wasserversorgungsunternehmen lediglich den Mindestversorgungsdruck in der Versorgungsleitung SPLN ($p_{\min V}$) angibt oder über die Hausanschlussleitung keine hydraulisch relevanten Daten verfügbar sind, werden pauschal angesetzt:

- Druckverlust der Hausanschlussleitung $\Delta p_{HAL} = 200 \text{ hPa}$
- Druckverlust im Hauswasserzähler $\Delta p_{WZ} = 650 \text{ hPa}$

Somit gilt:

$$p_{\min WZ} = p_{\min V} - \Delta p_{HAL} - \Delta p_{WZ}$$

Beim Einsatz von Druckerhöhungsanlagen (DEA) liegt der Berechnungsstartpunkt der nachgeschalteten Rohrleitungen hinter der DEA, der maßgebende Fließdruck ist der Nachdruck

p_{nach} .

2.12.6 Verfügbares Rohrreibungsdruckgefälle

Für jeden Fließweg in einer Trinkwasserinstallation muss das verfügbare Rohrreibungsdruckgefälle R_V ermittelt werden. Für den ungünstigsten Fließweg mit dem kleinsten R_V werden zunächst die Rohrdurchmesser festgelegt.

Das verfügbare Rohrreibungsdruckgefälle errechnet sich nach folgender Gleichung:

$$R_V = \frac{\left[1 - \frac{a}{100}\right]}{l_{ges}} \cdot \Delta p_{ges, v}$$

mit

$$\Delta p_{ges, v} = p_{\min WZ} - \Delta p_{geo} - \sum \Delta p_{AP} - \sum \Delta p_{RV} - p_{\min FI}$$

R_V	Verfügbares Rohrreibungsdruckgefälle
a	Anteil der Druckverluste durch Einzelwiderstände
l_{ges}	Leitungslänge von der Versorgungsleitung bis zur betrachteten Entnahmearmatur
$\Delta p_{ges, v}$	Verfügbare Druckdifferenz
$p_{\min WZ}$	Mindestdruck nach dem Hauswasserzähler
Δp_{geo}	Druckverlust aus geodätischem Höhenunterschied
$\sum \Delta p_{AP}$	Summe Druckverluste aus Apparaten
$\sum \Delta p_{RV}$	Summe Druckverlust aus Rückflussverhinderern
$p_{\min FI}$	Mindestfließdruck der betrachteten Entnahmearmatur

Rohrreibungsdruckgefälle

Das Rohrreibungsdruckgefälle R_V [hPa/m] ist als Orientierungswert zu verstehen. Für jede Teilstrecke des hydraulisch ungünstigsten Fließweges ist für den rechnerischen Spitzendurchfluss ein Rohrdurchmesser zu wählen, dessen Rohrreibungsdruckgefälle möglichst nahe am ermittelten Wert liegt. Dabei dürfen die maximalen rechnerischen Fließgeschwindigkeiten und die verfügbare Druckdifferenz für Rohrreibung und Einzelwiderstände nicht überschritten werden.

Druckverlustanteil Einzelwiderstände

Der geschätzte Anteil der Druckverluste für Einzelwiderstände liegt erfahrungsgemäß im Wohnungsbau zwischen 40 % und 60 % der verfügbaren Druckdifferenz für Rohrreibung und Einzelwiderstände $\Delta p_{ges, v}$. Er ist stark von der Gebäudegeometrie und der Leitungsführung abhängig (Fitting- und Armaturenanteil). Nach Festlegung der Rohrdurchmesser und Bestimmung der Druckverluste für Einzelwiderstände wird erkennbar, ob die getroffene Annahme zutreffend war. Gegebenenfalls müssen die ursprünglich festgelegten Rohrdimensionen geändert werden.

Rohrleitungslänge

Für die Rohrleitungslänge l_{ges} ist die Rohrleitungslänge des betrachteten Fließweges vom Berechnungsstartpunkt bis zur Entnahmearmatur einzusetzen.

Verfügbare Druckdifferenz

$\Delta p_{\text{ges},v}$ ist die verfügbare Druckdifferenz zur Überwindung der Druckverluste aus Rohrreibung und Einzelwiderständen.

Somit gilt:

$$\Delta p_{\text{ges},v} \geq \Sigma (R \cdot l + Z)$$

$\Delta p_{\text{ges},v}$	Verfügbare Druckdifferenz
l	Rohrleitungslänge
R	Rohrreibungsdruckgefälle
Z	Druckverlust aus Einzelwiderständen

Druckverlust aus geodätischem Höhenunterschied

Δp_{geo} bezeichnet den Druckverlust aus geodätischem Höhenunterschied. Maßgebend ist die Höhendifferenz vom Berechnungsstartpunkt (Messstelle von p_{minWZ} oder p_{minV}) bis zur Entnahmestelle des betrachteten Fließweges.

Ein Meter Höhendifferenz entspricht einem Druckverlust von circa 100 hPa ($\Delta h = 1 \text{ m} \approx 100 \text{ hPa}$).

Druckverlust von Rückflussverhinderern

Δp_{RV} bezeichnet den Druckverlust von Rückflussverhinderern. Aufgrund unterschiedlicher und herstellerspezifischer Ansprechdrücke können diese Druckverluste nicht über Widerstandsbeiwerte ζ erfasst werden.

Druckverlust in Apparaten

Bei der Ermittlung der Druckverluste aus Apparaten sind grundsätzlich die Herstellerangaben zu berücksichtigen.

Typische Apparate in Trinkwasserinstallationen sind:

- Wasserzähler
- Filter
- Enthärtungsanlagen
- Dosieranlagen
- Gruppen-Trinkwassererwärmer

Die Druckverluste aus Apparaten Δp_{Ap} können für den Spitzendurchfluss nach folgender Gleichung berechnet werden, wenn ein Betriebspunkt des Apparates gegeben ist.

$$\Delta p_{\text{Ap}} = \Delta p_g \cdot \left[\frac{\dot{V}_S}{\dot{V}_g} \right]^2$$

Δp_{Ap}	Druckverlust aus Apparaten
Δp_g	Druckverlust aus gegebenem Betriebspunkt
$\dot{V}_S$	Spitzendurchfluss
$\dot{V}_g$	Volumenstrom aus gegebenem Betriebspunkt

Beispiel Filter

Nach Herstellerangabe hat ein gewählter Filter einen Druckverlust von 0,2 bar bei einem Durchfluss von 3,7 m³/h. Der Spitzendurchfluss in der Anschlussleitung beträgt 1,5 l/s.

$$\Delta p_g = 0,2 \text{ bar} = 200 \text{ hPa}$$

$$\dot{V}_g = 3,7 \text{ m}^3/\text{h} = 1,03 \text{ l/s}$$

$$\Delta p_{\text{Fi}} = 200 \text{ hPa} \cdot \left[\frac{1,5}{1,03} \right]^2 = 424 \text{ hPa}$$

Δp_g Druckverlust gewählter Filter ??

$\dot{V}_g$ Durchfluss gewählter Filter ??

Δp_{Fi} Druckverlust durch Filter

2.12.7 Fließgeschwindigkeiten

Bei der Auswahl der Rohrdurchmesser mit dem Orientierungswert R_v ist darauf zu achten, dass die in der folgenden Tabelle angegebenen rechnerischen Fließgeschwindigkeiten nicht überschritten werden. Als rechnerische Fließgeschwindigkeit gilt der Quotient aus Spitzendurchfluss und freier Querschnittsfläche im Rohr.

Tabelle 25: Maximale rechnerische Fließgeschwindigkeiten bei Spitzendurchfluss

Leitungsabschnitt	Maximale rechnerische Fließgeschwindigkeit [m/s]	
	Fließdauer < 15 Min.	Fließdauer > 15 Min.
Anschlussleitung	2	2
Verbrauchsleitungen ¹⁾ Teilstrecken mit Widerstandsbeiwerten $\zeta < 2,5$ ²⁾	5	2
Verbrauchsleitungen Teilstrecken mit Widerstandsbeiwerten $\zeta \geq 2,5$ ³⁾	2,5	2

1) Verbrauchsleitungen sind Sammelzuleitungen, Steigleitungen, Stockwerks- und Einzelzuleitungen

2) z. B. Kolbenschieber, Kugelhähne, Schrägsitzventile

3) z. B. Geradsitzventile

2.12.8 Druckverluste aus Rohrreibung

Die Ermittlung der Druckverluste aus Rohrreibung Δp_R erfolgt nach:

$$\Delta p_R = \lambda \cdot \frac{l}{d_i} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w^2 = R \cdot l$$

Δp_R	Druckverlust durch Rohrreibung
λ	Rohrreibungszahl
l	Rohrlänge
d_i	Rohrinnendurchmesser
ρ	Dichte des Wassers
w	Mittlere Fließgeschwindigkeit
R	Rohrreibungsdruckgefälle

Die Rohrhersteller geben temperaturabhängige Druckverlusttabellen (R-Wert-Tabellen) an. Der R-Wert beinhaltet die herstellereigenen Kennzahlen wie Rohrrauigkeit k , Rohrreibungszahl λ und Rohrinnendurchmesser d_i .

In Softwarelösungen müssen diese Parameter implementiert sein, wenn ein bestimmtes Rohrleitungssystem berechnet werden soll.

2.12.9 Druckverluste aus Einzelwiderständen

Die Ermittlung der Druckverluste aus Einzelwiderständen Δp_E erfolgt nach folgender Formel:

$$\Delta p_E = \zeta \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w^2 = Z$$

Δp_E	Druckverlust aus Einzelwiderstand
ζ	Widerstandsbeiwert (Zeta-Wert)
ρ	Dichte des Wassers
w	Mittlere Fließgeschwindigkeit
Z	Druckverlust aus Einzelwiderstand

Es sind hierbei herstellerspezifische Widerstandsbeiwerte in den Rechengang einzusetzen. Die Hersteller von Fittings und Verbindungsstücken müssen Widerstandsbeiwerte angeben, die nach dem Verfahren DVGW W 575 überprüft werden können.

Der Widerstandsbeiwert ζ gibt noch keine Auskunft über die Höhe des Druckverlustes. Erst durch Multiplikation mit dem dynamischen Druckanteil der Rohrströmung (Staudruck) entsteht Druckverlust. Von großer Bedeutung ist hierbei der Rohrinnendurchmesser d_i , der am Fitting angeschlossenen Rohrleitung.

$$\Delta p_E = \zeta \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w^2 = \zeta \cdot \frac{\rho}{2} \cdot \left[\frac{\dot{V}}{d_i^2 \frac{\pi}{4}} \right]^2$$

Δp_E	Druckverlust aus Einzelwiderstand
ζ	Widerstandsbeiwert (Zeta-Wert)
ρ	Dichte des Wassers
w	Mittlere Fließgeschwindigkeit
$\dot{V}$	Durchfluss
d_i	Rohrinnendurchmesser

2.12.10 Einzelwiderstände nach DVGW W 575

Die Hersteller von Fittings und Verbindungsstücken müssen Widerstandsbeiwerte angeben, die nach dem Verfahren DVGW W 575 überprüft werden können.

Folgende Druckverluste aus Einzelwiderständen sind im Rechengang zu berücksichtigen:

Tabelle 26: Einzelwiderstände

Nr.	Einzelwiderstand	Kurzzeichen	Grafisches Symbol ¹⁾
1	Winkel, Bogen 90°	W90	
2	Winkel, Bogen 45°	W45	
3	Kupplung, Muffe	K	
4	Reduktion	RED	
5	T-Stück Abzweig Stromtrennung ¹⁾	TA	
6	T-Stück Durchgang Stromtrennung ¹⁾	TD	
7	T-Stück Gegenlauf Stromtrennung ¹⁾	TG	
8	T-Stück Abzweig Stromvereinigung ²⁾	TVA	
9	T-Stück Durchgang Stromvereinigung ²⁾	TVD	
10	T-Stück Gegenlauf Stromvereinigung ²⁾	TVG	
11	Stockwerksverteiler	STV	
12	Wandscheibe	WS	
13	Doppelwandscheibe Abzweig	WSA	
14	Doppelwandscheibe Durchgang	WSD	
15	Doppelwandscheibe Gegenlauf	WSG	

v Das Symbol v markiert den Bezugsquerschnitt.

➔ Der Pfeil kennzeichnet die Fließrichtung.

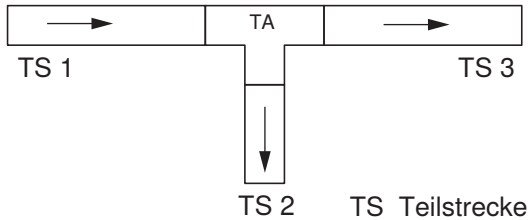
- Im Falle des Trinkwassertransports (Verbrauchsleitungen) zu den verschiedenen Entnahmestellen arbeitet ein T-Stück als Stromtrenner, da Volumenströme getrennt werden. Dies sind die T-Stücke TA, TD und TG. Bei der Ermittlung der Widerstandsbeiwerte nach DVGW W 575 werden 100 % Durchfluss in die eine oder andere Richtung zu Grunde gelegt.
- Ein T-Stück in einer Zirkulationssammelleitung arbeitet als Stromvereiner, da Volumenströme vereinigt werden. Dies sind die T-Stücke TVA, TVD und TVG. Bei der Ermittlung der Widerstandsbeiwerte nach DVGW W 575 wurde ein für Zirkulationssystemen typisches Volumenstromverhältnis zu Grunde gelegt. Das unterstellte Volumenstromverhältnis und der Geschwindigkeitsbezug auf die Einstromseite des T-Stückes erklärt die im Vergleich zu den Trennungsfällen hohen Zahlenwerte.

Beispielrechnung T-Stück, Abzweig, für Stromtrennung

Gegeben:

T-Stück Abzweig, Stromtrennung (TA),

Trinkwasser, kalt



$$\begin{aligned}\zeta_{TA} &= 5,5 \\ v_{TS2} &= 1,5 \text{ m/s} \\ \rho_{PWC} &= 999,7 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta p_E &= \zeta_{TA} \frac{\rho_{PWC}}{2} \cdot v_{TS2}^2 \\ \Delta p_E &= 5,5 \frac{999,7}{2} \cdot 1,5^2 \cdot \frac{1 \text{ hPa}}{100 \text{ Pa}} = 61,9 \text{ hPa} \approx 62 \text{ hPa}\end{aligned}$$

Δp_E	Druckverlust durch Einzelwiderstand
ζ_{TA}	Zeta-Wert T-Stück (TA)
ρ_{PWC}	Dichte Trinkwasser 10 °C
v_{TS2}	Fließgeschwindigkeit in Teilstrecke 2

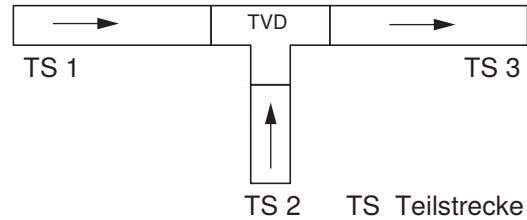
Der Druckverlust von 62 hPa wird der Teilstrecke TS 2 zugeordnet.

Beispielrechnung T-Stück, Durchgang, für Stromvereinigung

Gegeben:

T-Stück Durchgang, Stromvereinigung (TVD),

Warmwasser-Zirkulation



$$\begin{aligned}\zeta_{TVD} &= 14,5 \\ v_{TS1} &= 0,4 \text{ m/s} \\ \rho_{PWH-C} &= 983,2 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta p_E &= \zeta_{TVD} \frac{\rho_{PWH-C}}{2} \cdot v_{TS1}^2 \\ \Delta p_E &= 14,5 \frac{983,2}{2} \cdot 0,4^2 \cdot \frac{1 \text{ hPa}}{100 \text{ Pa}} = 11,4 \text{ hPa} \approx 11 \text{ hPa}\end{aligned}$$

Δp_E	Druckverlust durch Einzelwiderstand
ζ_{TVD}	Zeta-Wert T-Stück (TVD)
ρ_{PWH-C}	Dichte Trinkwasser warm, Zirkulation
v_{TS1}	Fließgeschwindigkeit in Teilstrecke 1

Der Druckverlust von 11 hPa wird der Teilstrecke TS 1 zugeordnet.

2.12.11 Produktneutrale Berechnung

Im Grundsatz gilt, dass aufgrund der Vielfalt von Rohrleitungssystemen, Rohrverbindungstechniken und Rohreinbauteilen die Berechnung der Druckverluste herstellereinspezifisch erfolgen muss. Für produktneutrale Berechnungen können die Rohrinneindurchmesser nach DIN 1988-300, Anhang A, Tabelle A.1 in Verbindung mit den Widerstandsbeiwerten nach DIN 1988-300, Anhang A, Tabellen A.2 bis A.5 verwendet werden. Beim Einsatz von Gruppen-Trinkwassererwärmern können zudem die Referenzwerte für Druckverluste nach DIN 1988-300, Tabelle 4 verwendet werden.

Mit diesen Referenzwerten wird ein Dimensionierungsergebnis erzielt, das mit hinreichender Genauigkeit für alle Rohrleitungssysteme im Ausschreibungsprozess anwendbar ist. Nach der Vergabe muss jedoch im Zuge der Montageplanung mit dem tatsächlich verwendeten Rohrleitungssystem und gegebenenfalls mit dem tatsächlich zum Einsatz kommenden Gruppen-Trinkwassererwärmer nachgerechnet werden.

2.12.12 Bemessung von Zirkulationsleitungen

Grundsätze nach DIN 1988-200 und DVGW W 551:

- Bei Rohrleitungsinhalten $> 3 \text{ l}$ sind zwischen Abgang Trinkwassererwärmer und entferntester Entnahmestelle (längster Fließweg) Zirkulationssysteme einzubauen.
- Stockwerks- und/oder Einzelzuleitungen mit einem Wasservolumen $\leq 3 \text{ l}$ je Fließweg können ohne Zirkulationsleitungen gebaut werden.
- Zirkulationsleitungen sind bis unmittelbar vor thermostatische Mischer zu führen.
- Am Wasseraustritt des Trinkwassererwärmers mit Zirkulation ist eine Temperatur von mindestens 60°C aus hygienischen Gründen einzuhalten.
- Zirkulationsleitungen und -pumpen sind so zu bemessen, dass im Zirkulationssystem die Temperatur des Trinkwassers warm um nicht mehr als 5 K gegenüber der Trinkwassertemperatur am Austritt des Trinkwassererwärmers überschritten wird.
- Nach Wohnungswasserzählern dürfen keine Zirkulationsleitungen eingebaut werden.
- Bei hygienisch einwandfreien Verhältnissen können Zirkulationssysteme zur Energieeinsparung für höchstens 8 h innerhalb von 24 h , z. B. durch Abschalten der Zirkulationspumpe, mit abgesenkten Trinkwassertemperaturen betrieben werden. Die Warmwasserzirkulation dient in erster Linie der Temperaturhaltung, um das Legionellenwachstum zu vermindern und untergeordnet der Erfüllung von Komfortansprüchen. Deshalb sollten Zirkulationssysteme nicht im Hinblick auf eine mögliche Wasserentnahme im Tagesgang geregelt werden (z. B. Zeiten im Badezimmer morgens und abends), sondern möglichst im Dauerbetrieb betrieben werden.
- Schwerkraftzirkulationen sind nicht zulässig.

Das in DIN 1988-300 beschriebene Verfahren zur Dimensionierung von Zirkulationsleitungen ist eine Weiterentwicklung des differenzierten Verfahrens nach DVGW W 553. Das Kurzverfahren und das vereinfachte Verfahren nach DVGW W 553 finden aufgrund des pauschalierten Ansatzes keine Anwendung mehr.

Die in DIN 1988-300 vollzogene Weiterentwicklung von DVGW W 553 besteht in der Ausschöpfung des sogenannten Beimischpotentials in den Stromvereinigungspunkten. Während bei der Auslegung nach DVGW W 553 die Strangkopftemperaturen überall gleich sind, sind diese bei Ausnutzung des Beimischpotentials unterschiedlich.

Beim Beimischverfahren werden die Temperaturen in der Sammelleitung vor den Stromvereinigungspunkten abgesenkt. Aus den Strängen wird dagegen wärmeres Wasser beigemischt, so dass die in Fließrichtung gesehen nächste Sammelleitungsteilstrecke in der Temperatur wieder angehoben wird. Diese Beimischung hat zur Folge, dass die Temperaturspreizungen zum Ende des Netzes hin größer und die Zirkulationsvolumenströme und Druckverluste entsprechend kleiner werden als bei der Aufteilung nach DVGW W 553.

Zirkulationssysteme mit unterer Verteilung

Die Zirkulationsvolumenströme werden aus den Wärmeverlusten der Warmwasserleitungen und der erforderlichen Temperaturdifferenz des erwärmten Trinkwassers zwischen dem Austritt aus dem Trinkwassererwärmer und dem Eintritt in die Zirkulationsleitung ermittelt. Die Wärmeverluste sind in Abhängigkeit von der Nennweite, der Dämmung und der Umgebungstemperatur zu berechnen.

Der Wärmedurchgangskoeffizient durch eine gedämmte Warmwasserleitung wird nach folgender Gleichung berechnet.

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

U_R	Wärmedurchgangskoeffizient
λ_D	Wärmeleitfähigkeit der Dämmung
D	Außendurchmesser der gedämmten Rohrleitung
d_a	Außendurchmesser der Rohrleitung
α_a	Äußerer Wärmeübergangskoeffizient mit $10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Der erforderliche Zirkulationsvolumenstrom $\dot{V}_P$ bestimmt sich nach folgenden Gleichungen:

$$\dot{V}_P = \frac{\sum [l_w \cdot U_{R,W} (\vartheta_W - \vartheta_L)]}{\rho \cdot c_w \cdot \Delta \vartheta_W}$$

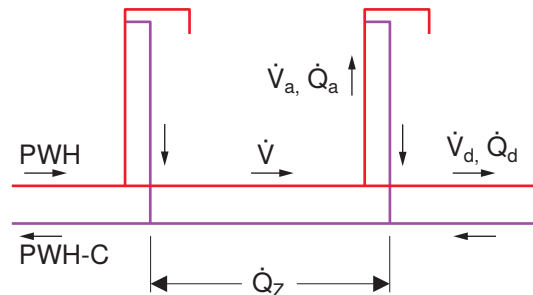
$$\Delta \vartheta_W = \frac{\Delta \vartheta_{TE}}{2}$$

$$\Delta \vartheta_{TE} = 4 \dots 5 \text{ K}$$

$\dot{V}_P$	Zirkulationsvolumenstrom
l_w	Länge einer Teilstrecke, Warmwasserleitung
$U_{R,W}$	Wärmedurchgangskoeffizient der betrachteten Teilstrecke, Warmwasserleitung
ϑ_W	Temperatur Warmwasser
ϑ_L	Umgebungstemperatur
ρ	Dichte des Wassers
c_w	Spezifische Wärmekapazität des Wassers
$\Delta \vartheta_W$	Temperaturdifferenz des Warmwassers von Austritt Speicher bis Abgang Zirkulationsleitung
ϑ_{TE}	Temperaturdifferenz zwischen Warmwasseraustritt aus dem Trinkwassererwärmer und Wiedereintritt der Zirkulation in den TWE

Die Lufttemperaturen der Umgebung ϑ_L sind der Heizlastberechnung oder dem Raumbuch zu entnehmen. Übliche Temperaturwerte sind 25°C für Leitungen in Schächten, Vorwänden und abgehängten Decken von im Winter beheizten Räumen. Für Leitungen in unbeheizten Kellern können 10°C angesetzt werden.

Zuordnung von Volumenströmen Warmwasser-Zirkulationsleitung und Wärmeverlusten:



Die Verteilung der Volumenströme auf die einzelnen Teilstrecken erfolgt nach folgenden Gleichungen:

$$\dot{V}_d = \frac{\dot{V} \cdot \dot{Q}_d}{\dot{Q}_a + \dot{Q}_d + \eta \dot{Q}_Z} \quad \text{wenn } \dot{Q}_d \geq \dot{Q}_a + \dot{Q}_Z$$

$$\dot{V}_d = \frac{\dot{V} \cdot \dot{Q}_d}{\dot{Q}_a (1 - \eta) + \dot{Q}_d (1 + \eta)} \quad \text{wenn } \dot{Q}_d < \dot{Q}_a + \dot{Q}_Z$$

$\dot{V}$	Volumenstrom
$\dot{V}_a$	Volumenstrom im Abzweigweg
$\dot{V}_d$	Volumenstrom im Durchgangsweg
$\dot{Q}_a$	Wärmeverlust im Abzweigweg
$\dot{Q}_d$	Wärmeverlust im Durchgangsweg
$\dot{Q}_Z$	Wärmeverlust in der Teilstrecke Warmwasser-Zirkulationsleitung nach dem Mischpunkt
η	Beimischgrad

Der Beimischgrad η liegt zwischen 0 und 1.

Wenn an den Stromvereinigungspunkten kein höher temperierter Volumenstrom aus den Strängen beigemischt werden soll, ist $\eta = 0$. Diese Variante ohne Beimischung entspricht dem differenzierten Verfahren nach DVGW W 553. Die maximale Beimischung wird bei $\eta = 1$ erreicht.

Für den Volumenstrom im Abzweigweg $\dot{Q}_a$ gilt:

$$\dot{V}_a = \dot{V} - \dot{V}_d$$

Der Förderdruck der Zirkulationspumpe Δp_p errechnet sich nach folgender Gleichung:

$$\Delta p_p = \sum (R \cdot l + Z) + \sum \Delta p_{RV} + \Delta p_{ZRV} + \Delta p_{Ap}$$

Δp_p	Förderdruck der Zirkulationspumpe
R	Rohrreibungsdruckgefälle
l	Leitungslänge
Z	Druckverlust aus Einzelwiderständen
Δp_{RV}	Druckverlust im Rückflussverhinderer
Δp_{ZRV}	Druckverlust im Zirkulationsregulierventil bei voller Öffnung
Δp_{Ap}	Druckverlust im Apparat, z. B. Wärmeübertrager

Die Druckverluste aus Rohrreibung und Einzelwiderständen $\sum(R \cdot l + Z)$ müssen hierbei für den ungünstigsten Zirkulationsweg (Warmwasserleitung und Warmwasser-Zirkulationsleitung) berechnet werden, in der Regel ist dies der Fließweg über den entferntesten Strang.

Aufgrund der Komplexität der Rechengänge ist die Bemessung des Zirkulationssystems mit entsprechenden Softwarelösungen durchzuführen. Die Fließgeschwindigkeit sollte zwischen 0,2 und 0,5 l/s liegen. Der Mindestinnendurchmesser für Zirkulationsleitungen beträgt 10 mm.

Zirkulationssysteme mit oberer Verteilung

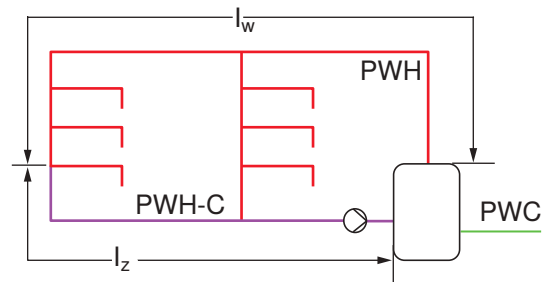
Bei Zirkulationssystemen mit oberer Verteilung kann wegen der längeren Warmwasserleitung in Relation zur Zirkulationsleitung mit einer größeren Temperaturdifferenz $\Delta \vartheta_w$ gerechnet werden. Eine Abschätzung kann über die folgende Gleichung erfolgen.

$$\Delta \vartheta_w = \frac{\Delta \vartheta_{TE}}{2} \cdot \frac{l_w}{l_z}$$

$$\Delta \vartheta_{TE} = 4 \dots 5 \text{ K}$$

$\Delta \vartheta_w$	Temperaturdifferenz des Warmwassers von Austritt Speicher bis Abgang Zirkulationsleitung
$\Delta \vartheta_{TE}$	Temperaturdifferenz zwischen Warmwasseraustritt aus dem Trinkwassererwärmer und Wiedereintritt der Zirkulation in den Trinkwassererwärmer
l_w	Länge Warmwasserleitung
l_z	Länge Zirkulationsleitung

Es muss jedoch sicher gestellt sein, dass die Abkühlung im gesamten Umlauf nicht mehr als 5 K beträgt.



l_w	Länge der entferntesten Warmwasserleitung
PWC	Potable water cold (Trinkwasser kalt)
PWH	Potable water hot (Trinkwasser warm)
PWH-C	Potable water hot circulation (Trinkwasser warm, Zirkulation)
l_z	Länge Zirkulationsleitung

2.13 DÄMMUNG VON TRINKWASSERLEITUNGEN

Energieeinsparung spielt auch in der Trinkwasserinstallation eine wichtige Rolle. Das Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz - GEG) fordert in § 69 die Dämmung von Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen einschließlich der Armaturen.

Die konkreten Anforderungen sind im GEG, Anlage 8 gelistet. Die Anforderungen sind als Mindestanforderungen an die Dämmschichtdicke bei einer Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(m·K) formuliert.

Die in § 70 genannten Dämmanforderungen an Kaltwasserleitungen gelten nicht für Trinkwasserleitungen kalt. Es sind in § 70 vielmehr geschlossene Kalt- und Kühlwasserkreisläufe gemeint.

Der ordnungsgemäßen Dämmung von **Trinkwasserleitungen** kommt eine hohe Bedeutung zu, sie muss mehrere Anforderungen erfüllen, z. B.:

- Reduzierung der Wärmeverluste bei Warmwasserleitungen und Warmwasser-Zirkulationsleitungen
- Reduzierung der Wärmeübertragung auf Kaltwasserleitungen
- Schutz vor Kondenswasserbildung bei Kaltwasserleitungen
- Schutz vor Frosteinwirkung
- Schalltechnische Entkopplung zum Bauwerk
- Korrosionsschutz
- Brandschutz
- Gegebenenfalls Aufnahme geringfügiger Längenänderungen

2.13.1 Kaltwasserleitungen

Kaltwasserleitungen müssen hauptsächlich vor Tauwasserbildung und vor Erwärmung bei erhöhten Umgebungstemperaturen, welche maßgeblichen Einfluss auf die Trinkwasserqualität haben, geschützt werden. Ziel ist es, die normativ geforderte Temperatur $\leq 25\text{ °C}$ zu halten.

In DIN 1988-200 sind Richtwerte für Dämmschichtdicken von Rohrleitungen für Kaltwasser festgelegt. Dabei ist zu beachten, dass es sich hierbei um Mindestdämmschichtdicken handelt, die sich auf den Rohrrinnendurchmesser beziehen. Je nach Einbausituation können größere Dämmschichtdicken gefordert und sinnvoll sein. Zum Beispiel können bei Kaltwasserleitungen aufgrund hoher Wärmelasten Dämmanforderungen wie für Warmwasserleitungen erforderlich sein.

Tabelle 27: Mindestdämmschichtdicken für Kaltwasserleitungen nach DIN 1988-200

Nr.	Einbausituation	Dämmschichtdicke bei Wärmeleitfähigkeit $\lambda = 0,040\text{ W/(m K)}^{1)}$
1	Rohrleitungen frei verlegt in nicht beheizten Räumen, Umgebungstemperatur $\leq 20\text{ °C}$ (nur Kondenswasserschutz)	9 mm
2	Rohrleitungen verlegt in Rohrleitungsschächten, Bodenkanälen und abgehängten Decken, Umgebungstemperatur $\leq 25\text{ °C}$	13 mm
3	Rohrleitungen verlegt, z. B. in Technikzentralen oder Medienkanälen und in Schächten mit Wärmelasten und Umgebungstemperaturen $\geq 25\text{ °C}$	Dämmung analog Trinkwasserleitungen warm gem. DIN 1988-200 Tabelle 9, Einbausituationen 1–5
4	Stockwerksleitungen und Einzelzuleitungen in Vorwandinstallationen	4 mm oder Rohr-in-Rohr
5	Stockwerksleitungen und Einzelzuleitungen im Fußbodenaufbau (auch neben nicht zirkulierenden Warmwasserleitungen) ²⁾	4 mm oder Rohr-in-Rohr
6	Stockwerksleitungen und Einzelzuleitungen im Fußbodenaufbau neben warmgehenden zirkulierenden Rohrleitungen ²⁾	13 mm

λ Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs bei 10 °C

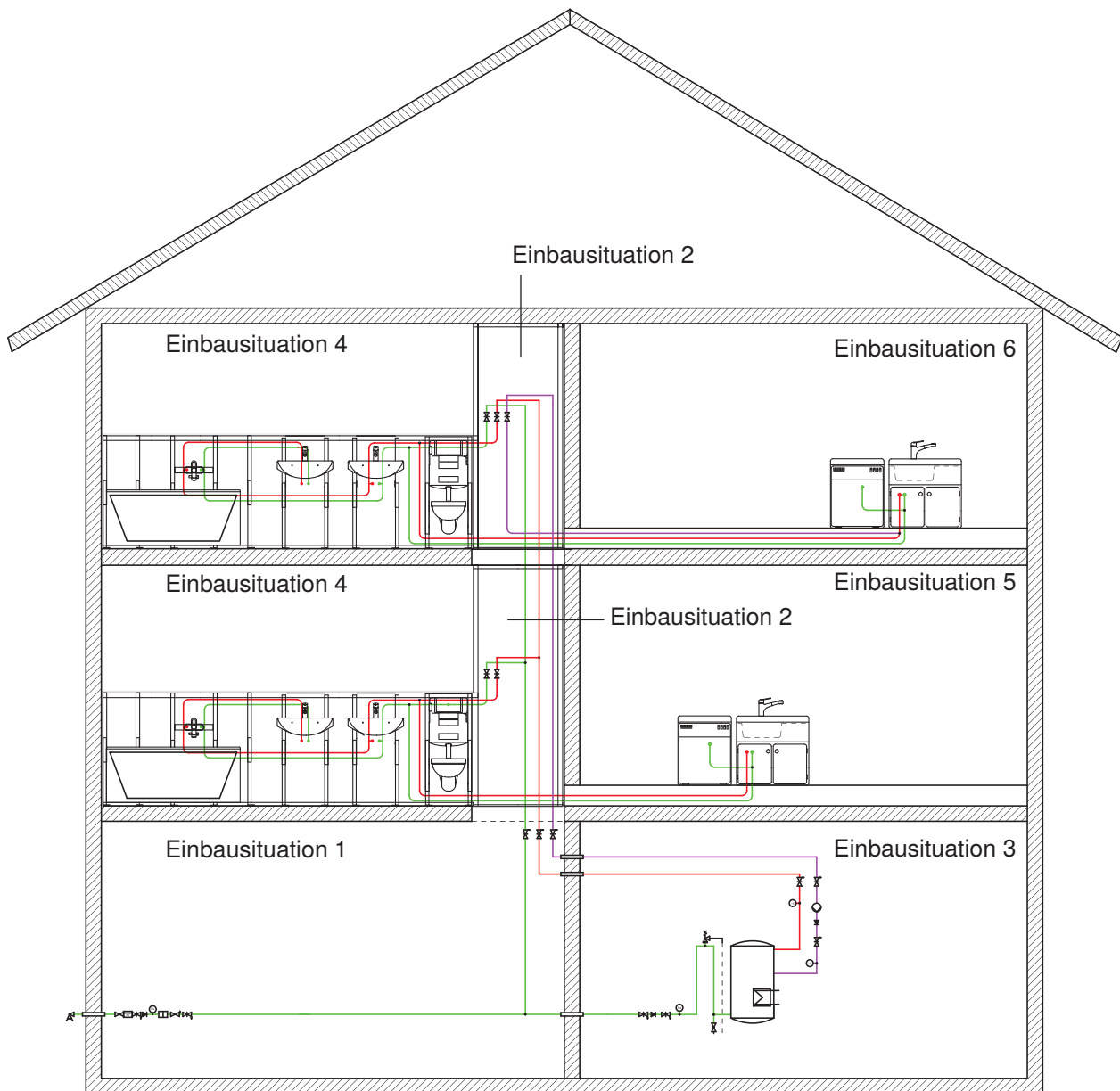
- 1) Für andere Wärmeleitfähigkeiten sind die Dämmschichtdicken entsprechend umzurechnen.
- 2) In Verbindung mit Fußbodenheizungen sind die Leitungen für Trinkwasser kalt so zu verlegen, dass die Anforderung nach DIN 1988-200, Kapitel 3.6 eingehalten werden. Bei bestimmungsgemäßem Betrieb darf maximal 30 Sekunden nach dem vollen Öffnen einer Entnahmestelle darf die Temperatur des Trinkwassers kalt 25 °C nicht übersteigen.

Empfehlungen für die Praxis

Für einige in der Tabelle „Mindestdämmschichtdicken für Kaltwasserleitungen (gemäß DIN 1988-200)“ aufgeführten Einbausituationen sind die folgenden Anmerkungen als Empfehlungen für die Praxis zu verstehen:

Einbausituation Nr.	Empfehlung
2	Messungen an Realobjekten haben gezeigt, dass insbesondere die Steigschächte aufgrund der Belegung mit Warmwasser-, Zirkulations-, Heizungs- und Lüftungsleitungen höheren Wärmelasten ausgesetzt sind und somit die Umgebungstemperatur über 25 °C steigen kann. Diese Fälle sind derzeit nicht ausreichend in der DIN 1988-200 abgebildet. Daher empfehlen wir in solchen Situationen, die Anforderungen der Einbausituation 3 umzusetzen. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Wärmeübertragung auf die Kaltwasserleitung und der damit verbundene Anstieg der Wassertemperatur durch den Einsatz einer Dämmung nicht dauerhaft verhindert werden kann. In diesen Fällen ist zu prüfen, ob weitere Maßnahmen, z. B. separate Schächte, erforderlich sind.
4	Eine thermisch entkoppelte Leitungsführung ist zu empfehlen: Warmwasserleitung oben, Kaltwasserleitung unten.
5	Bei gleichzeitiger Belegung des Fußbodenaufbaus mit Fußbodenheizung gelten die Anmerkungen zur Einbausituation 6.
6	Diese Art der Leitungsführung ist aus hygienischen Gründen nicht zu empfehlen. Wenn keine alternative Leitungsführung gefunden werden kann, sollte bauseits eine thermische Trennung zwischen der Kaltwasserleitung und den warmgehenden Rohrleitungen realisiert werden.

Die folgende Abbildung zeigt die Einbausituationen (ES) 1 bis 6 beispielhaft in einem Systemhaus.



- ES 1 Hausanschlussraum, Umgebungstemperatur $\leq 20\text{ °C}$
- ES 2 Steigschacht, Umgebungstemperatur $\leq 25\text{ °C}$
- ES 3 Technikzentrale, Umgebungstemperatur $\geq 25\text{ °C}$
- ES 4 Vorwandinstallation
- ES 5 Kaltwasserleitung neben nicht zirkulierender Warmwasserleitung im Fußbodenaufbau
- ES 6 Kaltwasserleitung neben Warmwasser-Zirkulationsleitung im Fußbodenaufbau

2.13.2 Warmwasserleitungen

Warmwasserleitungen und Warmwasser-Zirkulationsleitungen müssen zur Begrenzung der Wärmeabgabe gemäß den Vorgaben DIN 1988-200, Tabelle 9 gedämmt werden. Die Vorgaben des GEG zur Dämmung von Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sind mit den Angaben aus DIN 1988-200 identisch. Die Anforderungen gelten für alle Warmwasserleitungen, die in das Zirkulationssystem einbezogen sind oder mit Temperaturhalteband ausgestattet sind. Die Minstdämmschichtdicken beziehen sich auf den Innendurchmesser der Rohrleitung.

Tabelle 28: Minstdämmschichtdicken für Warmwasserleitungen (gemäß DIN 1988-200:2012-05)

Nr.	Einbausituation	Dämmschichtdicke bei Wärmeleitfähigkeit $\lambda = 0,035 \text{ W/(m K)}^{1)}$
1	Innendurchmesser bis 22 mm	20 mm
2	Innendurchmesser größer als 22 bis 35 mm	30 mm
3	Innendurchmesser größer als 35 bis 100 mm	Gleich Innendurchmesser
4	Innendurchmesser größer als 100 mm	100 mm
5	Leitungen und Armaturen nach den Einbausituationen 1 bis 4 in Wand- und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Leitungen, an Leitungsverbindungsstellen, bei zentralen Leitungsnetzverteilern	Hälfte der Anforderungen für Einbausituation 1 bis 4
6	Trinkwasserleitungen warm, die weder in den Zirkulationskreislauf einbezogen noch mit einem Temperaturhalteband ausgestattet sind, z.B. Stockwerks- oder Einzelzuleitungen mit einem Wasserinhalt $\leq 3 \text{ l}$	Keine Dämmanforderung gegen Wärmeabgabe ²⁾

λ Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs bei 40 °C

- 1) Für andere Wärmeleitfähigkeiten sind die Dämmschichtdicken entsprechend umzurechnen.
- 2) Bei Unterputzverlegung ist eine Dämmung erforderlich (z. B. Rohr in Rohr oder 4 mm als mechanischer Schutz oder Korrosionsschutz).

Die vorstehende Tabelle ist so zu verstehen, dass die Anforderungen der Einbausituationen 1–4 grundsätzlich gelten. Die Einbausituationen 5 und 6 sind als Erleichterungen zu verstehen. Die folgende Abbildung zeigt dies beispielhaft für die Einbausituation 6.

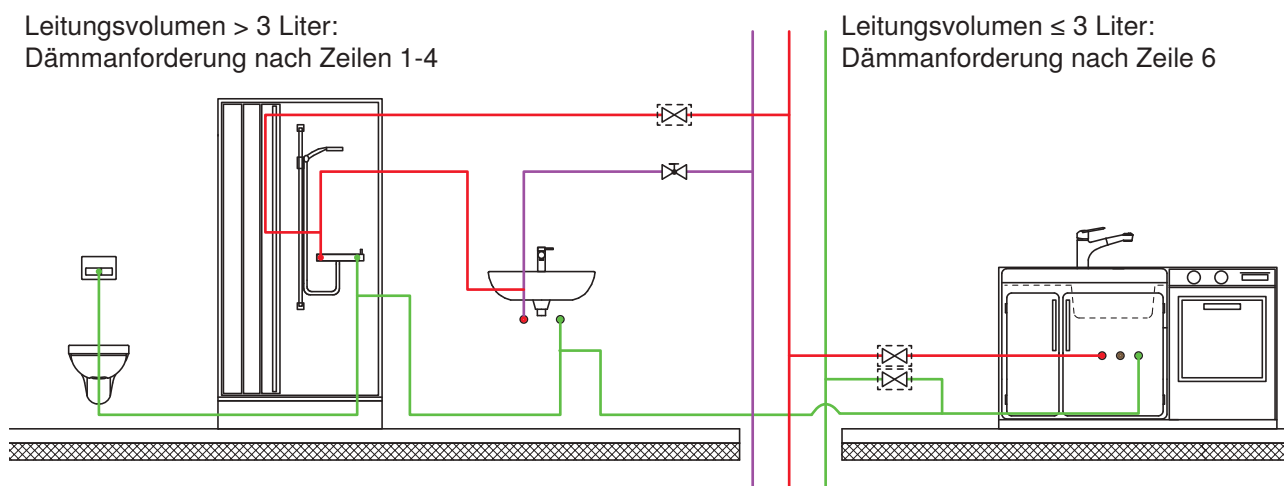
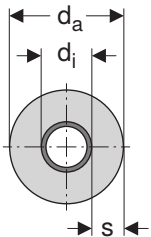


Abbildung 72: 3-Liter-Regel: Dämmung von zirkulierenden und nicht zirkulierten Stockwerksleitungen

Dämmstoffe mit anderen Wärmeleitfähigkeiten

Bei Verwendung von Dämmstoffen mit anderen Wärmeleitfähigkeiten als in den Tabellen nach DIN 1988-200 können die erforderlichen Dämmschichtdicken folgendermaßen ermittelt werden.

Es gilt die Beziehung:



$$\frac{\ln \left[\frac{d_{a,1}}{d_i} \right]}{2 \cdot \lambda_1} + \frac{1}{d_{a,1} \cdot \alpha_{a,1}} \leq \frac{\ln \left[\frac{d_{a,2}}{d_i} \right]}{2 \cdot \lambda_1} + \frac{1}{d_{a,2} \cdot \alpha_{a,2}} \quad \text{mit } s = \frac{(d_a - d_i)}{2}$$

- d_i Innendurchmesser Dämmung $\equiv$ Außendurchmesser Rohrleitung
- d_a Außendurchmesser Dämmung
- α_a Äußerer Wärmeübergangskoeffizient
- λ Wärmeleitfähigkeit der Dämmung
- s Dämmschichtdicke
- Index 1 Bezieht sich auf Dämmung 1
- Index 2 Bezieht sich auf Dämmung 2

Der äußere Wärmeübergangskoeffizient $\alpha_{a(1,2)}$ kann näherungsweise mit $10 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ angenommen werden.

Die folgende Tabelle zeigt beispielhaft die Umrechnung der Dämmschichtdicke von Geberit FlowFit Systemrohr vorgedämmt 13 mm mit $\lambda = 0,040 \text{ W}/(\text{m K})$ auf eine Dämmung mit $\lambda = 0,033 \text{ W}/(\text{m K})$.

Geberit FlowFit Systemrohr vorgedämmt 13 mm		Gesuchte Dämmschichtdicke	
$\lambda = 0,040 \text{ W}/(\text{m K})$		$\lambda = 0,033 \text{ W}/(\text{m K})$	
d_i [mm]	16	d_i [mm]	16
$d_{a,1}$ [mm]	42	$d_{a,2}$ [mm]	36
$\alpha_{a,1}$ [$\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$]	10	$\alpha_{a,2}$ [$\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$]	10
λ_1 [$\text{W}/(\text{m K})$]	0,04	λ_2 [$\text{W}/(\text{m K})$]	0,033
s_1 [mm]	13	s_2 [mm]	10

Bei Verwendung einer Dämmung mit $\lambda = 0,033 \text{ W}/(\text{m K})$ ist eine Dämmschichtdicke von 10 mm ausreichend.

2.13.3 Vorgesdämmte Geberit Systemrohre

Für den Anwendungsbereich Trinkwasser und geschlossene Wasserkreisläufe nach GEG können Geberit FlowFit, Geberit Mepla und Geberit PushFit Systemrohre ML **rund bzw. exzentrisch vorgesdämmt und in Schutzrohr** verwendet werden, die die Anforderungen von GEG und DIN 1988-200 erfüllen.

Tabelle 29: Einsatzbereiche der vorgesdämmten Geberit Systemrohre ML für Kaltwasserleitungen

Mindestdämmschichtdicken für Kaltwasserleitungen (PWC) gem. DIN 1988-200			Vorgesdämmte Rohre [mm]				Schutzrohr	Exzentrisch
Nr.	Einbausituation	Dämmschichtdicke bei Wärmeleitfähigkeit $\lambda = 0,040 \text{ W/(m K)}^{1)}$	26	13	10	6		
1	Rohrleitungen frei verlegt in nicht beheizten Räumen, Umgebungstemperatur $\leq 20 \text{ °C}$ (nur Kondenswasserschutz)	9 mm	✓	✓	✓	—	—	—
2	Rohrleitungen verlegt in Rohrleitungsschächten, Bodenkanälen und abgehängten Decken, Umgebungstemperatur $\leq 25 \text{ °C}$	13 mm	✓	✓	—	—	—	—
3	Rohrleitungen verlegt, z. B. in Technikzentralen oder Medienkanälen und in Schächten mit Wärmelasten, Umgebungstemperatur $\geq 25 \text{ °C}$	Dämmung wie bei Warmwasserleitungen, Einbausituationen 1–5	✓	—	—	—	—	—
4	Stockwerksleitungen und Einzelzuleitungen in Vorwandinstallationen	4 mm oder Rohr-in-Rohr	✓	✓	✓	✓	✓	—
5	Stockwerksleitungen und Einzelzuleitungen im Fußbodenaufbau (auch neben nicht zirkulierenden Warmwasserleitungen) ²⁾	4 mm oder Rohr-in-Rohr	✓	✓	✓	✓	✓	—
6	Stockwerksleitungen und Einzelzuleitungen im Fußbodenaufbau neben warmgehenden zirkulierenden Rohrleitungen ²⁾	13 mm	✓	✓	—	—	—	—

λ Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs bei 10 °C

1) Für andere Wärmeleitfähigkeiten sind die Dämmschichtdicken entsprechend umzurechnen.

2) Die Verlegung von Kaltwasserleitungen in Verbindung mit Fußbodenheizungen muss die Anforderung gemäß DIN 1988-200:2012-05, Kapitel 3.6 „Betriebstemperatur“, erfüllen: Das heißt, 30 Sekunden nach dem vollen Öffnen einer Entnahmestelle darf die Temperatur des Trinkwassers kalt bei bestimmungsgemäßem Betrieb 25 °C nicht übersteigen.

— Anforderungen nicht erfüllt

✓ Anforderungen erfüllt

Tabelle 30: Einsatzbereiche der vorgedämmten Geberit Systemrohre ML für Warmwasserleitungen

Mindestdämmschichtdicken für Warmwasserleitungen und Warmwasser-Zirkulationsleitungen gem. DIN 1988-200 Tabelle 9			Vorgedämmte Rohre [mm]				Schutzrohr	Exzentrisch
Nr.	Einbausituation	Dämmschichtdicke bei Wärmeleitfähigkeit $\lambda = 0,035 \text{ W/(m K)}^{1)}$	26	13	10	6		
1	Innendurchmesser bis 22 mm	20 mm	✓	—	—	—	—	—
2	Innendurchmesser größer als 22 bis 35 mm	30 mm	—	—	—	—	—	—
3	Innendurchmesser größer als 35 bis 100 mm	Gleich Innendurchmesser	—	—	—	—	—	—
4	Innendurchmesser größer als 100 mm	100 mm	—	—	—	—	—	—
5	Leitungen und Armaturen nach den Einbausituationen 1 bis 4 in Wand- und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Leitungen, an Leitungsverbindungsstellen, bei zentralen Leitungsnetzverteilern	Hälfte der Anforderungen für Nr. 1 bis 4	✓	✓	—	—	—	—
6	Warmwasserleitungen, die weder in den Zirkulationskreislauf einbezogen noch mit einem Temperaturhalteband ausgestattet sind, z.B. Stockwerks- oder Einzelzuleitungen mit einem Wasserinhalt $\leq 3 \text{ l}$	Keine Dämmanforderung gegen Wärmeabgabe. Bei Unterputzverlegung ist eine Dämmung erforderlich (z. B. Rohr-in-Rohr oder 4 mm als mechanischer Schutz)	✓	✓	✓	✓	✓	—

λ Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs bei 40 °C

1) Für andere Wärmeleitfähigkeiten sind die Dämmschichtdicken entsprechend umzurechnen.

— Anforderungen nicht erfüllt

✓ Anforderungen erfüllt

Tabelle 31: Einsatzbereiche der vorgedämmten Geberit Systemrohre ML für Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen

Mindestdämmschichtdicken gem. GEG Anlage 8 Ziffer 1 Buchstabe a			Vorgedämmte Rohre [mm]				Schutzrohr	Exzentrisch
Nr.	Einbausituation	Dämmschichtdicke bei Wärmeleitfähigkeit $\lambda = 0,035 \text{ W/(m K)}^{1)}$	26	13	10	6		
aa	Innendurchmesser bis 22 mm	20 mm	✓	—	—	—	—	—
bb	Innendurchmesser größer als 22 bis 35 mm	30 mm	—	—	—	—	—	—
cc	Innendurchmesser größer als 35 bis 100 mm	Gleich Innendurchmesser	—	—	—	—	—	—
dd	Innendurchmesser größer als 100 mm	100 mm	—	—	—	—	—	—
ee	Leitungen und Armaturen nach den Buchstaben aa bis dd in Wand- und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Leitungen, an Leitungsverbindungsstellen, bei zentralen Leitungsnetzverteilern	Hälfte des jeweiligen Werts nach den Buchstaben aa bis dd	✓	✓	—	—	—	—
ff	Wärmeverteilungsleitungen nach den Buchstaben aa bis dd, die nach dem 31. Januar 2002 in Bauteilen zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer verlegt werden	Hälfte des jeweiligen Werts nach den Buchstaben aa bis dd	✓	✓	—	—	—	—
gg	Leitungen nach Doppelbuchstabe ff in einem Fußbodenaufbau	6 mm	✓	✓	✓	—	—	✓
hh	Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen sowie Armaturen von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen	9 mm	✓	✓	✓	—	—	—

λ Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs bei 40 °C

1) Für andere Wärmeleitfähigkeiten sind die Dämmschichtdicken entsprechend umzurechnen.

— Anforderungen nicht erfüllt

✓ Anforderungen erfüllt

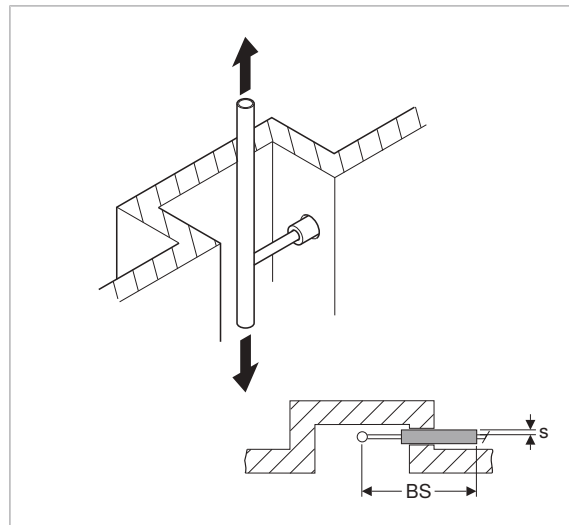
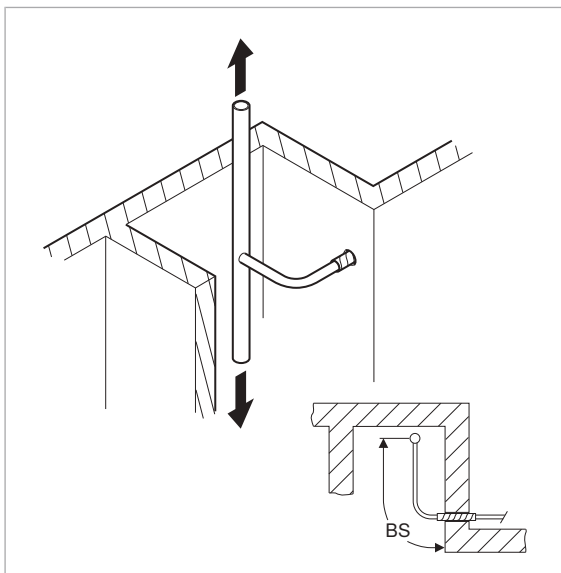
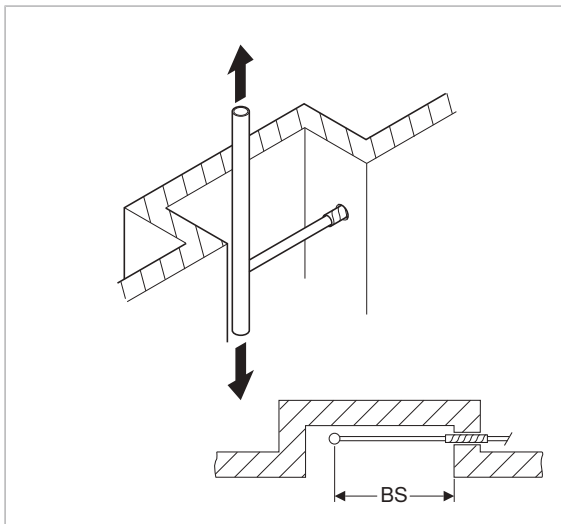
2.14 LÄNGENAUSDEHNUNG

Rohrleitungen dehnen sich durch Wärmeeinwirkungen je nach Werkstoff unterschiedlich aus. Bei Installationen mit langen geraden Rohrleitungsführungen und wenigen Rohrbögen und Richtungsänderungen (Trassen, Steigleitungen) müssen Ausdehnung und Kontraktion durch folgende Maßnahmen berücksichtigt werden:

- Schaffung von Ausdehnungsräumen
- Einbau von Rohrschenkeln oder U-Bögen (Biegeschenkel)
- Einbau von Axialkompensatoren (bei metallenen Rohrleitungen)
- Platzierung von Fix- und Gleitpunkten

Für Trinkwasserleitungen müssen entsprechend der zu kompensierenden Längenänderung geeignete Ausdehnungsmöglichkeiten geschaffen werden. Dafür sind Richtungsänderungen am besten geeignet. Abzweigende Leitungen, die von einer Längenänderung beeinflusst werden, müssen diese Ausdehnung aufnehmen können, wie z. B. Abzweigungen von Leitungstrassen oder Stockwerksabgänge von Steigleitungen.

Anordnung von Biegeschenkeln in einem Schacht:



s Dämmschichtdicke
BS Biegeschenkel

Geringfügige Längenänderungen von Rohrleitungen können über die Elastizität des Rohrleitungssystems oder über komprimierbare Dämmungen aufgenommen werden:

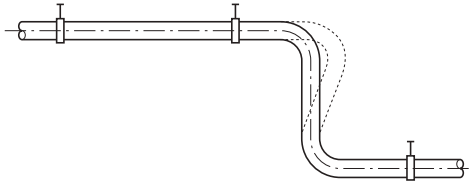


Abbildung 73: Aufnahme der Längenänderung ΔL durch die Elastizität des Rohrleitungssystems

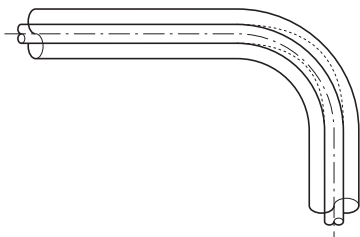


Abbildung 74: Aufnahme der Längenänderung ΔL durch komprimierbare Dämmung

Für die Ermittlung der Dämmschichtdicke zur Aufnahme der thermisch bedingten Längenänderung gilt folgende Faustregel:
Dämmschichtdicke $s = 1,5 \cdot \text{Längenänderung } \Delta L$

Falls die ermittelte Dämmschichtdicke geringer als die in den Regelwerken (GEG, DIN 1988-200) festgelegte Minstdämmschichtdicke ist, muss die in den Regelwerken festgelegte Minstdämmschichtdicke verwendet werden.

Bei größeren Längenänderungen muss die Dehnung über Dehnungsausgleicher (Biegeschenkel, U-Bogen, Axialkompensator) aufgenommen werden.

2.14.1 Steuerung der Längenausdehnung

Dehnungsausgleich über Biegeschenkel

Biegeschenkel können bei einer Richtungsänderung oder, bei langen geraden Rohrleitungen, als U-Bogen ausgeführt werden.

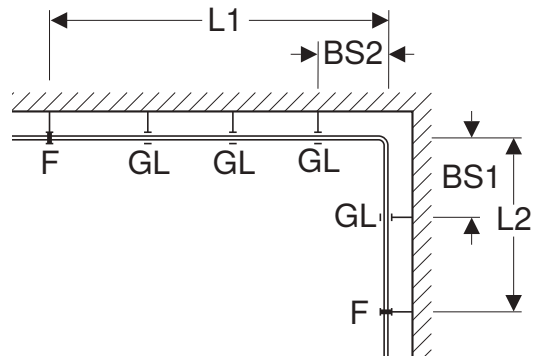


Abbildung 75: Dehnungsausgleich durch Richtungsänderung

BS Biegeschenkel
 F Fixpunkt
 GL Gleitpunkt
 L Leitungslänge

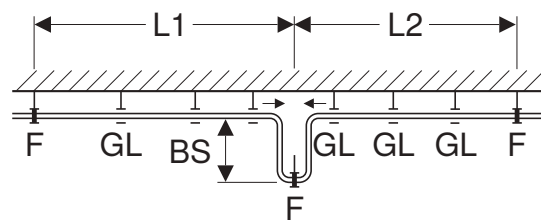


Abbildung 76: Dehnungsausgleich durch U-Bogen

BS Biegeschenkel
 F Fixpunkt
 GL Gleitpunkt
 L Leitungslänge

Dehnungsausgleich über Axialkompensator

Bei metallenen Rohrleitungssystemen kann die Längenänderung auch über Axialkompensatoren aufgenommen werden. Der Axialkompensator stellt im Vergleich zur Lösung mit Biegeschenkeln eine platzsparende Alternative dar. Der Axialkompensator wird wie ein U-Bogen zwischen zwei Fixpunkten angeordnet. Der Edelstahlbalg darf keiner mechanischen Beeinflussung ausgesetzt sein. Die Anordnung der Gleitpunkte muss gemäß der Montageanleitung erfolgen, um unzulässige Radial- und Torsionsbelastungen zu vermeiden.

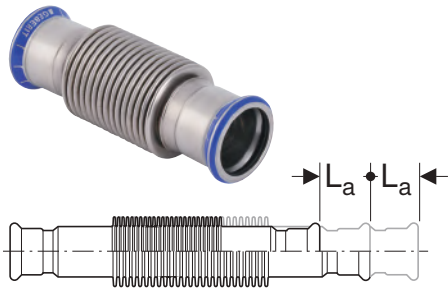


Abbildung 77: Geberit Mapress Edelstahl Axialkompensator

L_a Kompensationslänge

Steuerung der thermisch bedingten Längenänderungen einer Steigleitung

Die nachstehenden Abbildungen zeigen in Abhängigkeit der Stockwerkshöhe verschiedene Möglichkeiten zur Steuerung der thermisch bedingten Längenänderungen einer Steigleitung.

Steigleitung bis 4 Stockwerke

Steuerung der Längenänderung:

- Die Fixpunkte werden im untersten Stockwerk gesetzt.
- Alle weiteren Rohrbefestigungen im Strang werden als Gleitbefestigungen ausgeführt.
- Die Längenänderung ist, vom Fixpunkt ausgehend, nach oben gerichtet.
- Am oberen Ende der Steigleitung muss ein ausreichend großer Ausdehnungsraum vorhanden sein.
- Die von der Warmwasser-Steigleitung abgehenden Stockwerksleitungen müssen die Längenänderung aufnehmen können, sie arbeiten als Biegeschenkel.
- Der am Steigleitungsgang erforderliche Ausdehnungsraum muss gegeben sein, dieser nimmt nach oben zu.

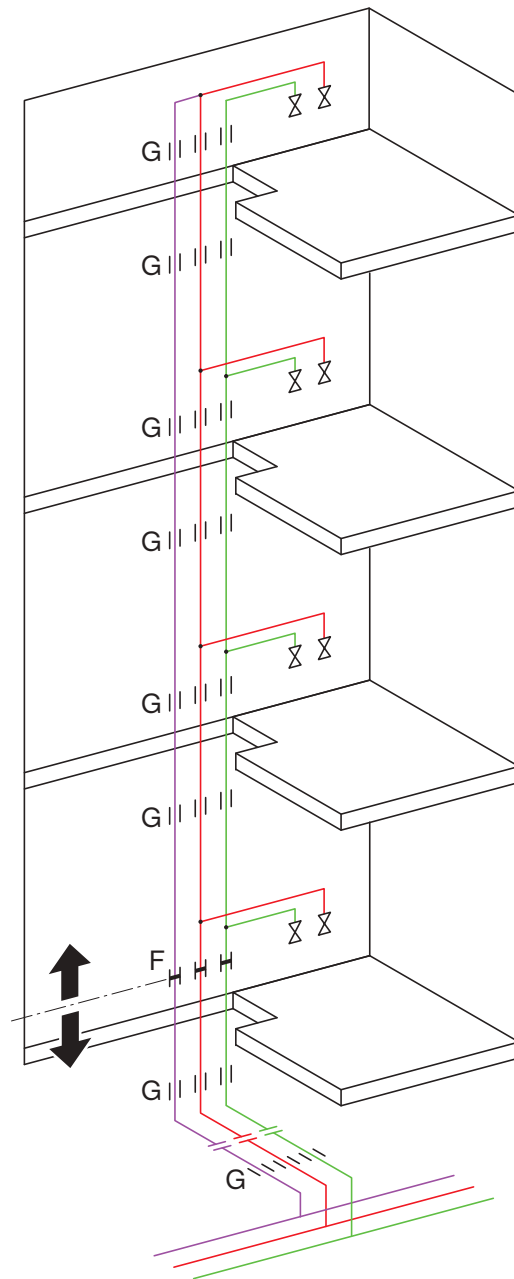


Abbildung 78: Steuerung der Längendeckung mit Fixpunkt im untersten Stockwerk

F Fixpunkt
G Gleitpunkt

Steigleitung über 5 Stockwerke

Steuerung der Längenänderung:

- Die Fixpunkte werden im mittleren Stockwerk gesetzt.
- Alle weiteren Rohrbefestigungen im Strang werden als Gleitbefestigungen ausgeführt.
- Die Längenänderung ist, vom Fixpunkt ausgehend, nach oben und nach unten gerichtet.
- Am oberen und unteren Ende der Steigleitung muss ein ausreichend großer Ausdehnungsraum vorhanden sein.
- Die von der Warmwasser-Steigleitung abgehenden Stockwerksleitungen müssen die Längenänderung aufnehmen können, sie arbeiten als Biegeschenkel.
- Der am Steigleitungsgang erforderliche Ausdehnungsraum muss gegeben sein, dieser nimmt nach oben zu.
- Der Leitungsversprung von Rohrtrasse zur Steigleitung arbeitet ebenfalls als Biegeschenkel.

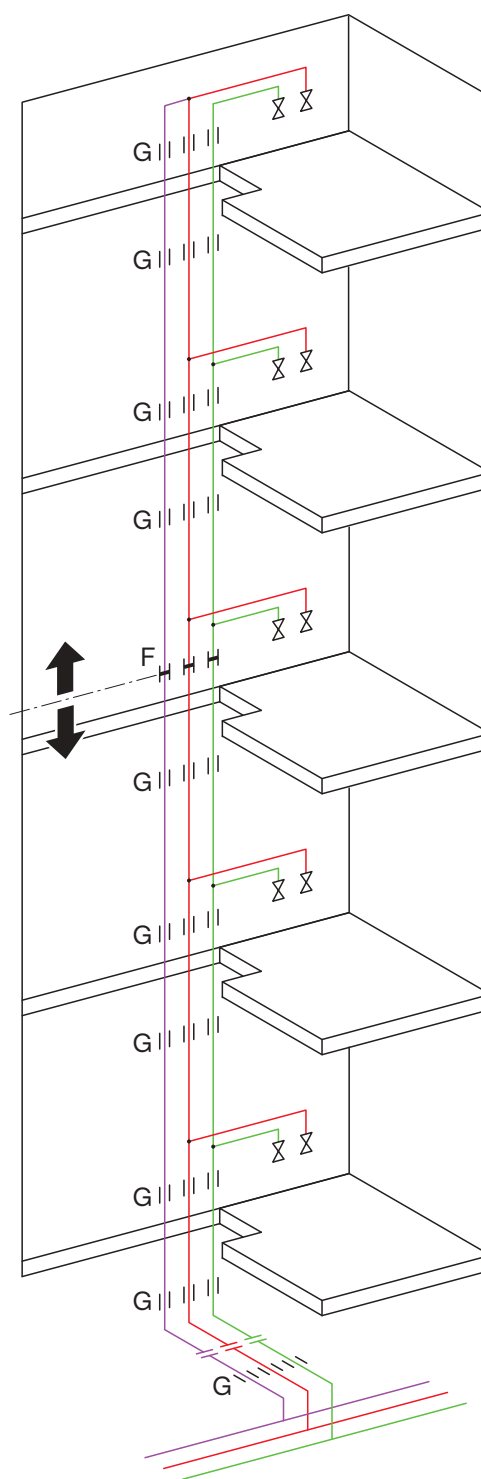


Abbildung 79: Steuerung der Längenausdehnung mit Fixpunkt im mittleren Stockwerk

F Fixpunkt
G Gleitpunkt

Steigleitung über mehr als 5 Stockwerke

Steuerung der Längenänderung:

- Bei großen Steigleitungslängen ist es häufig nicht möglich, die Längendeckung in nur eine Richtung oder in nur zwei Richtungen zu steuern wie bei 5 oder weniger Stockwerken, da die erforderlichen Ausdehnungsräume zu groß und die Biegeschenkelängen am Steigleitungsanschluss zu lang werden.
- In diesem Fall müssen Leitungsabschnitte definiert werden, innerhalb derer die Längenausdehnung aufgenommen werden kann.
- Ein Leitungsabschnitt besitzt jeweils am Anfang und am Ende einen Fixpunkt.
- Die Längenausdehnung wird innerhalb des Leitungsabschnittes über einen U-Rohrbogen aufgenommen.
- Bei metallenen Leitungen kann anstelle eines U-Rohrbogens auch ein Axialkompensator gesetzt werden. Die Befestigungspunkte innerhalb eines Leitungsabschnitts werden als Gleitpunkte ausgeführt.
- Der Leitungsversprung von der Rohrtrasse zur Steigleitung arbeitet ebenfalls als Biegeschenkel.

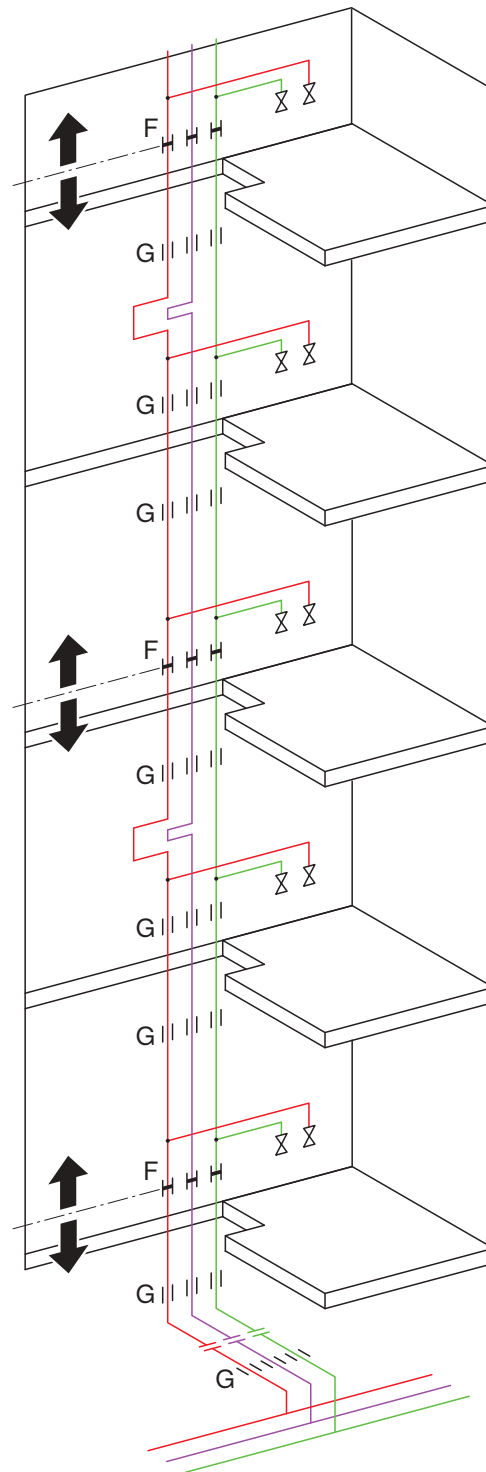


Abbildung 80: Steuerung der Längendeckung mit U-Rohrbogen und Unterteilung in Leitungsabschnitte

F Fixpunkt
G Gleitpunkt

2.14.2 Ermittlung der Längenänderung und der Biegeschenkellänge

Die Ausdehnung von Rohrleitungen hängt unter anderem vom Werkstoff ab. Zur Ermittlung der Biegeschenkellängen bei Richtungsänderung und Abgangsleitungen L_B und bei U-Rohrbogen L_U werden werkstoffabhängige Parameter wie die Werkstoffkonstanten C und U benötigt, die der folgenden Tabelle zu entnehmen sind.

Tabelle 32: Werkstoffabhängige Parameter zur Ermittlung der Biegeschenkellänge

Systemrohr	Werkstoff	Wärmeausdehnungskoeffizient	Werkstoffkonstante	
			C	U
Edelstahl 1.4401	CrNiMo-Stahl	0,0165 mm/(m·K)	60	34
Edelstahl 1.4521	CrMoTi-Stahl	0,0104 mm/(m·K)	42	24
Kupferrohr ¹⁾	Cu-DHP CW024A	$16,6 \cdot 10^{-6}$ m/(m·K)	52	29
Systemrohr ML	PE-RT II/Al/PE-RT II	0,026 mm/(m·K)	33	19

1) nach DIN EN 1057, geprüft nach DVGW GW 392

C für Ermittlung der Biegeschenkellänge L_B (Richtungsänderung, Abgangsleitung)

U für Ermittlung der Biegeschenkellänge L_U (U-Rohrbogen)

Die Ermittlung der Biegeschenkellänge besteht aus folgenden Schritten:

- Berechnung der Längenänderung ΔL
- Berechnung der Biegeschenkellänge L_B oder Berechnung der Biegeschenkellänge L_U

Die Längenänderung ΔL wird berechnet nach:

$$\Delta L = L \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

Wenn das System für eine mögliche thermische Desinfektion ausgelegt werden soll, sind als Betriebstemperatur 75 °C anzunehmen.

Gegeben:

- Warmwasserleitung aus Edelstahl 1.4401
- $L = 20$ m
- $\alpha = 0,0165$ mm/(m K)
- Umgebungstemperatur: 10 °C
- Betriebstemperatur: 75 °C (Thermische Desinfektion)
- $\Delta T = 65$ K

$$\Delta L = L \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$\Delta L = 20 \cdot 0,0165 \cdot (75-10)$$

$$\Delta L = 21,45 \text{ mm}$$

Die zu berechnende Biegeschenkelänge L_B ist bei Richtungsänderungen und Abgangsleitungen wie folgt definiert:

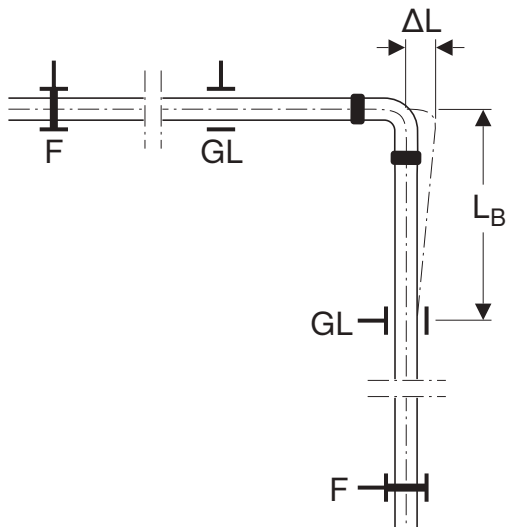


Abbildung 81: Dehnungsausgleich bei Richtungsänderung

F Fixpunkt
GL Gleitpunkt
 L_B Biegeschenkelänge
 ΔL Längenänderung

Die Biegeschenkelänge L_B wird berechnet nach:

$$L_B = \frac{C \cdot \sqrt{d \cdot \Delta L}}{1000}$$

L_B Biegeschenkelänge [m]
C Werkstoffkonstante
d Rohraußendurchmesser [mm]
 ΔL Längenänderung [mm]

Gegeben:

- Werkstoff: Edelstahl 1.4401
- C = 60
- d = 54 mm
- $\Delta L = 28,88$ mm

$$L_B = \frac{C \cdot \sqrt{d \cdot \Delta L}}{1000}$$

$$L_B = \frac{60 \cdot \sqrt{54 \cdot 21,45}}{1000}$$

$$L_B = 2,04 \text{ m}$$

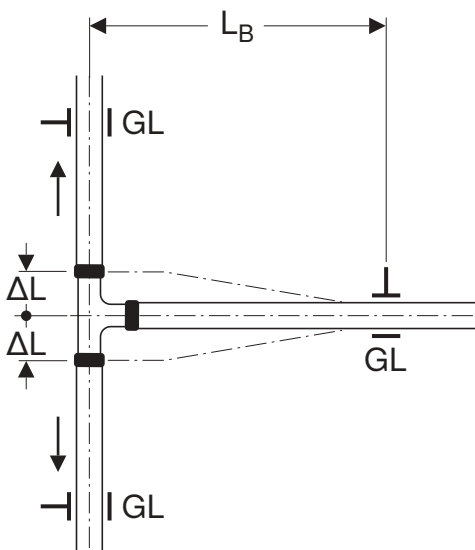


Abbildung 82: Dehnungsausgleich bei Abgangsleitung

GL Gleitpunkt
 L_B Biegeschenkelänge
 ΔL Längenänderung

Die zu berechnende Biegeschenkellänge L_U ist wie folgt definiert:

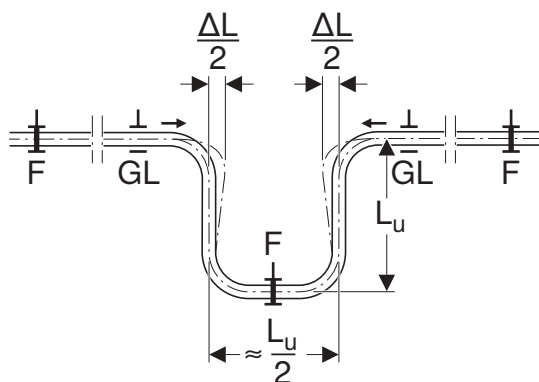


Abbildung 83: U-Bogen, aus Rohr gebogen

F Fixpunkt
GL Gleitpunkt
 L_U Biegeschenkellänge
 ΔL Längenänderung

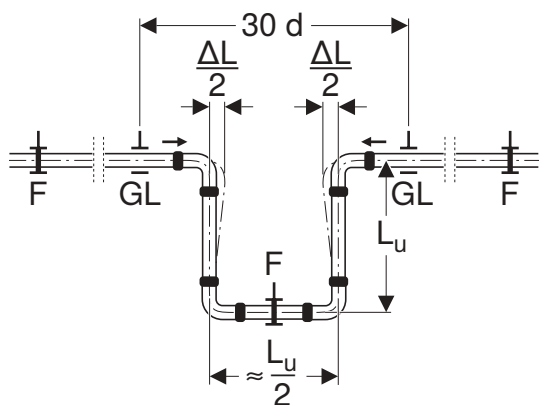


Abbildung 84: U-Bogen, mit Fittings hergestellt

F Fixpunkt
GL Gleitpunkt
 L_U Biegeschenkellänge
 ΔL Längenänderung

Die Biegeschenkellänge L_U für einen U-Bogen wird berechnet nach:

$$L_U = \frac{U \cdot \sqrt{d \cdot \Delta L}}{1000}$$

L_U Biegeschenkellänge [m]
 d Rohraußendurchmesser [mm]
 ΔL Längenänderung [mm]
 U Werkstoffkonstante

Gegeben:

- Werkstoff: Edelstahl 1.4401
- $U = 34$
- $d = 54 \text{ mm}$
- $\Delta L = 21,45 \text{ mm}$

$$L_U = \frac{U \cdot \sqrt{d \cdot \Delta L}}{1000}$$

$$L_U = \frac{34 \cdot \sqrt{54 \cdot 21,45}}{1000}$$

$$L_U = 1,16 \text{ m}$$

2.14.3 Befestigung in Trockenbau- und Vorwandssystemen

Bei Vorwandinstallationen im Trockenbau sollten die Trinkwasserleitungen möglichst am Vorwandsystem befestigt werden, um Übertragungen von Körperschall ins Bauwerk zu minimieren. Durch die akustische Entkopplung des Vorwandsystems vom Bauwerk wird somit kein Körperschall von den Trinkwasserleitungen ins Bauwerk übertragen.

In Leichtbau-Vorwandinstallationen oder Leichtbauwänden müssen die Trinkwasserleitungen so verlegt und befestigt werden, dass bei Druckstößen die Leitungen nicht an die Stege des Ständerwerks bzw. der Tragekonstruktion anschlagen. Dieses „Leitungsschlagen“ kann insbesondere durch die Kombination von schnellschließenden Entnahmearmaturen wie Einhebelmischer und biegeweichen Kunststoffrohren in Trockenbauinstallationen entstehen. Biegeweiche Rohrwerkstoffe wie z. B. PB-Rohre benötigen im Vergleich zu Verbundrohren wesentlich mehr Befestigungspunkte.

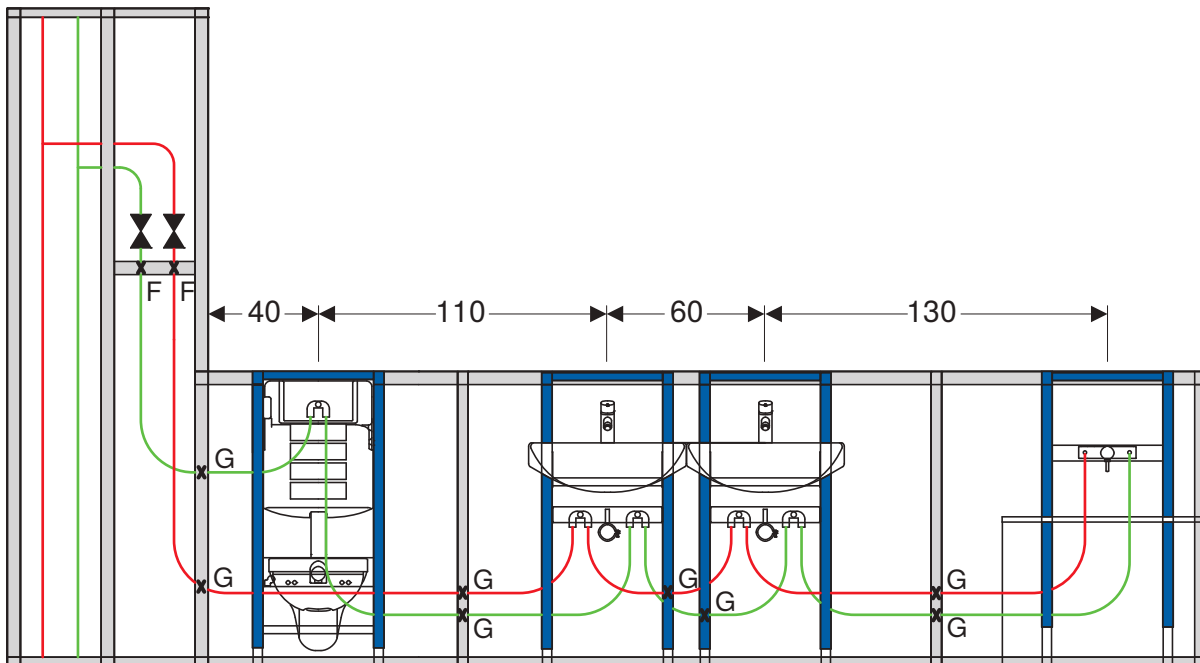


Abbildung 85: Befestigung von Systemrohren PB in Vorwandinstallationen

- F Fixpunkt
- G Gleitpunkt

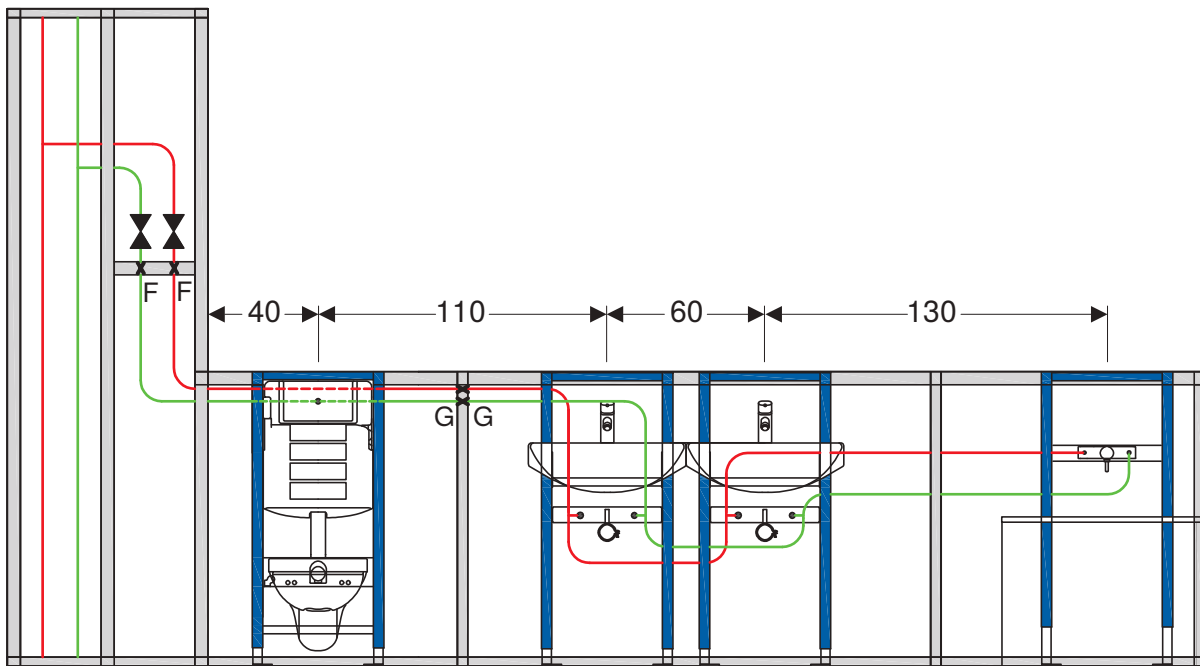


Abbildung 86: Befestigung von Systemrohren ML in Vorwandinstallationen

F Fixpunkt
G Gleitpunkt

2.15 KENNZEICHNUNG VON ROHRLEITUNGEN

Nach Trinkwasserverordnung sind Leitungen unterschiedlicher Versorgungsanlagen, soweit sie nicht erdverlegt sind, farblich unterschiedlich mit einem Schild oder Band nach DIN 2403 zu kennzeichnen. Die Fließrichtung ist im grünen Feld mit einem weißen Pfeil anzugeben.

Eine Kennzeichnung von Trinkwasserinstallationen im Bereich häuslicher oder vergleichbarer Nutzung ist grundsätzlich nicht erforderlich, wenn keine anderen Wasserversorgungsanlagen, z. B. Nichttrinkwasser, vorhanden sind.

Rohre und Entnahmearmaturen, die Regen- oder Grauwasser führen, sind grundsätzlich zu kennzeichnen, um sie eindeutig von Trinkwasserleitungen unterscheiden zu können. Nichttrinkwasserleitungen sind mit einer grün-blau-grünen Farbmarkierung nach DIN 2403 zu kennzeichnen.

In gewerblichen Gebäuden und Gebäuden mit Leitungen mit unterschiedlichen Medien müssen die Leitungen nach DIN 2403 gekennzeichnet werden.

In DIN 2403 sind zudem Angaben enthalten zu:

- Art und Weise der Kennzeichnung
- Anordnung der Angaben innerhalb der Kennzeichnung
- Angaben zu den unterschiedlichen Kennzeichnungsarten (Schilder, Klebebänder, Anstrich)
- Angaben zur Gestaltung und Erkennbarkeit der Kennzeichnung
- Kennzeichnung besonderer Rohrleitungen (Feuerlöschleitungen, Rohrleitungen in Wasserversorgungsanlagen)

In Wasserversorgungsanlagen nach Trinkwasserverordnung sind die Leitungssysteme für unterschiedliche Medien farblich unterschiedlich zu kennzeichnen. Die Kennzeichnung enthält entweder das Kurzzeichen gemäß DIN EN 806-2 oder den entsprechenden Klartext.

Tabelle 33: Kennzeichnung von Trinkwasserleitungen gemäß DIN 2403

Klartext	Kurzzeichen	Farbe des Kurzzeichens
Trinkwasserleitung	PW	Grün
Trinkwasserleitung, kalt	PWC	Grün
Trinkwasserleitung, warm	PWH	Rot
Trinkwasserleitung, warm (Zirkulation)	PWH-C	Violett

Tabelle 34: Kennzeichnung von Nichttrinkwasserleitungen gemäß DIN 2403

Klartext	Kurzzeichen	Farbe des Kurzzeichens
Nichttrinkwasserleitung	NPW	Weiß

Zur Konkretisierung der Aussagekraft der Kennzeichnung dürfen mit dem Kurzzeichen NPW oder dem Klartext ein zusätzlicher Text wie z. B. „Regenwasser“, „kein Trinkwasser“ oder „Betriebswasser“ mit angegeben werden. Zusätzlich können unter Umständen Gefahrensymbole oder Warnzeichen nach DIN 2403 Anhang A der Kennzeichnung beigelegt werden.

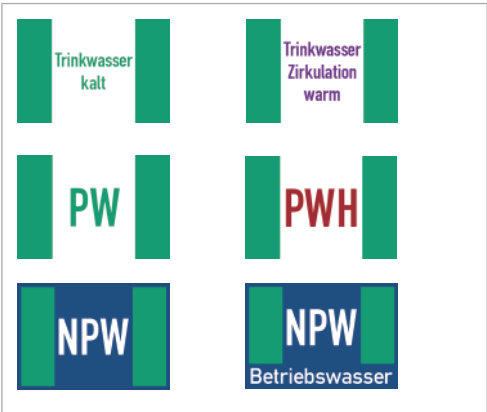


Abbildung 87: Beispiele für Rohrleitungskennzeichnungen gemäß DIN 2403

KAPITEL DREI

BETRIEB



3.1	INBETRIEBNAHME	136
3.1.1	Druckprüfung von Trinkwasserinstallationen	137
3.1.2	Erstbefüllung bei Druckprobe / Inbetriebnahme	141
3.1.3	Spülen von Rohrleitungsininstallationen	142
3.2	ÜBERGABE UND DOKUMENTATION	145
3.2.1	Einweisungspflicht des Anlagenerstellers	145
3.2.2	Übergabe	145
3.2.3	Dokumentation	145
3.3	DESINFEKTION	146
3.3.1	Grundsätze	146
3.3.2	Anlagendesinfektion und Trinkwasserdesinfektion	146
3.4	CHECKLISTEN, FORMULARE, PROTOKOLLVORDRUCKE	148

3.1 INBETRIEBNAHME

Die Inbetriebnahme der Trinkwasserinstallation beginnt nach Fertigstellung der Installationsarbeiten mit dem Befüllen der Anlage mit Trinkwasser.

Das Befüllen der Anlage sollte so spät wie möglich und so früh als nötig erfolgen.

Der Zeitraum zwischen Erstbefüllung der Anlage und Übergabe an den Betreiber sollte entsprechend der Größe des Bauvorhabens so gewählt werden, dass ausreichend große Zeiträume für folgende Arbeiten vorhanden sind:

- Abschnittsweises Spülen der Rohrleitungen
- Durchführung von etwaigen mikrobiologischen Untersuchungen
- Einregulierungsarbeiten an Trinkwasserzirkulationssystemen
- Einweisungen und Übergaben
- Funktionsprüfungen

Dieser Zeitraum kann bei größeren Bauvorhaben mehrere Wochen bzw. Monate betragen.

Zur Reduzierung der Energieverluste bei der Sicherstellung des bestimmungsgemäßen Betriebes zwischen Erstbefüllung und Übergabe an den Betreiber kann die Inbetriebnahme der Trinkwassererwärmungsanlage mit entsprechender Temperaturbeaufschlagung zeitversetzt auch etwas später erfolgen. Ab diesem Zeitpunkt ist jedoch bei zentralen Trinkwassererwärmungsanlagen mit Zirkulation zwingend sicherzustellen, dass das gesamte Rohrleitungsnetz für erwärmtes Trinkwasser ständig im Temperaturbereich zwischen 60 °C und mindestens 55 °C betrieben wird. Zirkulationspumpen sind in dieser Phase im Dauerbetrieb zu betreiben.

Für eine erfolgreiche Inbetriebnahme muss dieser Prozess im Vorfeld sorgfältig geplant werden. Insbesondere nachfolgend angeführten Voraussetzungen müssen erfüllt sein:

- Die Trinkwasserinstallation ist komplett fertiggestellt, und die Dämmarbeiten an den Rohrleitungen und sonstigen Bauteilen sind abgeschlossen.
- Das Entwässerungssystem ist uneingeschränkt funktionsfähig.
- Das Wasserversorgungsunternehmen ist informiert und gegebenenfalls in den Inbetriebnahmeprozess mit eingebunden
- Die sanitären Fertigmontagen sind abgeschlossen, und alle Einrichtungsgegenstände sind zu- und abwasserseitig angeschlossen
- Ein gewerkeübergreifender Inbetriebnahmeterminplan liegt vor (bei größeren oder komplexeren Bauvorhaben auch als Bestandteil eines gewerkeübergreifenden Inbetriebnahmemanagements).
- Eventuelle Inbetriebnahmeabschnitte bei größeren Bauvorhaben sind festgelegt und terminiert.
- Das Hygienespülmanagement zur Sicherstellung des bestimmungsgemäßen Betriebs zwischen Erstbefüllung und Übergabe an den Betreiber ist ausgearbeitet und die Verantwortlichkeiten sind klar definiert.
- Der Zeitpunkt der Inbetriebnahme der Trinkwarmwassererwärmung ist festgelegt und die kontinuierliche Energieversorgung der Wärmeerzeugungsanlage ist sichergestellt.
- Die Durchführung von etwaigen mikrobiologischen Untersuchungen ist terminiert und beauftragt. Probeentnahmestellen sind festgelegt.
- Einweisungen und Übergaben sind festgelegt und alle Beteiligten sind informiert.
- Bestandsunterlagen mit Bedienungs- und Wartungsanleitungen liegen vor.

Die Inbetriebnahme ist in DIN EN 806-4 und ergänzend in VDI 6023-1 und im ZVSHK Merkblatt „Spülen, Desinfizieren und Inbetriebnahme von Trinkwasserinstallationen“ geregelt.

Die Inbetriebnahme beinhaltet die Teilaufgaben:

- Druckprüfung (Dichtheits- und Belastungsprüfung)
- Erstbefüllung
- Spülen

Nach der Inbetriebnahme muss eine Trinkwasserinstallation bestimmungsgemäß betrieben werden.

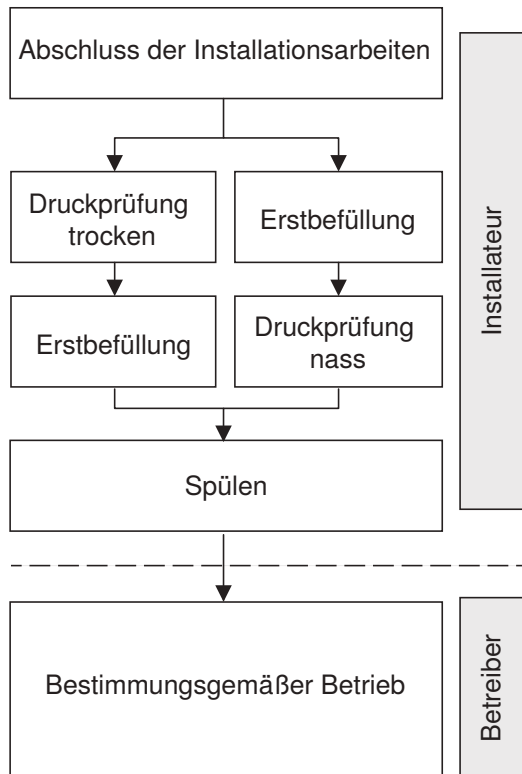


Abbildung 88: Teilaufgaben der Inbetriebnahme

3.1.1 Druckprüfung von Trinkwasserinstallationen

Gemäß DIN EN 806-4 und dem ergänzenden ZVSHK-Merkblatt zur Dichtheitsprüfung von Trinkwasserinstallationen kann die Druckprüfung mit folgenden Prüfmedien durchgeführt werden:

- Saubere, ölfreie Druckluft
- Inertgase
- Trinkwasser

Die Art des Prüfverfahrens ist in Abhängigkeit des Werkstoffes der Installation (Metall, Kunststoff oder Mischinstallation) und der Einstufung der hygienischen Anforderungen der Gebäude zu wählen.

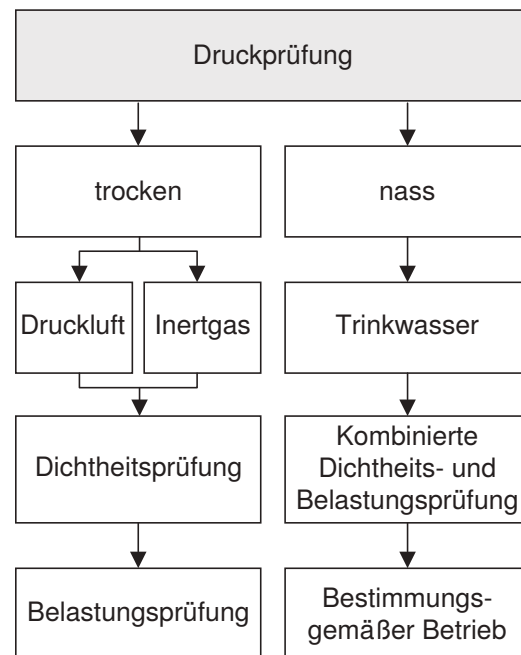


Abbildung 89: Möglichkeiten der Dichtheitsprüfung

Die Druckprüfung ist mit **Druckluft** durchzuführen, wenn

- eine längere Stillstandszeit zwischen Dichtheitsprüfung und Betrieb zu erwarten ist
- aufgrund von Frosteinwirkungen die Leitungen nicht vollständig gefüllt bleiben können
- die Korrosionsbeständigkeit eines Werkstoffes in einer teilentleerten Leitung gefährdet ist

Die Druckprüfung mit **Inertgas** kann bei Gebäuden mit erhöhten hygienischen Anforderungen gefordert sein, wie z. B. in medizinischen Einrichtungen oder Krankenhäusern, um eine Kondensation der Luftfeuchtigkeit in den Rohrleitungen auszuschließen. Als Inertgase werden üblicherweise Stickstoff oder Kohlendioxid verwendet.

Die Druckprüfung mit filtriertem **Trinkwasser** kann durchgeführt werden, wenn

- vom Zeitpunkt der Druckprüfung bis zum regulären Betrieb in regelmäßigen Abständen, spätestens nach 3 bzw. 7 Tagen (Raumbuch), ein Wasseraustausch sichergestellt ist
- sichergestellt ist, dass der Haus- oder Bauwasseranschluss gespült und für den Betrieb freigegeben wurde
- die Befüllung des Leitungssystems über hygienisch einwandfreie Komponenten erfolgt
- von der Dichtheitsprüfung bis zum regulären Betrieb die Anlage vollgefüllt bleibt und eine Teilfüllung vermieden werden kann

Druckprüfung mit ölfreier Druckluft oder Inertgas

Aufgrund der Kompressibilität von Gasen ist bei der Druckprüfung mit ölfreier sauberer Druckluft oder Inertgasen (Stickstoff, Kohlendioxid) die Unfallverhütungsvorschrift „Arbeiten an Gasanlagen“ und das Regelwerk „Technische Regeln für Gasinstallationen DVGW-TRGI“ zu beachten.

Die Druckprüfung ist durchzuführen, solange die Rohrleitungen noch frei zugänglich und nicht verdeckt sind. Die Druckprüfung mit Druckluft oder Inertgas besteht aus einer Dichtheitsprüfung und einer Belastungsprüfung.

Voraussetzungen für Druckprüfung mit Druckluft oder Inertgas

Vor der Druckprüfung mit Druckluft oder Inertgas sind folgende Punkte zu prüfen:

- Vor der Druckprüfung sind die Verbindungen durch Inaugenscheinnahme auf ordnungsgemäße Ausführung zu prüfen.
- Ausgedehnte Trinkwasserinstallation nach Möglichkeit in kleinere Teilabschnitte aufteilen, damit die Prüfzeit kurz gehalten werden kann.
- Apparate, Trinkwassererwärmer, Armaturen oder Druckbehälter müssen vor der Druckprüfung mit Druckluft oder Inertgas von den Rohrleitungen getrennt werden, wenn sich deren Volumen auf die Sicherheit und die Prüfgenauigkeit auswirken könnte.
- Alle Bauteile in der Leitungsanlage müssen für die Prüfdrücke geeignet oder vor der Prüfung ausgebaut sein.
- Alle Leitungsarmaturen müssen durch metallene Steckscheiben, Blindflansche oder Schutzstopfen direkt verschlossen sein.
- Geschlossene Absperrarmaturen gelten nicht als dichte Verschlüsse.
- Entlüftungsventile zum Ablassen des Prüfdrucks sind in ausreichender Anzahl und an geeigneten Stellen, an denen die Luft gefahrlos abgelassen werden kann, einzubauen.

Dichtheitsprüfung

Für die Dichtheitsprüfung ist Folgendes zu beachten:

- Die Dichtheitsprüfung wird mit einem Prüfdruck von 150 hPa (150 mbar) vor der Belastungsprüfung durchgeführt.
- Nach Aufbringen des Prüfdruckes muss die Prüfzeit bis zu einem Leitungsvolumen von 100 Litern mindestens 120 Minuten betragen. Je weitere 100 Liter Leitungsvolumen muss die Prüfzeit um jeweils weitere 20 Minuten erhöht werden.
- Die Dichtheitsprüfung beginnt nach Erreichen des Prüfdruckes unter Berücksichtigung einer entsprechenden Wartezeit zum Temperatúrausgleich des Prüfmediums an die Umgebungstemperatur.
- Das verwendete Manometer muss für die zu messenden Drücke eine Ablesegenauigkeit von 1 hPa (1 mbar) im Anzeigebereich haben.
- Tritt während der Prüfdauer ein Druckabfall auf, liegt eine Undichtheit im System vor.
- Der Druck ist aufrecht zu erhalten und die undichte Stelle ist zu lokalisieren.
- Nach Beseitigung der undichten Stelle ist eine erneute Dichtheitsprüfung durchzuführen.

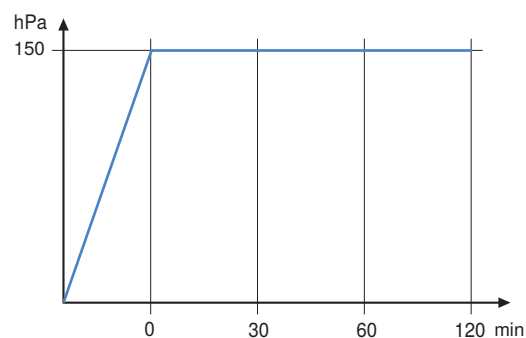


Abbildung 90: Dichtheitsprüfung mit ölfreier sauberer Druckluft oder Inertgas

Belastungsprüfung

Für die Belastungsprüfung ist Folgendes zu beachten:

- Die Belastungsprüfung wird mit einem maximalen Prüfdruck von 0,3 MPa (3 bar) durchgeführt
- Das verwendete Manometer muss für die zu messenden Drücke eine Ablesegenauigkeit von 100 hPa (100 mbar) im Anzeigebereich haben.
- Die Belastungsprüfung ist mit einer Sichtprüfung der Leitungsanlage und der Rohrverbindungen kombiniert.
- Die Belastungsprüfung soll bei Nennweiten bis DN 50 maximal 0,3 MPa (3 bar) und bei Nennweiten zwischen DN 50 und DN 100 maximal 0,1 MPa (1 bar) betragen.
- Nach Aufbringen des Prüfdrucks beträgt die Prüfzeit 10 Minuten.
- Tritt während dieser Dauer ein Druckabfall auf, liegt eine Undichtheit im System vor.
- Der Druck ist aufrecht zu erhalten und die undichte Stelle ist zu lokalisieren.
- Nach Beseitigung der undichten Stelle ist eine erneute Dichtheitsprüfung mit anschließender Belastungsprüfung durchzuführen.

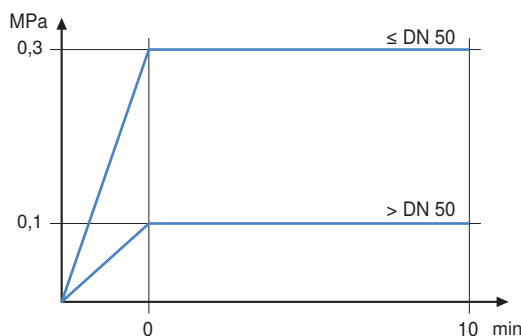


Abbildung 91: Belastungsprüfung mit ölfreier sauberer Druckluft oder Inertgas

Druckprüfung mit Trinkwasser

Die Druckprüfung mit Trinkwasser ist eine kombinierte Dichtheits- und Belastungsprüfung.

Voraussetzungen für die Druckprüfung mit Trinkwasser:

- Die Trinkwasserinstallation darf nur mit filtriertem Trinkwasser befüllt werden, das keine Partikel $\geq 150 \mu\text{m}$ enthält
- Für die Dichtheits- und Belastungsprüfung sind Manometer mit einer Genauigkeit im Anzeigebereich von 100 hPa (100 mbar) zu verwenden.
- Der Druckanstieg hat langsam zu erfolgen. Die Rohrleitungsenden müssen entlüftet werden, während der Prüfdruck aufgebracht wird.
- Wenn zwischen Umgebungstemperatur und Wassertemperatur eine Differenz $> 10 \text{ K}$ besteht, muss eine Temperatursenkungszeit von 30 Minuten eingehalten werden. Möglicherweise muss der Prüfdruck wieder hergestellt werden.
- Apparate, Trinkwassererwärmer, Armaturen oder Druckbehälter, die nicht für den Prüfdruck zugelassen sind, müssen vor der Dichtheitsprüfung vom Rohrleitungssystem getrennt werden.

Prüfung der Pressverbindungen

Prüfung der Pressverbindungen – unverpresst undicht (Schritt 1)

- Damit eine unverpresste undichte Pressverbindung bei einer Dichtheitsprüfung festgestellt werden kann, muss die Leitungsanlage mit dem verfügbaren Versorgungsdruck, maximal 0,6 MPa (6 bar) bzw. nach Herstellerangaben geprüft werden, bevor die eigentliche Dichtheitsprüfung durchgeführt wird.
- Die Prüfzeit beträgt 15 Minuten. In dieser Zeit darf keine Undichtheit erkennbar sein.
- Bei einem erkennbaren Druckabfall ist die Anlage einer Sichtkontrolle zu unterziehen.

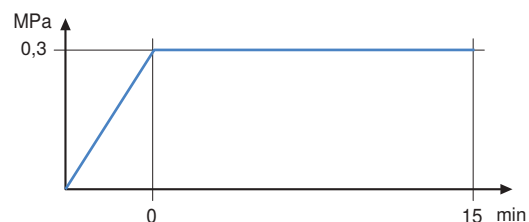


Abbildung 92: Prüfung „unverpresst undicht“, Schritt 1

Druckprüfung von Metall- und Mehrschichtverbundrohren

Die Druckprüfung von Metall- und Mehrschichtverbundrohren (Schritt 2) ist eine kombinierte Dichtheits- und Belastungsprüfung.

- Der Prüfdruck muss das 1,1-fache des zulässigen Betriebsdrucks betragen.
- Der maximal zulässige Betriebsdruck für Trinkwasserinstallationen beträgt 1 MPa (10 bar) nach DIN EN 806-4. Der Prüfdruck beträgt somit 1,1 MPa (11 bar).
- Die Prüfzeit beträgt 30 Minuten.
- Während dieser Prüfzeit von 30 Minuten muss der Prüfdruck konstant bleiben.
- Tritt während dieser Dauer ein Druckabfall auf, liegt eine Undichtheit im System vor.
- Der Druck ist aufrecht zu erhalten und die undichte Stelle ist zu lokalisieren.
- Nach Beseitigung der undichten Stelle ist eine erneute Druckprüfung durchzuführen.

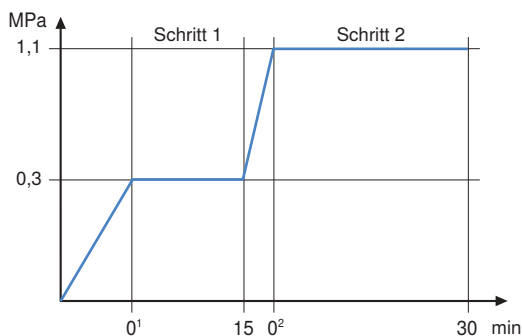


Abbildung 93: Druckprüfung von Metall- und Mehrschichtverbundrohren mit Pressverbindungen

Druckprüfung von PP-, PE-, PE-X- und PB-Rohrleitungen sowie damit kombinierte Installationen aus Metall- und Mehrschichtverbund-Rohrleitungen

Diese Druckprüfung ist eine kombinierte Dichtheits- und Belastungsprüfung. Aufgrund der Viskoelastizität dieser Werkstoffe muss das Prüfverfahren in zwei Schritte unterteilt werden.

Schritt 1:

- Der Prüfdruck muss das 1,1-fache des zulässigen Betriebsdrucks betragen. Der maximal zulässige Betriebsdruck für Trinkwasserinstallationen nach DIN EN 806-2 beträgt 1 MPa (10 bar). Der Prüfdruck beträgt somit 1,1 MPa (11 bar).
- Der Prüfdruck ist 30 Minuten aufrecht zu erhalten.

Nach Schritt 1 sollte eine Inspektion durchgeführt werden, um eventuelle Undichtheiten in dem Prüfabschnitt festzustellen.

Schritt 2:

- Nach der Inspektion ist der Druck auf das 0,5-fache des Prüfdruckes nach Schritt 1 abzusenken, indem Wasser aus dem System entleert wird.
- Bei 1,1 MPa beträgt der abgesenkte Prüfdruck 0,55 MPa.
- Eine Prüfzeit von 120 Minuten bei 0,55 MPa ist einzuhalten.
- Während dieser Prüfzeit darf keine Undichtheit erkennbar sein.
- Tritt während dieser Dauer ein Druckabfall auf, liegt eine Undichtheit im System vor.
- Der Druck ist aufrecht zu erhalten und die undichte Stelle ist zu lokalisieren.
- Nach Beseitigung der undichten Stelle ist eine erneute Druckprüfung durchzuführen.

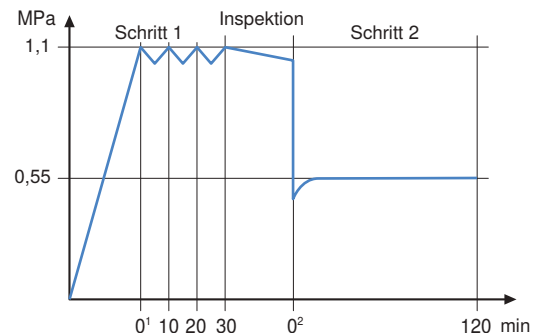


Abbildung 94: Druckprüfung von PP-, PE-, PE-X- und PB-Rohrleitungen sowie damit kombinierten Installationen aus Metall- und Mehrschichtverbund-Rohrleitungen

3.1.2 Erstbefüllung bei Druckprobe / Inbetriebnahme

Aus Gründen der Trinkwasserhygiene, des Frost- und Korrosionsschutzes soll das Befüllen der Trinkwasserinstallation erst unmittelbar vor dem Betrieb der Anlage erfolgen. Das Befüllen der Trinkwasserinstallation ist nur zulässig, wenn sich danach der bestimmungsgemäße Betrieb einstellt, oder der Wasserinhalt der Anlage in regelmäßigen Abständen (spätestens nach 3 bzw. 7 Tagen) ausgetauscht wird. Lange Verweilzeiten des Trinkwassers in einer befüllten oder teilbefüllten Rohrleitung können die Trinkwasserqualität negativ beeinträchtigen.

Die Verantwortung für die Sicherstellung des bestimmungsgemäßen Betriebs liegt bis zur Übergabe bzw. Abnahme in der Verantwortung des Anlagenerstellers, ab diesem Zeitpunkt in der Verantwortung des Auftraggebers bzw. Betreibers.

Entsprechend dem DVGW Arbeitsblatt W 404 ist die Hausanschlussleitung vor dem Einbau des Wasserzählers nach dem DVGW Arbeitsblatt W 291 zu spülen. Die Hausanschlussleitung verbindet die Versorgungsleitung mit der Kundenanlage. Das Spülen der Hausanschlussleitung ist Aufgabe des Wasserversorgers. Nach erfolgreicher Spülung gibt der Wasserversorger den Hausanschluss frei.

Die Kundenanlage darf dann nur über einen ordnungsgemäß hergestellten und ausreichend gespülten Anschluss durch Trinkwasserleitungen mit filtriertem Trinkwasser (Partikel $< 150 \mu\text{m}$) befüllt werden. Dies gilt auch beim Anschluss von Neuinstallationen an Bestandsanlagen. Eine Beprobung wird nach VDI 6023-1 empfohlen. Bei Befüllung von nicht ortsfesten Anlagen und von Einrichtungen der medizinischen Versorgung und Kindertagesstätten ist zusätzlich zu beachten, dass im Füllwasser *Pseudomonas aeruginosa* in 100 ml nicht nachweisbar ist. Die Spülung der Hausanschlussleitung und die Befüllung der Trinkwasserinstallation sind zu protokollieren.

Falls gegenüber dem Auftraggeber oder dem Gesundheitsamt der Nachweis der einwandfreien mikrobiologischen Beschaffenheit des Trinkwassers geführt werden muss, sollte – unmittelbar nach der Befüllung – direkt hinter der Wasserzähleranlage eine Wasserprobe entnommen werden. Für öffentliche Einrichtungen ist insbesondere die Empfehlung des Umweltbundesamtes vom 13. Juni 2017 „Empfehlung zu erforderlichen Untersuchungen auf *Pseudomonas aeruginosa*, zur Risikoeinschätzung und zu Maßnahmen beim Nachweis im Trinkwasser“ zu beachten.

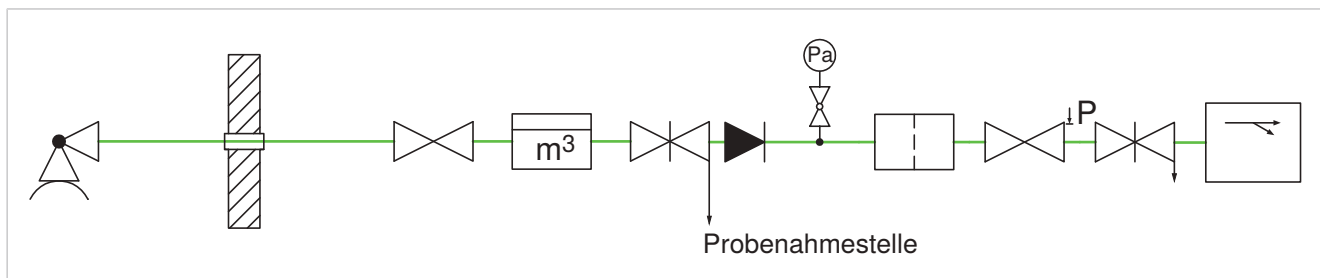


Abbildung 95: Probenahmestelle hinter der Wasserzähleranlage

3.1.3 Spülen von Rohrleitungsinstallationen

Besonders bei Neuinstallationen und Instandsetzungs- oder Erweiterungsarbeiten besteht die Gefahr, dass Verunreinigungen und Partikel in die Trinkwasserinstallation eingetragen werden. Diese Verunreinigungen können zur Veränderung der Trinkwasserqualität oder zu Korrosionsschäden führen. Mögliche Folgen der veränderten Trinkwasserbeschaffenheit können Kontamination mit Krankheitserregern, Trübung sowie chemische oder mikrobiologische Belastung sein. Solange die Verunreinigungen wasserlöslich sind bzw. im Wasser gelöst bleiben, können diese durch Spülen wieder aus dem System entfernt werden.

Um die Maßnahmen zur Reinigung der Rohrleitungen so gering wie möglich zu halten, ist es notwendig, bei der Installation den Eintrag von Verunreinigungen weitestgehend zu vermeiden. Unter der Voraussetzung einer sauberen Installation ist ein intensives Spülen mit Trinkwasser ausreichend.

Um Stillstandszeiten (Stagnation) zu vermeiden, ist unmittelbar vor dem regulären Betrieb zu spülen.

Voraussetzung für das Spülen ist die Freigabe des Haus- oder Bauwasseranschlusses durch den Wasserversorger und hygienisch einwandfreie Komponenten zum Befüllen der Rohrleitungsanlage.

Das Spülen von Trinkwasserinstallationen ist in folgenden Regelwerken beschrieben:

- DVGW Arbeitsblatt W 551-3 „Hygiene in der Trinkwasserinstallationen – Teil 3: Reinigung und Desinfektion“
- ZVSHK Merkblatt „Spülen, Desinfizieren und Inbetriebnahme von Trinkwasserinstallationen“

Je nach Installation wird eines der 2 Spülverfahren angewendet:

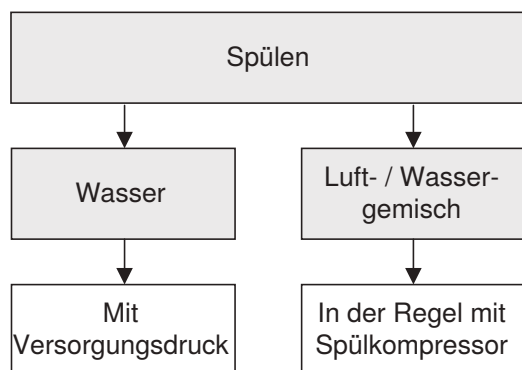


Abbildung 96: Spülverfahren

Für die metallenen Rohrleitungssysteme Geberit Mapress Edelstahl und Mapress Kupfer und für die Multilayer-Systeme Geberit FlowFit, Geberit Mepla und Geberit PushFit ist bei sauberer Installation die Spülung mit Trinkwasser in der Regel ausreichend.

Spülungen mit pulsierenden Luft-Wasser-Gemischen werden beispielsweise bei gelöteten Kupferrohrinstallationen erforderlich, um Flussmittelreste und ähnliches sicher entfernen zu können.

Spülen mit Wasser

Das Spülen mit Trinkwasser ist das einfachste Spülverfahren. Für die Spülung ist filtriertes Trinkwasser zu verwenden, das keine Partikel $\geq 150 \mu\text{m}$ enthält. Der Filter muss DIN EN 13443-1 und DIN 19628 entsprechen.

Für das Ausspülen von Verunreinigungen sind Fließgeschwindigkeiten von mindestens 2 m pro Sekunde erforderlich. Ist diese Fließgeschwindigkeit mit dem Versorgungsdruck nicht zu erreichen, ist eine Druckerhöhungspumpe einzubauen. Das Wasservolumen ist ca. 20-mal auszutauschen. In dem zu spülenden Abschnitt der Trinkwasserinstallation muss in der Leitung mit dem größten Durchmesser eine Fließgeschwindigkeit von mindestens 2 m pro Sekunde erreicht werden. Dazu müssen so viele Entnahmestellen geöffnet werden, dass ein ausreichender Volumenstrom fließt, um die geforderte Fließgeschwindigkeit von 2 m pro Sekunde in der Leitung mit dem größten Durchmesser zu erhalten. Diese Fließgeschwindigkeit kann bei ausreichendem Wasserdruck erreicht werden, wenn mindestens die in der folgenden Tabelle aufgeführte Anzahl von Entnahmestellen gleichzeitig geöffnet wird.

Größte Nennweite im Spülabschnitt [DN]	Mindestanzahl der vollständig zu öffnenden Entnahmestellen ¹⁾ [Stück]
25	2
32	4
40	6
50	8
65	14
80	22
100	32

1) Bezogen auf DN 10

Prüfung der Fließgeschwindigkeit und des Versorgungsdrucks

Ob die geforderte Fließgeschwindigkeit erreicht wird und der anstehende Versorgungsdruck ausreicht, kann in folgenden Schritten geprüft werden:

- Ermitteln des Durchmessers der größten Leitung
- Entfernung der Siebe und Strahlregler sowie sonstiger Vorrichtungen
- Entlastung des Druckminderers
- Vollständiges Öffnen der erforderlichen Anzahl von Entnahmestellen
- Während die Entnahmestellen in geforderter Anzahl geöffnet sind, muss es möglich sein, an jeder der geöffneten Entnahmestellen einen 10-Liter-Behälter in maximal 20 Sekunden mit Trinkwasser zu füllen.
- Falls die Entnahme von 10 Litern Trinkwasser im Mittel länger als 20 Sekunden dauert, ist eine Druckerhöhungspumpe einzubauen.

Grundlegende Regeln für die Durchführung

Folgende Regeln sind zu beachten:

- Warmwasserleitungen und Kaltwasserleitungen müssen getrennt voneinander gespült werden.
- Empfindliche Armaturen und Apparate (wie z. B. Magnetventile oder Thermostadmischer) sind erst nach dem Spülen einzubauen oder durch Passstücke zu ersetzen, um Schäden durch eingespülte Feststoffe zu verhindern.
- Trinkwassererwärmer sind vom Spülvorgang auszuschließen. Ihre Konstruktion verringert die Fließgeschwindigkeit so stark, dass Verunreinigungen nicht weiter ausgespült werden und sich im Trinkwassererwärmer absetzen.
- Alle Bauteile, die den Durchfluss verringern, wie Strahlregler, Siebe, Durchflussmengenregler und Brauseköpfe sind während des Spülens zu deinstallieren. Alle Absperrarmaturen müssen vollständig geöffnet sein.
- Bei unter Putz installierten Thermostadmischern und anderen empfindlichen Armaturen müssen die Herstellerangaben beachtet werden (z. B. Einsatz einer Spülkartusche).
- Je nach Anlagengröße und Leitungsführung ist abschnittsweise zu spülen. Dabei sollte die Spülrichtung, beginnend von der Hauptabsperrarmatur, in der Spülfolge abschnitts- oder strangweise vom nächstliegenden zum entferntesten Strang gespült werden.
- Ausgehend vom Anfang der Steigleitung wird stockwerksweise gespült, wobei mit der Entnahmearmatur zu beginnen ist, die am weitesten von der Steigleitung entfernt ist.
- Nach mindestens 5 Minuten Öffnungszeit der letzten Entnahmestelle erfolgt das Schließen in entgegengesetzter Richtung von der zuletzt geöffneten bis zur zuerst geöffneten Entnahmestelle.
- Vom Spülablauf müssen vollständige Aufzeichnungen erstellt und aufbewahrt werden.

Beispiel für Spülreihenfolge

Am folgenden Beispiel mit 2 Kaltwasser-Steigleitungen und 2 Stockwerksinstallationen pro Steigleitung wird die Spülreihenfolge aufgezeigt.

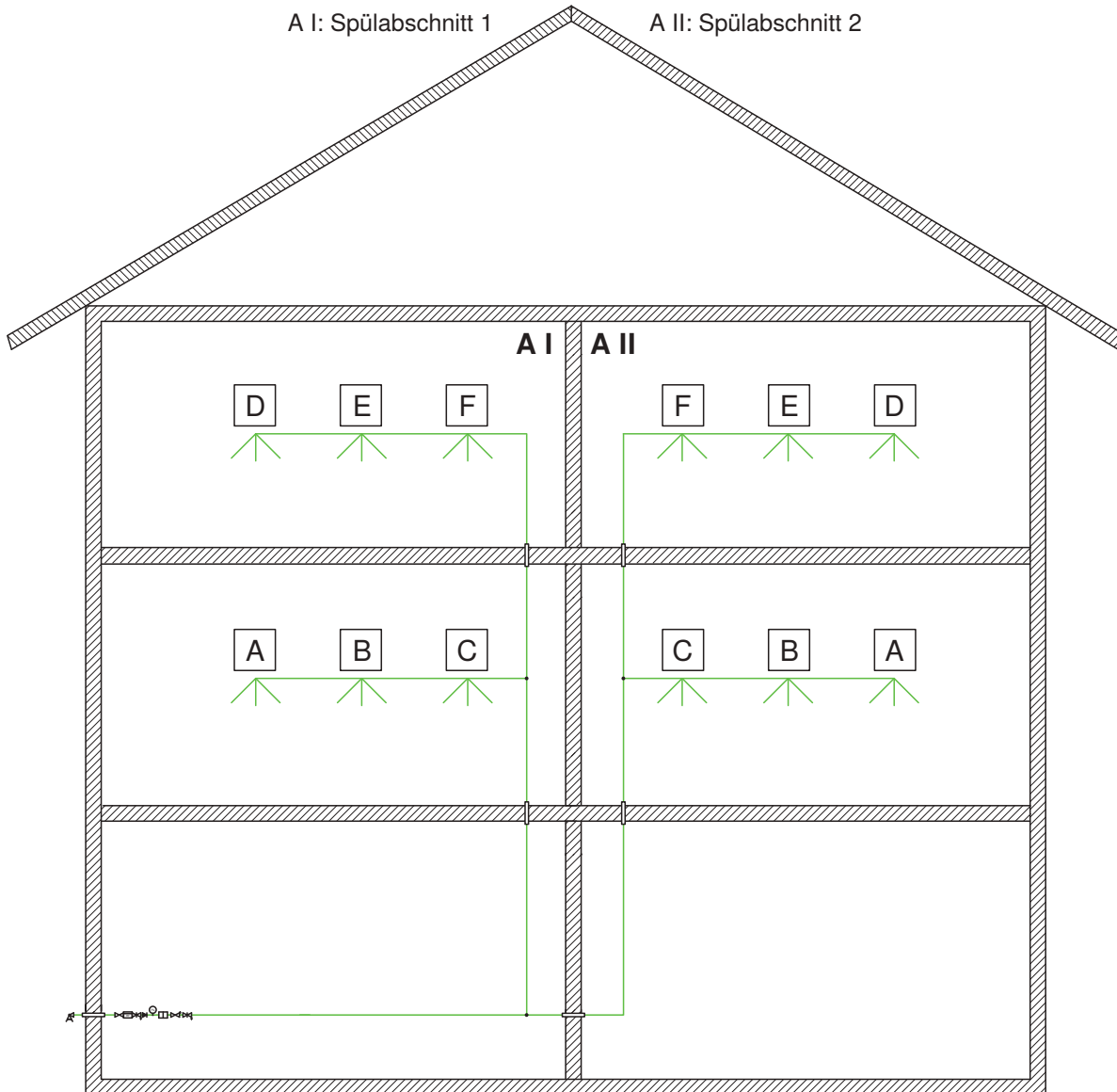


Abbildung 97: Spülabschnitte und Spülreihenfolge

Vorgehensweise und Spülreihenfolge

Definition der Spülabschnitte:

- Steigleitung 1 wird Spülabschnitt A1
- Steigleitung 2 wird Spülabschnitt A2

Abfahren der Spülreihenfolge, Spülabschnitt **A1**:

- Öffnen der Entnahmestellen in der Reihenfolge A – B – C und 5 Minuten spülen
- Schließen der Entnahmestellen in der Reihenfolge C – B – A
- Öffnen der Entnahmestellen in der Reihenfolge D – E – F und 5 Minuten spülen
- Schließen der Entnahmestellen in der Reihenfolge F – E – D

Abfahren der Spülreihenfolge, Spülabschnitt **A2**:

- Öffnen der Entnahmestellen in der Reihenfolge A – B – C und 5 Minuten spülen
- Schließen der Entnahmestellen in der Reihenfolge C – B – A
- Öffnen der Entnahmestellen in der Reihenfolge D – E – F und 5 Minuten spülen
- Schließen der Entnahmestellen in der Reihenfolge F – E – D

3.2 ÜBERGABE UND DOKUMENTATION

3.2.1 Einweisungspflicht des Anlagenerstellers

Nach den Bestimmungen der Trinkwasserverordnung und der AVBWasserV ist der Betreiber bzw. der Anschlussnehmer für den ordnungs- und bestimmungsgemäßen Betrieb und die Wartung der Trinkwasserinstallation verantwortlich.

Damit der Betreiber oder Anschlussnehmer diese Verpflichtung erfüllen kann, ist der Anlagenersteller verpflichtet, den Betreiber in die Anlage einzuweisen und mit der Betriebsweise vertraut zu machen.

VOB Teil C „Allgemeine Technische Vertragsbestimmungen (ATV) DIN 18381“ formuliert weitere Anforderungen an die Unterlagen über Betrieb, Bedienung und Instandhaltung, welche dem Auftraggeber bei der Abnahme unaufgefordert zu übergeben sind.

Dazu zählen u. a.:

- Ausführungspläne als Grundrisse
- Strang- und Regelschemata
- Berechnungen für Rohrnetz- und Pumpenauslegungen
- Leistungsdaten für Wärmeerzeuger

3.2.2 Übergabe

Die Übergabe der fertiggestellten Trinkwasserinstallation an den Betreiber erfolgt auf Grundlage eines Inbetriebnahme- und Einweisungsprotokolls, welchem eine Anlagenbeschreibung sowie Inspektions- und Wartungsanleitungen beigelegt sind, gegebenenfalls mit dem Nachweis der einwandfreien Wasserbeschaffenheit.

Das Übergabeprotokoll soll von den Verantwortlichen unterschrieben werden. Der Betreiber ist insbesondere darauf hinzuweisen, dass er für einen regelmäßigen und vollständigen Austausch des Trinkwassers an allen Entnahmestellen bis zum bestimmungsgemäßen Betrieb zu sorgen hat. Außerdem ist der Betreiber auf seine Informationspflicht, seine Organisationshaftung und Verkehrssicherungspflicht hinzuweisen.

Mit der Übergabe (bzw. nach erfolgreicher Abnahme) der haustechnischen Anlage wird zudem ein juristisch wichtiger Meilenstein passiert, er markiert den Gefahrenübergang und den Beginn der Verantwortung und der Instandhaltungs- und Wartungspflicht für den Betreiber.

3.2.3 Dokumentation

Die Übergabedokumentation umfasst nachfolgende Dokumente:

- Inbetriebnahme- und Einweisungsprotokoll
- Druckprüfungsprotokoll
- Spülprotokoll
- Information über Medien, die dem Trinkwasser zugegeben werden
- Hinweise für den Betreiber
- Hinweise für Instandhaltungsmaßnahmen
- Herstellerunterlagen, Bedienungsanleitungen
- Gegebenenfalls Prüfzeugnisse, z. B. für Brandschutz
- Gegebenenfalls Bestandsunterlagen wie Pläne, Zeichnungen, Anlagenschemata
- Raumbuch und gegebenenfalls Hygieneplan
- Gegebenenfalls Nachweis der einwandfreien Trinkwasserbeschaffenheit



Eine sehr gute Hilfestellung bietet die vom ZVSHK erstellte Broschüre „Betriebsanleitung Trinkwasserinstallation“. Die Broschüre enthält die Unterlagen, die zur Erfüllung der werkvertraglichen Pflichten eines Auftragnehmers gegenüber dem Betreiber erforderlich sind. Zudem sind ein Übergabeprotokoll sowie eine Liste der Durchführungshinweise und Intervalle für Inspektion und Wartung enthalten.

Herausgeber:

Zentralverband Sanitär Heizung Klima

Rathausallee 6

53757 St. Augustin

Telefon: (0 22 41) 92 99-0

Telefax: (0 22 41) 2 13 51

E-Mail: info@zvshk.de

Internet: www.wasserwaermeluft.de

3.3 DESINFEKTION

In Trinkwasserinstallationen, die nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik geplant, gebaut, in Betrieb genommen, betrieben und instandgehalten werden, ist eine mikrobiologisch einwandfreie Trinkwasserbeschaffenheit an der Entnahmestelle in der Regel sichergestellt und keine Desinfektionsmaßnahmen erforderlich.

3.3.1 Grundsätze

Eine vorbeugende oder kontinuierliche Desinfektion widerspricht dem Minimierungsgebot der Trinkwasserverordnung (TrinkwV § 7 Absatz 4).

Werden für mikrobiologische Parameter die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung überschritten oder der technische Maßnahmenwert der Trinkwasserverordnung erreicht oder die Anforderungen der UBA-Empfehlungen nicht eingehalten, muss diese mikrobielle Kontamination aus Gründen des Gesundheitsschutzes beseitigt werden. In diesen Fällen kann nach einer Reinigung und Spülung zusätzlich eine Anlagendesinfektion erforderlich sein.

Jede Kontamination hat eine Ursache. Diese Ursache muss vor Beginn von Reinigungs- und eventuellen Desinfektionsverfahren beseitigt werden.

Ohne Mängelbehebung kann eine Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahme nicht nachhaltig sein.

Desinfektionsmaßnahmen dürfen nur durch Fachfirmen mit Befähigungsnachweis durchgeführt werden.

Desinfektionsmaßnahmen müssen mit dem zuständigen Gesundheitsamt abgestimmt sein.

Desinfektionsmaßnahmen stressen die Materialien und können die Lebensdauer nachteilig beeinflussen.

3.3.2 Anlagendesinfektion und Trinkwasserdesinfektion

Das DVGW-Arbeitsblatt W 551-3 (A) „Hygiene in der Trinkwasser-Installation – Teil 3: Reinigung und Desinfektion“ dient als Grundlage für eine Vermeidung und Beseitigung von mikrobiellen Kontaminationen und unerwünschten Ablagerungen in Trinkwasserinstallationen im Sinne der Trinkwasserverordnung. Es beschreibt die Reinigung von Trinkwasserinstallationen und die Anlagendesinfektion von Trinkwasserinstallationen oder Teilen davon und benennt Anwendungsbereiche von Desinfektionsverfahren ebenso wie vorbeugende Maßnahmen zur Abwendung einer mikrobiellen Kontamination.

Von der Anlagendesinfektion ist die Trinkwasserdesinfektion zu unterscheiden. Je nach Ausmaß der Kontamination und ihrer hygienischen Bedeutung kann es aus Gründen des Gesundheitsschutzes notwendig sein, vor und/oder während der technischen Sanierung eine zeitlich begrenzte Desinfektion des Trinkwassers vorzunehmen. Diese Vorgaben sind im DVGW-Arbeitsblatt W 551-2 (A) beschrieben.

Zur Feststellung und Behebung einer mikrobiellen Belastung in einer Trinkwasserinstallation ist folgendes Vorgehen zu empfehlen:

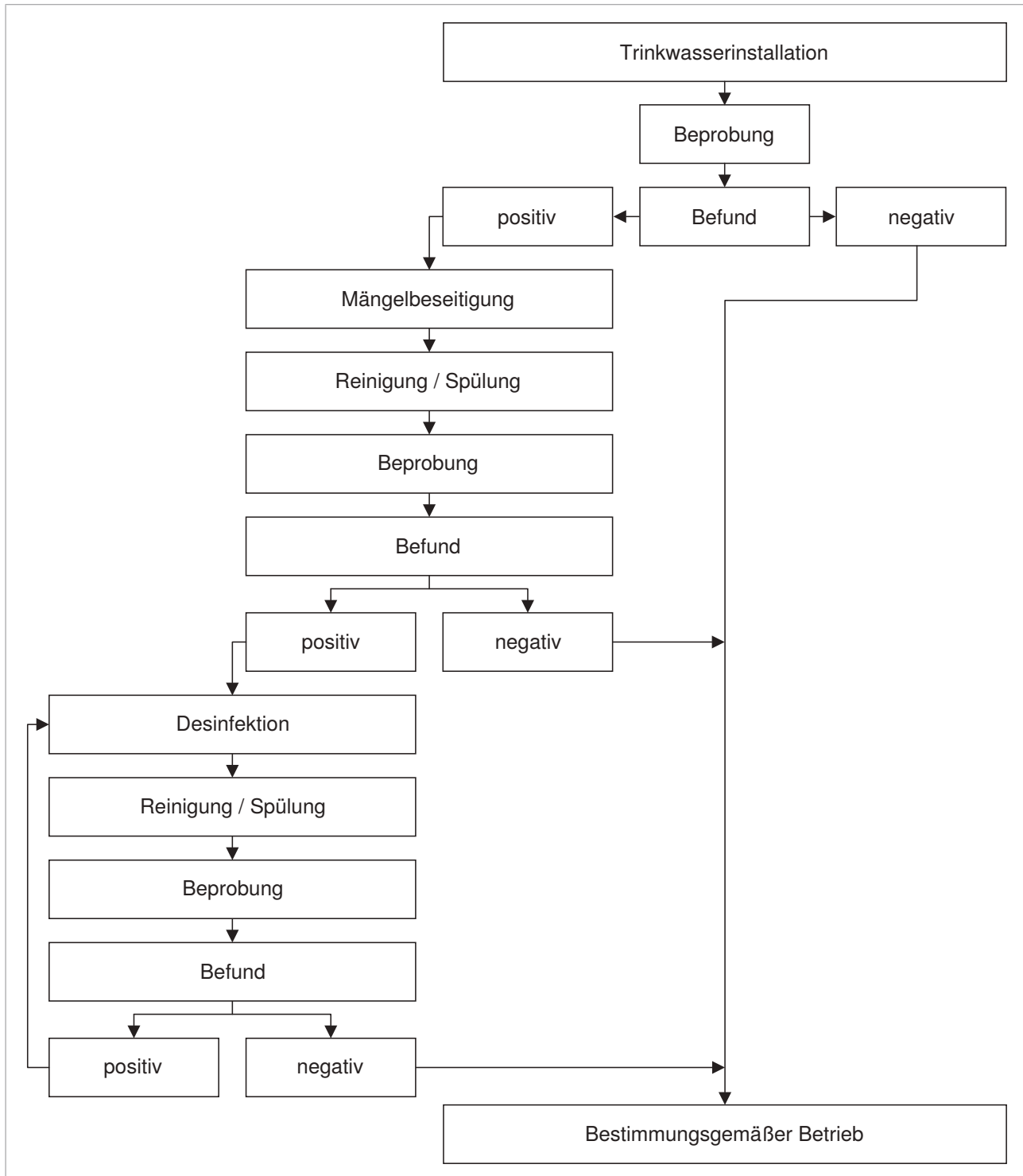


Abbildung 98: Ideales Ablaufschema zur Beseitigung einer mikrobiellen Belastung in einer Trinkwasserinstallation

3.4 CHECKLISTEN, FORMULARE, PROTOKOLLVORDRUCKE

Auf der Geberit Website stehen nützliche Formulare und Protokollvordrucke zur Verfügung wie z. B.:

- Checkliste Trinkwasserinstallation
- Inbetriebnahme- und Einweisungsprotokoll
- Inspektions- und Wartungsintervalle für Bauteile in Trinkwasserinstallationen
- Spülprotokoll
- Druckprüfungsprotokolle

Die Dokumente sind abrufbar unter

→ <https://www.geberit.de/service-support/epaper-portal/>.

Geberit Vertriebs GmbH

Theuerbachstraße 1
88630 Pfullendorf

Geberit Technik Telefon

T 07552 934 1011

F 07552 934 866

technik-telefon@geberit.com

www.geberit.de

Stand: Juni 2024

