

Trinkwasser-Installation

Desinfektion ist nur in Sonderfällen erlaubt!

✓ KOMPAKT INFORMIEREN

Mikroorganismen bleiben nur in technisch mangelhaften Trinkwasser-Installationen beherrschbar. Mängel können ohne zielführende Ertüchtigung der Trinkwasser-Installation durch eine Dauerdesinfektion nicht kompensiert werden. Sie steht zudem im Widerspruch zur Trinkwasserverordnung.

Der durch den Desinfektionsstress bei vielen Bakterien erzeugte VBNC-Zustand (lebend, aber nicht kultivierbar) kann zu einer Unterschätzung der Anwesenheit von hygienisch relevanten Mikroorganismen und zu einer Überschätzung der Effektivität von Desinfektions- und ähnlichen Sanierungsmaßnahmen führen.

Bereits der Einsatz einer Trinkwasserdesinfektion bis zur vollständigen Sanierung der Trinkwasser-Installation (Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik und bestimmungsgemäßer Betrieb) ist genau abzuwägen und nur in engen und objektspezifischen (Korrosionsgefahr) Grenzen zulässig.

Die Ausweitung der Trinkwasserbeprobung auf gewerblich genutzte Anlagen weist nach, was viele Forscher schon lange vermuten: Mit gesundheitsgefährdendem Ausmaß verkeimte Trinkwasser-Installationen sind keine Seltenheit. Insbesondere Legionellen stellen eine reale Gesundheitsgefahr dar. Darum wird die prophylaktische und nachträgliche chemische Desinfektion wieder häufiger diskutiert. Für einen langfristigen Erfolg gegen Bakterien im Trinkwasser ist die Desinfektion jedoch eine stumpfe Waffe. Auch die „Energiesparidee“, bei kontinuierlicher Trinkwasserdesinfektion die Warmwassertemperatur im System abzusenken, ist weder effektiv noch gemäß dem Minimierungsgebot der Trinkwasserverordnung (TrinkwV § 6 Abs. 3) gestattet. Desinfektionsmaßnahmen sind generell nur in engen Grenzen erlaubt und an zahlreiche Bedingungen geknüpft.

➔ Im Rahmen der Capnetz-Studie im Jahr 2008 [1] ermittelten die Wissenschaftler für Deutschland jährlich 15000 bis 30000 Krankheitsfälle durch Legionellen. Die Mortalität lag schätzungsweise bei 1500 bis 2000. Welchen Anteil daran verkeimte Trinkwasser-Installationen als Infektionsort haben, ist allerdings nicht mit letzter Sicherheit zu ermitteln. Hier lässt jedoch eine Statusanalyse aufhorchen, die der Arbeitskreis Trinkwasseranalytik der Firmen im Gas- und Wasserfach (figawa) schon zum zweiten Mal in Auftrag gab.

Für die erste Statusanalyse 2015 wurden über 1 Mio. Datensätze von Probennahmen aller Gebäudearten, bereitgestellt von fünf deutschen Trinkwasserkontrolldienstleistern, vom Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit (ihph) der Universität Bonn ausgewertet. Die Untersuchung ergab, dass in dem Betrachtungszeitraum von 2012 bis 2015 etwa jedes dritte Gebäude mindestens einmal einen positiven Legionellenbefund zeigte. In rund jedem sechsten Gebäude wurde eine Überschreitung des technischen Maßnahmenwertes festgestellt [2]. Eine erneute Statusanalyse, die das ihph 2018 präsentierte, ergab auf Grundlage einer besseren Datenqualität ein ähnliches Bild.

Die Auswertung der Probennahmen bestätigen also belastbar, dass der Erhalt der Trinkwassergüte in einer Trinkwasser-Installation eine ernste Herausforderung darstellt. Darum werden inzwischen auch Stimmen laut, die die chemische Desinfektion als Lösungsweg gegen Mikroorganismen im Trinkwasser vorschlagen. Allerdings ist ein solcher Weg weder nachhaltig noch



Bild: Viega

❶ Die hohen Anforderungen der Trinkwasserverordnung an die Trinkwassergüte grenzt die Anwendung von Desinfektionsmaßnahmen stark ein.

erfolgreich und nur in begründeten Ausnahmefällen mit der aktuell gültigen Trinkwasserverordnung (TrinkwV) in Übereinstimmung [3].

Desinfektion birgt Gefahren und ist keine nachhaltige Lösung

Im speziellen Fall einer kontinuierlichen Zugabe von chemischen Desinfektionsmitteln muss die-



Fachberichte mit ähnlichen Themen bündelt das TGAdossier

➔ **Trinkwasserhygiene**

WEBCODE 1057

Bild: Viega



Dr. Christian Schauer

ist Leiter des Kompetenzbereichs Trinkwasser, Corporate Technology bei Viega, 57439 Attendorf, www.viega.de

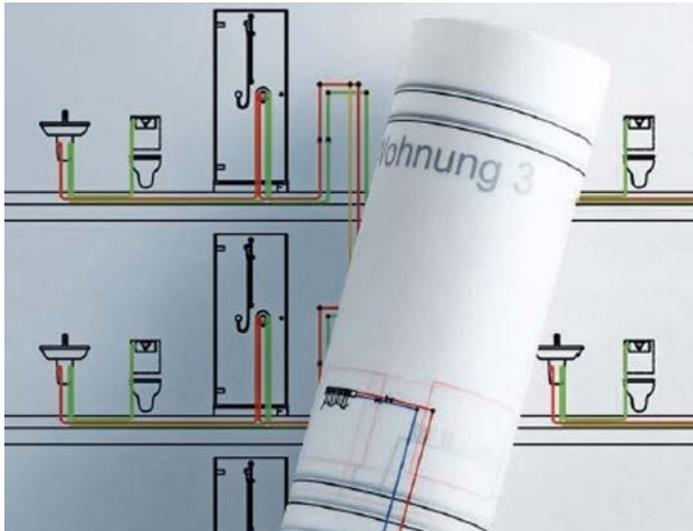


Bild: Vega

- ② Die Trinkwasser-verordnung verlangt die Planung, Installation und den bestimmungsgemäßen Betrieb gemäß den allgemein anerkannten Regeln der Technik. Sind die erfüllt, ist eine Trinkwasseranlage meistens hygienisch einwandfrei.

se im Einklang mit der TrinkwV und mit Genehmigung des Gesundheitsamts erfolgen. Nach derzeitigem Kenntnisstand werden Legionellen aber dadurch nicht ausreichend beseitigt. Eine permanente Desinfektion mit Chemikalien ist demnach nicht zweckmäßig [4]. Außerdem erhöhen alle nach § 11 der TrinkwV [3, 5] zugelassenen chemischen Desinfektionsmittel aufgrund ihrer stark oxidierenden Eigenschaften die Korrosionswahrscheinlichkeit [6].

Der durch den Desinfektionsstress bei vielen Bakterien erzeugte VBNC-Zustand (viable but nonculturable; lebend, aber nicht kultivierbar) kann zu einer Unterschätzung der Anwesenheit von hygienisch relevanten Mikroorganismen und zu einer Überschätzung der Effektivität von Desinfektions- und ähnlichen Sanierungsmaßnahmen führen. Durch den Eintritt in den VBNC-Zustand lassen sich hygienisch relevante Mikroorganismen nicht mehr mit den dafür standardisierten Kulturmethoden nachweisen. Da VBNC-Zellen dadurch gekennzeichnet sind, dass sie immer noch Anzeichen von Vitalität zeigen, sind sie nicht als irreversibel inaktiviert anzusehen. Eine Rückkehr in den kultivierbaren und auch infektiösen Zustand kann somit nicht ausgeschlossen werden, obwohl sie in der Trinkwasserprobe nicht festgestellt wurden [7].

Die prophylaktische Desinfektion eines mikrobiell einwandfreien Wassers ist grundsätzlich abzulehnen. Der dauerhafte Einsatz von chemischen/elektrochemischen Desinfektionsmitteln in der Trinkwasser-Installation ohne Beseitigung der technischen und betrieblichen Mängel widerspricht dem Minimierungsgebot nach § 6 Absatz 3 TrinkwV und verstößt gegen § 17 Absatz 1 TrinkwV. Vielmehr sind der Unternehmer und der sonstige Inhaber einer Wasserversorgungsanlage (Usl) zur Beachtung der allgemein anerkannten Regeln der Technik verpflichtet. Eine Dauerdesinfektion ohne zielführende Er-

tüchtigung der Trinkwasser-Installation steht somit im Widerspruch zur TrinkwV [8, 9].

Beschreibungen für chemische Desinfektionen, wie „spezielles Sanierungsverfahren“, „zerstörungsfreie Installations-Instandsetzung“, „chemische Sanierung“ oder „mikrobiologische Sanierung“, sind der Situation nicht angemessen und stellen das Verfahren falsch dar. Es kann nur „technisch“ nachhaltig saniert werden.

Chemische Desinfektion als „Energiesparmaßnahme“ nicht zulässig

Desinfektionsmaßnahmen, die eine Temperaturabsenkung des Warmwasserspeichers zur Energieeinsparung kompensieren sollen, sind ebenfalls unzulässig. Darunter fällt vor allem die häufig erwähnte permanente chemische Desinfektion des Trinkwassers. Hier gilt grundsätzlich, dass sich energiesparende Maßnahmen einer kritischen Prüfung durch Experten stellen müssen, damit die Reduzierung der Warmwassertemperatur nicht auf Kosten eines erhöhten Risikos für Legionelleninfektionen geht [10].

Schon aufgrund der vorher genannten Bedingungen (Korrosion, VBNC-Zustand, Minimierungsgebot) ist also eine permanente chemische Desinfektion als „Energiesparmaßnahme“ nicht sinnvoll und zielführend.

Legionellenschaltung nicht zielführend

Bei einer periodischen, temporären Temperaturerhöhung im Warmwasserspeicher inklusive Zirkulationssystem (zum Beispiel eine „Legionellenschaltung“ oder „Legionellenschleuse“) handelt es sich gemäß DVGW W 551 [4] und DVGW W 557 [9] um keine thermische Desinfektion (siehe dazu auch Tabelle 8, DVGW-Arbeitsblatt W 556 [11]). Eine solche Maßnahme ist deshalb nicht zielführend. Weiterhin kann sie bei dauerhafter Anwendung zu einer Schädigung der eingebauten Produkte und Werkstoffe führen [11].



Bild: abventr / iStock / Getty Images Plus

3 Legionellen gehören zu den größten Bedrohungen der Trinkwasserqualität in Hausinstallationen. Statusanalysen zeigen, dass es in etwa jedem sechsten Gebäude zu erhöhten Legionellenwerten kommt.

gesundheitsgefährdende mikrobielle Kontamination vorhanden, kann der Einsatz einer Trinkwasserdesinfektion bis zur vollständigen Sanierung der Trinkwasser-Installation zielführend sein. Zu überprüfen ist aber immer, ob nicht andere Maßnahmen, zum Beispiel endständige Filter, besser geeignet sind [11].

Ist eine Trinkwasserdesinfektion unvermeidbar, setzen Verordnungen und Regelwerke dieser verfahrenstechnischen Maßnahme enge Grenzen: Vor Anwendung einer Desinfektion muss sichergestellt sein (Nachweis), dass alle Teile des Systems in puncto thermische beziehungsweise chemische Beständigkeit für die Durchführung der Maßnahme geeignet sind [4]. Das Desinfektionsverfahren ist auf die in der Trinkwasser-Installation vorhandenen Werkstoffe abzustimmen (Nachweis) [11]. Die Desinfektion ist mit allen relevanten Begleitumständen vollständig zu dokumentieren. In keinem Fall ersetzt eine Desinfektion die Sanierung einer Trinkwasser-Installation [4, 11, 13].

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

Eine wesentliche Voraussetzung für die Wirkung des Desinfektionsmittels ist, dass dieses in ausreichender Konzentration in alle kontaminierten Bereiche der Trinkwasser-Installation gelangt. Vor Beginn der Desinfektion ist deshalb anhand des Bestandsplans zu prüfen, ob und durch welche Maßnahmen dies gesichert werden kann. Wichtige Maßnahmen sind zum Beispiel:

Legionellenschaltung und Desinfektion machen Probennahmen ungültig

Probennahmen erfolgen bei normalem bestimmungsgemäßem Betrieb der Trinkwasser-Installation. Eine temporäre Erhöhung der Warmwasserspeichertemperatur, Spülungen oder eine Desinfektion der Trinkwasser-Installation direkt vor der Probenahme widersprechen dem Schutzzweck der Untersuchung nach TrinkwV. Eine direkt zuvor erfolgte thermische Desinfektion ist bei der Probenahme zum Beispiel häufig an dem Parameter „Temperaturkonstanz“ ablesbar und macht damit die Probenahme ungültig.

Maßnahmen zur Behebung technischer Mängel

Wird bei einer Trinkwasser-Probennahme nach DIN EN ISO 19458 Zweck b eine mikrobielle Belastung oberhalb des technischen Maßnahmewerts für Legionellen der TrinkwV festgestellt, ist grundsätzlich von einem technischen Mangel auszugehen. Mängel aus hygienischer Sicht liegen insbesondere dann vor, wenn gesetzliche Vorgaben, allgemein anerkannte Regeln der Technik mit hygienischer Relevanz, Empfehlungen des Umweltbundesamts (UBA) oder Empfehlungen des Robert Koch-Institutes (RKI) für medizinische Einrichtungen nicht eingehalten oder beachtet werden.

Nicht jede technische Auffälligkeit bedeutet jedoch einen Mangel, der eine Sanierung erforderlich macht. Allerdings muss jede Auffälligkeit bewertet werden, selbst wenn keine mikrobielle Belastung vorliegt. Eine umgehende Behebung technischer Mängel ist erforderlich, wenn es gilt, eine schwierig zu beseitigende Verkeimung als Folge des Mangels zu vermeiden (Vorsorgeprinzip) [11].

Um unmittelbare Gesundheitsgefährdungen durch Mikroorganismen zu vermeiden, kann als Sofortmaßnahme der Einsatz endständiger bakteriendichter Filter an ausgewählten

Entnahmestellen übergangsweise den Weiterbetrieb der Trinkwasseranlage während des Sanierungszeitraumes ermöglichen. Die Standzeiten und Einsatzgrenzen der jeweiligen Produkte sind dabei zwingend einzuhalten. Zu beachten ist ebenfalls, ob die Werkstoffe im Filter, die im Kontakt mit Trinkwasser stehen, den aktuellen UBA-Vorgaben entsprechen. Zum Beispiel weisen silberbeschichtete Modelle höhere Standzeiten und damit Kostenvorteile auf, besitzen aber nach geltender Trinkwasserverordnung keine Zulassung. [12].

Mit Ausnahme von Hochrisikobereichen in Krankenhäusern sollten endständige Filter nur vorübergehend bis zur Wiederherstellung mikrobiell einwandfreier Verhältnisse installiert werden [11].

Enge Grenzen: das Wann und Wie einer Trinkwasserdesinfektion

Ein dauerhafter Sanierungserfolg ist in der Regel nur in Kombination von bautechnischen mit verfahrenstechnischen Maßnahmen zu erwarten. Ist während der technischen Sanierung eine



Bild: Viega

4 Die technische Sanierung einer kontaminierten Trinkwasseranlage ist die einzige nachhaltige Maßnahme der Ursachenbekämpfung – beispielsweise die Installation von Reihen- (PWH, PWC) und Ringleitungen (nur PWC), um das Stagnationsrisiko deutlich zu verringern.

- Die Sicherstellung der Zirkulation durch einen Hydraulischen Abgleich des Zirkulationssystems (siehe DIN 1988-300).
- Die regelmäßige Wasserentnahme an allen Entnahmestellen (bestimmungsgemäßer Betrieb); ist diese nicht gegeben, ist eine regelmäßige Wasserentnahme zu simulieren, beispielsweise durch Umsetzung eines Spülplans.
- Die Abtrennung nicht genutzter Leitungen.
- Die Reinigung der Trinkwasser-Installation (siehe DVGW W 557) [9, 11].

Neben den relevanten mikrobiologischen Parametern sind bei einer Desinfektion auch die in der TrinkwV genannten Desinfektionsnebenprodukte zu bestimmen. Im Fall der Dosierung von Chlor oder Hypochloritverbindungen sind dies die Konzentrationen von Trihalogenmethan (THM) sowie Bromat (nur bei Hypochloritverbindungen). Bei der Verwendung von Chlordioxid sind Chlorit und Chlorat zu erfassen [5].

Die zugesetzte Menge des Desinfektionsmittels ist unabhängig von einer aus der Pumpenlaufzeit errechneten Dosiermenge wöchentlich zu erfassen und zu dokumentieren. Die Konzentration des Desinfektionsmittels im Trinkwasser

ist täglich an der Dosierstelle nächstgelegenen Zapfstelle im Kaltwasser und gegebenenfalls an mehreren hydraulisch ungünstig gelegenen Zapfstellen (im Warmwasser) zu bestimmen und zu dokumentieren. Die dazu erforderlichen Proben sind nach der Dosierstelle und repräsentativ in der Gebäudeperipherie zu entnehmen. Sowohl die wöchentliche Erfassung als auch die tägliche Messung an der Dosierstelle kann bei kontinuierlicher Messung und Speicherung der Daten entfallen [5]. Dabei muss das Desinfektionsmittel in den Leitungen durch den bestimmungsgemäßen Betrieb regelmäßig erneuert werden. Schon eine teilweise Nichtnutzung der Trinkwasseranlage macht jede Desinfektion unwirksam.

Den betroffenen Verbrauchern ist durch den Betreiber immer zu Beginn der Zugabe eines Desinfektionsmittels die Art des Desinfektionsmittels und dessen Konzentration im Trinkwasser unmittelbar schriftlich bekannt zu geben (vgl. § 16 Abs. 4 TrinkwV) [3].

Es bleibt festzuhalten, dass eine Trinkwasserdesinfektion im Sinne der TrinkwV allenfalls bis zum Abschluss der Maßnahmen einer Gesamtsanierung sinnvoll sein kann [8].

Keine Einzelmaßnahme: das Wann und Wie einer Anlagendesinfektion

Liegt eine mikrobielle Kontamination in einer Trinkwasser-Installation oder in Teilbereichen vor, muss sie zum Gesundheitsschutz umgehend beseitigt werden. Eine Dekontamination erfolgt in der Regel zunächst durch Reinigung (Spülung). Nur wenn diese oder andere Reinigungsmaßnahmen nicht erfolgreich sind, ist eine chemische Desinfektion der Anlage (Anlagendesinfektion) in Betracht zu ziehen. Die genauen Verfahrensweisen für die Reinigung und Desinfektion sind im DVGW-Arbeitsblatt W 557 definiert [9].

Das Ziel ist, die in Biofilmen vorhandenen unerwünschten Mikroorganismen abzutöten beziehungsweise zu inaktivieren. In jedem Fall ist aber der erste Schritt die Reinigung. Denn in Partikeln oder Korrosionsprodukten eingebettete Bakterien lassen sich mithilfe von Desinfektionsmitteln so gut wie nicht abtöten, da diese die Mikroorganismen nicht erreichen. Daher müssen die Partikel oder Korrosionsprodukte durch Spülen oder andere Reinigungsmaßnahmen entfernt werden. Selbst wenn nach der Reinigung die Desinfektion der Anlage als zusätzli-



Bild: Viega

5 Eine temporäre Erhöhung der Warmwasserspeichertemperatur, Spülungen oder eine Desinfektion der Trinkwasser-Installation direkt vor der Probennahme widersprechen vorzüglich dem Schutzzweck der Untersuchung nach TrinkwV. Eine so erfolgte Probennahme ist damit ungültig.

che Sicherheitsmaßnahme erforderlich ist, kann sie aber nur dann nachhaltig wirken, wenn die Ursachen für die Verunreinigungen, insbesondere die einer mikrobiellen Kontamination, beseitigt worden sind [9, 11].

Ist eine Anlagendesinfektion unumgänglich, verlangt der Prozess größte Sorgfalt: Zum Reinigen mit chemischen Zusätzen sind Vorrichtungen zum Einschleusen und zur Entsorgung der Spülwässer erforderlich. Deshalb dürfen diese Arbeiten nur Fachfirmen durchführen. Die Werkstoffverträglichkeit ist zu überprüfen und von der ausführenden Fachfirma oder den Herstellern der Installationskomponenten zu bestätigen und zu protokollieren (Nachweis) [9].

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

Reinigungsmittel können, sofern sie organische Komponenten enthalten, sogar zu einer Vermehrung von Mikroorganismen im Trinkwasser führen. Deshalb sollten nur nach dem DVGW-Arbeitsblatt W 319 [14] geprüfte Reinigungsmittel verwendet und deren Einsatz auf das unbedingt notwendige Maß beschränkt werden. Organische Säuren, wie beispielsweise Zitronen- oder Essigsäure, dürfen für die Reinigung nicht eingesetzt werden, da in der Trinkwasser-Installation verbleibende Reste zu einer Aufkeimung führen können [9].

Erfolgskontrolle der Maßnahme

Für alle Arten der Kontamination gilt, dass die erste Kontrolluntersuchung nach der Sanierung unmittelbar nach Abschluss der Maßnahme

erfolgen muss. Die Intervalle der Kontrolluntersuchungen sind in Abhängigkeit von den Vermehrungszeiten der beteiligten Mikroorganismen zu wählen:

- Legionellen: nach ein, zwölf und vierundzwanzig Wochen (siehe DVGW W 551)
- Pseudomonas aeruginosa und Koloniezahl: nach zwei, sechs und zwölf Wochen
- Fäkalindikatoren und Coliforme: zwei Kontrolluntersuchungen innerhalb von zehn Tagen

Das Gesundheitsamt kann weitere Festlegungen treffen (siehe § 20 TrinkwV) [11].

Fazit

Desinfektionsmaßnahmen in Trinkwasser-Installationen sind keine Allzweckwaffe, sondern als Einzelmaßnahme eine stumpfe Waffe. Außerdem sind sie nur in Sonderfällen und engen Grenzen erlaubt:

- Permanente Trinkwasserdesinfektionen stehen im Widerspruch zum Minimierungsgebot der TrinkwV.
- Legionellschaltungen sind nicht mit einer thermischen Desinfektion gleichzusetzen und nicht zielführend.
- Eine hygienische Trinkwasser-Installation muss gemäß TrinkwV auf der Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik für die Planung, die Installation und den bestimmungsgemäßen Betrieb basieren.
- Mikrobielle Kontaminationen haben immer technische Mängel als Ursache und müssen demnach baulich beseitigt werden.

Zur Unterstützung einer Gesamtsanierung kann eine Desinfektion sinnvoll sein. Dabei muss aber immer die Gefahr der Korrosion mitberücksichtigt und damit die Werkstoffverträglichkeit vor der Maßnahme dokumentiert sein. Der erste Schritt zur Beseitigung einer Belastung ist in jedem Fall die Reinigung der Trinkwasseranla-

ge. Dies gilt auch bei mikrobiellen Kontaminationen. Erst dann kann eine Desinfektion überhaupt wirken.

Die Erfolgskontrolle bis 24 Wochen (mindestens jedoch zwölf Wochen) nach der Maßnahme, abhängig vom mikrobiologischen Parameter, muss in Ordnung sein, um die Nachhaltigkeit überhaupt bewerten zu können. Beide Maßnahmen – die Trinkwasserdesinfektion und die Anlagendesinfektion – sind im Sinne der TrinkwV auch nur unter diesen Prämissen zulässig.

Weitere Informationen:

➔ www.viega.de/trinkwasser

Literatur

- [1] Baum, H.; Ewig, S.; Marre, R.; Suttrop, N.; Gonschior, S.; Welte, T.; Lück, C. and CAPNETZ Study Group: Community-acquired Legionella pneumonia. New insights from the German competence network for community acquired pneumonia. Clin Infect Dis 46[9], 1356–1364, 2008
- [2] Völker, S.; Luther, S. Kistemann, T.: Bundesweite Statusanalyse. Vorkommen von Legionellen in Trinkwasser-Installationen. Arnberg: Strobel Verlag, IKZ Fachplaner 10-2015
- [3] Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch, (Trinkwasserverordnung – TrinkwV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. März 2016 (BGBl. I S. 459), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 3. Januar 2018 (BGBl. I S. 99) geändert worden ist.
- [4] DVGW-Arbeitsblatt W 551 Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Planung, Einrichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen. Bonn: DVGW, April 2004
- [5] Umweltbundesamt (UBA): Bekanntmachung der Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren gemäß § 11 der Trinkwasserverordnung – 20. Änderung, Dezember 2018
- [6] www.lgl.bayern.de/gesundheits/hygiene/wasserhygiene/trinkwasser/dezentrale_trinkwasseraufbereitung.htm#desinfektion
- [7] Erkenntnisse aus dem BMBF-Verbundprojekt „Biofilm-Management“ Version 1.1, 2014, IWW, Prof. Dr. Hans-Curt Flemming
- [8] Hinweise zum regelkonformen Einsatz von Desinfektionsmitteln in der Trinkwasserinstallation. München: Referat für Gesundheit und Umwelt der LH München, 2017
- [9] DVGW-Arbeitsblatt W 557 Reinigung und Desinfektion von Trinkwasser-Installationen. Bonn: DVGW, Oktober 2012
- [10] Umweltbundesamt: Energiesparen bei der Warmwasserbereitung – Vereinbarkeit von Energieeinsparung und Hygieneanforderungen an Trinkwasser. Dessau-Roßlau: Stellungnahme des Umweltbundesamts (UBA), September 2011
- [11] DVGW-Arbeitsblatt W 556 Hygienisch-mikrobielle Auffälligkeiten in Trinkwasser-Installationen, Methodik und Maßnahmen zu deren Behebung. Bonn: DVGW, Dezember 2015
- [12] Umweltbundesamt: Bewertungsgrundlage für metallene Werkstoffe im Kontakt mit Trinkwasser (Metall-Bewertungsgrundlage). Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, Version vom 21. November 2018 unter Berücksichtigung der vierten Änderung
- [13] Desinfektion von Trinkwasser-Installationen zur Beseitigung mikrobieller Kontaminationen. Bonn: DVGW, twin Nr. 5, April 2009
- [14] DVGW-Arbeitsblatt W 319 Reinigungsmittel für Trinkwasserbehälter; Einsatz, Prüfung und Beurteilung. Bonn: DVGW, Mai 1990