

Die neue Trinkwasserverordnung

Der Werkstoffauswahl für die Hausinstallation kommt im Hinblick auf die Einhaltung der neuen Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001) eine besondere Bedeutung zu. In DIN 50930-6 ist festgelegt, welche metallenen Werkstoffe in Abhängigkeit von der Wasserbeschaffenheit bedenkenlos eingesetzt werden können. Damit die chemischen Parameter nach Teil II (Parameter, deren Konzentration in der Hausinstallation ansteigen kann) eingehalten werden können, haben sich Planer und Installateure bei jedem Bauvorhaben zunächst über die angelieferte Wasserbeschaffenheit zu informieren. Erst danach ist zu entscheiden, welche Installationswerkstoffe oder -systeme im Einzelfalle einsetzbar sind.

Kupfer (DIN 50930-6, Ziff. 8.2)

Kupferleitungen können für kaltes und erwärmtes Trinkwasser eingesetzt werden. Auf der Innenoberfläche bildet sich innerhalb kurzer Zeit nach Inbetriebnahme zunächst eine Schutzschicht aus Kupfer (I) – Oxid, die den Werkstoff vor örtlichen Angriffen schützt. Im Laufe der weiteren Betriebszeit bildet sich auf dieser Schutzschicht in weiterer Reaktion mit den Wasserinhaltsstoffen eine chemisch weitgehend stabile, schwer lösliche Deckschicht aus. Die Zunahme der Deckschichtbildung geht einher mit einer deutlichen Reduzierung der Abgabe von Kupfer an das Wasser. Die Art und die Zeit bis zur Ausbildung dieser Deckschichten hängt von den Betriebsbedingungen und insbesondere von der Wasserbeschaffenheit ab. Um sicherzustellen, daß sich stets ausreichend stabile Deckschichten im Betrieb bilden, sind in DIN 50930-6 Einsatzbereiche festgeschrieben. Kupferrohre und -fittings können danach in allen Trink-

Teil 2

Im ersten Teil seines Beitrages (SBZ 3/2003) erläuterte der Autor allgemeine, mikrobiologische und chemische Anforderungen zur neuen Trinkwasserverordnung. Er zeigte auf, wie wichtig die Werkstoffauswahl zur Einhaltung der chemischen Parameter in Hausinstallationen ist. Im folgenden geht er auf einzelne Werkstoffe ein und bespricht Planungsgrundsätze, Inbetriebnahme und Betrieb von Trinkwasserinstallationen.

wässern eingesetzt werden, wenn eine der beiden Bedingungen entsprechend (Bild 1) erfüllt ist. Diese Voraussetzungen sind in Deutschland in den meisten Wasserversorgungsgebieten erfüllt. Festzuhalten ist, daß bei ausgebildeten Deckschichten selbst Schwankungen der Wasserbeschaffenheit, die zu einer zeitweiligen Nichteinhaltung der oben genannten Kriterien führen, aufgrund der Schwerlöslichkeit der gebildeten

Deckschichten nicht zu überhöhten Kupfergehalten im Trinkwasser führen.

Innenverzinntes Kupfer (DIN 50930-6, Ziff. 8.3)

Bei innenverzinntem Kupfer entsprechend DIN 50930-6, Ziff. 8.3 gibt es keine Einschränkung des Anwendungsbereiches, sofern die Verzinnung dem vorläufigen DVGW-Prüfblatt VP 617 bzw. dem DVGW-Arbeitsblatt W 534 entspricht.

Schmelztauchverzinkte Eisenwerkstoffe (DIN 5093-6, Ziff. 8.4)

Bei verzinkten Eisenwerkstoffen beruht die korrosionsschützende Wirkung im wesentlichen auf dem langsamen gleichmäßigen Flächenabtrag des Zinküberzuges, wobei sich schützende Deckschichten aus Korrosionsprodukten bilden. Dabei treten in gewissem Umfang Korrosionsprodukte in gelöster und eventuell sogar fester Form in das Trinkwasser über. Bei gestörter Ausbildung der schützenden Deckschichten kann es nach Abtrag des Zinküberzuges zu einem erhöhten Eintrag von Korrosionsprodukten des Grundwerkstoffes (Eisenwerkstoffes) in das Trinkwasser kommen. Daher muß einerseits der Zinküberzug hygienischen Mindestanforderungen entsprechen (dies ist bei DVGW-geprüften Bauteilen der Fall). Andererseits ist die korrosive Wirkung des Wassers begrenzt. Verzinkte Eisenwerkstoffe können dann in Trinkwasserinstallationen eingesetzt werden, wenn neben der oben genannten Werkstoffanforderung die folgenden wasserseitigen Parameter über die Anforderungen der TrinkwV 2001 hinaus eingehalten werden (Bild 2). Für erwärmtes Trinkwasser wird von der Verwendung verzinkter Eisenwerkstoffe abgeraten [13].

Trinkwasserverordnung 2001

DIN 50930-6, Ziff. 8.2. Kupfer:

Eine Veränderung der Trinkwasserbeschaffenheit im Hinblick auf seine Eigenschaften als einwandfreies Lebensmittel wird als vertretbar angesehen, wenn das Wasser über die Anforderungen der Trinkwasserverordnung hinaus eine der folgenden Bedingungen erfüllt:

pH \geq 7,4
oder
7,0 \leq pH < 7,4 und TOC \leq 1,5 g/m³

Bild 1 Einsatzparameter nach DIN 50930-6 für den Rohrleitungswerkstoff Kupfer

Nichtrostender Stahl (DIN 50930-6, Ziff. 8.5)

Bei nichtrostenden Stählen (Edelstählen) nach den DVGW-Arbeitsblättern W 534 bzw. W 541 gibt es keine Einschränkungen des Einsatzbereiches.

Kunststoffe

Nach der DVGW-Information twin „Werkstoffe in der Trinkwasser-Installation“ müssen Rohre und Installationssysteme aus Kunststoff den einschlägigen DIN-Normen und DVGW-Arbeitsblättern entsprechen. Im übrigen gibt es für diese Werkstoffe keine weiteren Einsatzbeschränkungen. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß in derartigen Systemen Bauteile aus metallenen Werkstoffen vorhanden sein können – dies ist in der Regel der Fall – die Einsatzbeschränkungen unterliegen [13].

Bei Einsatz von Kunststoff- bzw. Kunststoffverbundrohren ist zu beachten, daß unter Umständen Hersteller solcher Systeme bei Überschreitung einer bestimmten Chlorkonzentration im Trinkwasser (z. B. 0,1 mg/l) jegliche Gewährleistung ausschließen [18]. Bei diesen Systemen muß sich der Planer und Installateur die Frage nach möglichen Risiken hinsichtlich des Betriebes der Trinkwasserinstallation stellen, denn in § 5, Abs. 4 TrinkwV 2001 heißt es: „Soweit der Unternehmer und der sonstige Inhaber einer Wasserversorgungs- oder Wassergewinnungsanlage hinsichtlich mikrobieller Belastungen des Rohwassers Tatsachen feststellen, die zum Auftreten einer übertragbaren Krankheit führen können, oder annehmen, daß solche Tatsachen vorliegen, muß eine Aufbereitung, erforderlichenfalls unter Einschluß einer Desinfektion, nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik erfolgen. In Leitungsnetzen oder Teilen davon, in denen die Anforderungen nach Absatz 1 oder 2 (Anforderungen nach [3] und nach Anl. 1, Teil I TrinkwV 2001) nur durch Desinfektion eingehalten werden können, müssen der Unternehmer oder sonstige Inhaber einer Wasserversorgungsanlage eine hinreichende Desinfektionskapazität durch freies Chlor oder Chlordioxid vorhalten.“ Daraus ist zu schließen, daß auch dann, wenn in dem für das betreffende Bauvorhaben vom Wasserversorger vorgelegten Analysedatenblatt kein freies Chlor ausgewiesen ist, grundsätzlich jederzeit damit gerechnet

Trinkwasserverordnung 2001

DIN 50930-6, Ziff. 8.4. (Auszug):

Schmelztauchverzinkte Eisenwerkstoffe:

... Eine Veränderung der Trinkwasserbeschaffenheit im Hinblick auf seine Eigenschaften als einwandfreies Lebensmittel wird als vertretbar angesehen, wenn sowohl die Zusammensetzung des Zinküberzugs auf dem Rohr die folgenden Werte nicht überschreiten (Angaben in Massenanteilen):

Antimon	0,01 %	Arsen	0,02 %
Blei	0,25 %	Cadmium	0,01 %
Wismut	0,01 %		

als auch das Wasser über die Anforderungen der Trinkwasserverordnung hinaus folgende Bedingungen erfüllt:

$$K_{B\ 8,2} \leq 0,5 \text{ mol m}^{-3} \text{ und } K_{S\ 4,3} \geq 1,0 \text{ mol m}^{-3}$$

Bild 2 Einsatzparameter nach DIN 50930-6 für den Rohrleitungswerkstoff verzinkter Stahl

werden muß, daß eine Desinfektion mit Chlor nach den anerkannten Regeln der Technik durchgeführt wird. Dies bedeutet, daß dann ein Gehalt an freiem Chlor von 0,1...0,3 mg/l, erforderlichenfalls auch über einen längeren Zeitraum von bis zu 0,6 mg/l, vorliegt. Bei den für Trinkwasserinstallationen nach DIN 1988 zugelassenen metallenen Werkstoffen sind – entsprechend den oben beschriebenen Betriebsbedingungen – auch bei einer gegebenenfalls erforderlich werdenden Desinfektion keine Probleme zu erwarten.

Unlegierte und niedrig legierte Eisenwerkstoffe (DIN 50930-6, Ziff. 8.6)

Die Bildung von Deckschichten auf der Innenoberfläche von unlegierten und niedrig legierten Eisenwerkstoffen ist neben einer entsprechend deckschichtbildenden Wasserbeschaffenheit in besonderem Maße von einer gleichmäßigen Durchströmung der Leitung abhängig. Da in der Hausinstallation die Strömungsgeschwindigkeit stark schwankt und sogar längere Zeiten der Stagnation des Wassers unvermeidbar sind, können sich dort auf diesen Werkstoffen keine schützenden Deckschichten aufbauen. Ungeschützte unlegierte und niedrig legierte Eisenwerkstoffe sind daher für Hausinstallationen nicht geeignet.

Werkstoffe für Armaturen und Rohrverbindungen (DIN 50930-6, Ziff. 8.7)

In allen Trinkwässern dürfen Armaturen und Fittings aus Messing und Rotguß – unabhängig von der sonstigen Wasserbe-

schaffenheit – eingesetzt werden, wenn die Werkstoffanforderungen nach DIN 50930-6, Ziff. 8.7 erfüllt sind. Da diese Forderung zur Zeit nur für Deutschland gilt (auf europäischer Ebene wird an einer vergleichbaren Regelung gearbeitet), besteht die Gefahr, daß Importware nicht diesen Werkstoffanforderungen genügt. Es sollten daher nur solche Armaturen eingesetzt werden, die das DVGW-Zeichen für Trinkwasser führen und nur solche Messingfittings verwendet werden, die das Gütezeichen der Gütegemeinschaft Messing-Sanitär e. V. führen. Darüber hinaus empfiehlt es sich dringend, vom Händler eine Bestätigung zu verlangen, daß die von ihm gelieferten Rohreinbauparmaturen den Werkstoffanforderungen nach DIN 50930-6, Ziff. 8.7.2 bzw. Ziff. 8.7.3 entsprechen.

Weitere Werkstoffe / Bauteile (DIN 50930-6, Ziff. 8.8)

Nickelüberzüge auf verschiedenen Grundwerkstoffen sind für trinkwasserberührte Flächen nicht geeignet, weil der Grenzwert in der Trinkwasserverordnung auch bei bestimmungsgemäßer Verwendung nicht sicher eingehalten werden kann. Technisch unvermeidbare Nickeleinträge auf die Innenoberflächen von Armaturen, die sich bei der elektrolytischen Vernickelung der Außenoberflächen ergeben, können dann akzeptiert werden, wenn dieser Anteil nicht mehr als 20 % der gesamten wasserberührten Innenoberfläche der Armatur ausmacht. Für Trinkwassererwärmer aus den verschiedenen Werkstoffen gibt es bei bestimmungsgemäßem Betrieb (regelmäßige Entnahme) wegen des geringen Anteils an der gesamten wasserberührten Oberfläche der Installation keine Anwendungsgrenzen.

Planungsgrundsätze

Trinkwasser ist – wie alle anderen Lebensmittel auch – ein verderbliches Lebensmittel. Es ist daher unabhängig vom Rohrleitungswerkstoff durch geeignete Planung und Ausführung der Installation dafür zu sorgen, daß eine häufige Erneuerung des Trinkwassers im Leitungssystem stattfindet. Hierzu gehören möglichst kurze Leitungswege und eine richtige Dimensionierung der Leitungsdurchmesser gemäß DIN 1988,

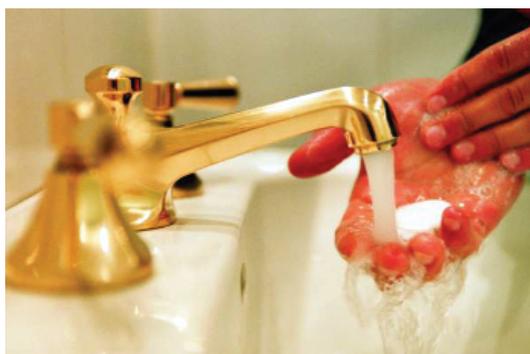
Teil 3. Eine Überdimensionierung ist in jedem Falle zu vermeiden. Stichleitungen ohne Entnahmemöglichkeit – beispielsweise Steigstränge zum Obergeschoß in Einfamilienhäusern, bei denen das Obergeschoß jedoch erst zu einem späteren Zeitpunkt ausgebaut werden soll – sind in diesem Sinne nicht statthaft. Ist dies aus baulichen Gründen nicht zu vermeiden, sind solche Leitungen gesichert abzusperrten und trocken stehen zu lassen.

Stagnation in Löschwasserleitungen

Löschwasserleitungen stellen in diesem Zusammenhang – wegen der in diesen Leitungen in der Regel kaum zu vermeidenden langen Stagnationszeiten – ein grundsätzliches Problem dar. Aus hygienischen Gründen ist daher eine vollständige Trennung solcher Leitungen vom Trinkwassersystem durch Einbau einer automatischen Füll- und Entleerungsstation anzustreben. Auch der mittelbare Anschluß als Nichttrinkwasseranlage durch Zwischenschaltung eines drucklosen Behälters mit den für Nichttrinkwasseranlagen erforderlichen Sicherungseinrichtungen ist eine geeignete Lösung. Ist eine solche Trennung – wie bei Naßanlagen – nicht möglich, so muß die Trinkwasserentnahme nach DIN 1988-6 vor dem Löschwasseranschluß angeordnet werden.

Löschwasserleitung über Rückschlagventil anschließen

Um eine mögliche Rückkontamination eventuell hygienisch bedenklichen Löschwassers in die Trinkwasseranlage hinein zu vermeiden, empfiehlt es sich in diesen Fällen dringend, die Löschwasserleitung über ein Rückschlagventil (keinen Rohrtrenner) anzuschließen. Die in DIN 1988-6 geforderte Durchströmung der Löschwasserleitung sollte dann zweckmäßigerweise dadurch realisiert werden, daß ausschließlich Entnahmestellen mit geringen Anforderungen an die Wasserqualität – wie z. B. Toilettenspülungen – angeschlossen werden. Eine andere Möglichkeit, die ausreichende Durchströmung der nassen Feuerlöschleitung sicherzustellen, besteht darin, den gesamten Trinkwasserbedarf des Gebäudes über die Feuerlöschleitung zu führen und am Ende der Feuerlöschleitung eine obere Trinkwasserverteilung durchzuführen. Hierdurch sind jedoch – nach Ansicht von Experten – nur dann hygienisch ausreichende Verhältnisse zu realisieren, wenn die nach DIN 1988-3 ermittelte Nennweite der



Die Trinkwasserverordnung 2001 ist stets bis zur Entnahmestelle einzuhalten

Trinkwasserverteilung um nicht mehr als eine Nennweite kleiner ist, als die erforderliche Nennweite der Löschwasserleitung.

Selten genutzte Zapfstellen

Zwischen Fertigstellung der Installation und tatsächlicher Nutzung der Trinkwasseranlage vergeht häufig ein längerer Zeitraum, in dem keine oder nur sehr geringfügige Wasserentnahmen für beispielsweise Bauwasser (meist im Keller) stattfinden. Hier sollte der Teil der Trinkwasseranlage, der nicht genutzt wird, bis kurz vor Inbetriebnahme trocken stehen. Hierzu sind entsprechende Absperrarmaturen an Steigsträngen etc. vorzusehen. Leitungen mit betriebsbedingter mangelnder Wasserentnahme – wie zumeist der im Heizraum vorhandene Anschluß zum Befüllen der Heizungsanlage – sollten möglichst in eine Ringleitung eingebunden werden. Zumindest ist es sinnvoll, solche Leitungen mit einem Rückschlagventil auszustatten, um die mögliche Rückkontamination abgestandenen Wassers in die übrige Installation zu vermeiden. Gegebenenfalls ist eine Zwangsentnahme vorzusehen.

Legionellenwachstum vermeiden

Bei sehr harten Wässern kann es sinnvoll sein, eine Teilenthärtung durchzuführen, um die Wärmeübertragungsflächen gegen Steinbildung zu schützen, was nicht zuletzt auch zur Energieeinsparung beiträgt. Im Anschluß an die Teilenthärtung ist stets eine pH-Wert-Anhebung durchzuführen. Dies kommt auch der technischen Sicherheit der Gesamtanlage zugute. Bei der Trinkwasserbehandlung ist immer die TrinkwV 2001 (§ 11) zu beachten. Bei der Planung ist auch insbesondere durch technische Maßnahmen dafür zu sorgen, daß kein erhöhtes Legionellenwachstum zu befürchten ist. In der Regel läßt sich durch geeignete Wärmedämmung eine unzulässige Erwärmung des kalten Trinkwassers vermeiden. Leitun-

gen für erwärmtes Trinkwasser sind mindestens nach EnEV gegen Wärmeverluste zu dämmen. Zur Vorbeugung gegen Legionellen-

befall sind die DVGW-Arbeitsblätter W 551/552 zu beachten. Dort ist auch die thermische Desinfektion mit Trinkwassertemperaturen $> 70\text{ °C}$ beschrieben. Wird diese Möglichkeit der Legionellenbekämpfung gewählt, muß der Planer sicherstellen, daß der von ihm gewählte Leitungswerkstoff auch bei diesen Temperaturen ausreichend beständig ist. Metallene Werkstoffe – mit Ausnahme der verzinkten Eisenwerkstoffe – sind in dieser Hinsicht völlig unproblematisch.

Inbetriebnahme

Vor Inbetriebnahme ist die Trinkwasserinstallation einer Dichtigkeitsprüfung zu unterziehen. Diese Dichtigkeitsprüfung kann entweder mit Wasser nach DIN 1988-2 oder trocken mit einem inerten Gas oder ölfreier Druckluft gemäß ZVSHK-Merkblatt „Dichtigkeitsprüfung mit Luft“ bzw. BHKs-Regel 5.001 „Druckprüfung von Trinkwasserleitungen mit Druckluft oder Stickstoff“ durchgeführt werden. Dies muß zu einem Zeitpunkt erfolgen, zu dem die Verbindungsstellen noch zugänglich und nicht verdeckt sind. Die trockene Dichtigkeitsprüfung ist immer dann angeraten, wenn zu erwarten ist, daß zwischen Druckprobe und tatsächlicher Inbetriebnahme der Installation längere Zeit vergeht. Das ist immer dann der Fall, wenn bei größeren Bauvorhaben abschnittsweise vorgegangen wird. Im Anschluß an die Druckprüfung und so früh wie möglich sind alle Trinkwasserleitungen unabhängig von der Art des verwendeten Werkstoffes gründlich mit filtriertem Trinkwasser zu spülen.

Zwei Spülmethoden erfüllen die Anforderungen

Hierdurch soll die Sicherung der Trinkwassergüte (Hygiene) sowie eine Reinigung der Rohinnenoberflächen erreicht und Funktionsstörungen an Armaturen und Apparaten vermieden werden. Diese Anforderungen werden von zwei Spülmethoden erfüllt.

Zum einen durch das Spülverfahren mit Luft-Wasser-Gemisch nach DIN 1988-2, Ziff. 11.2 und zum anderen durch Spülverfahren mit Wasser nach ZVSHK-Merkblatt „Hinweise zur Durchführung von Spülverfahren von Trinkwasserinstallationen, die nach TRWI DIN 1988 erstellt sind“. Mit beiden Verfahren werden die hygienischen Anforderungen, die an Trinkwasserinstallationen zu stellen sind, erfüllt. Eine zusätzliche Desinfektion der Leitungsanlage ist in DIN 1988, Teil 2 nicht vorgesehen und auch grundsätzlich nicht erforderlich. Sollte ausnahmsweise im Einzelfalle aus besonderen Gründen dennoch eine Desinfektion der Leitungen erforderlich sein, ist dies bei Kupferwerkstoffen ohne Probleme möglich. Bei Rohrleitungen aus Kunststoffen bzw. Kunststoffverbundwerkstoffen ist jedoch auf mögliche Einschränkungen zu achten. Bei Rohrleitungen aus nichtrostenden Stählen sind die Angaben der Rohr- bzw. Systemhersteller zu beachten.

Betrieb von Trinkwasserinstallationen

Für den Betrieb von Trinkwasserinstallationen gilt DIN 1988, Teil 8. Hierauf ist der Eigentümer bzw. Betreiber einer Trinkwasserinstallation – der für den Betrieb der Anlage verantwortlich ist – bei Übergabe der Anlage hinzuweisen. Hierbei sind ihm auch die Wartungs- und Bedienungsanleitungen sowie Hinweise zur Sicherstellung einer einwandfreien Trinkwasserbeschaffenheit (regelmäßige Wassererneuerung) auszuhandigen. Es empfiehlt sich, bei dieser Gelegenheit einen Wartungsvertrag anzubieten. Inbetriebnahmen, Stilllegungen sowie Eigentümerwechsel von Hausinstallationen, aus denen Trinkwasser an die Öffentlichkeit abgegeben wird, sind dem Gesundheitsamt zu melden.

Mit der TrinkwV 2001 werden an die Qualität des Trinkwassers bis hin zur Abgabe an den Verbraucher sehr hohe Anforderungen gestellt. Diese Anforderungen lassen sich auch in Hausinstallationen erfüllen, wenn die für den Betrieb gegebenen Hinweise – insbesondere die Vermeidung langer Stagnationszeiten – beachtet werden. Außerdem sollte die Planung auf möglichst kurze Verweilzeiten des Wassers in der Leitung ausgerichtet sein und geeignete Installationsmaterialien gewählt werden. Das Deutsche Kupfer-Institut sowie die Beratungsdienste der Kupferrohr- und Fittingshersteller helfen bei der Werkstoffauswahl.

Literatur:

- [1] Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung vom 21. Mai 2001 (BGBl. I, Nr. 24, S. 959–980)
- [2] Richtlinie 98/83/EG des Rates über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch vom 3. November 1998 (Abl. EG Nr. L 330 S. 32)
- [3] Infektionsschutzgesetz vom 20. Juli 2000 (BGBl. I S. 1045)
- [4] Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz vom 9. September 1997 (BGBl. I S. 2296)
- [5] Amtliche Begründung zur Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung (Bundesanwaltschaft 721/00 vom 8. 11. 2000, S. 53)
- [6] DIN 50930-6 Korrosion der Metalle; Korrosion metallischer Werkstoffe im Innern von Rohrleitungen, Behältern und Apparaten bei Korrosionsbelastung durch Wässer; Teil 6: Beeinflussung der Trinkwasserbeschaffenheit (August 2001)
- [7] Fachinformation des ZVSHK und des DKI i.156, Metallene Werkstoffe in der Trinkwasser-Installation
- [8] DIN 1988, Teile 1 bis 8 Technische Regeln für Trinkwasserinstallationen; Technische Regel des DVGW (Dezember 1988)
- [9] DVGW-Arbeitsblatt W 551 Trinkwassererwärmungs- und Leitungsanlagen; technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums (März 1993)
- [10] DVGW-Arbeitsblatt W 552 Trinkwassererwärmungs- und Leitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Sanierung und Betrieb (April 1996)
- [11] DVGW-Arbeitsblatt W 551/W 552, Entwurf Trinkwassererwärmungs- und Leitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums – Sonstiges – (Juli 2002)
- [12] DVGW-Arbeitsblatt W 553 Bemessung von Zirkulationssystemen in zentralen Trinkwassererwärmungsanlagen (Dezember 1998)
- [13] twin Information des DVGW zur Trinkwasserinstallation „Werkstoffe in der Trinkwasser-Installation“ (September 2002)
- [14] Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV) vom 16. 11. 2001
- [15] ZVSHK-Merkblatt Hinweise zur Durchführung von Spülverfahren für Trinkwasserinstallationen, die nach TRWI DIN 1988 erstellt sind (März 1998)
- [16] ZVSHK-Merkblatt Dichtigkeitsprüfung mit Luft
- [17] BHKS-Regel 5.001 Druckprüfung von Trinkwasserleitungen mit Druckluft oder Stickstoff
- [18] Website: www.jrgsanipex-mt.ch/sanipex/pdf/04-10_d.pdf, Seite 10



Dipl.-Ing. Michael Pohl

ist Mitglied der Initiative Kupfer, 40021 Düsseldorf, Telefon (0800) 1 58 73 37