



4. Trinkwasserhygiene/Planung, Inbetriebnahme und Betrieb von Trinkwasseranlagen

4.1	Einleitung	Seite 69	4.14	Betrieb der Hausinstallation	Seite 79
4.2	Was kostet hygienebewusste Planung, Ausführung und Betrieb?	Seite 69	4.15	Vorgehensweise bei der Altbausanierung	Seite 79
4.3	Anforderung an Trinkwasser	Seite 70	4.16	Desinfektion	Seite 80
4.4	Werkstoffe und Trinkwasser	Seite 70	4.17	Fazit	Seite 81
4.4.1	Viega-Edelstahl-Qualität	Seite 71			
4.4.2	Pressverbindungen	Seite 71			
4.5	Kombination verschiedener Werkstoffe	Seite 72			
4.6	Verminderung der Steinbildung	Seite 72			
4.7	Grundlagen – Mikrobiologie	Seite 72			
4.7.1	Leitbakterien	Seite 73			
4.8	Grundlagen – Wichtige Regeln der Technik	Seite 73			
4.9	Ziele für Planer – Pflichten für Betreiber	Seite 74			
4.10	Rohrführung und Dimensionierung	Seite 74			
4.10.1	Rohrführung	Seite 74			
4.10.2	Dimensionierung	Seite 77			
4.11	Dämmung	Seite 77			
4.12	Allgemeines zu Leistungsverzeichnissen	Seite 78			
4.13	Installation und Inbetriebnahme	Seite 78			
4.13.1	Hygienischer Umgang mit Materialien	Seite 78			
4.13.2	Prüfung auf Dichtheit	Seite 78			
4.13.3	Erstbefüllung	Seite 79			



4.1 Einleitung

Noch nie war die Qualität des Trinkwassers an den Entnahmestellen der Installation so im Fokus von Hygienikern, Technikern, Betreibern und Juristen wie derzeit. Schließungen von Nobel-Hotels, Austausch neuer Installationen und Regressforderungen sind nur ein Teil der Folgen, die auf eine mikrobiologische oder chemische Verunreinigung folgen können.

Auf der anderen Seite wird in der Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001) davon ausgegangen, dass alle Anforderungen an ein gesundes und gesundtaugliches Trinkwasser eingehalten werden, wenn bei Planung, Bau und Betrieb die allgemein anerkannten Regeln der Technik angewendet werden.

Wie kommt es dennoch dazu, dass immer wieder einzelne Installationen auffällig werden? Zum einen, weil heute mehr kontrolliert wird und damit Unzulänglichkeiten eher auffallen. So sind die Gesundheitsämter gemäß TrinkwV 2001 zu stichprobenartigen Kontrollen in öffentlichen Gebäuden verpflichtet. Darüber hinaus ermöglichen neue Techniken und Untersuchungsmethoden die Zuordnung von Infektionen zu den eigentlichen Ursachen. So weiß man mittlerweile, dass ein Großteil der im Krankenhaus erworbenen Infektionen mit *Pseudomonas aeruginosa* über den Wasserpfad erfolgen und nicht, wie früher angenommen, über den Patienten selbst. Auch zur Relevanz von Legionellen gibt es neue Erkenntnisse. Nach neueren Berechnungen geht man von 21.000 Erkrankungen pro Jahr aus, von denen 10 bis 15 % tödlich verlaufen – aber gemeldet werden trotz Meldepflicht keine 600 pro Jahr (Quelle: Robert Koch Institut).

Zum anderen sind viele Gebäude im Bestand, deren Trinkwasser-Installationen vorrangig unter dem Gesichtspunkt "Komfort" auf optimale (optionale) Wasserversorgung in allen Bereichen der Gebäude ausgelegt worden waren. Überdimensionierung, lange Entleerleitungen, Sammelsicherungen oder große Warmwasserspeicher waren einige der Folgen, die aus hygienischer Sicht nicht mehr zeitgemäß sind.

Hier ergibt sich ein großer Sanierungsbedarf, der in Zeiten leeren Kassen oftmals nur schrittweise oder sehr spät realisiert wird. Einen Bestandsschutz für unzureichende Trinkwasser-Installationen gibt es jedoch nicht.

4.2 Was kostet hygienebewusste Planung, Ausführung und Betrieb?

Hygienebewusste Planung und Kosteneinsparungen sind kein Widerspruch. Sie rechnet sich allein schon über Material- und Arbeitskosteneinsparungen. Weitere Kostenfaktoren wie z. B. mögliche Ausfallzeiten von ca. 500 € pro Bett und Tag in Krankenhäusern, die Kosten von Desinfektionsmaßnahmen oder gar Regressforderungen müssen in eine solche Berechnung nicht einfließen, um zu einer positiven Bilanz zu kommen.

Denn die Grundregel einer hygienebewußten Planung und Installation lautet: reduziere das Leitungsvolumen und die Leitungslängen so weit wie möglich. Dies führt zu Einsparungen nicht nur bei Rohren und Verbindern, sondern auch bei Befestigungs- und Dämmmaterial. Dieses Ziel zu realisieren, setzt einen erhöhten Planungs- und Abstimmungsbedarf mit dem Architekten voraus. Denn die geschickt gewählte Lage der Hauszentrale und Schächte sind Grundlage dafür, dass Rohrlängen begrenzt und getrennte Schächte und Rohrtrassen für warm- und kaltgehende Leitungen realisiert werden können. Weiterhin lassen sich die Dimensionen bei Kellerverteil- und Steigeleitungen aus Metall mit ihrem freien Querschnitt um ein bis zwei Abmessungen reduzieren (vgl. Abb. 12), wenn reale Druckverluste von Verbindern und Ventilen, die Auswahl realistischer Gleichzeitigkeiten und die Nutzung der Abmessung 64 mm zugrunde gelegt werden. Die innenliegende Zirkulation ist ein weiterer Baustein zu einer wirtschaftlich und hygienisch optimierten Installation.

Die Volumina je Stichleitung können weiter reduziert werden, wenn lange Reihen- oder Ringleitungen gegebenenfalls geteilt und statt von zwei dann von drei geringeren dimensionierten Steigsträngen versorgt werden (siehe Abb. 1a + 1b).

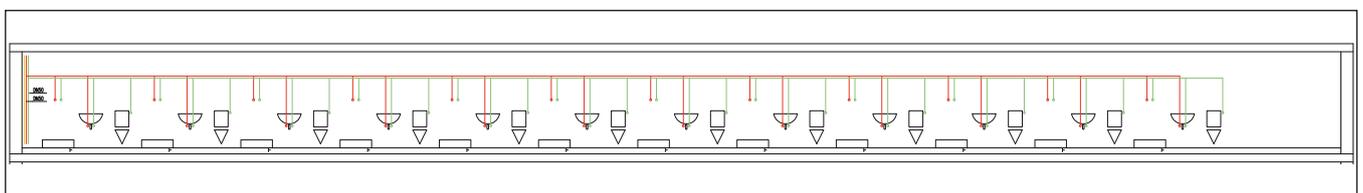


Abb. 1a: Ungünstige Installationsweise: Hohe Druckverluste und hohe Gleichzeitigkeiten führen zu großen Leitungsdimensionen und damit zu wenig Wasseraustausch.

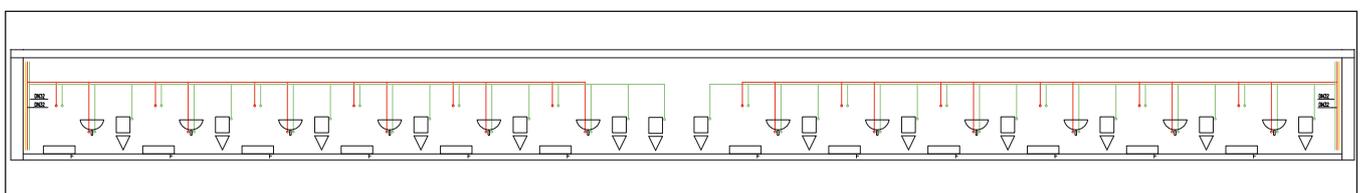


Abb. 1b: Günstige Installationsweise: Reduzierte Leitungslänge durch doppelte Strangführung. Anordnung von Besuchertoiletten am Leitungsende begünstigen den Wasseraustausch und sichern somit die Trinkwassergüte.



Werden dann noch die Verbraucher eingeschleift und der/die Hauptverbraucher an das Ende einer Reihenleitung gelegt (z. B. die Besuchertoilette oder Cafeteria), dann ist aus planerischer Sicht vieles getan, um den Wasseraustausch zu fördern.

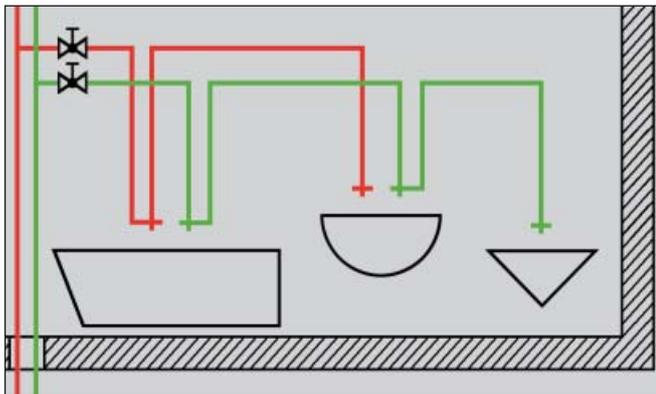


Abb. 2: Hygienisch sinnvolle Anordnung der Verbraucher in einem Badezimmer.

Die meisten der hier exemplarisch aufgeführten Maßnahmen reduzieren nicht nur den Materialeinsatz und Arbeitsaufwand, sondern reduzieren auch das Wasservolumen. Durch die minimierten Wasservolumen wird der von Hygienikern geforderte dreimalige vollständige Wasserwechsel pro Woche zumeist schon im normalen Betrieb erreicht und die Betriebskosten sinken. Der Einsatz bzw. die Häufigkeit von Spülzeiten z. B. durch automatisierte Spülsysteme wird so auf Gebäude oder Gebäudebereiche mit bestimmungsgemäßen Betriebsunterbrechungen beschränkt wie z. B. auf Schulen und deren Turnhallen.

Insofern ist die eingangs gestellte Frage ganz klar mit "Ja" zu beantworten. Hygiene ist wirtschaftlich.

4.3 Anforderung an Trinkwasser

Wasser für den menschlichen Gebrauch – und dazu zählt neben dem "Trinkwasser" auch solches für die Körperpflege oder zur Reinigung von Geschirr – muss "frei von Krankheitserregern, genusstauglich und rein sein". Dabei wird kein steriles oder völlig unverändertes Trinkwasser gefordert. Die chemischen oder mikrobiologischen Änderungen dürfen maximal bis zum Grenzwert gehen, müssen aber soweit wie möglich technisch minimiert werden. Ermittelt werden sie an den Entnahmestellen, die der Entnahme von Wasser für den menschlichen Gebrauch dienen (§ 8 TrinkwV). Um im Falle einer Verunreinigung des Trinkwassers schnell und zuverlässig herauszufinden, ob nur eine Entnahmearmatur oder aber ein Teilbereich oder die gesamte Installation betroffen ist, sind fest eingerichtete Probenahmestellen in Gebäuden sinnvoll. Sie können auch vom Gesundheitsamt für die vorgeschriebene Überwachung genutzt werden. Besonders wirtschaftlich sind zweiteilige

Probenahmventile, bei denen weniger Betätigungseinheiten als Ventile vorgehalten werden müssen und somit Kosten gespart werden. Sie bieten auch die höchste Sicherheit bei den Probenahmen, da die Betätigungseinheit sowohl vor Ort als auch zentral sterilisiert oder desinfiziert werden kann. Das Ventil selbst ist totraumfrei und besitzt eine inerte Oberfläche (Abb. 3). Somit werden falsche positive Befunde vermieden.



Abb. 3: Zweiteiliges Probenahmventil, totraumfrei und mit inertem Ventilkörper für sichere und wirtschaftliche Probenahmen.

4.4 Werkstoffe und Trinkwasser

Von Werkstoffen soll gemäß TrinkwV keine unzulässige Veränderung der Trinkwasserbeschaffenheit ausgehen. Als nationales, die TrinkwV ergänzendes Regelwerk beschreiben beispielsweise die DIN 50 930-6, die KTW-Anforderungen und das DVGW-Arbeitsblatt W 270 den Einfluss werkstoffseitiger Parameter auf die Trinkwasserbeschaffenheit. Die meisten Werkstoffe wie PE-Xc, Edelstahl, Rotguss und verzinnertes Kupfer können in allen Trinkwässern eingesetzt werden. Andere unterliegen Einsatzbeschränkungen, die den Regelwerken oder auch den Herstellerangaben zu entnehmen sind. Kupfer kann in nahezu allen Trinkwässern eingesetzt werden (vergl. DIN 50 930-6). Grundsätzlich werden alle später wasserbenetzten Oberflächen von Viega Produkten während der Qualitätsprüfungen nicht mit Wasser benetzt. Nur so lassen sich mikrobiologische Verunreinigungen aufgrund von Produktionsprozessen vermeiden, die bei anderen Bauteilen wie Druckerhöhungsanlagen und Magnetventilen bereits zu Nutzungsverboten von Trinkwasser-Installationen geführt haben.

Für metallene Werkstoffe finden sich weiterhin Hinweise zur Beständigkeit in der DIN EN 12 502-1 bis 5, die die DIN 50 930-1 bis 5 ersetzt hat. In dieser DIN EN 12 502 wird unter



anderem aufgeführt, dass Pressverbinder und Bauteile aus Rotguss die Wahrscheinlichkeit für Schäden verringern. Weiterhin finden sich hier allgemeine Hinweise zur Kombinationsfähigkeit von Werkstoffen, die noch detaillierter in der DIN 1988-7 (Dez. 2004) aufgeführt sind (vergl. Kap. 4.5). Alle aufgeführten Normen bestätigen die Sicherheit des Viega Systemverbunds mit metallenen Werkstoffen für die Kellerverteil- und Steigeleitungen und flexiblen Werkstoffen auf der Etage. Auch die wasserbenetzten Oberflächen der Armaturen bestehen ausschließlich aus Rotguss oder Edelstahl und sind damit in allen Trinkwässern einsetzbar.

Beim Edelstahl von Viega wurde die Beständigkeit über die normativen Anforderungen hinaus erhöht, um dem Betreiber auch unter kritischen Rahmenbedingungen erhöhte Sicherheit z. B. gegenüber Desinfektionsmitteln bieten zu können. So liegt die international anerkannte PRE-Zahl, die die Lochkorrosionsbeständigkeit von Edelstählen beschreibt, grundsätzlich bei größer als 24. Beim Werkstoff 1.4401/1.4404, aus dem das bisherige Sanpress-Rohr 1.4401 und alle Sanpress Inox-Verbinder bestehen, wird dies erreicht durch 2,3 bis 2,5 % Molybdän statt den vorgeschriebenen 2,0 % bei 16,5 % Chrom. Beim neuen Sanpress-Rohr 1.4521 wird diese erhöhte Beständigkeit durch Chromgehalte von mindestens 17,5 % statt 17 % und Molybdängehalte von 2,0 bis 2,5 % statt 1,8 % erreicht. In der Summe ergibt sich in beiden Fällen eine identische PRE-Zahl größer 24.

4.4.1 Viega-Edelstahl-Qualität

Chrom und Molybdän erhöhen die Beständigkeit nicht rostender Stählen. In Bezug auf Lochfraß und Spaltkorrosion in chloridhaltigen wässrigen Lösungen ist Molybdän deutlich wirksamer als Chrom. Systematische Untersuchungen zeigen einen linearen Zusammenhang, der wiedergegeben wird in folgender Formel als "Chromäquivalent" (Wirksumme oder PRE):

$$PRE = \%Cr + 3,3x\%Mo.$$

Somit geht Chrom mit dem Faktor 1 und Molybdän mit dem Faktor 3,3 ein in die Formel zur Berechnung der PRE-Zahl. Dies bedeutet, dass 0,3 % Mo in seiner Wirkung 1,0 % Cr ersetzen kann. Ob man über erhöhte Chrom- oder Molybdängehalte eine erhöhte Beständigkeit erzielt, ist werkstoff- und herstellerspezifisch. Die Benutzung des PRE-Wertes (Pitting Resistance Equivalent) ist Stand der Technik, um die nicht rostenden Stähle in einer Rangliste ihrer Beständigkeit gegen Lochfraß und Spaltkorrosion entsprechend einzuordnen. Ein um den Zahlenwert 1 höherer PRE-Wert führt zu einer deutlich erhöhten Korrosionsbeständigkeit des Systems, so dass beispielweise in einem korrosiv bis an die Grenze der Beständigkeit belasteten Edelstahl-System mit einer PRE-Zahl von nur 23 bei 60 °C ein Schaden auftritt, während bei den Viega-Systemen aus 1.4521 und 1.4401 mit einer identischen PRE-Zahl von mehr als 24 auch bei 70 °C kein Schaden zu erwarten ist.

Tab. 1: Chemische Zusammensetzung (Massenanteil in %) des nicht rostenden ferritischen Stahles 1.4521 und des austenitischen Stahles 1.4401/1.4404 nach Norm DIN EN 10088-2:2005 und nach Viega-Spezifikation für erhöhte Beständigkeit.

Werkst.-Nr. (Kurzname)	1.4521 (X2CrMoTi18-2)	1.4401/1.4404 (X5CrNiMo17-12-2)/ (X2CrNiMo17-12-2)
C	max. 0,025	max. 0,07/0,030
Si	max. 1,00	max. 1,00
Mn	max. 1,00	max. 2,00
P	max. 0,040	max. 0,045
S	max. 0,015	max. 0,015
N	max. 0,030	max. 0,011
Cr	17,0 bis 20,0 (min. 17,5)¹⁾	16,5 bis 18,5
Mo	1,80 bis 2,50 (min. 2,0)¹⁾	2,00 bis 2,50 (min. 2,3)¹⁾
Ni	-	10,0 bis 13,0
Ti	[4x(C+N)+0,15] bis 0,80 ¹⁾	-
PRE-Wert (Norm)	23	23,1
PRE-Wert (Viega)	24,1¹⁾	24,1¹⁾
¹⁾Viega-Qualität inkl. Stabilisierung durch Titan und Niob und Limitierung von C + N auf ≤0,030 %		

4.4.2 Pressverbindungen

Bei Systemen mit Pressverbindungen sind keine Hilfsstoffe wie Flussmittel etc. notwendig, die einen Einfluss auf die Vermehrung von Bakterien haben können. Weiterhin wird die Anzahl gehafter Verbindungen, die als kritisch in Bezug auf Bakterienwachstum gelten, auf ein Mindestmaß reduziert.

Bei der Vielfalt der Durchflussmedien kommt vor allem dem **elastomeren Dichtelement** im Pressverbinder für die Betriebssicherheit eine besondere Bedeutung zu. Entscheidend ist, dass es kein Universalsystem für alle Anwendungen gibt, sondern nur maßgeschneiderte Systeme, die auch als wirtschaftliche Lösungen den Betriebsbelastungen über mindestens 50 Jahre standhalten. In der Rohrleitungssystemtechnik von Viega kommen vier Elastomere zum Einsatz, die gemäß Abb. 11, Kapitel 7 temperaturspezifische Leistungsprofile aufzeigen. Während ein HNBR über eine sehr gute Kälteelastizität in Pressverbindern, z. B. für außen liegende Gasinstallationen, verfügt, bietet die EPDM-Qualität von Viega hervorragende Eigenschaften für alle üblichen Wasser- und Heizungsanwendungen, auch oberhalb von 70 °C. Gerade metallene Rohrsysteme werden oft universell, d. h. auch bei Sanierungen und Erweiterungen gewerblicher Anlagen und in der Industrie eingesetzt, wo auch hohe Betriebstemperaturen anzutreffen sind. Nur mit höchsten Qualitätsansprüchen an die Dichtelemente und die Systemtechnik, wie Viega sie bietet, ist die erforderliche Langzeitsicherheit gegeben.



Das EPDM-Dichtelement für Trinkwasser hat selbstverständlich die strengen mikrobiologischen Prüfungen nach DVGW-Arbeitsblatt W 270 bestanden. Bei dieser Prüfung wird der mikrobiologische Bewuchs einer Edelstahloberfläche verglichen mit dem auf dem Elastomer.

4.5 Kombination verschiedener Werkstoffe

Die Verwendung verschiedener Werkstoffe in der Trinkwasser-Installation entspricht den Regeln der Technik (DIN 1988-7). So können beispielsweise Rohre aus Kupfer, innenverzinnem Kupfer, nicht rostendem Stahl und PE-X miteinander kombiniert werden. Bei Kombinationen von Rohren aus verzinkten Eisenwerkstoffen mit anderen Rohrwerkstoffen ist die DIN 1988-7 zu beachten. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit kann gesagt werden, dass größere Bauteile und Apparate aus Kupfer, Kupferlegierungen, verzinnem Kupfer und Kupferloten in Fließrichtung nicht vor solchen aus verzinkten Eisenwerkstoffen angeordnet werden dürfen. Als Übergang zwischen Edelstahl und verzinktem Stahl werden Übergangsstücke aus Kupferlegierungen empfohlen, deren Länge mindestens dem Rohrdurchmesser entspricht. Hierdurch wird das Ausmaß der Bimetallkorrosion – in Abhängigkeit von der Wasserbeschaffenheit – verringert. Bei Wässern mit hoher Leitfähigkeit kann die Sanpress-Isolierverschraubung übermäßige Kalkablagerungen vermeiden, die bis zum vollständigen Verschluss der Rohrleitung hinter dem Warmwasserspeicher führen können.

Tab. 2: Kombination von Rohrleitungen und Bauteilen gemäß DIN 1988-7.

Rohr Bauteil	Nicht rostender Stahl	Verzinkte Eisenwerkstoffe	Kupfer	Kupfer verzinkt
Nicht rostender Stahl	✓	b	✓	✓
Verzinkte Eisenwerkstoffe	–	✓	b + c	–
Kupfer	✓	b + c	✓	✓
Kupfer- legierungen	✓	a	✓	✓
Kupfer verzinkt	✓	b + c	✓	✓

a Die Verwendung einzelner Armaturen aus Kupferlegierungen in Rohrleitungssystemen aus schmelztauchverzinktem Stahl führt erfahrungsgemäß nicht zu einer Gefährdung des schmelztauchverzinkten Stahls. Erst bei einer Häufung von Bauteilen aus Kupferwerkstoffen ist ein erhöhtes Risiko für kupferinduzierten Lochfraß anzunehmen.
 b Übergangsstück aus einer Kupferlegierung.
 c Flussregel beachten.
 ✓ Zulässig
 – Nicht zulässig

4.6 Verminderung der Steinbildung

Hartes bis sehr hartes Trinkwasser reduziert die Lebensdauer von Apparaten und Bauteilen der Trinkwasser-Installation. Zudem erhöht es den Energiebedarf erheblich, da Kalkablagerungen auf Heizstäben den Wärmeübergang behindern. Insofern sind Maßnahmen zur Enthärtung des Trinkwassers ökonomisch und ökologisch in solchen Fällen sinnvoll. Die

Calciumsättigung muss weiterhin den Anforderungen der TrinkwV entsprechen. Dazu ist je nach Verfahren der pH-Wert anzuheben, wodurch gleichzeitig eine Korrosionsschutzwirkung erzielt wird. Maßnahmen und Verfahren zur Verringerung der Wasserhärte sind in der DIN 1988-7 aufgeführt.

Tab. 3: Maßnahmen zur Vermeidung der Steinbildung in Abhängigkeit der Wasserhärte und Temperatur gemäß DIN 1988-7.

Calcium-Massen- konzentration [mg/l]	Maßnahmen bei $\delta \leq 60 \text{ °C}$	Maßnahmen bei $\delta \leq 60 \text{ °C}$
< 80 Entspricht etwa Härtebereich 1 und 2 ¹⁾	Keine	Keine
80 bis 120 Entspricht etwa Härtebereich 3 ¹⁾	Keine oder Stabilisierung oder Enthärtung	Stabilisierung oder Enthärtung empfohlen
120 Entspricht etwa Härtebereich 4 ¹⁾	Stabilisierung oder Enthärtung empfohlen	Stabilisierung oder Enthärtung

¹⁾ S. Wasch- und Reinigungsmittelgesetz § 7

4.7 Grundlagen – Mikrobiologie

Trinkwasser kann seine Eigenschaft als einwandfreies Lebensmittel verlieren, wenn sich Mikroorganismen übermäßig vermehren. Dazu benötigen sie:

- Nährstoffe
- Zeit für die Vermehrung (Stagnationszeiten)
- ideale Wachstumstemperaturen.

Da sich diese Risikofaktoren mit technischen Mitteln minimieren und durch einen fachgerechten Betrieb nahezu ausschließen lassen, ist eine zentrale Trinkwasser-Versorgung überhaupt möglich.

Nachfolgend wird ein kurzer Überblick zu diesen Faktoren und den derzeit hygienisch bedeutendsten Bakterienarten in Trinkwasser-Installationen gegeben.

Nährstoffe sind in deutschen Trinkwässern nur in sehr geringen Mengen vorhanden. Wenn überhaupt, dann kann ein Nährstoffeintrag über ungeeignete Werkstoffe in das Trinkwasser der Hausinstallation erfolgen. Metalle geben grundsätzlich keine Nährstoffe ab oder hemmen wie Kupfer sogar das Bakterienwachstum. Wenn überhaupt, kommen also nur organische Werkstoffe in Frage. Um eine Beeinflussung der Wasserbeschaffenheit auszuschließen, werden alle von Viega verwendeten organischen Werkstoffe für Dichtungen und Rohre regelmäßig den relevanten chemischen und mikrobiologischen Prüfungen nach KTW und DVGW-Arbeitsblatt W 270 unterzogen. Im Falle der mikrobiologischen Prüfungen nach W 270 heißt dies beispielweise, dass alle verwendeten Werkstoffe gegen eine Edelstahloberfläche als Referenz gemessen werden.



Stagnationszeiten lassen sich in Trinkwasser-Installationen nie vermeiden, sondern nur minimieren. Da Bakterien für eine übermäßige Vermehrung Zeit benötigen, sind Minimierungsstrategien ausreichend. Werden Bakterien schneller ausgeschwemmt als sie sich vermehren, können auch zeitweilig ungünstige Rahmenbedingungen kompensiert werden.

Ideale Wachstumstemperaturen benötigen alle Lebewesen für ihre Vermehrung. Im Umkehrschluss heißt das, die "Wohlfühltemperaturen" der Mikroorganismen sind in Trinkwasser-Installationen zu vermeiden. Im Kaltwasser soll die Temperatur 25 °C nicht überschreiten und im Warmwasser 55 °C nicht unterschreiten.

4.7.1 Leitbakterien

Als Leitbakterien für eine einwandfreie Wasserbeschaffenheit in der Trinkwasser-Installation können *Pseudomonas aeruginosa* (Kaltwasser) und *Legionella pneumophila* (Warmwasser) dienen. Untersuchungsumfang und zu untersuchende Gebäudetypen sind ebenfalls im Bundesgesundheitsblatt vom Juni 2006 aufgeführt. Auch diese Veröffentlichung würdigt das technische Regelwerk des DIN, DVGW, VDI, ZVSHK und BHKS zum Schutz des Trinkwassers.

Pseudomonas aeruginosa gilt als einer der wichtigsten durch Trinkwasser übertragbaren Erreger von im Krankenhaus erworbenen Infektionen. In 100 ml Probevolumen darf kein Erreger vorkommen, da er schon bei geringsten Konzentrationen im Trinkwasser als "gesundheitlich bedenklich" gilt (Robert Koch Institut). Beim Menschen kann er zu schweren entzündlichen Erkrankungen in verschiedensten Organen führen. Todesfälle treten ebenfalls auf. Da er häufig eine hohe natürliche Antibiotikaresistenz aufweist, ist eine Therapie bei Infektionen schwierig.

Aber auch in technischen Anlagen ist seine Bekämpfung nicht einfach, da er Oberflächen besiedelt und dort Biofilme bildet, die ihn vor Desinfektionsmitteln schützen. Weiterhin benötigt er nur wenige Nährstoffe. Er kann selbst in destilliertem Wasser leben. Sein "Komfortbereich" liegt zwischen 20 und 42 °C, bei einem Optimum von ca. 37 °C. Seine Vermehrungsgeschwindigkeit liegt deutlich über denen von Legionellen.



Abb. 4: *Pseudomonas aeruginosa* gilt als einer der wichtigsten Erreger von Infektionen, die über das Trinkwasser in Gebäuden verbreitet werden können.

Aufgrund von positiven Befunden wurden bereits Trinkwasser-Installationen nicht nur in Gebäuden mit medizinischen Einrichtungen für die Nutzung gesperrt und saniert.

Legionella pneumophila forderte 1976 bei der ersten bekannt gewordenen Legionellen-Epidemie in einem Hotel in den USA

30 Tote. Seitdem gehen ähnliche Fälle immer wieder durch die Presse. Mittlerweile geht man von ca. 21.000 statt von ca. 6.000 bis 10.000 Legionellen-Erkrankungen pro Jahr in Deutschland aus, wobei die Todesrate bei 10 - 15 % liegt. Das sind ca. 2.100 Todesfälle pro Jahr.

Aus der Kenntnis der Lebensbedingungen dieser Bakterien lassen sich die im DVGW-Arbeitsblatt W 551 aufgeführten technischen Maßnahmen ableiten. Gute Bedingungen für eine Vermehrung finden Legionellen zwischen 25 und 50 °C. Allerdings vermehren sie sich relativ langsam.



Abb. 5: *Legionella pneumophila* – Erreger der Legionärskrankheit.

Das heißt also, wenn dieser Temperaturbereich im Kalt- und Warmwasser vermieden wird und gleichzeitig die Stagnationszeit des Wassers kürzer ist, als Legionellen für ihre Vermehrung benötigen, ist nicht mit überhöhten Zellzahlen zu rechnen.

4.8 Grundlagen – Wichtige Regeln der Technik

Als allgemein anerkannte Regeln der Technik bei Planung, Bau und Betrieb von Trinkwasser-Installationen gelten im Wesentlichen

- DIN 1988-1 bis 8 TRWI "Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen"
- DIN EN 1717 "Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen in Trinkwasser-Installationen und allgemeine Anforderungen an Sicherheitseinrichtungen zur Verhütung von Trinkwasser-Verunreinigungen durch Rückfließen"
- DIN EN 12502 Korrosionsschutz metallischer Werkstoffe – Hinweise zur Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit in Wasserverteilungs- und speichersystemen
- DIN 50 930-6 Korrosion der Metalle: "Korrosion metallischer Werkstoffe im Inneren von Rohrleitungen, Behältern und Apparaten bei Korrosionsbelastung durch Wasser, Teil 6: Beeinflussung der TW-Beschaffenheit"

sowie die DVGW-Arbeitsblätter

- W 551 (April 2004) "Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums. Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen"
- W 553 "Bemessung von Zirkulationssystemen in zentralen Trinkwassererwärmungsanlagen".



Darüber hinaus gelten als anerkannte Regeln der Technik die

- VDI-Richtlinie 6023 "Hygienebewusste Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung von Trinkwasseranlagen"
- Merkblätter bezüglich Dichtheitsprüfung, Spülen, Desinfektion und Wartung von Trinkwasser-Installationen von ZVSHK und BHKS.

Weiterhin wird gerade eine Vielzahl von europäischen Normen und nationalen Restnormen erstellt, die es zu beachten gilt, sobald sie in Kraft treten. Sind wie bei der DIN 1988-4 und DIN EN 1717 zwei Normen zu einem Thema in Kraft (hier: zu Sicherungsarmaturen), ist die anzuwendende Norm mit dem Auftraggeber zu vereinbaren.

4.9 Ziele für Planer – Pflichten für Betreiber

Erstmals wird in der TrinkwV unter § 17 (1) ausdrücklich auf die Einhaltung des technischen Regelwerkes bei Planung, Bau und Betrieb hingewiesen.

Oberstes Ziel einer hygienegerechten Planung war es schon immer, durch technische Maßnahmen einen regelmäßigen und vollständigen Wasseraustausch in allen Bereichen einer Trinkwasser-Installation zu ermöglichen.

Dieses Ziel realisieren kann aber nur der Betreiber! Oft jedoch sind ihm seine Pflichten nicht bekannt, wie z. B.

- regelmäßiger und vollständiger Wasseraustausch der Gesamtinstallation (Hygieniker empfehlen 3x die Woche),
- Durchführung/Beauftragung von Inspektions- und Wartungsarbeiten,
- regelmäßige Untersuchung z. B. auf Legionellen in öffentlichen Gebäuden sowie
- die besonderen Anzeige- und Handlungspflichten z. B. gemäß § 16 TrinkwV.

Daher empfiehlt es sich für den Planer und Installateur, im Inbetriebnahme- und Einweisungsprotokoll gemäß DIN 1988-8 den Betreiber zusätzlich auf diese Pflichten hinzuweisen und deren Kenntnisnahme mit seiner Unterschrift bestätigen zu lassen. Dieses Protokoll wird zu den Akten genommen und dient der rechtlichen Absicherung.

4.10 Rohrführung und Dimensionierung

Ziel von Rohrführung und Dimensionierung unter hygienischen Gesichtspunkten ist es, eine Trinkwasser-Installation mit minimierten Volumen zu realisieren. Dies bewirkt im späteren Betrieb einen weitgehenden Wasseraustausch durch die normale Nutzung und verringert somit die Häufigkeit von Spülzeiten. Weiterhin wird der Einsatz von automatisierten Spülsystemen

auf Gebäude oder -bereiche beschränkt, in denen bestimmungsgemäß Betriebsunterbrechungen auftreten. Hierzu gehören beispielsweise Schulen oder nur saisonal genutzte Hotels. Geht man so vor, entstehen wirtschaftliche und hygienische Trinkwasser-Installationen mit geringsten Betriebskosten.

4.10.1 Rohrführung

Stagnation gilt als eine wesentliche Ursache für die hygienische Beeinträchtigung der Trinkwassergüte. Aus diesem Grunde sollten schon bei der Planung von Trinkwasser-Installationen zwei Grundprinzipien berücksichtigt werden: das Prinzip der "kurzen Wege" und zusätzlich "an das Ende einer Stichleitung gehört der Hauptverbraucher". Stichleitungen sind so kurz wie möglich zu halten, Entnahmestellen mit seltener Nutzung, wie z. B. für die Gartenbewässerung, sind einzuschleifen, da es in diesen Strecken sonst zu unerwünschten Stillstandszeiten des Wassers kommt.

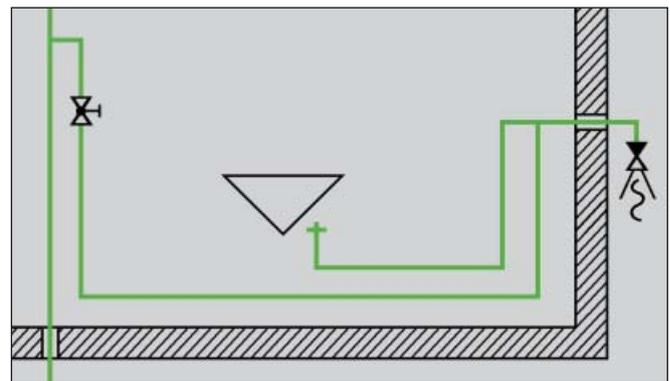


Abb. 6: Eingeschleifte Außen-Entnahmestelle.

Im Bestand sind z. B. nicht mehr genutzte Stichleitungen, Entleerleitungen und Sammelsicherungen am Abgang zu unterbrechen, da die Bakterien aus diesen Totstrecken sonst in die weiterhin genutzten Bereiche der Installation gelangen können. Andere Alternativen zum Abtrennen oder Einschleifen gibt es nicht, da auch Desinfektionsmittel oder andere Desinfektionsmaßnahmen nur mit dem fließenden Wasser ihren Zielort erreichen können. Greift eine fachgerechte Desinfektionsmaßnahme nicht, ist von nicht durchflossenen Bereichen oder Bauteilen auszugehen.

Ein hygienisch kritischer Aspekt in der Hausinstallation sind in diesem Zusammenhang die so genannten Sammelsicherungen am oberen Steigstrangende, mit denen das Netz gegen rückfließendes Wasser geschützt wird: Da der dazu benötigte Rohrbelüfter 300 mm über dem höchstmöglichen Wasserspiegel der Installation installiert werden muss, ergibt sich zwangsläufig ein solches undurchströmtes Leitungsende. Sie sollten im Bestand entfernt und die Absicherung des Rohrnetzes durch Einzelsicherungen an jeder Zapfstelle vorgenommen werden.

Einen konstruktiven Schutz für die Trinkwasserqualität stellen **Reihenleitungen** dar. So können Entnahmestellen mit seltener,



unregelmäßiger oder nur saisonaler Nutzung realisiert werden. Ein Beispiel sind Patientenbäder in Krankenhäusern. Patienten können oftmals gar nicht oder erst nach Tagen wieder duschen. Damit nun in allen Patientenbädern jederzeit einwandfreies Trinkwasser zur Verfügung steht, gibt es verschiedene Möglichkeiten. Zum Beispiel kann man die Bäder auf einem Flur mit ihren einzelnen Verbrauchern einschleifen oder man teilt sie gegebenenfalls sogar zur Minimierung der Längen und Abmessung auf zwei Steigestränge auf. Ordnet man nun die Hauptverbraucher, wie z. B. Besuchertoiletten oder Spülküchen, an das Ende dieser Reihenleitungen, ist immer für einen ausreichenden Wasseraustausch gesorgt.

Ist dieses nicht möglich, sind **Ringleitungen** eine Alternative. Wird an einem der Verbraucher einer Ringleitung Trinkwasser entnommen, fließt von beiden Seiten das Wasser nach und durchspült dabei alle integrierten restlichen Entnahmestellen.

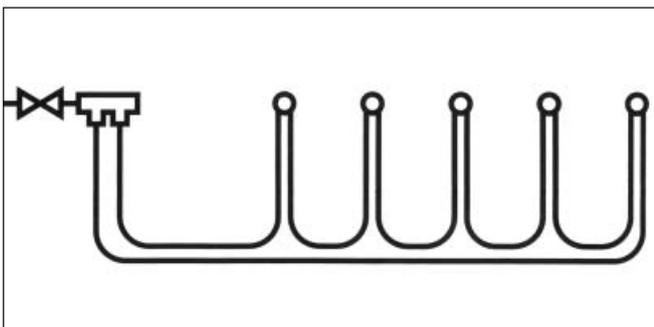


Abb. 7: Ringleitung als konstruktiver Schutz des Trinkwassers.

Weiterhin kann man auch durch die Anordnung der Verbraucher in Räumen einen Beitrag zur technischen Hygiene leisten. Im Beispiel (Abb. 8) heißt das: Entnahmestellen mit der häufigsten Benutzung wie die Toilette ans Ende, Waschbecken und Dusche davor. Dies fördert den Wasseraustausch und verkürzt die Leitungslängen für Warmwasser.

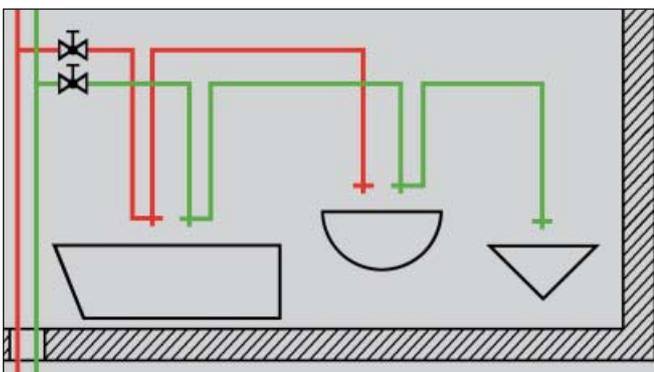


Abb. 8: Anordnung der Besuchertoilette am Ende einer Reihenleitung, damit in allen vorgelagerten Patientenbädern ein "automatischer" Wasseraustausch erfolgt.

Vor allem in öffentlich genutzten bzw. größeren Gebäuden finden sich zudem drei weitere Problemkreise, die bei der fachgerechten Planung von Trinkwassernetzen zu berücksichtigen sind:

- Bypass-Leitungen, die beispielsweise in Druckerhöhungsstationen unter normalen Betriebsbedingungen der Anlage abgeschiebert sind, bergen aufgrund des in diesem Rohrabschnitt stagnierenden Wassers ein überdurchschnittliches Hygienierisiko.
- Feuerlöschleitungen "Nass" mit Wandhydranten vom Typ F dürfen nicht mehr unmittelbar an Trinkwasser-Installationen angeschlossen werden.
- Feuerlöschleitungen "Nass" sind nur noch zulässig, wenn sie als Selbsthilfeeinrichtungen mit kleinen Anschlusswerten (2x24 l) gemäß DIN 1988-6 an die Trinkwasser-Installation angeschlossen sind (Länge der Stichleitungen bis max. 10° d). Diese Länge kann somit auch generell zur Orientierung hinsichtlich der max. zulässigen Länge von Totleitungen dienen.

Zirkulationsleitungen sind im Warmwasserbereich üblich, während die auch möglichen Begleitheizungen eher selten sind.

Folgende Technische Regeln sind in diesem Zusammenhang einzuhalten:

- Bemessung der Leitungsanlagen für kaltes und warmes TW nach DIN 1988-3
- DVGW-Arbeitsblatt W 551: Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums
- DVGW-Arbeitsblatt W 553: Bemessung von Zirkulationssystemen in zentralen Trinkwassererwärmungsanlagen

Danach ist erforderlich

- Ermittlung der erforderlichen Zirkulationsvolumenströme über den Wärmeverlust der Rohrleitungen
- Festlegung einer Temperaturdifferenz von Δt 5 K
- Vorgabe eines verfügbaren Rohrreibungsdruckgefälles
- hydraulischer Abgleich günstiger Zirkulationskreise über die Leitungsdurchmesser, unter Berücksichtigung einer maximal zulässigen Fließgeschwindigkeit
- Einregulierung über Zirkulationsregulierventile
- Stockwerksleitungen, die nicht in das Zirkulationssystem eingebunden sind, dürfen max. 3 Liter enthalten, möglichst aber weniger

Professionelle Zirkulationsberechnungen nach DVGW-Arbeitsblatt W 553 ermöglicht auch die Viptool Engineering-Planungssoftware.



Eine wirtschaftliche Alternative zum klassischen Zirkulationssystem ist die innen liegende Zirkulationsleitung (Inliner). Viega hat diese seit 1998 im Programm. Heute wird sie für mehrgeschossige Gebäude eingesetzt. Bei ihr liegt der Rücklauf der Zirkulationsleitung in der Warmwasserleitung. Dazu sind einige wenige zusätzliche Bauteile notwendig.

Das Set aus Rotguss besteht aus den Teilen

- Endverschlussstück,
- Reduzierstück,
- Anschlussstutzen und die
- innen liegende Zirkulationsleitung (PE-Xc, 12 x 1 mm).

Integriert werden kann die innen liegende Zirkulation in Steigestränge der Abmessungen 28 mm und 35 mm aus den Systemen Profipress, Sanpress, Copatin und Sanpress Inox mit Pressverbindern.

Die Vorteile der innen liegenden Zirkulation ergeben sich aus

- der Platzersparnis,
- kleinen Installationsschächten,
- weniger Kernbohrungen,
- nahezu halbiertem Aufwand für Installationsarbeiten,
- der Material- und Zeitersparnis bei Dämmung, Brandschutz, Befestigung und
- reduzierten Wärmeverlusten der Zirkulationsleitung.

Die Steigleitungen TWW (6) werden im Keller von der TWW Kellerverteilung (3) versorgt. Hier steigt das Warmwasser auf und verteilt sich über die T-Stücke auf die Etagen (2). Der nicht benötigte Volumenstrom wird durch die Zirkulationspumpe über das Endverschlussstück (1) und die daran angeschlossene innen liegende Zirkulationsleitung (7) angesaugt und gelangt nach unten. Am unteren Ende der Steigleitung TWW (6) gelangt das Zirkulationswasser über das Anschlussset (5) aus dem Inliner in die Zirkulations-Sammelleitung (4) und von hier zurück zum Speicher.

Anders als bei der konventionellen Zirkulation liegt die niedrigste Systemtemperatur nicht beim Wiedereintritt in den Speicher, sondern am Endverschlussstück an. Misst man also eine Temperatur von mehr als 55 °C im oberen Bereich der Zirkulation, sind die Anforderungen des W 551 erfüllt.

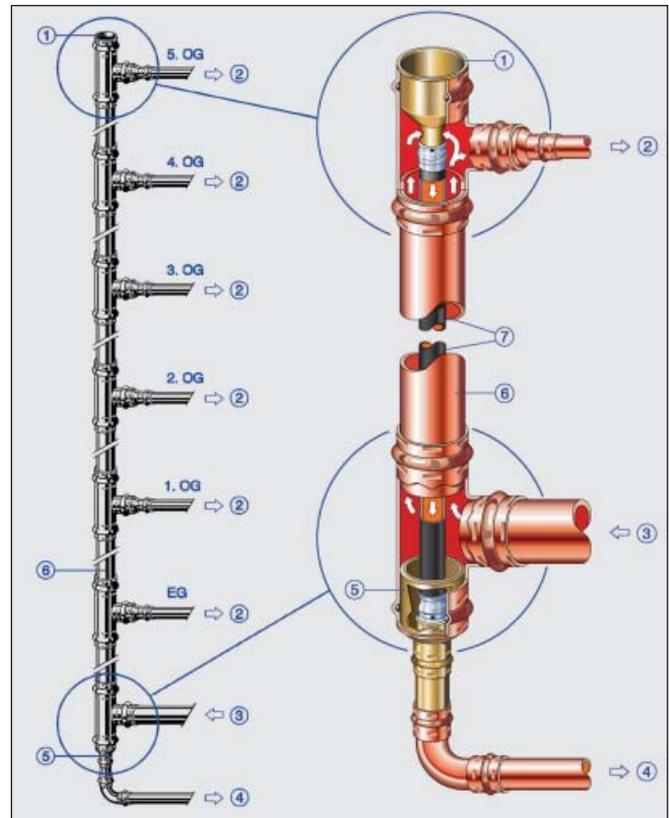


Abb. 9: Seit 10 Jahren im Markt etabliert: das Viega-Inliner System.

- | | |
|---|---|
| ① Endverschlussstück | ⑤ Anschlussset |
| ② Etagenabgang TWW | ⑥ Steigleitung TWW (28 und 35 mm) |
| ③ TWW-Kellerverteilung (Zuleitung) | ⑦ Innen liegende Zirkulationsleitung (PE-Xc, 12 x 1 mm) |
| ④ Zirkulations-Sammelleitung (Rücklauf) | |

Geregelt werden beide Arten der Zirkulation über Zirkulations-Regulierventile. Das Easytop-Zirkulations-Regulierventil regelt nicht nur den Volumenstrom im normalen Betrieb, sondern auch bei der thermischen Desinfektion.



Abb. 10: Das Easytop-Zirkulationsventil zum Strangabgleich regelt auch den Volumenstrom im Falle einer thermischen Grunddesinfektion.

- | | |
|--------------------------------|--|
| ① Temperatureinstellung | ⑤ Aufnahme für Thermometer oder Temperaturfühler |
| ② Zirkulations-Reguliermodul | ⑥ Thermometer |
| ③ Pressanschluss mit SC-Contur | ⑦ Desinfektions-Reguliermodul gemäß DIN 50 930-6 |
| ④ Ventilgehäuse aus Rotguss | |



4.10.2 Dimensionierung

Die Gefahr mikrobieller Verunreinigungen des Trinkwassers lässt sich minimieren durch den hinreichenden Austausch des Trinkwassers mit Hilfe der bereits beschriebenen Leitungsführung, aber auch durch die richtige Dimensionierung der Leitungsquerschnitte. Um zu große Querschnitte zu vermeiden, ist eine exakte

■ Bedarfsermittlung

der tatsächlichen Wasserentnahmen und Gleichzeitigkeiten in dem jeweiligen Objekt notwendig. Über die zumindest innerhalb einer gewissen Bandbreite variablen Werte wie die Fließgeschwindigkeit – unter Berücksichtigung der realen

■ Druckverluste

lassen sich CAD-gestützt die Dimensionen in Rohrnetzen deutlich verringern (siehe auch Kapitel "Viptool-Planungssoftware, Seite 136"). Vor allem durch die Verwendung druckverlustarmer Absperrarmaturen wie z. B. Kugelhähne und die realen Druckverluste von Verbindern etc. kann zusätzliches Druckpotenzial genutzt werden.



Abb. 11: Durch druckverlustarme Absperrarmaturen steht zusätzliches Druckpotenzial zur Verfügung.

Das Ergebnis sind geräuscharme Gesamtinstallationen, mit denen sich einerseits auch zu Spitzenlastzeiten der Bedarf

abdecken lässt, zugleich aber der Rohrnetzinhalt auf das absolut notwendige Mindestmaß reduziert wird.

Abbildung 12 zeigt die Aufstellung von Rohr-Abmessungen für ein Gebäude, berechnet mit pauschalen Richtwerten für Druckverluste in Apparaten und Armaturen nach DIN 1988-3

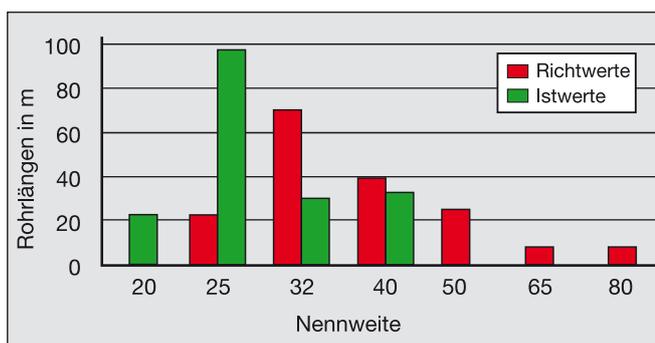


Abb. 12: Vergleichsrechnung: 40 WE, dezentr. TWE, pminV: 5,3 bar
Quelle: Rudat, TFH, Berlin.
Durch die professionelle Dimensionierung konnten die Abmessungen DN 50 - 80 bei gleichem Komfort eingespart werden.

mit den damals aktuellen Druckverlusten im Vergleich mit heutigen Istwerten gemäß Herstellerangaben. Ergebnis: In diesem Fall konnte die größte Dimension von DN 80 auf DN 40 reduziert werden.

Wird bei großen Objekten zusätzlich die Abmessung 64 mm genutzt, verringert sich der bisherige Volumensprung zwischen 54 mm und 76,1 mm von rund 110 % auf ca. 45 %.

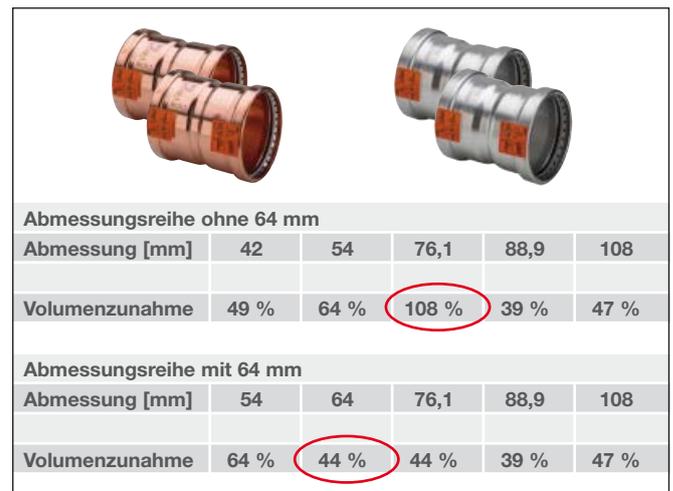


Abb. 13: Die Abmessung 64 mm schließt die Lücke zwischen den Abmessungen 54 mm und 76,1 mm.

4.11 Dämmung

Überlange Stagnationszeiten führen zu einer Erwärmung des Kaltwassers bzw. Abkühlung des Warmwassers in Temperaturbereiche, in denen mit einer verstärkten Bakterienvermehrung zu rechnen ist. Das Regelwerk (Bundesgesundheitsblatt vom Juni 2006) fordert Untersuchungen auf Legionella pneumophila im Kaltwasser mit medizinischer Nutzung, wenn nach fünfminütigem Ablaufenlassen des Wassers die Temperatur von 25 °C übersteigt.

Daher ist bereits bei der Planung der Rohrleitungsführung, insbesondere im Installationsschacht sowie in abgehängten Decken, auf hinreichende Abstände sowie entsprechende Dämmung zwischen Kaltwasser und Warmwasser führenden Leitungen zu achten. Soweit es möglich ist, sollten warm- und kaltgehende Leitungen in getrennten Schächten verlegt werden. Aber auch die beste Dämmung kann Wärmeübergänge oder Wärmeverluste auf Dauer nicht verhindern, sondern nur verzögern. Daher ist immer der Betreiber in der Verantwortung, durch ausreichende Wasserentnahme ungünstige Temperaturbereiche zu vermeiden: Legionella pneumophila vermehrt sich verstärkt zwischen 25 und 50 °C, Pseudomonas aeruginosa zwischen 20 und 42 °C.

Im Kaltwasser soll auch deshalb die Temperatur 25 °C nicht überschreiten und im Warmwasser 55 °C nicht unterschreiten. Getrennte Schächte für kalt- und warmgehende Leitungen sind ohnehin zu empfehlen.



4.12 Allgemeines zu Leistungsverzeichnissen

Neben technischen Kriterien sollten LVs als Vorbemerkung auch Vereinbarungen zur hygienebewussten Ausführung von Trinkwasser-Installationen enthalten, vor allem bei Gebäuden mit medizinischer Nutzung – auch nur in Teilbereichen – wie bei Arztpraxen. Nachfolgend sind einige wesentliche Kriterien aufgeführt:

- sachgerechte Lagerung der Materialien (Schutz gegen Verschmutzung)
- Verwendung sauberer und trockener Komponenten
- Bescheinigung über die hygienische Unbedenklichkeit von Bauteilen wie Druckerhöhungsanlagen und Magnetventilen, insbesondere, wenn sie werksseitig einer nassen Funktionsprüfung unterliegen
- Verwendung von Schutzkappen während der Installation, wenn Rohrenden längere Zeit offen sind
- trockene Dichtheitsprüfung (inkl. Protokollierung)
- Befüllen der Installation erst dann, wenn der Anschluss gespült und vom Versorgungsunternehmen freigegeben wurde – eventuell nach mikrobiologischen Untersuchungen
- Spülen so spät wie möglich (inkl. Protokollierung)
- Spülplan bis zur Übergabe, falls eine längere Stagnationszeit bis zur Übergabe unvermeidbar ist
- gegebenenfalls Untersuchung auf die einwandfreie mikrobiologische Beschaffenheit des Trinkwassers im Bestand vor der Teilsanierung/Erweiterung der Installation
- gegebenenfalls Untersuchung auf die einwandfreie Beschaffenheit des Trinkwassers zum Zeitpunkt der Übergabe
- Information des Betreibers gemäß 1988-8, ergänzt z. B. um den sachgerechten Betrieb, Gefahren durch Bakterien, Sicherung der Temperaturbereiche etc. (inkl. Protokollierung)

Protokollvordrucke zu Dichtheitsprüfung, Spülen und Übergabe sind auf der Internetseite bei Viega hinterlegt.

Welche Form der Dichtheitsprüfung gewählt wird und wie die Prüfung abläuft – beispielsweise nach einzelnen Strangabschnitten oder mit zusätzlichen Leistungen wie nachträglichem Spülen etc. – sollte, da es sich um eine Nebenleistung nach VOB Teil C handelt, detailliert ausgeschrieben und mit dem Auftraggeber schriftlich vereinbart werden. Dies gilt auch für alle anderen Nebenleistungen.

4.13 Installation und Inbetriebnahme

4.13.1 Hygienischer Umgang mit Materialien

Die qualifizierte Planung ist Voraussetzung für eine hygienisch einwandfreie Trinkwasser-Installation. Generell gilt aber auch: Sämtliche Materialien sind dafür bestimmt, in Zukunft Wasser als Lebensmittel aufzunehmen. Sie sollten daher bei Transport, Lagerung und Verarbeitung vor Verunreinigungen geschützt werden. Alle von Viega gelieferten Rohre sind mit Stopfen gegen Verschmutzung geschützt. Zusätzlich werden von Viega auch Kappen angeboten, um offene Rohrenden während der Installation verschließen zu können (Abb. 14). Schutzmaßnahmen wie diese sollten ins LV aufgenommen werden (vgl. 4.12).

Ähnlich problembewusst wie bei Planung und Installation ist auch bei der Dichtheitsprüfung, beim Spülen und der Erstbefüllung vorzugehen. Hierzu gibt es seit 2004 im Markt etablierte Merkblätter des ZVSHK und BHKS (siehe Literaturhinweis).



Abb. 14: Als Schutz gegen Verschmutzung während der Installation bietet Viega Kappen für Kupfer- und Edelstahlrohre an.

4.13.2 Prüfung auf Dichtheit

Jede neue oder in weiten Teilen neu erstellte Trinkwasser Installation ist auf ihre Dichtheit zu prüfen. Diese Prüfung kann beispielsweise nach dem entsprechenden ZVSHK-Merkblatt unter Berücksichtigung hygienischer und korrosionstechnischer Aspekte wahlweise mit

- Druckluft,
- inerten Gasen oder
- Trinkwasser

erfolgen.

Aus hygienischen Gründen erfolgt die Dichtheitsprüfung bei großen Installationen vorwiegend **trocken**. Verwendet wird trockene, ölfreie Druckluft oder bei erhöhten hygienischen Anforderungen auch Inertgas.



Eine **Dichtheitsprüfung mit Trinkwasser** wird nur bei Anlagen empfohlen, die kurzfristig in Betrieb gehen, wie z. B. bei Einfamilienhäusern. Ansonsten ist aufgrund fehlender Wasserentnahme mit einer übermäßigen Bakterienvermehrung in einer neuen Installation zu rechnen.

Verzögert sich die Inbetriebnahme, ist das Rohrnetz befüllt zu halten und regelmäßig zu spülen. Nicht zu empfehlen ist unter diesen Bedingungen die Zugabe von Desinfektionsmitteln, da sich diese im Laufe der Zeit abbauen und keinen Schutz mehr bieten. Auch können sie sich bei Überdosierung und überlangen Einwirkzeiten negativ auf die Beständigkeit der Installation auswirken. Grundsätzlich sind Desinfektionsmaßnahmen vorher mit den Herstellern der Installationskomponenten abzustimmen, um Fehlern vorzubeugen. Liegt zwischen Dichtheitsprüfung und Inbetriebnahme ein längerer Zeitraum oder kann die Leitung beispielsweise während einer Frostperiode nicht gefüllt bleiben, ist ohnehin eine **Dichtheitsprüfung mit Druckluft** empfehlenswert.

Der Grund hierfür ist, dass moderne Installationen nicht mehr vollständig entleert werden können. Das verbleibende Restwasser im Rohrnetz begünstigt Frostschäden, das Risiko von Korrosionsschäden und Bakterienwachstum.

4.13.3 Erstbefüllung

Bereits die Erstbefüllung der Installation muss mit Trinkwasser und Komponenten von einwandfreier Beschaffenheit erfolgen. Daher ist die Hausanschlussleitung nach DVGW W 404 gründlich zu spülen, bevor die Verbindung durch den Einbau des Wasserzählers hergestellt wird. Bei Gebäuden mit medizinischen Einrichtungen kann es sinnvoll sein, die Qualität des Wassers für die Erstbefüllung vorab bestimmen zu lassen – möglichst vom Versorgungsunternehmen (zusätzlich zu den Parametern der TrinkwV auch auf *Pseudomonas aeruginosa*, wie im Bundesgesundheitsblatt vom Juni 2006 aufgeführt). Weiterhin kann es sinnvoll sein, die Wasserbeschaffenheit zum Zeitpunkt der Übergabe der Installation ermitteln zu lassen, um spätere Diskussionen vorzubeugen.

4.14 Betrieb der Hausinstallation

Gemäß TrinkwV ist der Betreiber einer "Wasserversorgungsanlage" (gemeint ist die Hausinstallation) dafür verantwortlich, dass das Trinkwasser eine einwandfreie Beschaffenheit hat "am Austritt aus denjenigen Zapfstellen, die der Entnahme von Wasser für den menschlichen Gebrauch dienen" (§ 8 TrinkwV). Jedoch wissen Betreiber oft nicht, was sie hierfür tun müssen. Daher hat der Informationsfluss zwischen Wasserversorgungsunternehmen, Fachplaner/Fachinstallateur als Erstellern des Installationsnetzes und dem Betreiber einen hohen Stellenwert.

Die Informationspflicht des Fachplaners/Fachhandwerkers gegenüber dem Betreiber ist in DIN 1988-8 aufgeführt und bezieht sich im Wesentlichen auf

- die Durchführung der Inbetriebnahme und Einweisung in die Trinkwasseranlage,
- Hinweise auf den Inspektions- und Wartungsumfang.

Aufgrund erhöhter hygienischer Anforderungen sollten diese Protokolle ergänzt werden um die Information des Betreibers über seine Pflichten zum Erhalt der Wassergüte, zum Temperaturniveau warm/kalt und zum regelmäßigen und vollständigen Austausch des Trinkwassers an allen Entnahmestellen, um nur einiges zu nennen (vgl. Viega-Übergabeprotokoll im Internet).

Ebenso zu dokumentieren ist bekanntermaßen das Trinkwassersystem als solches, und zwar unter anderem mit den Elementen

- Wärmeerzeugung/-speicherung,
- Leitungsverlauf/-werkstoffe/-dimensionen,
- Temperaturniveau in den einzelnen Strängen,
- sonstige eingesetzte Komponenten und
- angeschlossene Geräte einschließlich solcher zur Regelung und Steuerung der Anlage.

Diese Anlagenbeschreibung ist zugleich Grundlage für die – in Großanlagen mit Wasserabgabe für die Öffentlichkeit – mindestens einmal jährlich notwendige Untersuchung des Trinkwassers auf Legionellen. Weitergehende Informationen, in welchen Gebäuden wie oft auf *Legionella pneumophila* und *Pseudomonas aeruginosa* untersucht werden muss (inkl. der Bewertung der Befunde) findet sich im Bundesgesundheitsblatt von Juni 2006, das bei Viega kostenlos als Sonderdruck erhältlich ist.

4.15 Vorgehensweise bei der Altbausanierung

Während sich bei Neuinstallationen – eine entsprechende Planung, Ausführung und Betreiber-Verantwortung vorausgesetzt – auch weit verzweigte Trinkwasserrohrnetze zuverlässig hygienisch einwandfrei betreiben lassen, stellt sich die Situation bei Anlagen im Bestand deutlich problematischer dar:

- überdimensionierte Nennweiten,
- so genannte "Totstränge", also nicht mehr benutzte Leitungsabschnitte,
- zu groß ausgelegte Warmwasserspeicher,
- der oftmals fehlende hydraulische Abgleich des Zirkulationssystems und nicht zuletzt
- die oftmals unzureichende oder fehlende Trennung zwischen Trinkwasser-Installationen und Feuerlösch- sowie Brandschutzeinrichtungen,
- und weiteres.



In solchen und analogen Fällen besteht ein Handlungsbedarf. Dies gilt umso mehr, da die TrinkwV keinen Unterschied macht zwischen Alt- und nach aktuellen Erkenntnissen erstellten Neuanlagen. Einen Bestandsschutz für Altanlagen mit Kontaminationen gibt es nicht.

- Vor jeder abschnittswisen Sanierung oder der Erweiterung von Installationen in öffentlichen Gebäuden empfehlen wir, die Beschaffenheit des Trinkwassers bestimmen zu lassen. Nur so kann bei eventuell später auftretenden Problemen nachgewiesen werden, dass diese nicht auf die Baumaßnahmen zurückzuführen sind. Eine weitere Untersuchung der Wasserbeschaffenheit ist sinnvoll vor der Erstbefüllung der neu errichteten Abschnitte der Installation.

Werden bei einer hygienisch-mikrobiologischen Analyse des Trinkwassersystems im Rahmen orientierender Untersuchungen Befunde (siehe Seite 81, Tab. 4) festgestellt, sind abhängig vom Grad der Kontamination und der Ausführung des Rohrnetzes (z. B. Art der eingesetzten Materialien) geeignete

- bautechnische Maßnahmen,
- betriebstechnische Maßnahmen sowie bei Bedarf zusätzliche
- Desinfektionsmaßnahmen (Übergangsweise bis zum Abschluss der Maßnahmen)

zu ergreifen, um zum einen in dem System die Hygiene generell wiederherzustellen und zum anderen einem erneuten Befall vorzubeugen.

Zu den **bautechnischen Maßnahmen** gehören dabei beispielsweise nach der generellen Aufnahme des Rohrnetzes

- das Abtrennen überflüssiger Stränge,
- das Einschleifen selten benutzter Stichleitungen,
- die Reduzierung von Leitungsanlagen – warm – ohne Zirkulation oder Begleitheizung auf max. 3 Liter Wasservolumen,
- das Unterbrechen von Querverbindungen, Bypass-Leitungen etc.,
- das Auswechseln inkrustierter Rohrabschnitte,
- der Ersatz von Strangabsperrenten mit Toträumen,
- der Einsatz kleinerer Kombi- bzw. Trinkwasserspeicher, die bei deutlich reduziertem Reservoir über spezielle Wärmetauscher dennoch den gewohnten Warmwasser-Komfort bieten, sowie
- der präzise hydraulische Abgleich des Gesamtsystems.

Zu den **betriebstechnischen Maßnahmen** mit präventiver Funktion zählen

- das Erhitzen der Vorwärmstufen mindestens einmal täglich auf mehr als 60 °C,
- eine Temperatur von mindestens 60 °C am Warmwasser-austritt des Trinkwassererwärmers und bei zentralen Durchfluss-Trinkwassererwärmern mit einem Wasservolumen größer als 3 Liter,
- ein Temperaturunterschied zwischen Warmwasser-Vorlauf/-Rücklauf von maximal 5 K, bzw. bei der innenliegenden Zirkulation am höchsten Punkt der Steigleitung
- ein Temperaturniveau von ≥ 55 °C bis zur letzten Entnahmestelle und, wo gefordert, ein Verbrühschutz.

4.16 Desinfektion

Um kontaminierte Systeme zu desinfizieren, stehen sowohl chemische als auch thermische Verfahren zur Verfügung. Sie sind als Sofortmaßnahme zu verstehen. Ein dauerhafter Sanierungserfolg ist fast immer nur in Kombination mit bautechnischen Maßnahmen zu erwarten, da Desinfektionsmaßnahmen nie die Ursache der Probleme beseitigen.

Bei der **thermischen Desinfektion** wird nach DVGW-Arbeitsblatt W 551 zunächst

- geprüft, ob die Leistung der Anlage ausreichend ist und ob abschnittsweise thermisch desinfiziert werden muss. Dann werden
- erst der Trinkwassererwärmer (Temperaturverträglichkeit der Installationskomponenten beachten!), danach
- die Zirkulationsleitungen und
- anschließend die Stichleitungen auf über 70 °C aufgeheizt,
- danach Spülen der Stichleitungen, beginnend möglichst nah am Trinkwassererwärmer, wobei sämtliche Entnahmearmaturen im geöffneten Zustand mindestens 3 Minuten mit 70 °C zu beaufschlagen sind.

In weit verzweigten Anlagen kann dieser Vorgang strangweise erfolgen bzw. muss, insbesondere bei Leitungen mit erheblichen Inkrustationen, gegebenenfalls mehrfach wiederholt werden.

Auf einen ausreichenden Schutz der Bewohner vor Verbrühung/chemikalienhaltigem Wasser ist zu achten, insbesondere, wenn sich Kinder oder ältere Menschen in dem Gebäude aufhalten.



Durch die kontinuierliche chemische Desinfektion werden nach derzeitigem Kenntnisstand Legionellen nicht ausreichend beseitigt. Eine kontinuierliche Desinfektion mit Chemikalien ist daher nicht zweckmäßig (DVGW W 551), außer zur Gefahrenabwehr im Zeitraum vom Vorliegen eines mikrobiologischen Befundes bis zur Sanierung des Systems. Denn eine Desinfektionsmaßnahme beseitigt nie die Ursache einer mikrobiologischen Verunreinigung. Weiterhin schützt sie genau so wenig vor einer neuen Kontamination, wie das Händewaschen vor einer erneuten Verschmutzung schützt!

Eine diskontinuierliche chemische Desinfektion mit geeigneten Wirkstoffen, beispielsweise Chlor, kann unter besonderen Umständen bei kontaminierten Systemen erforderlich sein. Sie ist gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 291 durchzuführen, wobei jedoch in der Regel bei Leitungsanlagen eine Kontaktzeit von ein bis zwei Stunden ausreichend ist. Da bei der diskontinuierlichen chemischen Desinfektion in der Regel die in der TrinkwV genannten Grenzwerte überschritten werden, ist das Trinkwassernetz während der Desinfektionsphase außer Betrieb zu setzen und die Bewohner, insbesondere Kinder und ältere Menschen, sind zu schützen. Im Anschluss hat eine gründliche Spülung des Rohrnetzes zu erfolgen, bis die Grenzwerte der TrinkwV für eine Dauerchlorierung eingehalten werden (max. 0,3 mg/l) .

Generell ist zu empfehlen, alle Desinfektionsmaßnahmen nur durch Fachbetriebe durchführen zu lassen und sich vorher mit den Systemherstellern über die Materialverträglichkeit der vor-

geschlagenen Maßnahme abzustimmen – insbesondere im Gewährleistungszeitraum. Prinzipiell können jedoch alle Viega-Systeme und Bauteile mit allen gemäß TrinkwV zugelassenen Desinfektionsmitteln in den angegebenen Zeiträumen desinfiziert werden (vgl. ZVSHK-Merkblatt zur Desinfektion).

Führt eine thermische oder chemische Grunddesinfektion nicht zum Erfolg, ist von zu geringen Einwirkzeiten, zu gering oder nur wenig durchflossenen Bereichen/Bauteilen wie Membranausgleichgefäßen in der Installation auszugehen. Von diesen Bereichen/Bauteilen kann die Trinkwasser-Installation bereits nach wenigen Tagen wieder mikrobiell verunreinigt werden.

4.17 Fazit

Planer und Installateure können mit technischen Maßnahmen einen wichtigen Beitrag zum Erhalt der Trinkwassergüte leisten. Sicherstellen kann dies jedoch nur der Betreiber durch eine regelmäßige und vollständige Wasserentnahme. Dabei kann die Umsetzung der in diesem Kapitel exemplarisch, aber nicht vollständig aufgeführten Maßnahmen, nur durch gezielte Kommunikation zwischen allen Beteiligten gelingen. Gleichzeitig gibt es immer wieder neue Erkenntnisse und Regelwerke zu diesem Themenbereich. Diverse Institutionen, Verbände und auch Hersteller bieten inzwischen entsprechende Angebote an, damit alle immer auf dem neuesten Stand bleiben können. Ein Beispiel hierfür sind die von Viega angebotenen Seminare, insbesondere zur VDI 6023, die eine gute Möglichkeit des Austausches zwischen Fachleuten bieten.

Tab. 4: Bewertung von Legionellenbefunden bei einer orientierenden Untersuchung.

DVGW-Arbeitsblatt W 551		Quelle: GSF Forschungszentrum, Neuherberg		
Legionellen (KBE/100ml) 1)	Bewertung	Maßnahmen	Weitergehende Untersuchung (s. Tabelle 1 b)	Nachuntersuchung
> 10000	Extrem hohe Kontamination	Direkte Gefahrenabwehr erforderlich (Desinfektion und Nutzungseinschränkung, z. B. Duschverbot); Sanierung erforderlich	Unverzüglich	Eine Woche nach Desinfektion bzw. Sanierung
> 1000	Hohe Kontamination	Sanierungserfordernis ist abhängig vom Ergebnis der weitergehenden Untersuchung	Unverzüglich	–
≥ 100	Mittlere Kontamination	Keine	Innerhalb von 4 Wochen	–
< 100	Keine/geringe Kontamination	Keine	Keine	Nach einem Jahr (nach drei Jahren) 2)

1) KBE = Koloniebildende Einheit
 2) Werden bei zwei Nachuntersuchungen im jährlichen Abstand weniger als 100 Legionellen in 100 ml nachgewiesen, kann das Untersuchungsintervall auf maximal 3 Jahre ausgedehnt werden. Wird die orientierende Untersuchung gleich mit einem Probenumfang durchgeführt, der dem einer weitergehenden Untersuchung entspricht, gelten die in der Tabelle 1b angegebenen Maßnahmen direkt.



Tab. 5: Mindestmaßnahmen zum Erhalt der Trinkwassergüte.

<p>Den Erhalt der Trinkwassergüte sicherstellen heißt im Wesentlichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ als Planer mit technischen Maßnahmen die Wasservolumen in der Installation so weit wie möglich zu minimieren, die Einhaltung sicherer Temperaturbereiche zu ermöglichen und ■ als Betreiber für einen regelmäßigen Wasseraustausch und die regelmäßige Wartung der Trinkwasseranlage zu sorgen. 	
<p>Aus der Sicht des Planers</p>	<p>Bei Neubauten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ die richtige Werkstoffwahl treffen ■ nur zugelassene Produkte einsetzen, z. B. mit DVGW-Prüfzeichen ■ minimale Rohrweiten unter Ausnutzung des Versorgungsdrucks ermitteln minimale Rohrlängen wählen ■ keine Reserven planen, da sie die Stagnation fördern ■ Stagnation ausschließen, z. B. durch die Anordnung des Hauptverbrauchers an das Ende von Stockwerkleitungen sowie durch Einschleifungen und Ringleitungen ■ Bypass-Strecken vermeiden ■ Einzelsicherungen gegen rückfließendes Wasser ■ Löschwasserleitungen von Trinkwasseranlagen trennen ■ Solltemperatur in der Trinkwassererwärmung und den hydraulischen Abgleich im Zirkulationssystem ermöglichen (vgl. DVGW W 551) ■ besonders in Schächten und abgehängten Decken für ausreichenden Schutz der Trinkwasserleitungen (kalt) gegen Erwärmung sorgen ■ Apparate zur Nachbehandlung von Trinkwasser (kalt) nicht in Räumen mit Temperaturen > 25 °C installieren ■ wenn möglich, auf Membran-Ausdehnungsgefäße in TWW-Anlagen verzichten, ansonsten durchströmte verwenden ■ nur endständige Durchgangsmischer <p>Bei Altbauten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ gegebenenfalls Bestandsplan aktualisieren ■ gegebenenfalls Untersuchung des Trinkwassers vor Beginn der Sanierung ■ Totstrecken abtrennen ■ Trennung der Löschwasserleitungen von der Trinkwasser-Installation ■ Maßnahmen ergreifen, um die Temperaturanforderungen des DVGW-Arbeitsblattes W 551 einhalten zu können (z. B. hydraulischer Abgleich, Dämmung von Trinkwasser kalt und warm) ■ Dimensionierung von Leitungen und Warmwasserspeichern gegebenenfalls reduzieren ■ Hauptverbraucher neu dem Ende einer Stichleitung zuordnen (z. B. baulich oder durch Lenken von Besucherströmen) ■ gegebenenfalls Einschleifungen vornehmen ■ so weit wie möglich Sammelsicherungen durch Einzelsicherungen ersetzen ■ Durchgangsmischer endständig anordnen ■ Entleerleitungen abtrennen oder einschleifen
<p>Aus der Sicht des Installateurs</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ vor Einbau des Wasserzählers die Hausanschlussleitung gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 404 gründlich durch das WVU spülen lassen ■ Dichtheitsprüfung mit Wasser nur, wenn die Inbetriebnahme der Anlage unmittelbar danach erfolgt – sonst Prüfmedien wie Druckluft/inerte Gase bevorzugen ■ gegebenenfalls Untersuchung des Wassers zum Zeitpunkt der Übergabe ■ Dokumentation der Leitungsführung dem Betreiber übergeben ■ Durchführung der Inbetriebnahme und Einweisung in die Trinkwasseranlage (DIN 1988-8) ■ Hinweis auf den Inspektions- und Wartungsumfang (DIN 1988-8) ■ Hinweis auf die Pflicht zur regelmäßigen Wasserentnahme ■ Empfehlung zum Abschluss eines Wartungsvertrages ■ bei Kleinanlagen über ein erhöhtes Legionellenrisiko informieren, wenn vom Betreiber eine Temperatur unter 60 °C gewählt wird
<p>Aus der Sicht des Betreibers</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sicherstellung des regelmäßigen und vollständigen Wasseraustausches in allen Bereichen der Trinkwasser-Installation ■ Inspektion und Wartung der Trinkwasseranlage durchführen/beauftragen ■ in öffentlichen Gebäuden mindestens einmal jährlich die Untersuchung auf Legionellen beauftragen



Tab. 6: Mindestmaßnahmen zur Verringerung möglicher Veränderungen der Wasserbeschaffenheit in der Hausinstallation in Anlehnung an DIN 1988-4 und -8. Hygieniker fordern in Gebäuden mit medizinischer Nutzung einen dreimaligen vollständigen Wasserwechsel je Woche.

Stillstandsdauer	Maßnahmen zu Beginn der Abwesenheit	Maßnahmen bei der Rückkehr
mehr als 2 Std.	Keine	Stillstandswasser nicht zur Nahrungszubereitung verwenden
mehr als 3 Tage	<u>Wohnungen:</u> Schließen der Stockwerksabspernung <u>Einfamilienhäuser:</u> Schließen der Absperrarmatur hinter der Wasserzähleranlage	Öffnen der Stockwerksabspernung, Wasser 5 Min. fließen lassen Öffnen der Absperrarmatur, Wasser 5 Min. fließen lassen
bis 4 Wochen	<u>selten genutzte Anlagenteile:</u> wie z. B. Gästezimmer-, Garagen- oder Kelleranschlüsse	regelmäßige, mindestens monatliche Erneuerung des Wassers Anlagenteile (Empfehlung): 3x die Woche
mehr als 4 Wochen	<u>Wohnungen:</u> Schließen der Stockwerksabspernung <u>Einfamilienhäuser:</u> Schließen der Absperrarmatur hinter der Wasserzähleranlage	Öffnen der Stockwerksabspernung, Spülen der Hausinstallation Öffnen der Absperrarmatur, Spülen der Hausinstallation
mehr als 6 Monate	Schließen der Hauptabspernrarmatur, Entleeren der Leitungen	Öffnen der Hauptabspernrarmatur, Spülen der Hausinstallation
mehr als 1 Jahr	Abtrennen der Anschlussleitungen von der Versorgungsleitung	Benachrichtigen an WVU und/oder Installateur, Wiederanschluss

Literaturhinweis

/1/ Trinkwasserverordnung und die Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren gemäß § 11 Trinkwasserverordnung 2001 finden sich z. B. unter <http://www.dvgw.de/wasser/rechtsvorschriften/trinkwasserverordnung/>

/2/ Bundesgesundheitsblatt, (Juni 2006) als Sonderdruck bei Viega erhältlich

/3/ DIN 1988-6. Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI) - Teil 6: Feuerlösch- und Brandschutzanlagen - Technische Regel des DVGW (Mai 2002)

/4/ DIN EN 1717. Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen in Trinkwasser-Installationen und allgemeine Anforderungen an Sicherheitseinrichtungen zur Verhütung von Trinkwasserverunreinigungen durch Rückfließen. Technische Regel des DVGW (Mai 2001)

/5/ DVGW W 551. Trinkwassererwärmungsanlagen; technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen (April 2004)

/6/ DVGW W 553. Bemessung von Zirkulationssystemen in zentralen Trinkwassererwärmungsanlagen (Dezember 1998)

/7/ ZVSHK Merkblatt Dichtheitsprüfungen von Trinkwasser-Installationen mit Druckluft, Inertgas oder Wasser (2004)

/8/ ZVSHK Merkblatt Spülen, Desinfizieren und Inbetriebnahme von Trinkwasser-Installationen (2004)