



# Bautechnik und Klimawandel heizen hygienekritisch Kaltwasser auf

## Trinkwasserhygiene: Erwärmung von Trinkwasser kalt minimieren

*Nicht nur das Weltklima erwärmt sich, sondern auch das Trinkwasser kalt (PWC) in Hausinstallationen. Der Klimawandel trägt seinen generellen Teil dazu bei, maßgeblicher aber sind die zusätzlichen Wärmelasten in modernen Gebäuden. Temperaturen von Trinkwasser kalt über 20 °C sollten jedoch dringend vermieden werden. Andernfalls kommt es zur gesundheitlich bedenklichen Vermehrung von Bakterien, sogar von Legionellen. Um das zu verhindern, sind bereits bei der Planung von Trinkwasseranlagen gezielte Weichenstellungen erforderlich. Die Ursachensachenermittlung für die Erwärmung von Trinkwasser kalt entlang des Fließwegs hilft, die richtigen Lösungsstrategien zum Gegensteuern zu ergreifen.*



Dr. Christian Schauer,  
Leiter des  
Kompetenzbereichs  
Trinkwasser,  
Corporate Technology,  
Viega,  
Attendorn

Die Temperaturmarke von Trinkwasser kalt (PWC) von maximal 25 °C an der Entnahmestelle einer Trinkwasser-Installation ist seit vielen Jahren in den Regelwerken verankert – beispielsweise in der DIN 1988-200 [1]. Damit ist sie auch in den Köpfen der TGA-Fachplaner und SHK-Fachhandwerker fest verwurzelt. Die Empfehlung der VDI/DVGW-Richtlinie 6023 Blatt 1 lautet jedoch, dass die PWC-Temperatur nicht über 20 °C ansteigen sollte [2]. Die Richtlinie folgt damit den Erkenntnissen des Robert-Koch-Instituts, welche Maximaltemperatur eingehalten werden sollte, um das Wachstum von Krankheitserregern in PWC zu verhindern [3].

Doch gerade in ausgedehnten Trinkwasseranlagen kommt es immer häufiger zu Kaltwassertemperaturen, die sogar den „Kompromisswert“ von 25 °C überschreiten – an Entnahmestellen, aber auch im Verteilungssystem. Die Gründe dafür liegen in der Regel in Unterbrechungen des bestimmungsgemäßen Betriebs, in Folge mit einem unzureichenden Wasseraustausch sowie zu hohen Wärmelasten entlang der Trinkwasserrohrleitungen. Stagnierendes Wasser in warmer Umgebung bietet jedoch ideale Wachstums-

bedingungen für Keime. Als Ergebnis kommt es häufig zu einer Kontamination von PWC. Nachgewiesen wird dabei nicht nur das typischerweise in Trinkwasser kalt vorkommende Bakterium *Pseudomonas aeruginosa*, sondern auch *Legionella pneumophila*. Ein gesundheitsgefährdendes Legionellenwachstum wurde bis dato vornehmlich nur für Trinkwasser warm (PWH) als Risiko wahrgenommen. Allerdings machte schon die DVGW-Information Wasser Nr. 90 vom März 2017 darauf aufmerksam, dass eine Untersuchung der Trinkwasser-Installation auf Legionellen auch eine Temperaturmessung von PWC an den Entnahmestellen einschließen sollte. Sie könne ebenfalls Hinwei-

se auf eine Kontamination der Trinkwasseranlage mit Legionellen geben [4]. Und nun ist der verbindliche Hinweis auf die Untersuchung von Trinkwasser kalt auch in der am 18. Dezember 2018 neu veröffentlichten Empfehlung des Umweltbundesamtes (UBA) zur systemischen Untersuchung von Trinkwasser-Installationen auf Legionellen enthalten [5].

### Ursachen für PWC-Erwärmung: Hauswasseranschluss

Als Planungsprämisse für Trinkwasser-Installationen gilt eine Wassertemperatur am Hauswasseranschluss von 10 °C. Wie Forschungsergebnisse belegen, wird von den



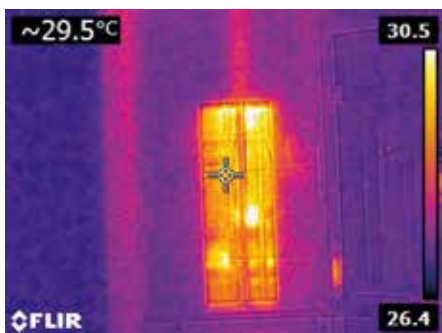
Heiße Sommertage heizen nicht nur den Menschen ein – auch Trinkwasser-Installationen in großen Zweckbauten haben damit zu kämpfen. Ein großes Risiko für die Trinkwasserhygiene besteht in einer unzulässigen Fremderwärmung des Trinkwassers kalt. Gerade Krankenhäuser steuern hier gezielt gegen.



Die DVGW-Information Wasser Nr. 90 und das Umweltbundesamt empfehlen, bei Legionellen-Untersuchungen eine Temperaturmessung von PWC an den Entnahmestellen vorzunehmen. Denn erhöhte Dauertemperaturen von Trinkwasser kalt führen oft zu Verkeimungen der gesamten Anlage.

Versorgern das Wasser jedoch inzwischen mit einer durchschnittlichen Temperatur von 14,2 °C geliefert [6]. Ein wesentlicher Grund dafür ist der Klimawandel mit verschiedenen Auswirkungen auf die Temperaturen des Rohwassers. Zum einen steigt durch die höheren Lufttemperaturen der vertikale Temperaturgradient in Seen und Talsperren. Als Konsequenz nimmt die Durchmischung des warmen Oberflächenwassers mit dem kälteren Tiefenwasser ab. Lange Trockenperioden mit sinkenden Wasserständen führen zudem zu höheren Temperaturen auch in der

Die gemischte Schachtbelegung von warm- und kaltgehenden Leitungen erwärmt PWC stark. Hinzu kommen oft Wärmelasten in abgehängten Decken und gedämmten Vorwänden.



Tiefe. Steigende Bodentemperaturen erwärmen das Wasser in den Verteilungen der Versorger zusätzlich [7]. Ein Forschungsprojekt wies in den Sommermonaten sogar Wassertemperaturen >25 °C bereits im Wasserrohrnetz der Versorger nach [8].

De facto muss also der Planer davon ausgehen, dass sich bei einer Ausgangswassertemperatur von rund 14 °C und einer Maximaltemperatur von 20 °C an der weitesten entfernten Entnahmestelle das Trinkwasser kalt in der Hausinstallation nur um 6 K erwärmen darf. Welche Wärmelasten in der Trinkwasserverteilung auf das PWC in Abhängigkeit von Umgebungstemperatur und Leitungslänge einwirken, lässt sich nicht generell feststellen, sondern ist gebäudespezifisch zu betrachten. Mit der Finite Elemente Methode (FEM) können die Schachttemperaturen simuliert werden [9].

#### Ursachen für PWC-Erwärmung: Hauptverteilung

In der vertikalen Hauptverteilung im Gebäude sind folgende Installationsumgebungen kritisch:

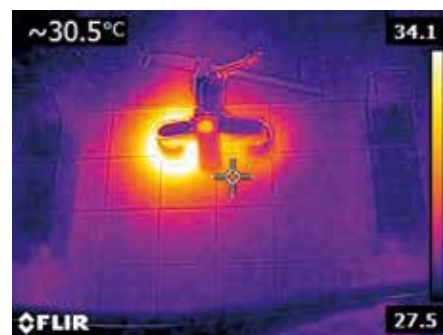
- Trinkwasserhauptverteilungen in Technikzentralen mit hohen Wärmelasten von mehr als 25 °C,
- Enthärtungsanlagen etc. in Räumen mit Umgebungstemperaturen von mehr als 25 °C,
- Steigeschächte mit gemischter Installation von Leitung für Trinkwasser warm (PWH), Trinkwasser warm Zirkulation (PWH-C) und Trinkwasser kalt (PWC),
- Steigeschächte mit gemischter Installation von Heizungsleitungen und PWC,
- Steigeschächte mit gemischter Belegung, die zum vorbeugenden Brandschutz mit isolierendem Material ausgeflockt sind.

Gerade in Sommermonaten mit langen Hitzeperioden und in Räumen mit direkter Son-



neneinstrahlung kommen zu den regulären Wärmelasten noch weitere Wärmequellen hinzu. Wird dann nur über wenige Stunden kein Wasser gezapft, erhöht sich die PWC-Temperatur schnell über die kritische Marke von 25 °C. Der hygienische Idealbereich von ≤20 °C wird kaum noch erreicht. Die VDI-Richtlinie 2050 schreibt daher explizit vor, dass die Raumtemperatur in Technikzentralen mit Trinkwasserverteilungen keinesfalls 25 °C überschreiten darf [10].

Zu den Lösungsstrategien zählt daher, Hauswasseranschlüsse und Trinkwasserverteilungen nur in unbeheizten Kellerräumen ohne direkte Sonneneinstrahlung vorzusehen. Auch bei der Trassenplanung der Keller-



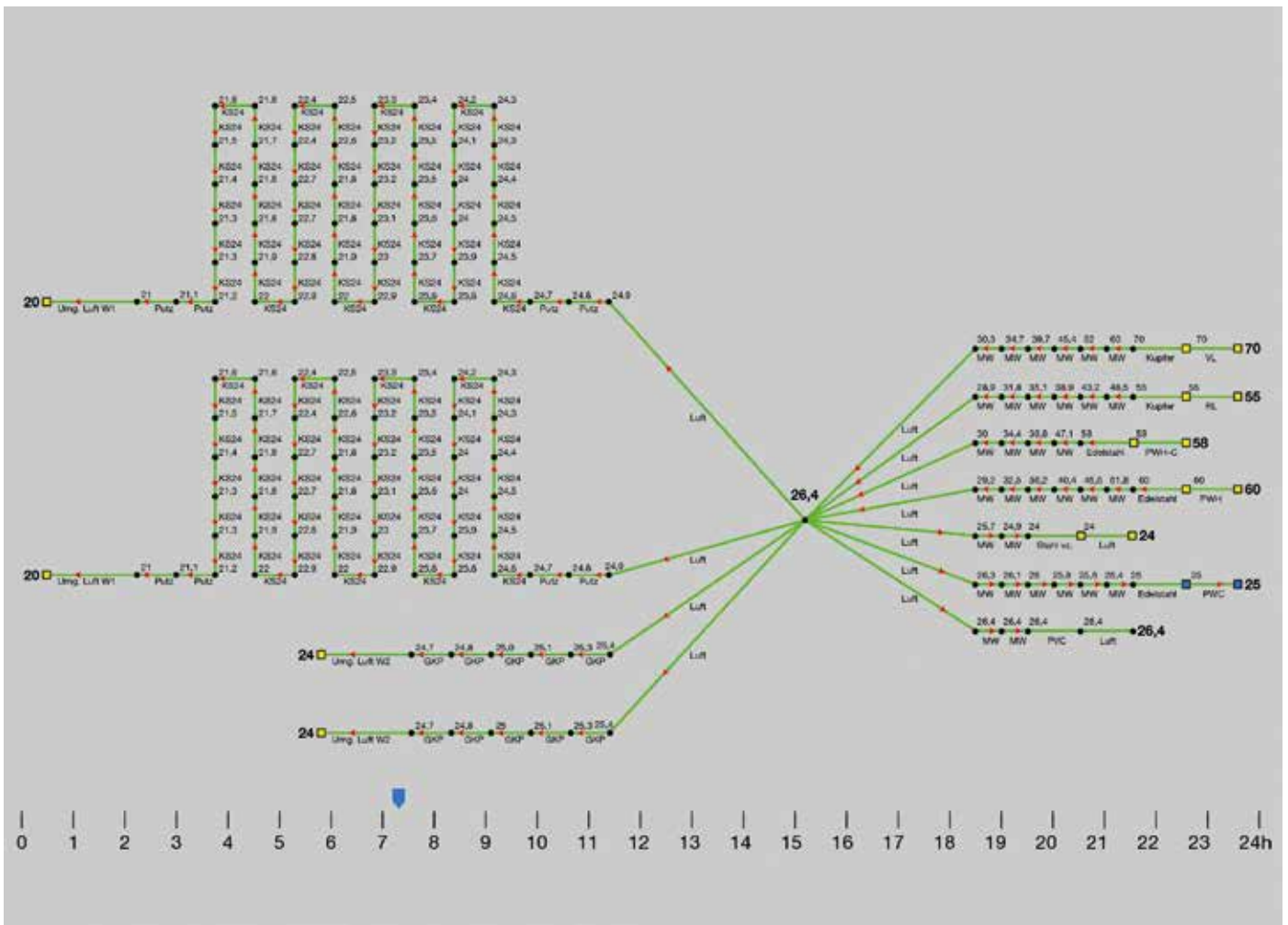
Die thermografische Aufnahme einer Waschtischarmatur zeigt: Wird Trinkwasser warm direkt angeschlossen, kommt es zu einem gravierenden Wärmeübergang auf die Anschlussseite von Trinkwasser kalt. Eine solche Brutstätte kann Keime in die gesamte Trinkwasser-Installation tragen.

verteilung ist auf den Aspekt der Sonneneinstrahlung und der Raumwärmelasten zu achten. Zum Standard sollte ebenfalls gehören, PWC-Leitungen mit der gleichen 100-Prozent-Dämmung zu isolieren wie PWH- und PWH-C-Leitungen.

Die Fremderwärmung von PWC im Steigstrang wird am besten mit der getrennten Installation von warm- und kaltgehenden Leitungen in separaten Schächten reduziert. Zu den kaltgehenden Leitungen zählen Lüftungsrohre, Abwasserrohre oder Feuerlöscheinrichtungen zusammen mit PWC. In einem weiteren Schacht für warmgehende Leitungen werden PWH und PWH-C dann zusammen mit der Heizungszirkulation installiert.

Ist eine solche thermische Entkopplung von PWC baulich nicht möglich, sollte der Wärmeeintrag in den Schacht zumindest deutlich reduziert werden. Das ist zum Beispiel durch DVGW-zertifizierte Inliner-Zirkulationssysteme möglich. Beim Prinzip der innenliegenden Zirkulation wird das Rohr für den Zirkulationsrücklauf im Rohr der Leitung für Trinkwasser warm (PWH) geführt. Dadurch verringern sich zum einen die Bereitschaftsverluste der Zirkulation des Trink-

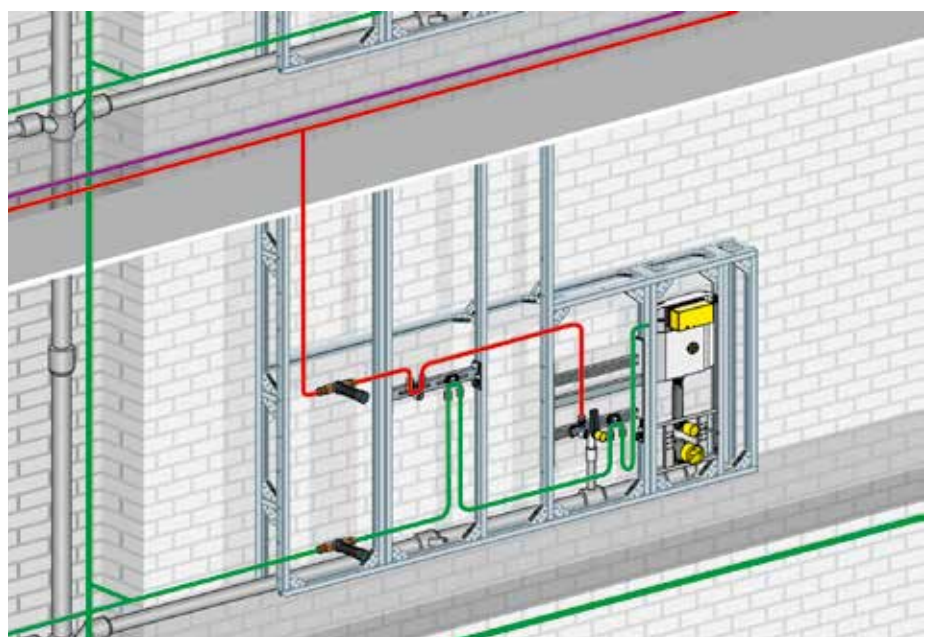




Die Wärmelasten entlang des Fließwegs von Trinkwasser kalt lassen sich nach FEM simulieren. So können geeignete Lösungsstrategien entwickelt werden, beispielsweise die Aufteilung von warm- und kaltgehenden Leitungen in zwei getrennten Schächten.

wassers warm (PWH-C) - beziehungsweise erhöht sich der Anteil der nutzbaren Energie. Zum anderen wird die Wärmeabgabe in den Schacht deutlich reduziert und damit auch die Erwärmung des Trinkwassers kalt.

Da mit der Installation eines Inliner-Zirkulationssystems eine separate Leitung für PWH-C entfällt, verringert sich entsprechend der Aufwand für die Wärmedämmung und die Brandschutzabschottung. Durch die kompakte Bauweise, den Einsatz zeitsparender Pressverbindungstechnik und die einfache Abschottung bei Deckendurchführungen auf Nullabstand lassen sich zudem die Installationskosten deutlich reduzieren. Ein Vorteil der Inliner-Zirkulation im Vergleich zum klassischen System ist also zusätzlich zur Trinkwasserhygiene die Wirtschaftlichkeit [9, 11]. Die Stockwerksverteilung kann bei Inliner-Zirkulationssystemen ebenso wie bei getrennten Strängen mit Kunststoffrohren angeschlossen werden. Dabei handelt es sich laut Definition des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) um



Ein Lösungskonzept, um den Wärmeübergang auf PWC zu reduzieren: Die Leitungen für Trinkwasser kalt werden in Bodennähe verlegt; Trinkwasser warm wird von oben als Einzelzuleitung in Reihe zu den Entnahmestellen geführt.

Mischinstallationen. Zu beachten ist, dass in puncto vorbeugendem Brandschutz hier generell besondere Anforderungen an die bauaufsichtliche Zulassung der Bauart gelten.

**Ursachen für PWC-Erwärmung: Stockwerksverteilung**

In der Trinkwasser-Installation auf der Etage finden sich folgende Risiken für die unzulässige Fremderwärmung von PWC:

- Wärmestau in abgehängten Decken mit PWC-Leitungen, zum Teil verschärft durch den Wärmeeintrag von eingebauten Leuchtkörpern,
- gedämmte Trockenbauwände,
- direkt an die Zirkulation von Trinkwasser warm angeschlossene Wandarmaturen über Doppelwandscheiben [12].

Um PWC-Leitungen nicht den hohen Wärmelasten in abgehängten Decken auszusetzen, ist es sinnvoll, die Stockwerksverteilung für Trinkwasser kalt in Bodennähe an die Hauptleitung anzuschließen und von unten an die Entnahmestellen zu führen. Erfolgt die Lei-

tungsführung für PWH hingegen weiterhin in der Decke und von oben zu den Entnahmestellen, ergibt sich daraus zudem eine thermische Entkopplung zu PWC-Leitungen in gedämmten Vorwandinstallationen.

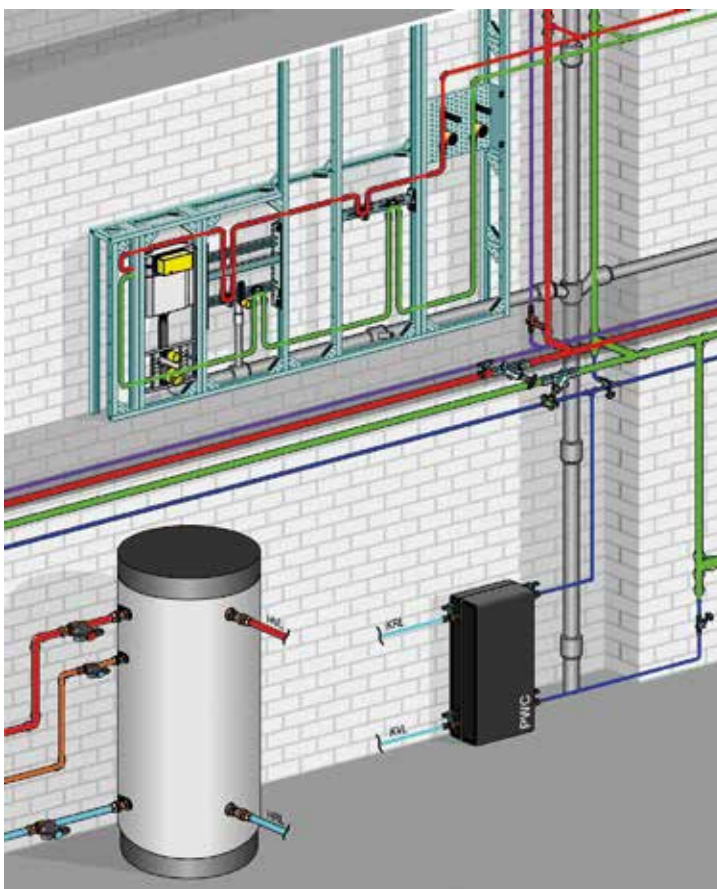
Es gibt auch einfache Lösungswege, um den Wärmeübergang an Zapfarmaturen von PWH auf PWC zu reduzieren: Statt wie bislang häufig üblich die Armatur direkt an die Doppelwandscheibe mit Warmwasserzirkulation anzuschließen, sollte eine kurze Auskühlstrecke zwischen Doppelwandscheibe und Armatur installiert werden. Doch wie lang darf eine kurze Auskühlstrecke sein, um einerseits die Fremderwärmung von PWC durch die Armatur zu vermeiden, andererseits aber die Ausstoßzeiten nach VDI 6003 [13] nicht zu unterschreiten oder sogar kontraproduktive Stagnationsstrecken zu erzeugen? Untersuchungen haben ergeben, dass Auskühlstrecken von 8 bis 10 x DN sowohl in puncto Ausstoßzeiten als auch Stagnationsrisiken unproblematisch sind. Denn die regelmäßige Wasserentnahme an den Zapfstellen ist vom Betreiber ohne-

hin sicherzustellen [14]. Damit kann also die Warmwasserzirkulation in der abgehängten Decke verbleiben, von wo aus zimmerweise PWH-Einzelzuleitungen in Reihe zu den Entnahmestellen geführt werden. Voraussetzung ist, dass das Wasservolumen in der jeweiligen Zuleitung 3 Liter nicht überschreitet.

So liegen an der Zapfarmatur keine hohen Dauertemperaturen an, die über den Armaturenkörper den Kaltwasseranschluss aufheizen und hier Brutstätten für Bakterien bilden. Werden die PWH-Leitungen in den Vorwänden außerdem nicht gedämmt, erfolgt die Auskühlung schneller. Das verkürzt die Verweilzeit von PWH im hygienekritischen Temperaturbereich zwischen 50 und 25 °C.

**Lösungsstrategie gegen PWC-Erwärmung: aktive Kühlung**

Folgen TGA-Planer bei der Konzeption einer Trinkwasseranlage konsequent dem Fließweg von PWC und ermitteln die tatsächlich auftretenden Wärmelasten, kann über zahlreiche Maßnahmen die Fremderwär-



Die Verteilung von Trinkwasser kalt in einer Zirkulation mit einem Durchlauf-Trinkwasserkühler ist eine sichere Lösung, PWC-Temperaturen unter 20 °C zu halten. Bei steigenden Ausgangstemperaturen am Hausanschluss ist diese Installation in großen Trinkwasseranlagen zukünftig wohl unumgänglich.



Die Vorteile der „Smartloop“-Inlinertechnik von Viega sind vielfältig: Durch den im Rohr geführten Rücklauf reduziert sich der Platzbedarf im Schacht. In einer Trinkwasser warm-Zirkulation wird so außerdem die Wärmeabstrahlung verringert. Diese Technik ist aber ebenso für eine Trinkwasser kalt-Zirkulation mit aktiver Kühlung ideal.



mung von Trinkwasser kalt deutlich reduziert werden. Doch immer öfter offenbaren thermische Simulationen nach FEM, dass trotz einer vorausschauenden Leitungsführung unzulässige PWC-Temperaturen nicht auszuschließen sind – insbesondere, wenn Trinkwasseranlagen saniert werden müssen. Denn der Gebäudebestand zwingt bei der Wahl von Leitungswegen immer zu Kompromissen. Häufig werden Spülstationen installiert, die einen Anstieg der PWC-Temperatur in den hygienekritischen Bereich detektieren. Automatisch wird dann das erwärmte Wasser in der PWC-Leitung so lange ausgespült, bis die notwendige Temperatur wieder erreicht ist. Über programmierbare Zeitintervalle kann darüber hinaus auch der Wasserwechsel bei Unterbrechungen des bestimmungsgemäßen Betriebs im entsprechenden Leitungsabschnitt sichergestellt werden.

Eine andere wirtschaftliche Option, die Kaltwassertemperatur zuverlässig auf  $\leq 20^\circ\text{C}$  zu halten, ist die aktive Kühlung von PWC. Dazu ist auch für Trinkwasser kalt eine Zirkulation zu planen (PWC-C). Der Montageaufwand lässt sich gering halten, wenn ein Rohrleitungssystem mit DVGW-zertifiziertem Inliner für PWC installiert wird. Dabei wird der Rücklauf des Trinkwassers kalt in einer im Steigstrang integrierten Leitung zurück zu einem Durchfluss-Trinkwasserkühler geführt. Die Kühlenergie kann beispielsweise ein Kaltwassersatz liefern und über einen Plattenwärmetauscher auf das Trinkwasser kalt übergehen. Ein Sensor misst dafür die PWC-C-Rücklauftemperatur und regelt entsprechend den Volumenstrom des Kühlwassers.

Die aktive Kühlung von Trinkwasser kalt in großen Zweckgebäuden mit ausgedehnten Trinkwassernetzen kann ökonomischer und ökologischer sein, als Trinkwasser mit erhöhter PWC-Temperatur „wegzuspülen“. Zumal in solchen Gebäuden Kaltwassersätze für die Raumklimatisierung häufig ohnehin installiert sind. Der zusätzliche Leistungsbedarf für die Trinkwasserkühlung ist vergleichsweise gering. Doch selbst ein für die Trinkwasserkühlung separates Klimagerät kann sich durchaus lohnen – insbesondere, wenn damit die Trinkwassergüte verlässlich abgesichert wird.

Vor allem in Krankenhäusern und Pflegeeinrichtungen ist diese kontrollierte und definierte Temperaturhaltung des Trinkwassers kalt durch PWC-C-Anlagen mit Kühlung empfehlenswert. Denn hier gelten erhöhte Anforderungen an die hygienischen Temperaturen des Trinkwassers kalt. Sinnvoll ist die PWC-Kühlung auch in Trinkwas-

seranlagen, in denen nutzungs- und/oder installationsbedingt ein kontinuierlicher Wärmeeintrag zu kritischen PWC-Temperaturen und damit zu Hygieneproblemen führt.

Der Energieaufwand dafür ist überschaubar, wie eine Konzeptstudie mit Beispielberechnung zeigt: Bei einer benötigten Kälteleistung von 2,5 kW – was einem Krankenhaus mit etwa 60 Nutzungseinheiten entspricht – muss über die Gradzahltage im Raum Frankfurt am Main eine Energie von 3.010 kWh/Jahr aufgewendet werden, um die PWC-Temperatur im gesamten Kaltwassernetz im hygienisch unbedenklichen Bereich  $< 20^\circ\text{C}$  zu halten [9].

### Fazit

Die Fremderwärmung von PWC ist für die Trinkwasserhygiene in Gebäuden eine ernstzunehmende Bedrohung geworden. Moderne Bautechniken, hohe Dämmstandards, aber auch der Klimawandel gehören zu den Einflussgrößen. Mit vorausschauenden Maßnahmen lässt sich die unzulässige Erwärmung von Trinkwasser kalt jedoch in den Griff bekommen. Perspektivisch wird wohl aber die aktive Kühlung von PWC genauso zum Standard, wie die Klimatisierung der Räume selbst. ◀

### Literatur:

- [1] DIN 1988-200, Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 200: Installation Typ A (geschlossenes System) – Planung, Bauteile, Apparate, Werkstoffe, Beuth, Berlin, 05/2012.
- [2] VDI/DVGW 6023 Blatt 1, Hygiene in Trinkwasser-Installationen – Anforderung an Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung, Beuth, Berlin, 04/2013.
- [3] Robert-Koch-Institut, RKI-Ratgeber für Ärzte, Legionellose, 2013.
- [4] DVGW-Information WASSER Nr. 90, Informationen und Erläuterungen zu Anforderungen des DVGW-Arbeitsblattes W 551, DVGW, Bonn, 03/2017; § 3.3.
- [5] Umweltbundesamt (UBA), Systemische Untersuchungen von Trinkwasser-Installationen auf Legionellen nach Trinkwasserverordnung – Probennahme, Untersuchungsgang und Angabe des Ergebnisses, 18. Dezember 2018.
- [6] K. Rühling, C. Schreiber, C. Lück, G. Schaule, A. Kallert, EnEff: Wärmeverbundvorhaben, Energieeffizienz und Hygiene in der Trinkwasser-Installation, Schlussbericht, 2018.
- [7] energie | wasser-praxis 3/2010, Klimawandel und Wasserversorgung, S. 22.
- [8] E. Osmanovic, M. Engelfried, R. Friedmann, Erhöhte Temperaturen in Trinkwasser-Versorgungssystemen, Energie Wasser Praxis, 09/2018, S. 58-63.
- [9] C. Schauer et al.: Planung und Betrieb 4.0. In: C. van Treeck, T. Kistemann, C. Schauer, S. Herkel, R. Elixmann (Hrsg.): Gebäudetechnik als Strukturgeber für Bau- und Betriebsprozesse, Springer Verlag Berlin 2018, S. 167-275.
- [10] VDI 2050 Blatt 1, Anforderungen an Technikzentralen – Technische Grundlagen für Planung und Ausführung, Beuth, Berlin, 11/2013.
- [11] H. Köhler, C. Schauer, Temperaturhaltung beachten, Wasseraustausch sicherstellen, IKZ Fachplaner 11/2018, S. 8-13.
- [12] H. Köhler, Schleifen sind nicht immer „chic“, SBZ, S. 40-43, 13/2014.
- [13] VDI 6003, Trinkwassererwärmungsanlagen – Komfortkriterien und Anforderungsstufen für Planung, Bewertung und Einsatz, Beuth, Berlin, 08/2018.
- [14] W. Schulte: Moderne Bautechnik – Risiken für die Trinkwassergüte, IKZ Sonderheft Trinkwasserhygiene 2017, S. 14-21.