Trinkwasserinstallationsanlagen

Technische Gebäudeausrüstung

PD Dr.-Ing. habil. Stefan Wirth
öbuv Sachverständiger für Heizung-, Lüftungs-,
Klima- und Sanitärtechnik

WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

Inhaltsübersicht

1 Definitionen und schematische Übersicht

2 Werkstoffe und Leitungsverbindungen (ergänzt durch reales Anschauungsmaterial)

3 Hygiene nach VDI 6023

4 Komfortkriterien nach VDI 6003

5 Korrosion und Steinbildung

6 Sicherungs- und Sicherheitseinrichtungen

7 Sonstige Bauteile (Filter, Druckerhöhungsanlagen, Absperrarmaturen, Entnahmearmaturen)

8 Dimensionierung von Trinkwasserinstallationsanlagen

9 Dimensionierung von Zirkulationsanlagen

10 Wärmedämmung (siehe Heizung)

11 Vorwandinstallation, Leitungsführung im Stockwerksbereich

WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

Trinkwasser - Definition in der Trinkwasserverordnung

„im Sinne dieser Verordnung ist Trinkwasser für jeden Aggregatzustand des Wassers und ungeachtet dessen, ob es für die Bereitstellung auf Leitungswegen, in Wassertransportfahrzeugen oder verschlossenen Behältnissen bestimmt ist,

a) alles Wasser, im ursprünglichen Zustand oder nach Aufbereitung, das zum Trinken, zum Kochen, zur Zubereitung von Speisen und Getränken oder insbesondere zu den folgenden anderen häuslichen Zwecken bestimmt ist:

   aa) Körperpflege und -reinigung
   bb) Reinigung von Gegenständen, die bestimmungsgemäß mit Lebensmitteln in Berührung kommen,
   cc) Reinigung von Gegenständen, die bestimmungsgemäß nicht nur vorübergehend mit dem menschlichen Körper in Kontakt kommen,

b) Alles Wasser, das in einem Lebensmittelbetrieb verwendet wird für die Herstellung, Behandlung, Konservierung oder zum Inverkehrbringen von Erzeugnissen oder Substanzen, die für den menschlichen Gebrauch bestimmt sind, sofern die zuständige Behörde auf Grund eines Ausnahmetatbestands nach §18 Absatz 1 Satz 3 nichts Gegenteiliges festlegt

WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

Trinkwasserinstallation (nur im Gebäudebereich) Definition nach Trinkwasserverordnung

„Im Sinne dieser Verordnung ist „Trinkwasser-Installation“ die Gesamtheit der Rohrleitungen, Armaturen und Apparate, die sich zwischen dem Punkt des Übergangs von Trinkwasser aus einer Wasserversorgungsanlage an den Nutzer und dem Punkt der Entnahme von Trinkwasser befinden“

Definitionen nach DIN 1988 - 200

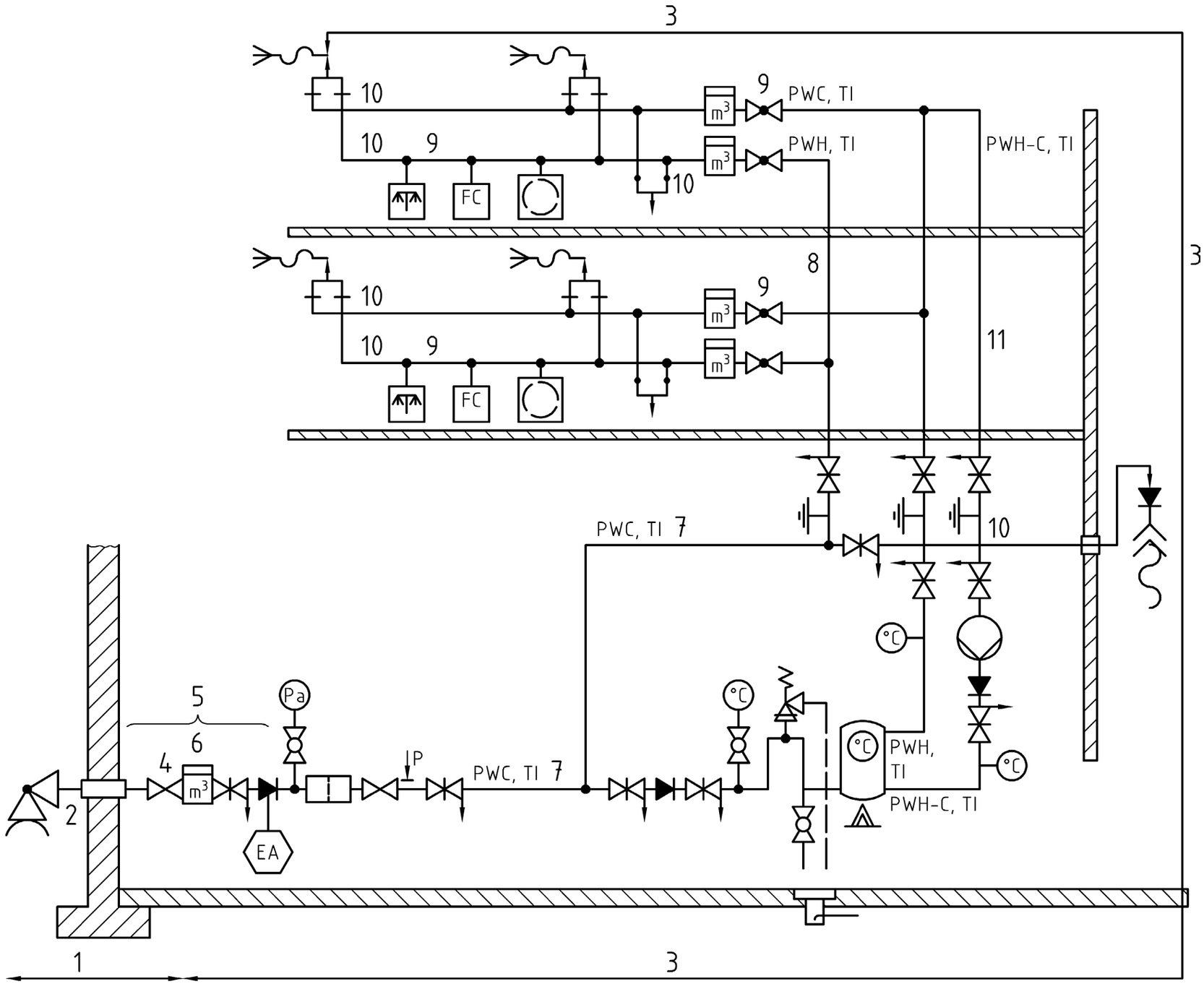
Trinkwasser, kalt - potable water cold (pwc) Trinkwasser, das nach 30 s nach dem Öffnen einer Armatur mit maximal 25 °C austritt.

Trinkwasser, warm - potable water hot (pwh) Trinkwasser, das nach 30 s nach dem Öffnen einer Armatur mit mindestens 55 °C austritt.

Trinkwasser, Zirkulation - potable water hot-circulation (pwh-c) Trinkwasser, das in einen Zirkulationskreislauf eingebunden ist

WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

1 Definitionen und schematische Übersicht



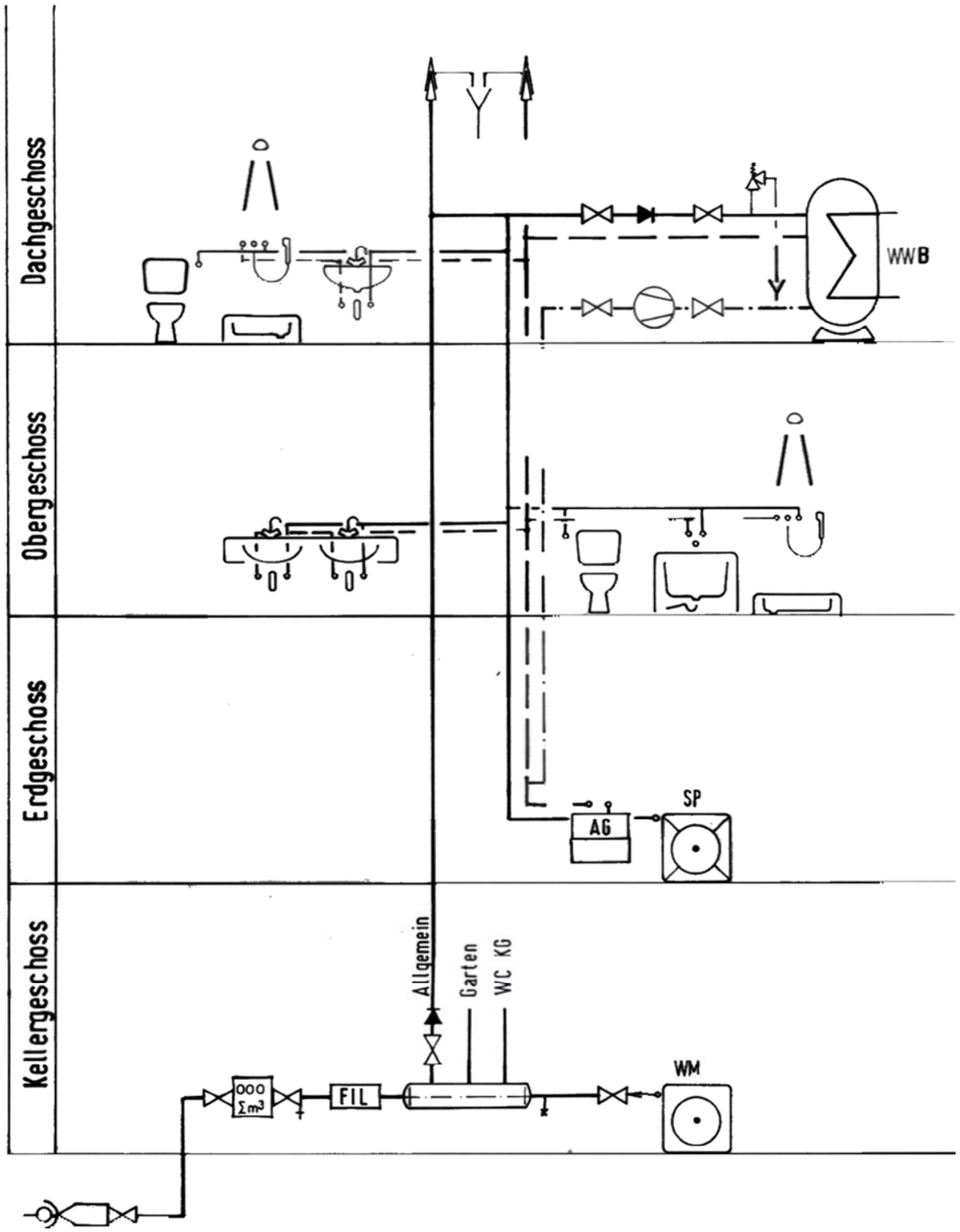
Legende

1	Anschlussleitung	7	Sammelzuleitung
2	Eintrittsstelle	8	Steigleitung
3	Verbrauchsleitung	9	Stockwerksleitung
4	Hauptabsperrarmatur	10	Einzelzuleitung
5	Wasserzähleranlage	11	Zirkulationsleitung
6	Wasserzähler		

Quelle: DIN 1988-200

WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

1 Definitionen und schematische Übersicht



WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

Werkstoffe nach DIN 1988-200/EN 806-2		
Stahl verzinkt	Rohrleitungen	Gewindeverbindung, Hartlöten (Korrosionsgefahr)
Kunststoff	Rohrleitungen, Armaturen	Stecken, Pressen Schiebemuffe, Kleben, Verschweißen
nichtrostender Stahl	Rohrleitungen, Armaturen	Gewindeverbindung, Verpressen, Schweißen
Kupfer	Rohrleitungen, Armaturen	Weichlöten, Hartlöten, Verpressen
Kupferlegierungen (Messing, Rotguss)	Rohrleitungen, Armaturen	Gewindeverbindungen, Pressen

WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

Hinweise für die Installation

- Trinkwasserleitungen sind übersichtlich anzuordnen und erforderlichenfalls durch Schilder oder Farbanstrich zu kennzeichnen.
- Trinkwasserleitungen dürfen nicht an anderen Leitungen befestigt werden oder als Träger für andere Leitungen benutzt werden.
- Trinkwasserleitungen sollen für Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten zugänglich angeordnet sein.
- Über die DIN-Norm 1988 hinaus empfiehlt es sich dringend die horizontalen Verteilleitungen zugänglich zu halten, da, wie im Falle der Heizungstechnik, die rechnerische Nutzungsdauer der Trinkwasserinstallationen wesentlich geringer als die Gebrauchsdauer eines Hauses ist. Insoweit muss während der Gebrauchsdauer eines Gebäudes mindestens einmal mit dem kompletten Austausch der Trinkwasserinstallationen gerechnet werden.
- Leitungen, die nur selten benutzt werden, oder Leitungen, die frostgefährdet verlegt sind, sind mit einer Absperr- und Entleerungsvorrichtung zu versehen. Selten benutze Leitungen (z.B. Gartenbewässerung) könne auch als Ring eingeschleift werden.
- Die Steigleitungen müssen einzeln absperrbar und entleerbar sein. Die erforderlichen Armaturen müssen jederzeit zugänglich und dürfen daher bei Mehrfamilienhäusern nicht im Bereich des Sondereigentums angeordnet sein.
- Stockwerksleitungen und Anschlussleitungen für einzelne Wohnungen müssen für sich absperrbar sein.

- Gebäude sind mit einer Wasserzähleranlage auszustatten.
- In Fließrichtung unmittelbar nach dem Wasserzähler ist ein Rückflussverhinderer und ein Trinkwasserfilter anzuordnen.
- Nach der Fertigstellung der Trinkwasserinstallation sind die Leitungen zu spülen, um Fremdstoffe aus dem Rohrinneren, welche Korrosionsschäden und Funktionsstörungen (z.B. nicht dicht sitzende Ventile in Spülkästen) auslösen können, bzw. hygienisch bedenklich sind, zu entfernen.
- Die Leitungsanlage ist einer Druckprobe zu unterziehen. Die Druckprobe ist nach der Beendigung der Rohinstallation durchzuführen. Wegen der möglichen, langen Stagnationszeit bis zur Fertiginstallation bzw. bis zur Nutzung (3 bis 6 Monate) erfolgen die Druckproben nicht mit Wasser sondern mit Druckluft oder einem inerten Gas (z.B. Stickstoff).
- Die Spülung und die Druckprobe sind mit Protokollen zu dokumentieren.
- Trinkwasserleitungen (kalt) sind mit einer Schwitzwasserisolierung auszustatten. Hierfür sind besonders geschlossenzellige Weichschaummaterialien geeignet. Mineralwolle mit einer Diffusionssperre aus Aluminiumfolie sollte vermieden werden.
- Die Trinkwasserleitungen sind entsprechend der DIN-Norm 1988, Technische Regeln für Trinkwasserinstallationen, Teil 300, Ermittlung der Rohrdurchmesser, zu dimensionieren.
- Rohrleitungen sind auf die Baustelle mit verschlossenen Rohrenden anzuliefern. Bei Montageunterbrechungen sind offene Rohrleitungen zu verschließen. Nur so kann der Eintrag von Verschmutzungen in das Rohrnetz verhindert werden.

Legionellen

Bei den Legionellen handelt es sich um stäbchenförmige, gramnegative Bakterien, die einen natürlichen Bestandteil aller Süßwässer darstellen. Bei Temperaturen zwischen 30 und 45°C können sich Legionellen vermehren. Die Aufnahme von Legionellen in den menschlichen Körper erfolgt durch Inhalation eines Aerosols. Die größte Infektionsgefahr besteht daher beim Duschen. Der Genuss von verkeimtem Trinkwasser führt in der Regel nicht zu einer Infektion.

Legionellen können eine Lungenentzündung bewirken (Legionellen-Pneumonie). Daneben gibt es noch eine andere, leichtere Verlaufsform einer Legionelleninfektion, die als Pontiacfieber bezeichnet wird. Patienten mit Pontiacfieber zeigen dieselben Symptome wie Personen, die an einer Grippe erkrankt sind. Die am weitesten verbreitete Maßnahme zur Verhinderung einer Legionellenkontamination bzw. zur Desinfektion eines mit Legionellen kontaminierten Systems besteht in der thermischen Desinfektion. Hierunter wird eine Aufheizung des erwärmten Trinkwassers auf weit über 60 °C verstanden. Der Begriff 'Legionellen' und 'Legionärskrankheit' wird aus einem Treffen der 'US American Legion' abgeleitet, das 1976 in Philadelphia stattfand. Von über 4.000 Teilnehmern dieses Treffens sind ca. 220 Personen erkrankt, von denen 30 Personen verstarben.

Quelle: DIN 1986- 100

Atypische Mykobakterien

Mykobakterien zählen zu den fakultativen Krankheitserregern und werden häufig als nichttuberkolöse und atypische Mykobakterien bezeichnet. Trinkwasser stellt den natürlichen Lebensraum vieler Mykobakterien dar. Im Regelfall sind sie an Biofilme gebunden, in denen sie sich vermehren.

Mykobakterien weisen eine hohe Chlorresistenz auf.

Die Übertragung erfolgt durch das Trinkwasser. Hierbei sind insbesondere Dialysepatienten oder HIV-infizierte Personen gefährdet.

Pseudomonas Aeruginosa

Pseudomonaden zeichnen sich durch äußerst geringe Nährstoffansprüche und eine Vermehrungsfähigkeit schon bei Temperaturen unterhalb von 15 °C auf. Insoweit besteht im Vergleich zu den Legionellen bereits eine Gefährdung im ’kalten’ Trinkwasser. Trinkwasserinstallationen sind häufig lediglich punktuell kontaminiert, z.B. an den Entnahmearmaturen und den Syfons.

Wie die atypischen Mykobakterien können Bakterien des Typs Pseudomonas Aeroginosa auch Biofilme entwickeln und somit ganze Trinkwasseranlagen kontaminieren.

Von Pseudomonas Aeroginosa gehen hauptsächlich Infektionen der Haut (’Whirlpool-Dermatitis’) sowie eine Infektion des äußeren Gehörgangs aus. Pseudomonas Aeroginosa gehört zu den typischen Erregern krankenhausbedingter Infektionen (Wund-, Harn- und Atemwegsinfekte, Hospitalismus). Daneben können Wund- und Gasbrand von Pseudomonas Aeroginosa ausgelöst werden. Insoweit wird das Trinkwasser in Krankenhäusern und Altenheimen auf diese Krankheitserreger beobachtet (Gefahr des Wundliegens).

WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

Biofilme

Biofilme bestehen aus Mikroorganismen (z.B. Bakterien, Einzellern und Pilzen) und aus von diesen produzierten Schleimsubstanzen (extrazellulare, polymere Substanzen), die bis zu 90 % der Biofilmmasse ausmachen können. Weitere Bestandteile des Biofilms stellen Korrosionsprodukte und anorganische Niederschläge wie z.B. Kalk dar.

Biofilme können sich auf allen Oberflächen (Rohrwandungen, Innenflächen von Behältern, etc.) ausbilden, die von Wasser benetzt werden.

Innerhalb der Schleimschicht eines Biofilms können sich, geschützt durch diese Schleimschicht Krankheitserreger wie Legionellen und Pseudomonaden einnisten und vermehren. Der Biofilm weist eine hohe Bakteriendichte auf. Hieraus können sich einzelne Zellen oder Cluster herauslösen und vom vorbeiströmenden Trinkwasser weitergetragen werden.

3 Hygiene

Opferanode eines Trinkwassererwärmers mit Biofilm als Folge einer zu niedrig gewählten Betriebstemperatur der Trinkwassererwärmung (45 °C)

geöffneter Trinkwassererwärmer mit intensiver Biofilmbildung als Folge einer Betriebstemperatur von 45 °C

Aufnahme einer Steigleitung für Trinkwasser, kalt mit selektiven Korrosionsangriffen, die eine Biofilmbildung begünstigen

WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

Probleme:

- Im erwärmten Trinkwasser können sich ubiquitär vorhandene Keime bei entsprechendem Temperaturniveau und bei Stagnation vermehren (Stichwort: Legionellen).
- In Trinkwasserinstallationen können sich eingeschleppte Keime (z.B. als Folge nicht fachgerechter Installation) und ubiquitär vorhandene Keime vermehren (Voraussetzung: Stagnation).
- Vorhandene Trinkwasserinstallationen lassen häufig eine Desinfektion nicht zu (fehlende Wärmedämmung bei thermischer Desinfektion, keine Eignung der Rohrwerkstoffe für chemische Desinfektion)

Aus Sicht der Hygiene unzulässige Konstruktionen

- ungenutzte Stichleitungen
- nicht entleerbare Leitungen zur Außenwasserentnahmestellen
- direkte Verbindungen zwischen Trinkwasser und Nichttrinkwasser (Beispiel: Feuerlöschanlage Nass-/Nass)
- nicht direkt beheizbare Vorwärmstufen für die Trinkwassererwärmung
- Leitungen für Trinkwasser, kalt und erwärmtes Trinkwasser bzw. Heizung in einem Schacht
- Stockwerks- und Einzelzuleitungen mit einem Leitungsinhalt größer 3 l.

Zielvorgaben

- Vermeidung von Stagnation und Biofilmbildung
- Ermöglichen einer Desinfektion
- Einhaltung geeigneter Temperaturen (TW < 25 °C im Stagnationswasser und 10 bis 15 °C im fließenden Wasser; TWW > 60 °C im Zirkulationskreislauf und Trinkwassererwärmer)
- Vollständige Durchwärm,ung des Trinkwassers im Trinkwassererwärmer (am geeignetsten: Speicher-Ladesystem)

WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

Bewertung bisher eingesetzter Rohrwerkstoffe

- Bleirohre sind nicht zulässig und müssen erneuert werden.
- Verzinkte Stahlrohrleitungen sind normativ noch zulässig. Aufgrund vielfältiger Probleme findet dieser Rohrwerkstoff keine Verwendung mehr. Bei Altanlagen ist kurz- bis mittelfristig die Notwendigkeit eines Austausches zu erwarten. Die Rohrinnensanierung stellt keine wissenschaftlich abgesicherte und erprobte Maßnahme zur Sanierung von verzinkten Stahlrohrleitungen dar.
- Kupferrohrleitungen sind normativ noch zulässig. In Abhängigkeit der Wasserqualität (kalkhaltige Wässer mit hohem Chloridionengehalt) ist Lochfraß Typ 1 oft zu beobachten. Wenn keine Schäden bisher aufgetreten sind, ist nur eine geringe Wahrscheinlichkeit für zukünftige Schäden gegeben (Restrisiko!).

Auswahl des Rohrwerkstoffes (Trinkwasser)

- Unzugänglich verlegte Rohrleitungen aus Kunststoff oder Mehrschicht-Verbundrohr
- Im zugänglichen Bereich Mehrschicht-Verbundrohr oder nichtrostende Stahlrohrleitungen

[Entscheidungskriterien: Brandschutzkonzept, Hygiene (chemische oder thermische Desinfektion im Verkeimungsfall), Notwendigkeit besonderer Stabilität/Robustheit]
Kunststoffleitungen für lange Leitungstrassen wegen der thermischen Längenausdehnung problematisch

Quelle: DIN 1986- 100

WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

Probleme:
- Im erwärmten Trinkwasser können sich ubiquitär vorhandene Keime bei entsprechendem Temperaturniveau und bei Stagnation vermehren (Stichwort: Legionellen).
- In Trinkwasserinstallationen können sich eingeschleppte Keime (z.B. als Folge nicht fachgerechter Installation) und ubiquitär vorhandene Keime vermehren (Voraussetzung: Stagnation).
- Vorhandene Trinkwasserinstallationen lassen häufig eine Desinfektion nicht zu (fehlende Wärmedämmung bei thermischer Desinfektion, keine Eignung der Rohrwerkstoffe für chemische Desinfektion)

Aus Sicht der Hygiene unzulässige Konstruktionen
- ungenutzte Stichleitungen
- nicht entleerbare Leitungen zur Außenwasserentnahmestellen
- direkte Verbindungen zwischen Trinkwasser und Nichttrinkwasser (Beispiel: Feuerlöschanlage Nass-/Nass)
- nicht direkt beheizbare Vorwärmstufen für die Trinkwassererwärmung
- Leitungen für Trinkwasser, kalt und erwärmtes Trinkwasser bzw. Heizung in einem Schacht
- Stockwerks- und Einzelzuleitungen mit einem Leitungsinhalt größer 3 l.

Zielvorgaben
- Vermeidung von Stagnation und Biofilmbildung (siehe nachfolgende Folien)
- Ermöglichen einer Desinfektion
- Einhaltung geeigneter Temperaturen (TW < 25 °C im Stagnationswasser und 10 bis 15 °C im fließenden Wasser; TWW > 60 °C im Zirkulationskreislauf und Trinkwassererwärmer)
- Vollständige Durchwärm,ung des Trinkwassers im Trinkwassererwärmer (am geeignetsten: Speicher-Ladesystem)

WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

4 Komfortkriterien nach VDI 6003

Komfortkriterien VDI 6003 Duschwanne Nutztemperatur Θ_{WW} = 42°C nach VDI 2067-22	**Kurzzeichen / Einheit**	**Anforderungsstufe**		
		I	**II**	**III**
a) Zeitlicher Abstand bei serieller Nutzung	t_{WW} in min	max. 8	max. 5	0
b) Möglichkeit gleichzeitiger Nutzung zweier oder mehrerer Entnahmestellen		nein	ja	ja
c) Maximale Temperaturabweichung während der Füllung	in K	± 5	± 4	± 2
d) Mindestentnahmerate	V in l/min	7	9	9
e) Mindestentnahmemenge	V_B in l	28	60	120
f) Maximale Zeit bis zum Erreichen der Nutztemperatur unter Berücksichtigung von c) und d)	t in s	26	10	7

Quelle: DIN 1986- 100

WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

4 Komfortkriterien nach VDI 6003

Komfortkriterien VDI 6003 Küchenspüle Nutztemperatur Θ_{WW} = 50°C nach VDI 2067-22	**Kurzzeichen / Einheit**	**Anforderungsstufe**		
		I	**II**	**III**
a) Zeitlicher Abstand bei serieller Nutzung	t_{WW} in min	max. 10	max. 5	0
b) Möglichkeit gleichzeitiger Nutzung zweier oder mehrerer Entnahmestellen		nein	ja	ja
c) Maximale Temperaturabweichung während der Füllung	in K	± 5	± 4	± 2
d) Mindestentnahmerate	V in l/min	3	5	6
e) Mindestentnahmemenge	V_B in l	8	25	50
f) Maximale Zeit bis zum Erreichen der Nutztemperatur unter Berücksichtigung von c) und d)	t in s	60	18	10

WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

4 Komfortkriterien nach VDI 6003

Komfortkriterien VDI 6003 Waschtisch Nutztemperatur Θ_{WW} = 40°C nach VDI 2067-22	**Kurzzeichen / Einheit**	**Anforderungsstufe**		
		I	**II**	**III**
a) Zeitlicher Abstand bei serieller Nutzung	t_{WW} in min	max. 5	0	0
b) Möglichkeit gleichzeitiger Nutzung zweier oder mehrerer Entnahmestellen		nein	ja	ja
c) Maximale Temperaturabweichung während der Füllung	in K	± 5	± 4	± 2
d) Mindestentnahmerate	V in l/min	3	5	6
e) Mindestentnahmemenge	V_B in l	4	25	50
f) Maximale Zeit bis zum Erreichen der Nutztemperatur unter Berücksichtigung von c) und d)	t in s	60	18	10

WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

4 Komfortkriterien nach VDI 6003

Komfortkriterien VDI 6003 Badewanne Nutztemperatur Θ_{ww} = 45°C nach VDI 2067-22	**Kurzzeichen / Einheit**	**Anforderungsstufe**		
		I	**II**	**III**
a) Zeitlicher Abstand bei serieller Nutzung	t_{ww} in min	max. 30	max. 30	max. 30
b) Möglichkeit gleichzeitiger Nutzung zweier oder mehrerer Entnahmestellen		nein	ja	ja
c) Maximale Temperaturabweichung während der Füllung	in K	± 5	± 4	± 2
d) Mindestentnahmerate	V in l/min	7	10	13
e) Mindestentnahmemenge **Annahme für 90 l Füllmenge (150 l Nennvolumen – 60 l Körpervolumen)**	V_B in l	90	90	90
f) Maximale Zeit bis zum Erreichen der Nutztemperatur unter Berücksichtigung von c) und d)	t in s	26	18	10

Quelle: DIN 1986-100; h/d_i = 0,7

Ausgangssituation Korrosion:

Situation 1: Einfamilienhaus, Trinkwasserinstallationen aus Kupferrohrleitungen, weichgelötet, drei Undichtheiten infolge Lochfraß an horizontal verlegten Rohrleitungen in der Rohrsohle in zwei Jahren

Schadensumfang, Maßnahmen und Kosten?

Lösung: keine Sanierung erforderlich, Umfang der Korrosionsschäden noch im „üblichen" Bereich

Situation 2: Mehrfamilienhaus, Trinkwasserinstallationen aus verzinkten Stahlrohrleitungen, Begehung fünf Jahre nach Abnahme vor Ablauf der Verjährungsfrist der Gewährleistung, Braunfärbung des Trinkwassers auch nach Ablaufen des Stagnationswassers

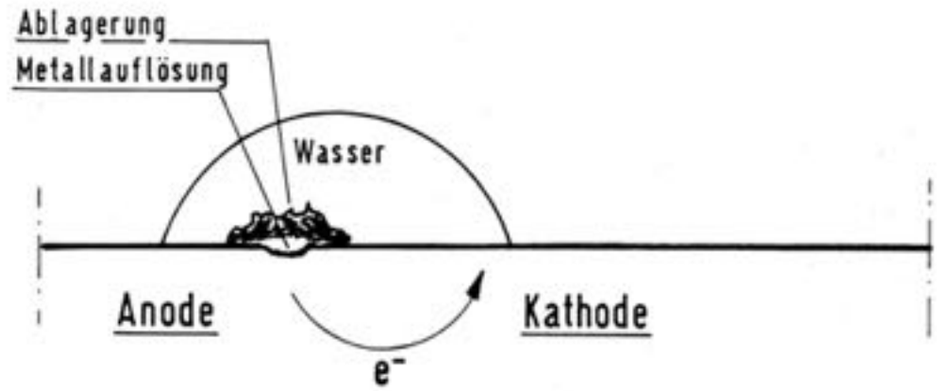
Schadensumfang, Maßnahmen und Kosten?

Lösung: Komplettsanierung des Leitungssystems erforderlich, Umfang der Korrosionsschäden nicht im „üblichen" Bereich

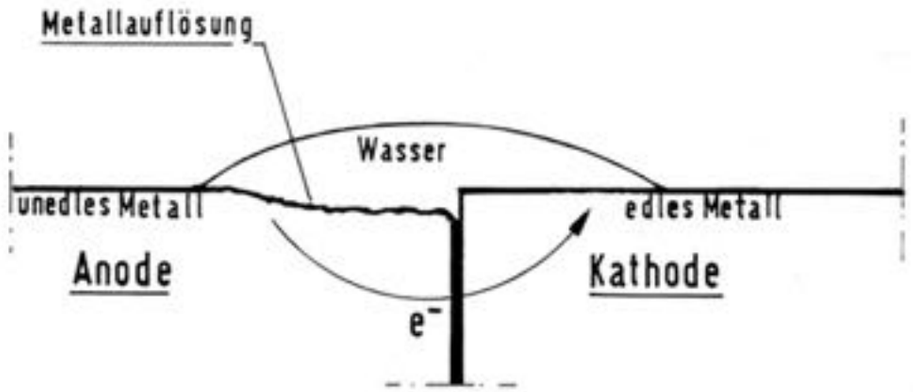
WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

Korrosionsschaden: Braunfärbung des Trinkwassers

Steinschaden (‘Verkalkung‘)



Belüftungselement



Kontaktelement

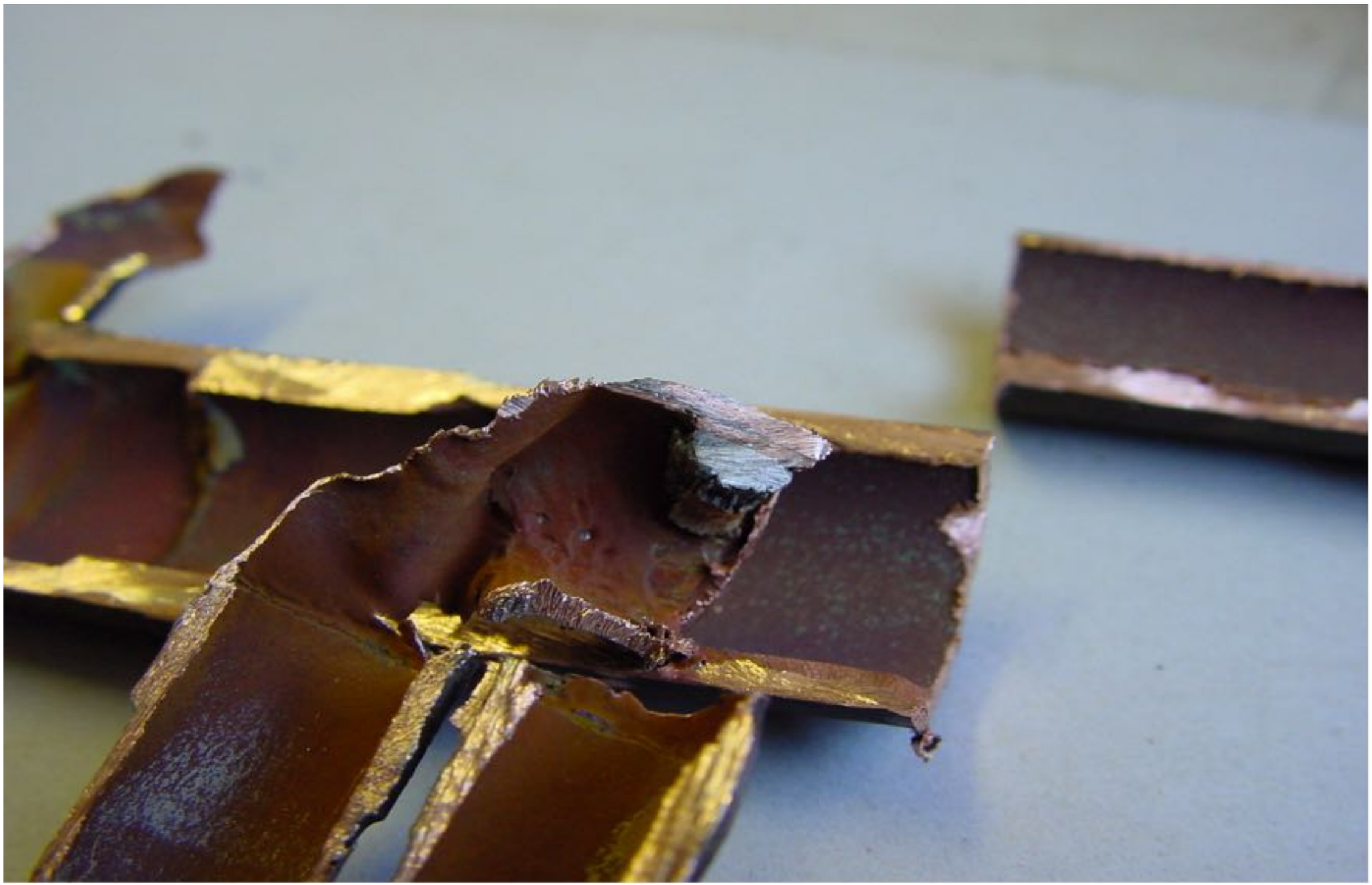
Innenkorrosion

Außenkorrosion

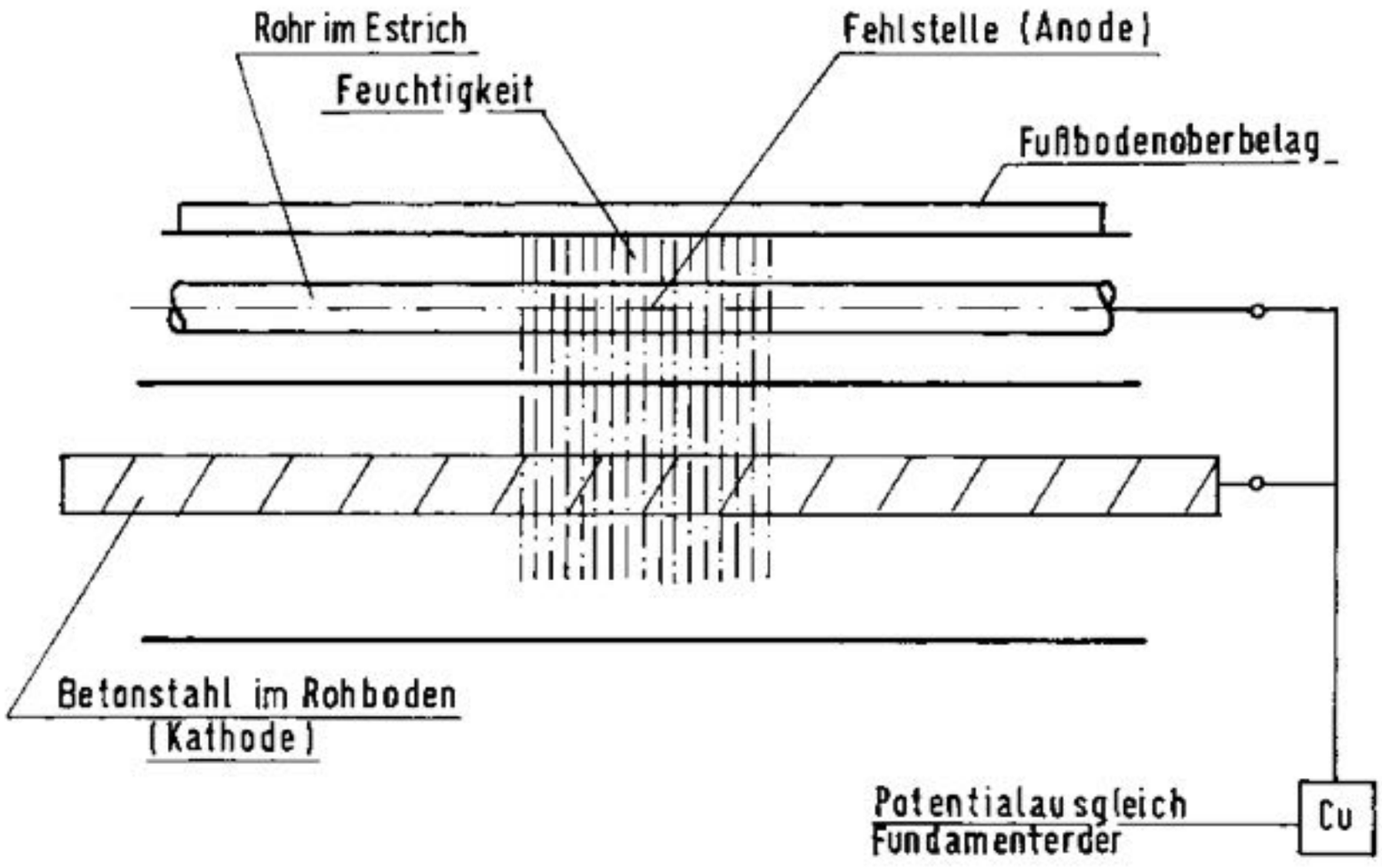
Lochfraß Typ I in Kupferrohrleitungen als Folge der Verzunderung der Rohrinnenoberfläche bei einer Hartlötverbindung

Störung der Deckschichtbildung im Bereich einer Weichlotverbindung als Folge einer unzureichenden Entgratung, der zu üppigen Verwendung von Flußmittel

Weichlotverbindung von Kupferrohren, unzureichende Deckschichtbildung als Ausgangspunkt von Lochfraß Typ I in Trinkwasser, kalt als Folge einer unzureichenden Entgratung



Zirkulationsleitung, Erosionskorrosion mit Wanddurchbruch als Folge zu hoher Strömungsgeschwindigkeiten



Reaktionsmechansimus der Außenkorrosion an unlegierten/niedriglegierten Stahlrohren in der Fußbodenkonstruktion nach Kruse

WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

Außenkorrosion an unlegierten/niedriglegierten Stahlrohren in der Fußbodenkonstruktion
(aktuelle Schadensfälle 2007 bis heute)

WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

Neigung des Trinkwassers zur Steinbildung (nach VDI 2035-1)

Härte	< 8,4 °dH < 1,5 mol/m³ Erdalkalien	8,4 bis 14 °dH 1,5 bis 2,5 mol/m³ Erdalkalien	> 14 °dH > 2,5 mol/m³ Erdalkalien
t_{pwc} < 60 °C	gering	gering	gering
t_{pwc} 60 bis 70 °C	gering	gering	mittel
t_{pwc} > 70 °C	gering	mittel	hoch

Mögliche Maßnahmen bei mittlerer und hoher Neigung zur Steinbildung

- Härtestabilisierung durch Dosierung (Phosphatdosierung, gleichzeitig Maßnahme zur Deckschichtbildung als Korrosionsschutz bei verzinkten Stahlrohrleitungen; Mischung von Poly- und Orthophosphaten)

- Enthärtung durch Ionenaustausch

- Physikalische Enthärtung (nur erfolgreich bei DVGW Zulassung)

links - Kombination aus Enthärtung und Dosierung

rechts - Dosierung

Schutz des Trinkwasser

Bei Trinkwasser handelt es sich um ein Lebensmittel. Insoweit muss Trinkwasser frei von Krankheitserregern und gesundheitsschädigenden Eigenschaften sein. Trinkwasser soll keimarm, farblos, klar, kühl, geruchlos und geschmacklich einwandfrei sein sowie zum Genuss anregen. Auf dem Weg zum Verbraucher darf Trinkwasser nicht so verändert werden, dass es zu einer Beeinträchtigung und Gefährdung des Verbrauchers kommen kann. Unter einer Beeinträchtigung wird hierbei eine Veränderung des Trinkwassers verstanden, die noch keine Gefährdung der Gesundheit bedeutet. Eine Gefährdung liegt dann vor, wenn das Trinkwasser so weit verändert wird, dass es den Anforderungen des Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetzes nicht mehr genügt, oder dass eine Schädigung der Gesundheit im Sinne des Bundes-Seuchengesetzes zu erwarten ist.

Folgende Ursachen für eine Beeinträchtigung oder Gefährdung durch das veränderte Trinkwasser sind bekannt:

- Rückfließen von verunreinigtem Trinkwasser.

- Verbindung von Trinkwasseranlagen mit Nicht-Trinkwasseranlagen (z.B. bei Regenwassernutzungsanlagen).

- Verunreinigung erdverlegter Trinkwasserleitungen durch Fäkalien-Sickergruben, Schächte, Abwasserkanäle, etc..

- Stagnation

WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

Freier Auslauf

Der freie Auslauf hat unter allen Sicherungseinrichtungen den höchsten Sicherungsgrad. Das Trinkwasser gelangt beim freien Auslauf über eine Fallstrecke von der Entnahmearmatur in den Sanitärgegenstand (Waschtisch, Küchenspüle, etc.). Die Fallstrecke ist als Differenz zwischen dem höchstmöglichen Wasserspiegel und der Mündung des Auslaufs definiert. Bei einem Rohrinnendurchmesser des freien Auslaufs < 10 mm ist eine Fallstrecke von mindestens 20 mm einzuhalten. Bei größeren Rohrinnendurchmessern des Zulaufes soll die Fallstrecke das Zweifache des Rohrinnendurchmessers betragen. Aufgrund des Höhenunterschiedes zwischen dem Zulauf und dem Sanitärgegenstand ist ein Rücksaugen oder ein Rückdrücken unmöglich.

AA - ungehinderter Freier Auslauf

AB - Freier Auslauf mit nicht kreisförmigem Querschnitt

AC - Freier Auslauf mit belüftetem Tauschrohr

AD - Freier Auslauf mit Injektor

AF - Freier Auslauf mit kreisförmigem Überlauf

AG - Freier Auslauf mit Überlauf durch Versuch mit Unterdruckprüfung

Beispiel für einen offenen Auslauf; Öffnung der Entnahmearmatur endet deutlich oberhalb der Oberkante des Waschtisches und mithin oberhalb des Überlaufs des Waschtisches

WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

Rohrunterbrecher

Bei dem Rohrunterbrecher handelt es sich um eine Armatur, die in Fließrichtung nach der Entnahmearmatur installiert wird. Je nach Konstruktion wird zwischen der Bauform A1 (frühere Bezeichnung heute DC) und der Bauform A2 (frühere Bezeichnung heute DB) unterschieden. Bei der Bauform A1 befinden sich im Rohrunterbrecher Öffnungen, welche eine Verbindung zwischen der Rohrinnenseite und der Umgebung herstellen. Wegen der ständigen Verbindung mit der Umgebung dürfen Rohrunterbrecher der Bauform A1 lediglich in senkrechten Leitungen installiert werden. Bei Rohrunterbrechern der Bauform A2 sind die Bohrungen bei Überdruck durch eine Membran verschlossen. Im Falle einer Unterdruckbildung geben die Membranen die Öffnungen frei und die nachströmende Luft führt zu einem Strömungsabriss. Für beide Bauformen der Rohrunterbrecher gilt, dass in Fließrichtung hinter dem Rohrunterbrecher keine Absperrarmatur mehr eingebaut werden darf. Häufig werden Rohrunterbrecher nach Druckspülern von Toiletten eingebaut.

Größe		**3/8”**	**½” klein**	**½”**	**¾”**
Baulänge L	mm	83,5	83	91	88
Anschlussgewinde d1/d2	inch	3/8	½	½	¾
Gewindelänge t1	mm	9	11	11	12
Gewindelänge t2	mm	7	10	9	10
Durchmesser D	mm	30	30	43,5	43,5
Nenndruck	bar	10	10	10	10
Maximale Temperatur	°C	60	60	60	60
Kv-Wert	m^3/h	0,32	0,32	0,95	1,02

Quelle: Ingolstadt Armaturen

Bauform A1

Bauform A2

Rückflussverhinderer

Das Rückfließen von Wasser wird bei Rückflussverhinderern durch einen federbelasteten Absperrkörper ausgeschlossen. Da Rückflussverhinderer zur Undichtheit neigen, d.h. ein dichtes Verschließen als Schutz gegen Rückfließen ist z.B. bei einer Verschmutzung des Rückflussverhinderers nicht unbedingt gewährleistet, ist die ledigliche Installation eines einzigen Rückflussverhinderers als Sicherungseinrichtung nicht ausreichend.

EA - kontrollierbar

EB - nicht kontrollierbar

EC - kontrollierbarer Doppelrückflussverhinderer

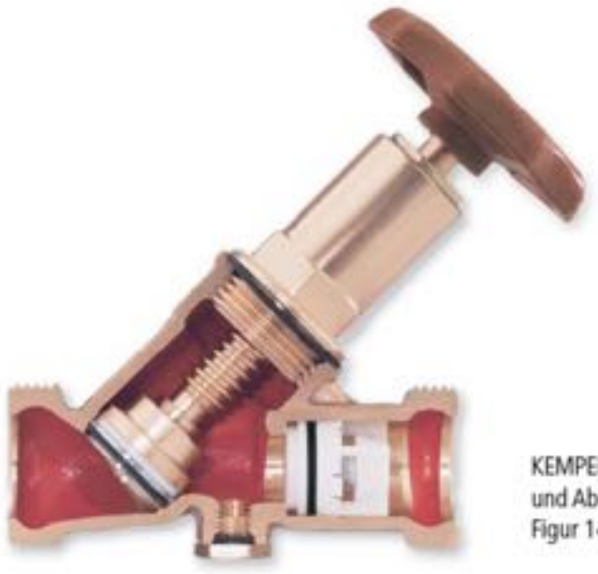
ED - nicht kontrollierbarer Doppelrückflussverhinderer

Rohrbelüfter DA in Durchgangsform

Bei Rohrbelüftern wird im Falle eines Unterdruckes durch selbsttätiges Belüften der Leitungen das Rückfließen von Wasser verhindert. Hierzu ist in dem Rohrbelüfter ein Schwebekörper vorhanden, der im Falle von Unterdruck eine Verbindung zur Umgebung herstellt. Problematisch bei Rohrbelüftern ist der Umstand, dass Verunreinigungen an dem Schwebekörper oder an der Dichtung festkleben können und dort zu einer dauerhaften Undichtheit führen.

WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

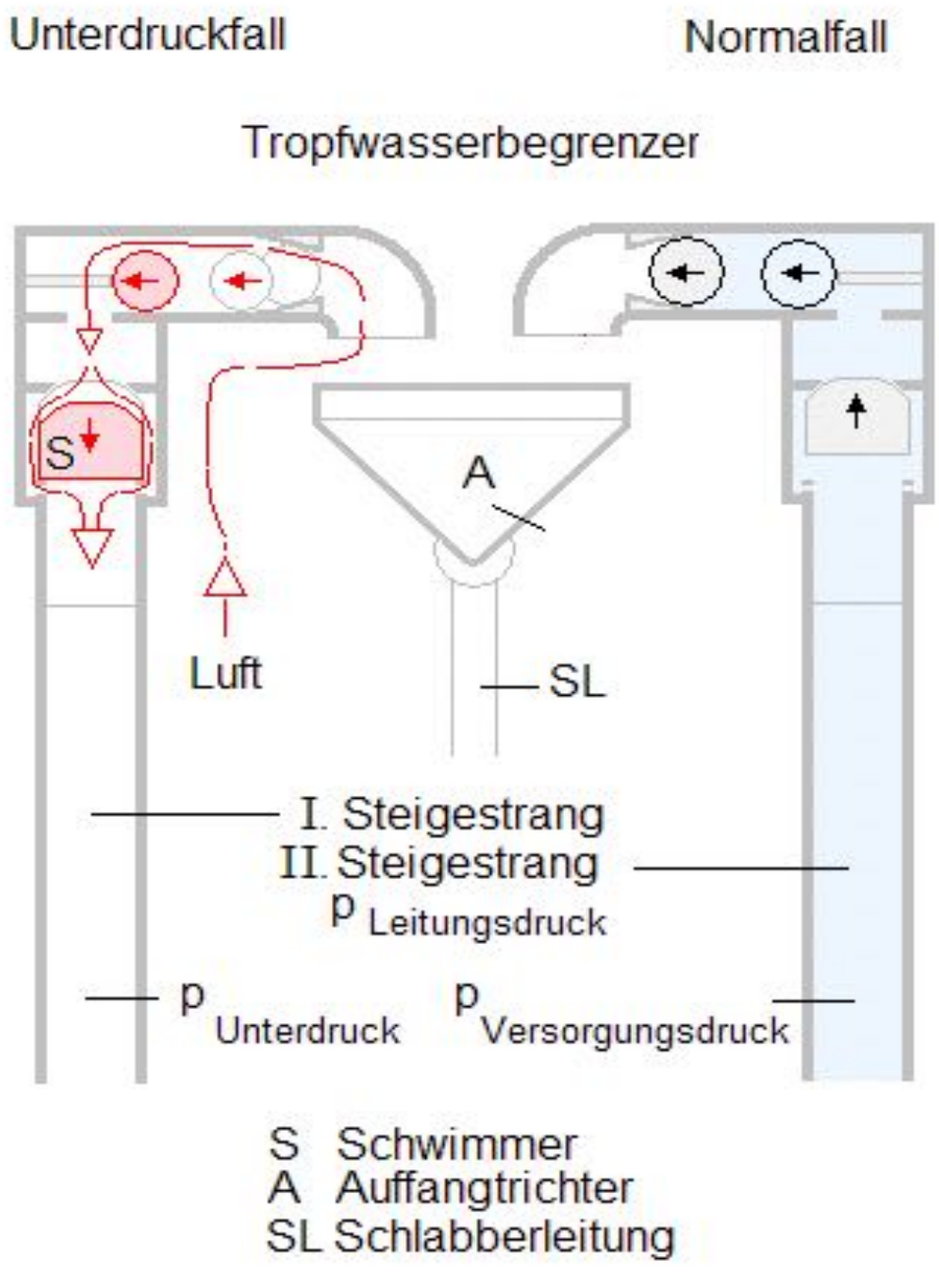
6 Sicherheits- und Sicherungseinrichtungen



KEMPER Kombi-Rückflussverhinderer (KRV) zum Sichern und Absperren mit wartungsfreier Lippendichtung
Figur 145

KEMPER Rückflussverhinderer (RV) zum Sichern Figur 158

KEMPER Dämmschale universell für alle KEMPER Freistrom-Schrägsitzventile Figur 471 10



links: Rückflussverhinderer (Werkbild Kemper); rechts: Rohrbelüfter (Wikipedia)

WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

Rohrtrenner

Ein Rohrtrenner unterbricht (‘trennt‘) die Leitungsführung sichtbar, wenn der Eingangsdruck unter einen eingestellten Sollwert (z.B. 0,5 bar über den mindestens zu gewährleistetenden Versorgungsdruck der nachgeschalteten Installationen absinkt.

BA - Rohrtrenner mit kontrollierbarer Mitteldruckzone (‘Systemtrenner‘)

CA - Rohrtrenner mit unterschiedlichen, nicht kontrollierbaren Druckzonen

GA - Rohrtrenner durchflussgesteuert

GB - Rohrtrenner nicht Durchflussgesteuert

Die KEMPER-Lösung:
KEMPER ‘Protect’ Systemtrenner BA
mit integriertem Schmutzfänger

Systemtrenner BA; Werkbild Fa. Kemper

Figur 360

WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

Schlauchanschlüsse

HA - Schlauchanschluss mit Rückflussverhinderer

HB - Rohrbelüfter mit Schlauchanschluss

HC - Automatischer Umsteller

HD - Rohrbelüfter für Schlauchanschluss, kombiniert mit Rückflussverhinderer

Druckbeaufschlagte Belüfter

LA - Druckbeaufschlagte Behälter

LB - Druckbeaufschlagte Belüfter, kombiniert mit nachgeschaltetem Rückflussverhinderer

Flüssigkeitskategorien nach DIN EN 1717

Kategorie 1 - Wasser für den menschlichen Gebrauch, das direkt aus einer Trinkwasser-Installation entnommen wird.

Kategorie 2 - Flüssigkeit, die keine Gefährdung der menschlichen Gesundheit darstellt, die für den menschlichen Gebrauch geeignet ist, einschl. Wasser aus einer Trinkwasserinstallation, das eine Veränderung in Geschmack, Geruch, Farbe oder Temperatur (Erwärmung und Abkühlung) aufweist.

Kategorie 3 - Flüssigkeit, die eine Gesundheitsgefährdung für Menschen durch Anwesenheit einer oder mehrerer weniger giftiger Stoffe darstellt.

Kategorie 4 - Flüssigkeit, die eine Gesundheitsgefährdung für Menschen durch Anwesenheit einer oder mehrerer giftiger oder besonders giftiger Stoffe oder einer oder mehrerer radioaktiver, mutagener oder kanzerogener Substanzen darstellt.

Kategorie 5 - Flüssigkeit, die eine Gesundheitsgefährdung für Menschen durch die Anwesenheit von mikrobiellen oder viruellen Erregern übertragbarer Krankheiten darstellt.

Sicherungseinrichtung		Flüssigkeitskategorie				
		1	2	3	4	5
AA	Ungehinderter Freier Auslauf	*	●	●	●	●
AB	Freier Auslauf mit nicht kreisförmigem Überlauf (uneingeschränkt)	*	●	●	●	●
AC	Freier Auslauf mit belüftetem Tauchrohr und Überlauf, Mitlauf	*	●	●	–	–
AD	Freier Auslauf mit Injektor	*	●	●	●	●
AF	Freier Auslauf mit kreisförmigem Überlauf (eingeschränkt)	*	●	●	●	–
AG	Freier Auslauf mit Überlauf durch Versuch mit Unterdruckprüfung bestätigt	*	●	●	–	–
BA	Rohrtrenner mit kontrollierbarer Mitteldruckzone	●	●	●	●	–
CA	Rohrtrenner mit unterschiedlichen, nicht kontrollierbaren Druckzonen	●	●	●	–	–
DA	Rohrbelüfter in Durchgangform	O	O	O	–	–
DB	Rohrunterbrecher Typ A2 mit beweglichen Teilen	O	O	O	O	–
DC	Rohrunterbrecher Typ A1 mit ständiger Verbindung zur Atmosphäre	O	O	O	O	O

Quelle: DIN EN 1717

6 Sicherheits- und Sicherungseinrichtungen

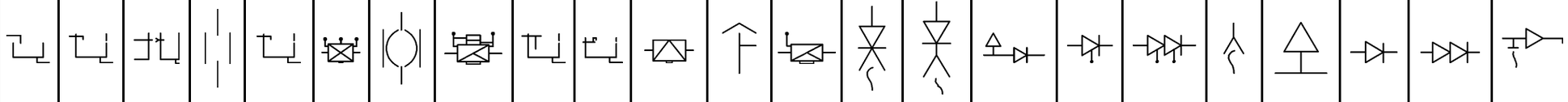
EA	Kontrollierbarer Rückflussverhinderer	●	●	–	–	–
EB	Nicht kontrollierbarer Rückflussverhinderer	Nur für bestimmten häuslichen Gebrauch (siehe Abschnitt 6)				
EC	Kontrollierbarer Doppelrückflussverhinderer	●	●	–	–	–
ED	Nicht kontrollierbarer Doppelrückflussverhinderer	Nur für bestimmten häuslichen Gebrauch (siehe Abschnitt 6)				
GA	Rohrtrenner, nicht durchflussgesteuert	●	●	●	–	–
GB	Rohrtrenner, durchflussgesteuert	●	●	●	●	–
HA	Schlauchanschluss mit Rückflussverhinderer	●	●	O	–	–
HB	Rohrbelüfter für Schlauchanschlüsse	O	O	–	–	–
HC	Automatischer Umsteller	Nur für bestimmten häuslichen Gebrauch (siehe Abschnitt 6)				
HD	Rohrbelüfter für Schlauchanschlüsse, kombiniert mit Rückflussverhinderer (Armaturenkombination)	●	●	O	–	–
LA	Druckbeaufschlagter Belüfter	O	O	–	–	–
LB	Druckbeaufschlagter Belüfter, kombiniert mit nachgeschaltetem Rückflussverhinderer	●	●	O	–	–

Allgemeine Bemerkungen:
Einrichtungen mit atmosphärischer Belüftung (z. B. AA, BA, CA, GA, GB, ...) dürfen nicht eingebaut werden, wenn dle Gefahr einer Überflutung besteht.

- ● deckt das Risiko ab
- O deckt das Risiko nur ab, wenn $p = \text{atm}$
- – deckt das Risiko nicht ab
- * trifft nicht zu

Quelle: DIN EN 1717

WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

Nr	Entnahmestelle, Apparat	Sicherungseinrichtung •: deckt das Risiko ab, O: deckt das Risiko nur ab, wenn p = atm am Einbauort; —: deckt das Risiko nicht ab																					
		AA	**AB**	**AD**	**DC**	**AF**	**BA**	**DB**	**GB**	**AC**	**AG**	**CA**	**DA**	**GA**	**HA**	**HD**	**LB**	**EA**	**EC**	**HB**	**LA**	**EB**	**ED**	**HC**
	Symbol																						
1	Aktivkohlefilter bei chemischen Apparaten	•	•	•	O	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	Badelifter	•	•	•	O	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	Badewanneneinlauf unmittelbar unterhalb des Wannenrandes häuslicher Bereich[a d]	•	•	•	O	—	•	O	•	—	—	•[b]	O	•	O	O	O	—	—	—	—	—	—
4	Badewanneneinlauf mit integrierter Absicherungsarmatur unterhalb des Wannenrandes häuslicher Bereich [d]	•	•	•	O	•	•	O	•	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	Badewanneneinlauf unterhalb des Wannenrandes nicht-häuslicher Bereich	•	•	•	O	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Bemessung der Sicherheitseinrichtung in der Praxis durch Systemvorschläge in der DIN 1988-100
Quelle: DIN 1988-100 (nur Auswahl)

Kombination aus rückspülbarem Filter und Druckminderer

Druckerhöhungsanlage, bestehend aus drei drehzahlgeregelten Umwälzpumpen (über Frequenzumformer)

WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

Druckerhöhungsanlagen

Trinkwasserfilter und Enthärtungsanlagen

WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

Umkehrosmoseanlage zur Erzeugung von demineralisiertem Wasser

Trinkwasserverteiler mit Wasseruhren (Sonderkonstruktion für den Einbau in senkrechten Leitungen), Trinkwasserfilter

Kombination aus Trinkwasserfilter und nicht rückspülbarem Filter

Absperrventile und Zirkulationsregulierventil bei Verteilung im Kellergeschoss

WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

Berechnungsgang

1. Festlegung der Wasserverbraucher in einem Raumbuch
2. Zuordnen eines Berechnungsdurchflusses für jede Entnahmearmatur
3. Bestimmung der Summendurchflüsse für jeden Leitungsabschnitt
4. Ermittlung der Spitzendurchflüsse für jeden Leitungsabschnitt
5. Berechnung des verfügbaren Rohrreibungsdruckgefälles für alle Fließwege
6. Rohrdurchmesser für den ungünstigsten Fließweg wählen
7. Strangabgleich durch Anpassung/Erhöhung des Rohrreibungsdruckgefälles für den hydraulisch zweitungünstigsten Fließweg
8. Wiederholung von 7., bis alle Fließwege dimensioniert sind

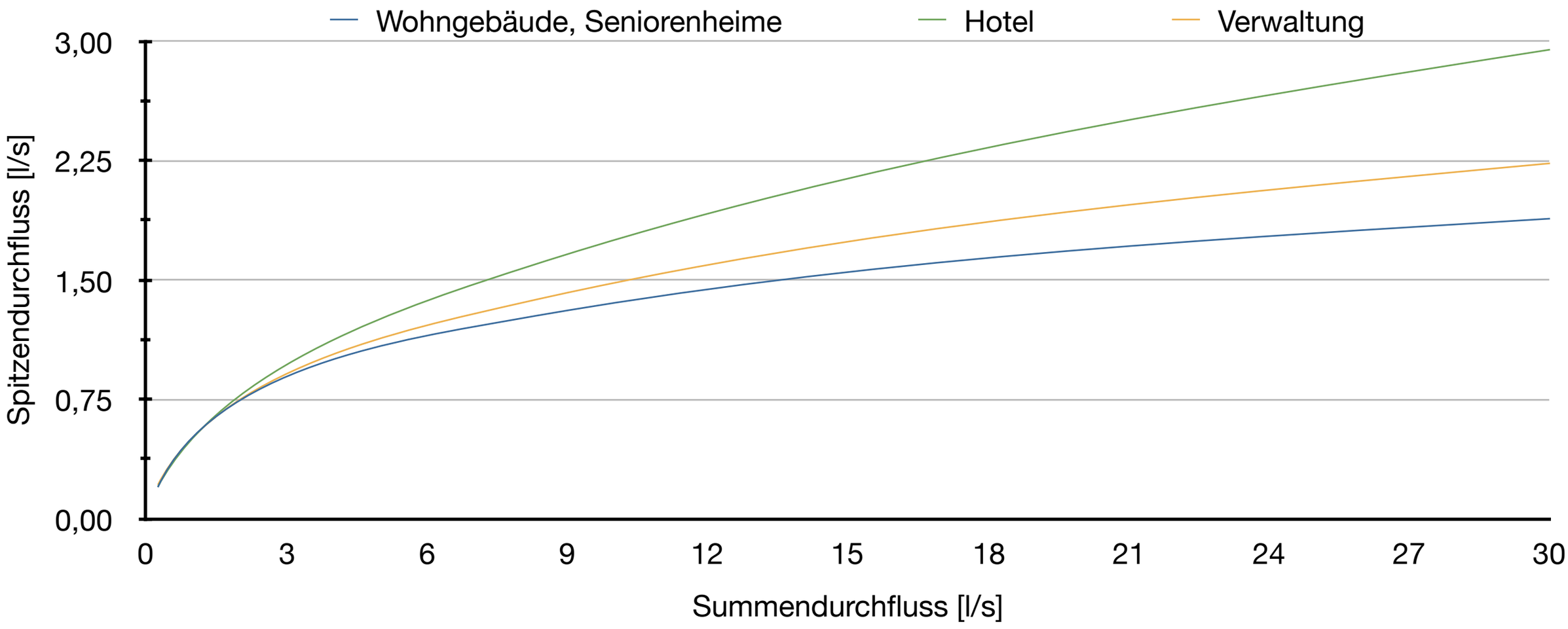
Berechnungsdurchfluss - Mittelwert aus Mindestdurchfluss und oberem Durchfluss einer Entnahmearmatur

Summendurchfluss - Summe der Berechnungsdurchflüsse aller an einen Leitungsabschnitt angeschlossener Entnahmearmaturen (Ausnahmen: Nutzungseinheiten - hier werden je Leitungsabschnitt nur die beiden Entnahmearmaturen mit den höchsten Berechnungsdurchflüssen berücksichtigt; Reihenwaschanlagen; Industrie/Gewerbe; Dauerverbraucher mit mehr als 15 Min. Entnahmezeit)

Spitzendurchfluss - tatsächlicher, maximaler Durchfluss unter Berücksichtigung der Gleichzeitigkeit

Art der Entnahmestelle	DN	Mindestfließdruck p_{minFl} MPa	Berechnungsdurchfluss $\dot{V}_R$ l/s
Auslaufventile			
ohne Strahlregler [a]	15	0,05	0,30
	20	0,05	0,50
	25	0,05	1,00
mit Strahlregler	10	0,10	0,15
	15	0,10	0,15
Mischarmaturen [b, c] für			
Duschwanne	15	0,10	0,15
Badewanne	15	0,10	0,15
Küchenspüle	15	0,10	0,07
Waschbecken	15	0,10	0,07
Sitzwaschbecken	15	0,10	0,07
Maschinen für Haushalte			
Waschmaschine (nach DIN EN 60456)	15	0,05	0,15
Geschirrspülmaschine (nach DIN EN 50242)	15	0,05	0,07

Berechnungsdurchflüsse nach DIN 1988-100 (Auswahl) - Quelle: DIN 1988-300



Spitzendurchfluss in Abhängigkeit des Summendurchflusses nach DIN 1988-300

Berechnung des zur Verfügung stehenden Druckgefälles für die Rohrreibung

$$\Delta p_{ges,v} = p_{minWZ} - \Delta p_{geo} - \sum \Delta p_{Ap} - \sum \Delta p_{RV} - p_{minFl}$$

$\Delta p_{ges,v}$	verfügbare Druckdifferenz (hPa)
p_{minWZ}	Mindestdruck am Hauswasserzähler (hPa)
Δp_{geo}	Druckverlust aus geodätischem Höhenunterschied (mbar; 1mWS = 100 hPa)
$\sum \Delta p_{Ap}$	Druckverlust in einem Apparat (hPa)
$\sum \Delta p_{RV}$	Druckverlust im Rückflussverhinderer (hPa)
p_{minFl}	Mindestfließdruck (hPa)

$$R_v = (1-a/100)/l_{ges} \times \Delta p_{ges,v}$$

R_v	Druckgefälle (hPa/m)
a	Anteil EInzelwiderstände (40 bis 60 %)
l_{ges}	Leitungslänge (m)

WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

Auswahl der Rohrdurchmesser für den hydraulisch ungünstigsten Fließweg

Für jede Teilstrecke des hydraulisch ungünstigsten Fließweges ist für den rechnerischen Spitzendurchfluss ein Rohrdurchmesser auszuwählen, dessen Druckgefälle für die Rohrreibung ermittelten Wert möglichst nahe kommt. Dabei darf für den gesamten Strömungsweg die verfügbare Druckdifferenz für die Reibung und die Einzelwiderstände nicht überschritten werden. Bei zu gering bemessenem Rohrdurchmesser ist der Rechengang mit der nächst größeren Rohrnennweite zu wiederholen (iteratives Verfahren).

Bemessung des tatsächlichen Strömungswiderstands

$\Delta p_R = R \times l$; $R = \lambda \times 1/d \times \rho/2\ v^2$; $\Delta p_E = \sum\zeta \times \rho/2 \times v^2$

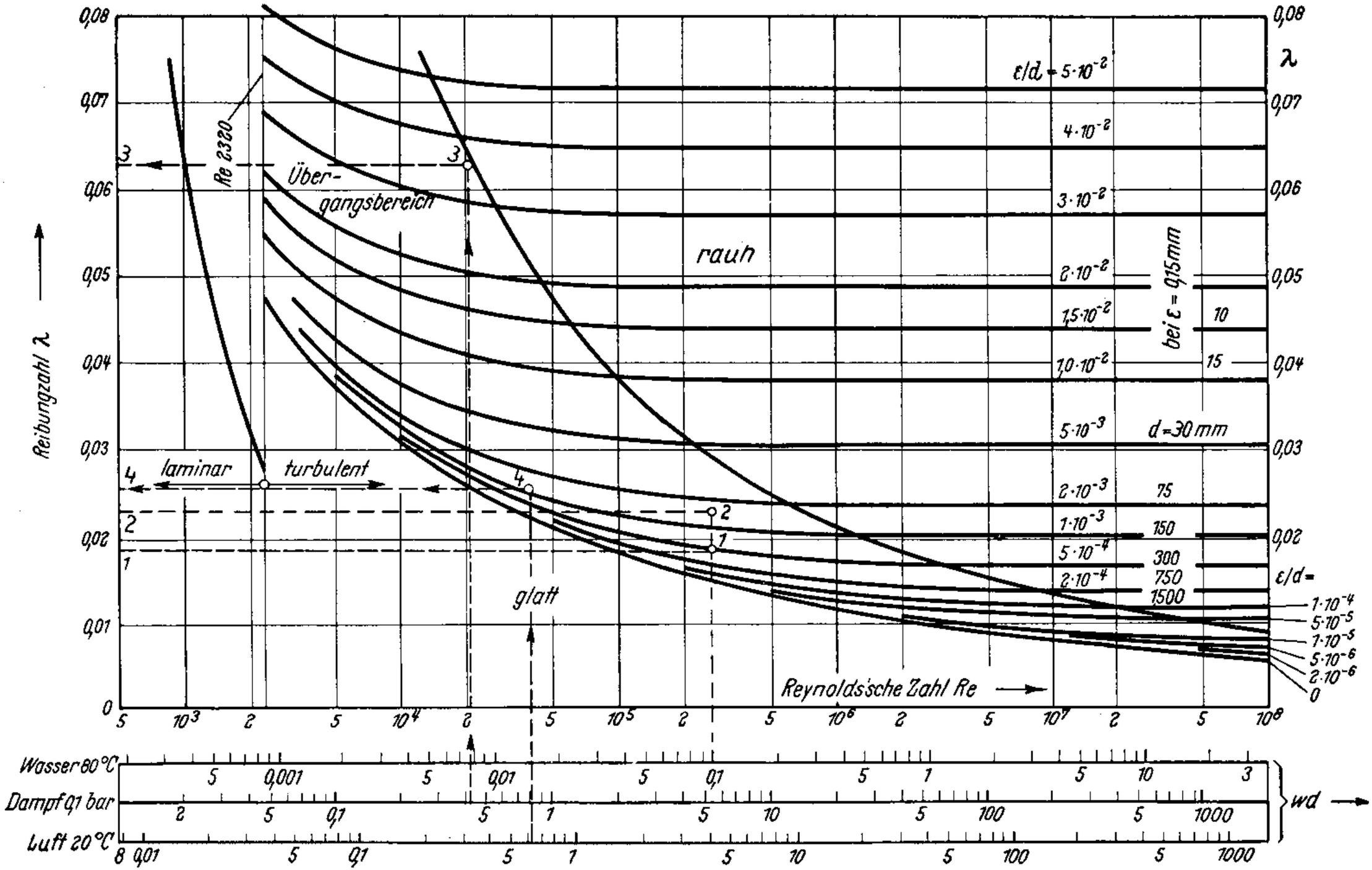
laminar: $\lambda = 64/Re$;

turbulent, hydraulisch glatt: $1/\sqrt{\lambda} = 2 \times \lg(Re\sqrt{\lambda} / 2{,}51)$;

turbulent, Übergangsbereich: $1/\sqrt{\lambda} = -2 \times \lg(2{,}51/(Re\sqrt{\lambda}) + k/(3{,}71 \times d))$

turbulent, hydraulisch rau: $1/\sqrt{\lambda} = -2 \times \lg(k/(3{,}71 \times d)$

Δp_R	Strömungsverlust durch Rohrreibung (in hPa)
R	Rohrreibungsdruckgefälle (hPa/m)
l	Leitungslänge (m)
λ	Rohrreibungszahl (dimensionslos)
d	innerer/lichter Rohrdurchmesser (m)
ρ	Dichte (in kg/m^3)
v	Strömungsgeschwindigkeit (in m/s)
Δp_E	Druckverlust der Einzelwiderstände (in hPa)
ζ	Widerstandsbeiwert (dimensionslos)
Re	Reynoldszahl (dimensionslos)
k	Rohrrauigkeit (in mm; z.B. 0,0015 mm für nichtrostenden Stahl und 0,007 mm für Kunststoff)



Bestimmung der Reibungszahl mit dem Nikuradse-Diagramm (graphische Darstellung der Ermittlung der Reibungszahl nach Prandtl, Karman und Colebrook; entnommen aus Recknagel, Schramek: Taschenbuch der Klimatechnik)

Dimensionierung von Zirkulationsanlagen

Zielvorgabe: Temperaturdifferenz zwischen Eintritt und Austritt Trinkwassererwärmer: 5K

Berechnungsvoraussetzung: Wärmedämmung der Rohrleitungen entsprechend Energieeinsparverordnung

Bemessung des Wärmedurchgangskoeffizienten der Rohrleitungen

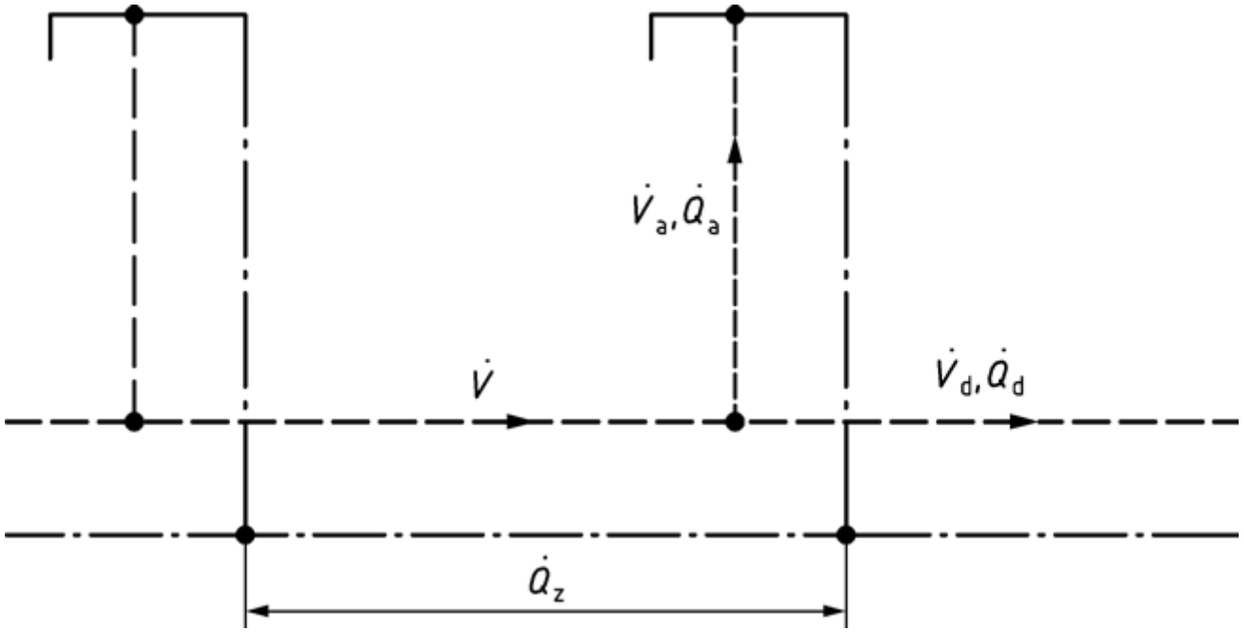
$U_R = \pi / 1/(2 \times \lambda_D) \times \ln(D/d_a) + 1/(\alpha_a D)$

U_R Wärmedurchgangskoeffizient für das Rohr (in W/(m² x K))
λ_D Wärmeleitfähigkeit der Wärmedämmung (in W/(m x K))
D Außendurchmesser einschl. Wärmedämmung (in m)
d_a Außendurchmesser der Rohrleitung (in m)
α_a äußerer Wärmeübergangskoeffizient in W/(m² x K))

Bemessung des Pumpenförderstroms

$V_P = \sum[l_w \times U_{R,w} \times (\vartheta_W - \vartheta_L)] / (\rho \times c_w \Delta \vartheta_W)$; $\Delta \vartheta_W = \Delta \vartheta_{TE}/2$; $\Delta \vartheta_{TE}$ = 4 bis 5 K

V_P Pumpenförderstrom (in m³/s)
l_w Länge der Teilstrecke w der pwh-Leitung (in m)
ϑ_W Temperatur des erwärmten Trinkwassers (in °C)
ϑ_L Lufttemperatur (in °C; 25 °C in Schächten und 10 °C in unbeheizten Kellerräumen)
c_w spez. Wärmekapazität des Wassers (in kg/(m³ x K))
$\Delta \vartheta_W$ Abkühlung des Trinkwassers in den pwh-Leitungen (in K)
$\Delta \vartheta_{TE}$ maximal zulässige Abkühlung im Zirkulationskreislauf (in K)



Legende

$\dot{Q}_a$ Wärmeverlust im Abzweigweg

$\dot{Q}_d$ Wärmeverlust im Durchgangsweg

$\dot{Q}_z$ Wärmeverlust in der Zirkulationsteilstrecke nach dem Mischpunkt

$\dot{V}$ Volumenstrom

$\dot{V}_a$ Abzweigstrom

$\dot{V}_d$ Durchgangsstrom

Bemessung der Volumenströme an Abzweigen; Quelle DIN 1988- 300

Für den Volumenstrom im Durchgang gelten:

— für den Fall $\dot{Q}_{\mathrm{d}} \geq \dot{Q}_{\mathrm{a}} + \dot{Q}_{\mathrm{z}}$ die Gleichung (18)

$$\dot{V}_{\mathrm{d}} = \frac{\dot{V} \cdot \dot{Q}_{\mathrm{d}}}{\dot{Q}_{\mathrm{a}} + \dot{Q}_{\mathrm{d}} + \eta \dot{Q}_{\mathrm{z}}} \tag{18}$$

— und für den Fall $\dot{Q}_{\mathrm{d}} < \dot{Q}_{\mathrm{a}} + \dot{Q}_{\mathrm{z}}$ die Gleichung (19)

$$\dot{V}_{\mathrm{d}} = \frac{\dot{V} \cdot \dot{Q}_{\mathrm{d}}}{\dot{Q}_{\mathrm{a}}(1-\eta) + \dot{Q}_{\mathrm{d}}(1+\eta)} \tag{19}$$

Der Volumenstrom für den Abzweig ergibt sich aus Gleichung (20) zu

$$\dot{V}_{\mathrm{a}} = \dot{V} - \dot{V}_{\mathrm{d}} \tag{20}$$

Bemessung der Volumenströme an Abzweigen; Quelle DIN 1988- 300

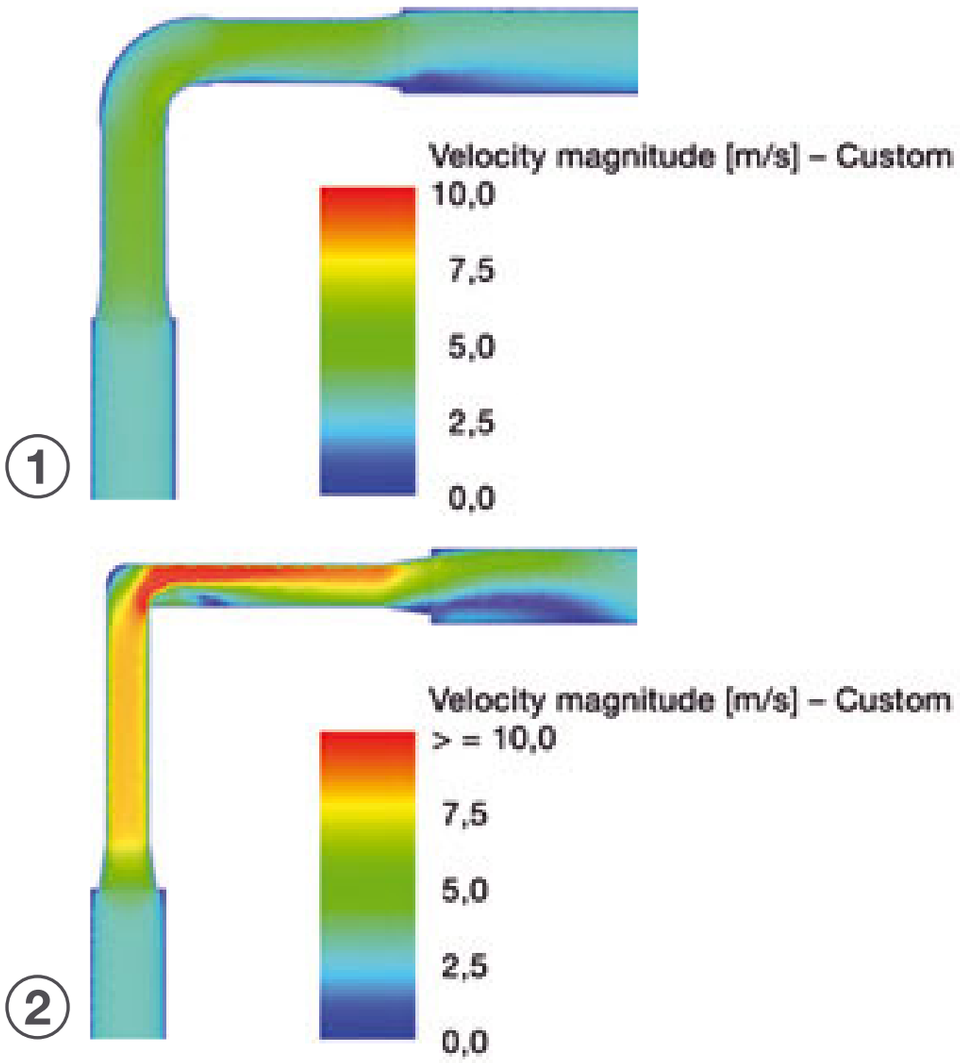
Berechnung der Förderhöhe der Umwälzpumpe

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

Δp_p	Förderhöhe der Pumpe (hPa)
$\sum (l \times R + Z)$	Summe aus Rohrreibung und Einzelwiderständen (in hPa; Berechnung analog zur Rohrnetzberechnung für Trinkwasserinstallationen
$\sum \Delta p_{Ap}$	Druckverlust in einem Apparat (hPa)
$\sum \Delta p_{RV}$	Druckverlust im Rückflussverhinderer (hPa)
$\sum \Delta p_{ZRV}$	Druckverlust in den Zirkulationsregulierventilen (in hPa)

Auslegungsgrundsatz:

Die gewählte Umwälzpumpe muss für den berechneten Volumenstrom mindestens die berechnete Förderhöhe erbringen. Die Auslegung erfolgt mithin auf Grundlage von Herstellervorgaben.



	Zeta-Wert ζ	
	Raxofix	Bsp. marktüb-licher Verbinder
Bogen	1,7	13,5
Doppelwandscheibe	3,8	18,7
Einfachwandscheibe	0,7	11,5

Einfluss der Geometrie von Formstücken auf den Widerstandsbeiwert; Quelle Fa. Viega

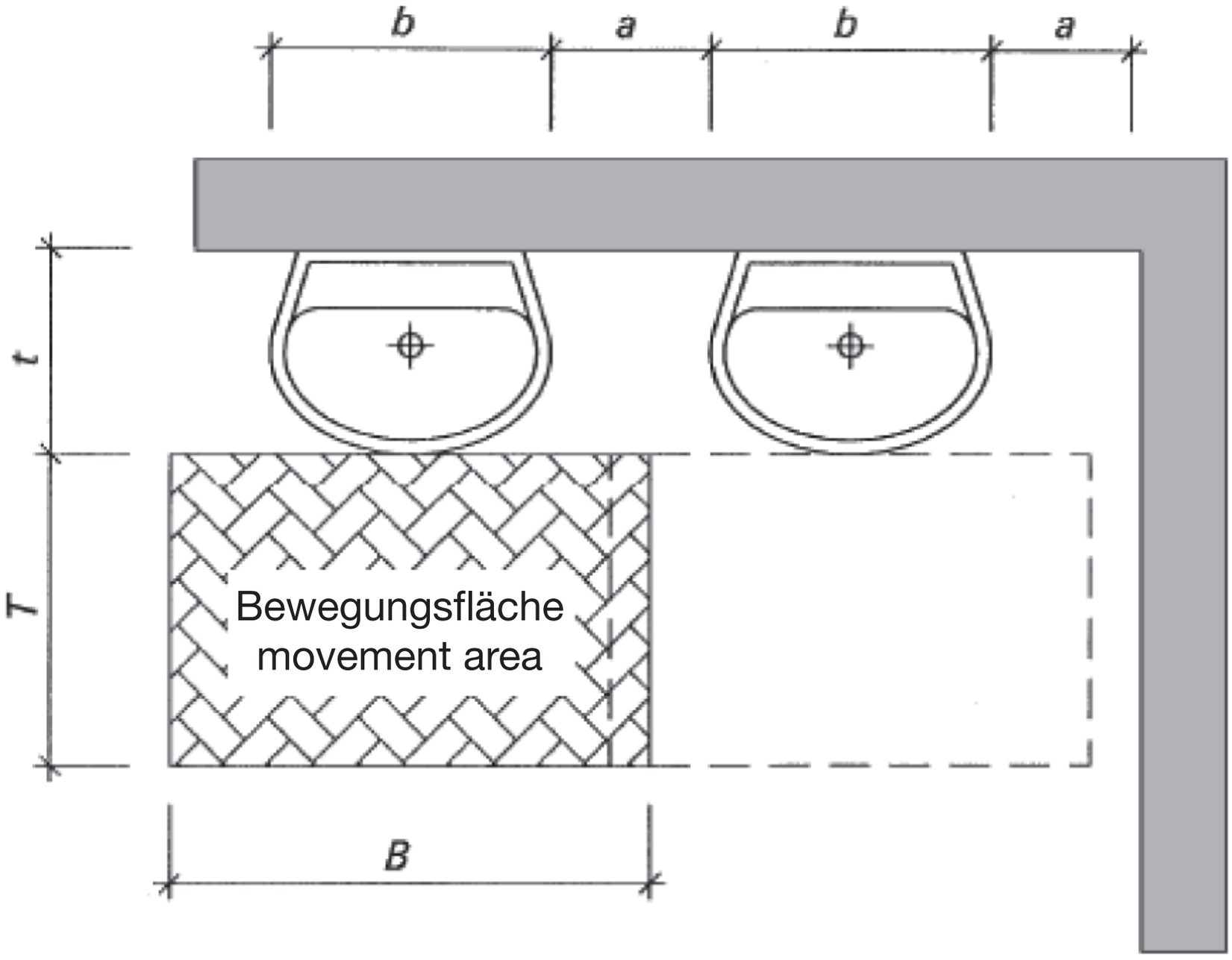
9 Vorwandinstallation

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Alle Maße in cm														
2	**Sanitäre Ausstattungs-gegenstände**	**Einzelwaschbecken**	**Doppelwaschbecken**	**Einbauwaschtisch mit einem Becken**	**Einbauwaschtisch mit zwei Becken**	**Handwaschbecken**	**Sitzwaschbecken**	**Klosettbecken, Spülung vor der Wand**	**Klosettbecken, Spülung für Wandeinbau**	**Urinalbecken**	**Duschwanne**	**Badewanne**	**Waschmaschine, Trockner**	**Ausgussbecken**	**Spüle (Einfach-/Doppel-)**
3	Kurzbezeichnung	WB	DWB	EWT	EDWT	HWB	SWB	WCa	WCu	UB	DU	BW	WM TR	AB	SP
4	**Maße von sanitären Ausstattungsgegenständen**														
5	Breite (*b*)	60	120	70	140	45	40	40	40	40	80	170	60	50	90 120
6	Tiefe (*t*)	55	55	60	60	35	60	75	60	40	80	75	60	40	60
7	**Min. Bewegungsflächen**														
8	Breite (*b*)	90	150	90	150	70	80	80	80	60	80 70[a)]	90	90	80	90 120
9	Tiefe (*t*)	55	55	55	55	45	60	60	60	60	75	75	90	55	120
10	Bei gegenüberliegender Anordnung von sanitären Ausstattungsgegenständen ist ein Abstand von 75 cm vorzusehen.														
11	**Montagehöhe**[b)] über Fertigfußboden	85 90	85 90	85 90	85 90	85 90	42[c)]	42[c)]	42[c)]	65				65	85 92

12	**Min. seitliche Abstände *a* zu anderen sanitären Ausstattungsgegenständen, Wänden und Stellflächen**													
13	WB						25	20	20	20	20	20	20		
14	DWB						25	20	20	20	20	20	20		
15	EWT						25	20	20	20	15	15	20		
16	HWB						25	20	20	20	20	20	20		
17	SW	25	25	25	25	25		25	25	25	25	25	25		
18	WCa/WCu	20	20	20	20	20	25			20	20	20	20		
19	UR	20	20	20	20	20	25	20	20		20	20	20		
20	DU	20	20	15	15	20	25	20	20	20			3		
21	BW	20	20	15	15	20	25	20	20	20			3		
22	WM/TR	20	20	15	15	20	25	20	20	20	3	3			
23	Wand	20	20			20	25	20 25[d)]	20 25[d)]	20 25[d)]			20		
24	Vorwand-Installation	Maße siehe unter Abschnitt 8													
25	Türbereich	Abstand zu Türöffnungen/Türlaibungen mind. 10 cm													

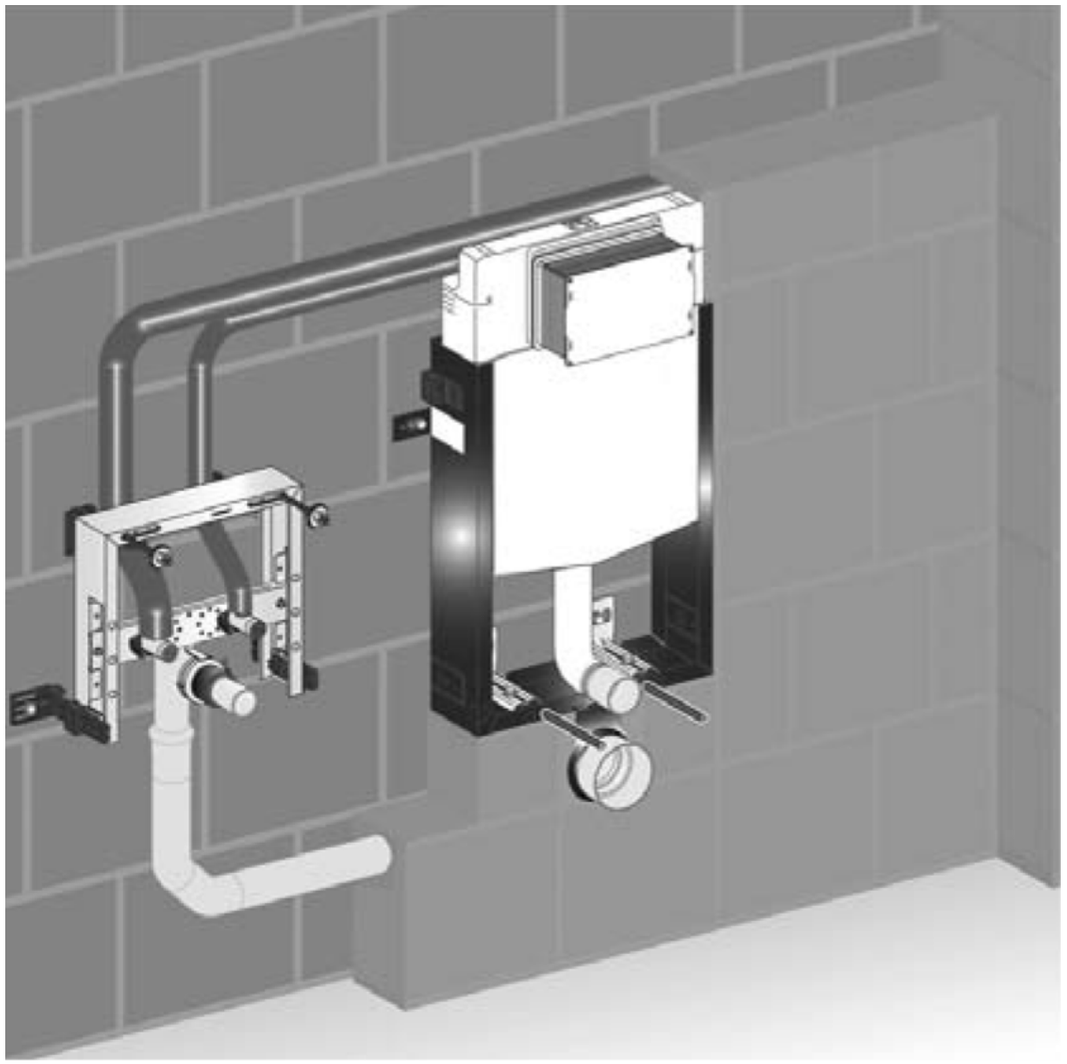
[a)] bei Eckeinstieg
[b)] kindgerechte Montagehöhen siehe unter Abschnitt 6
[c)] Oberkante Keramik bei wandhängender Ausführung
[d)] bei Wänden auf beiden Seiten

11 Vorwandinstallation

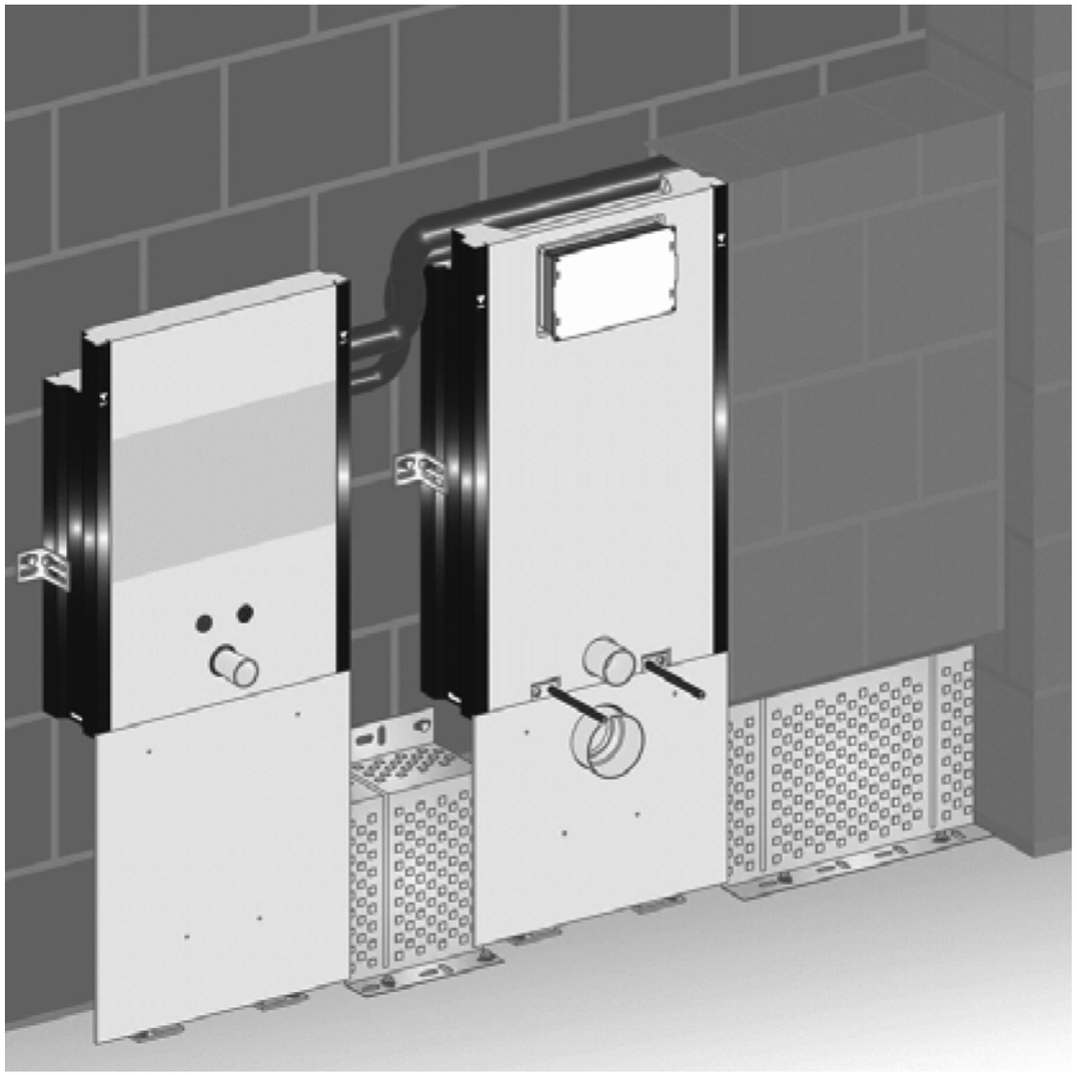


WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

11 Vorwandinstallation



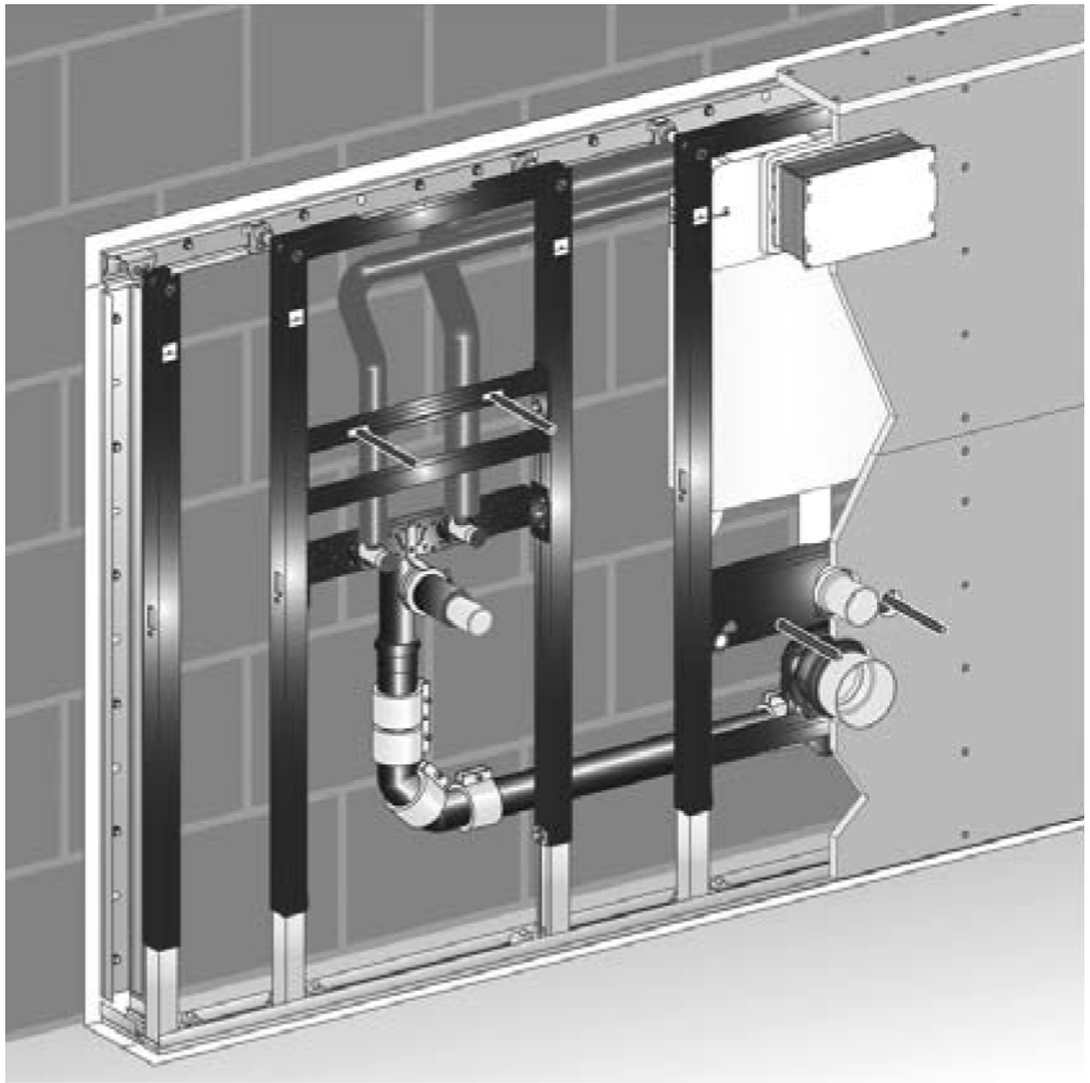
Vorgemauerte Vorwandinstallation mit Installationsrahmen zur Aus- und Ummauerung; Quelle: VDI 6000



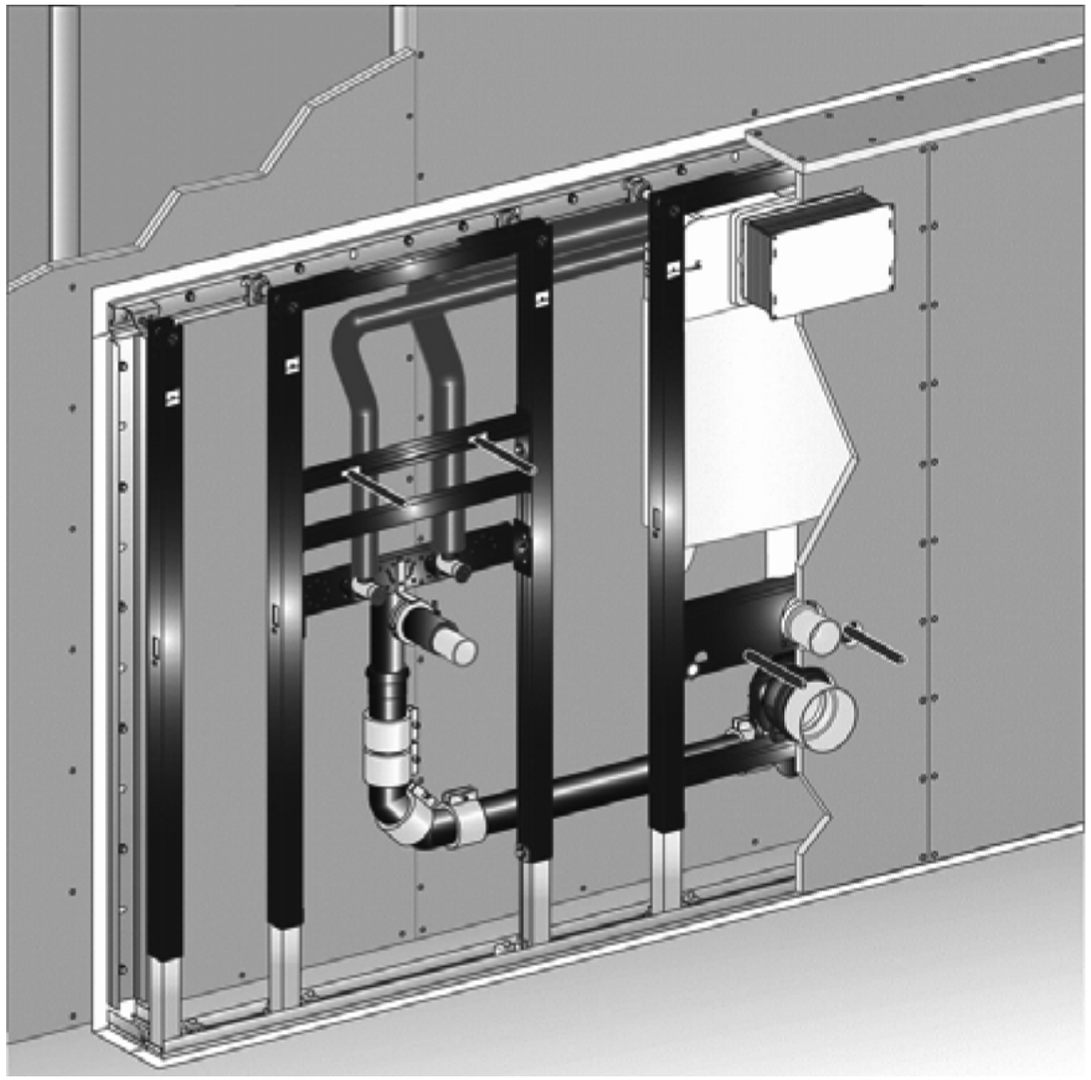
Vorgemauerte Vorwandinstallation mit Installationsrahmen zur Ummauerung; Quelle: VDI 6000

WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

11 Vorwandinstallation



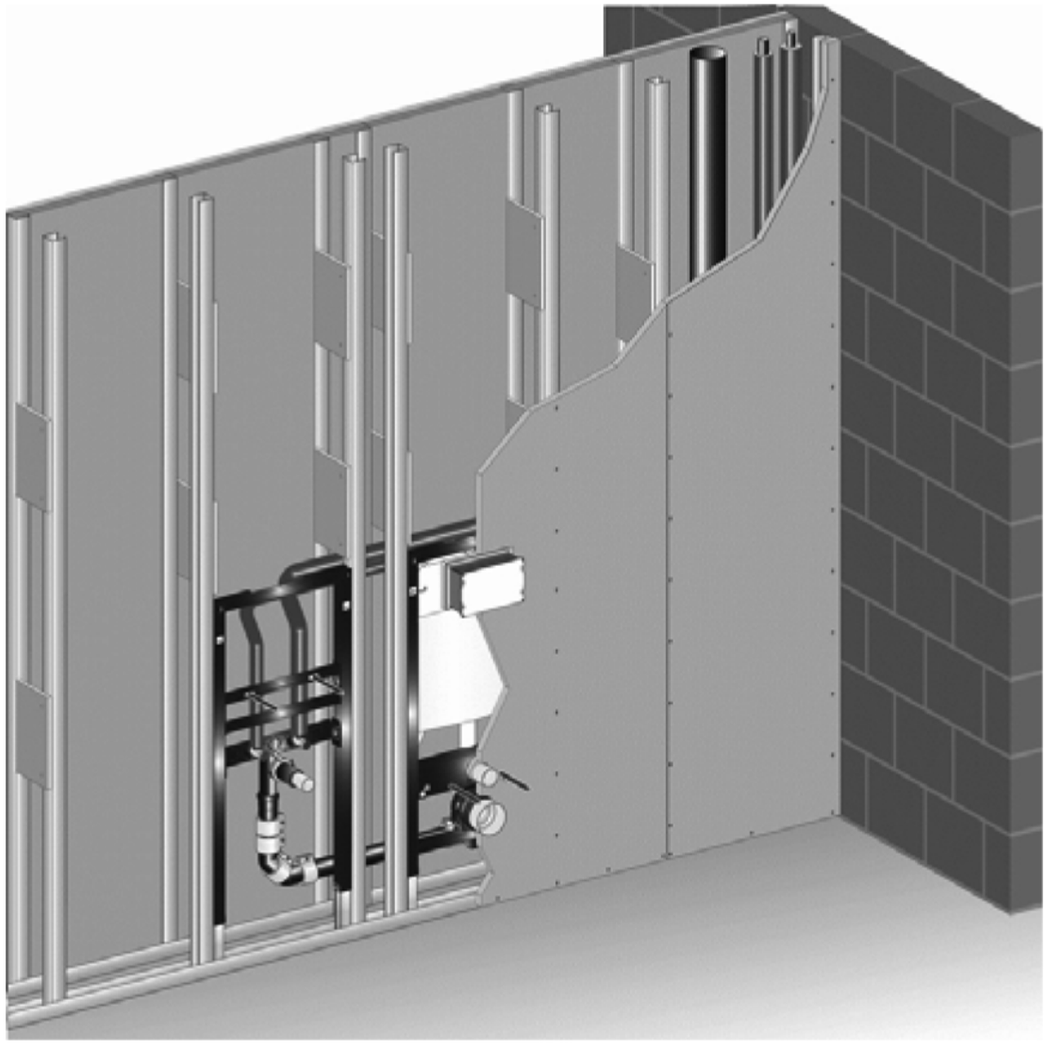
Vorwandinstallation im Trockenbau mit Installationsgestellen vor einer Massivwand; Quelle: VDI 6000



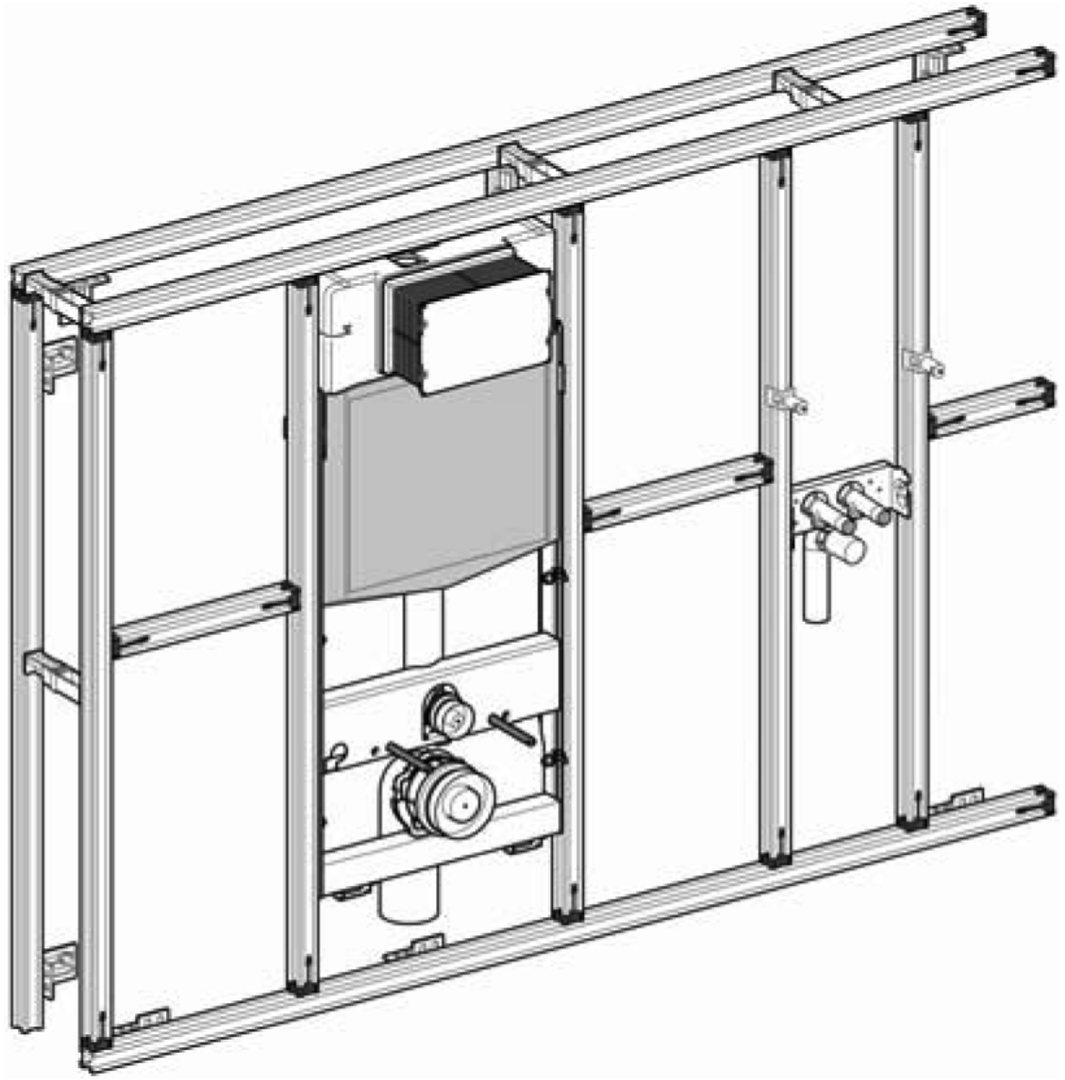
Vorwandinstallation im Trockenbau mit Installationsgestellen vor einer Metallständerwand; Quelle: VDI 6000

WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

11 Vorwandinstallation



Installationswand als frei stehende Trennwand; Quelle: VDI 6000



Industriell vorgefertigte Installations-gestellkombination; Quelle: VDI 6000

WIRTH-Ingenieure
Sachverständigengesellschaft mbH

11 Vorwandinstallation

Vorwandinstallation mit Verteilung als Ring (hygienisch besonders günstig); Quelle: Fa. Viega