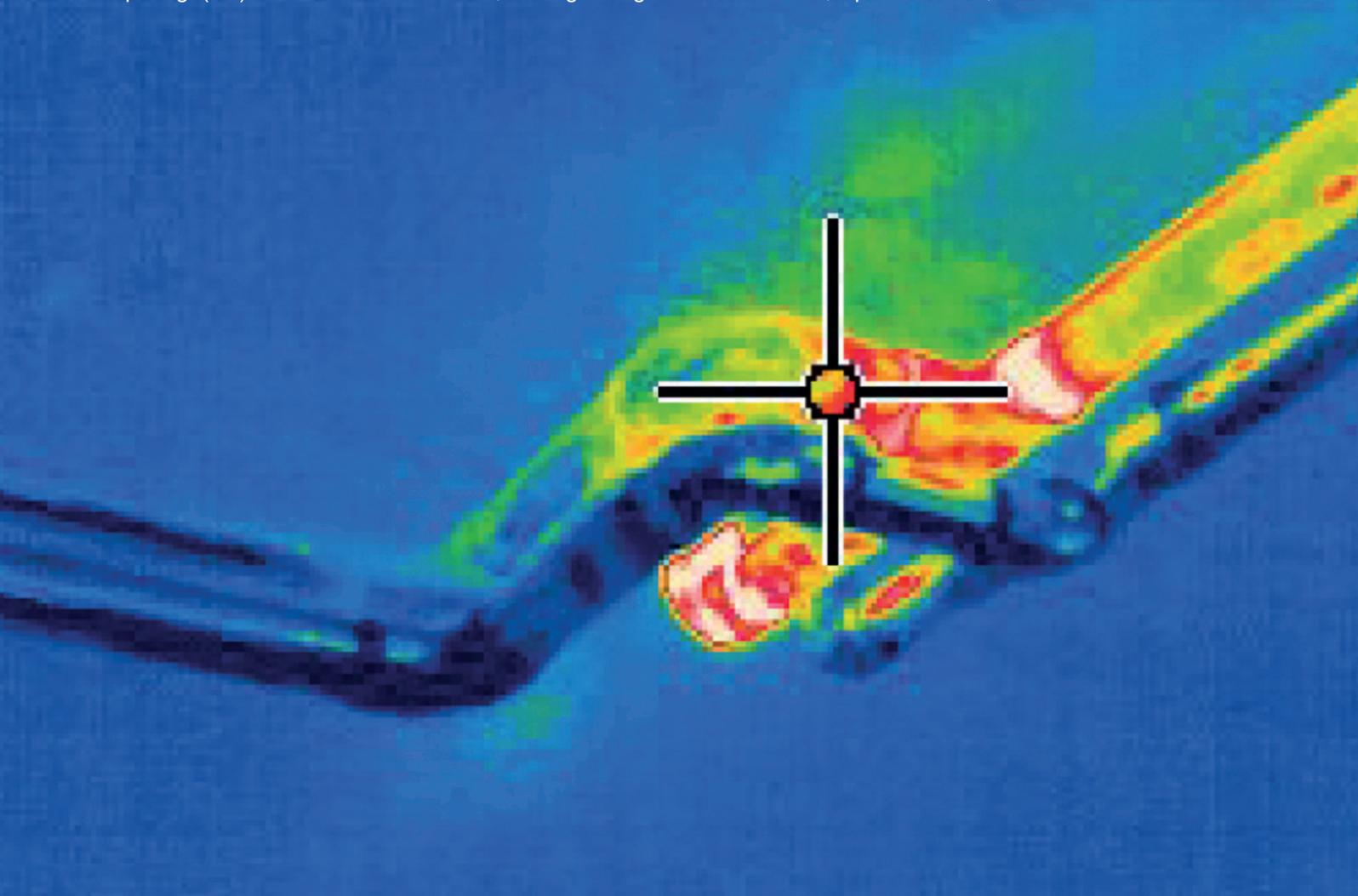


# Temperaturverlauf in Stagnationsphasen in den Fokus nehmen

Mit dem Temperatur-Stagnationszeit-Diagramm lassen sich trinkwasserhygienische Schwachstellen bereits in der Planung finden und die Temperaturhaltung in Stagnationsphasen überprüfen.

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Hemmersbach, Manager Segment Commercial, Uponor GmbH, Haßfurt





**Die Systemwahl und Dimensionierung von Trinkwassererwärmung und -verteilung in Gebäuden wird allzu oft von dem ausschließlichen Blick auf die Nutzung der Installation geprägt. Der für die Einhaltung von Trinkwasser-Hygieneanforderungen viel wichtigere Blick auf Zeiten der Nicht-Nutzung bleibt dagegen häufig aus. Die Trinkwassergüte zu erhalten, auch während Stagnationsphasen, ist das Pflichtprogramm der Fachplanung und steht nach Bau und Inbetriebnahme im Sinne des Verbraucherschutzes durch die wiederkehrende Beprobung auf dem Prüfstand. Umso wichtiger ist es, bereits in der Planungsphase das Risiko des Legionellenwachstums für das gewählte Konzept zur Trinkwassererwärmung und -verteilung zu bewerten. Das hier vorgestellte Temperatur-Stagnationszeit-Diagramm ermöglicht Aussagen zu einzelnen Bereichen der Installation und hilft Planern, Schwachstellen einzuschätzen.**

Für eine optimale Trinkwasserhygiene sind vor allem zwei Kriterien ausschlaggebend: der regelmäßige Wasseraustausch im gesamten Leitungssystem sowie die Vermeidung ungünstiger Temperaturbereiche in den täglichen Phasen der Zapfruhe in den Kaltwasser- und Warmwasserleitungen. Denn das Wachstum von Legionellen in Trinkwassersystemen wird im Wesentlichen durch lange Verweilzeiten des Wassers, also Stagnation in ungünstigen Temperaturbereichen von 25 °C bis 55 °C, begünstigt. Zu einem erhöhten Risiko für Legionellenwachstum kommt es dann, wenn beide Kriterien parallel auftreten.

## Das Temperatur-Stagnationszeit-Diagramm

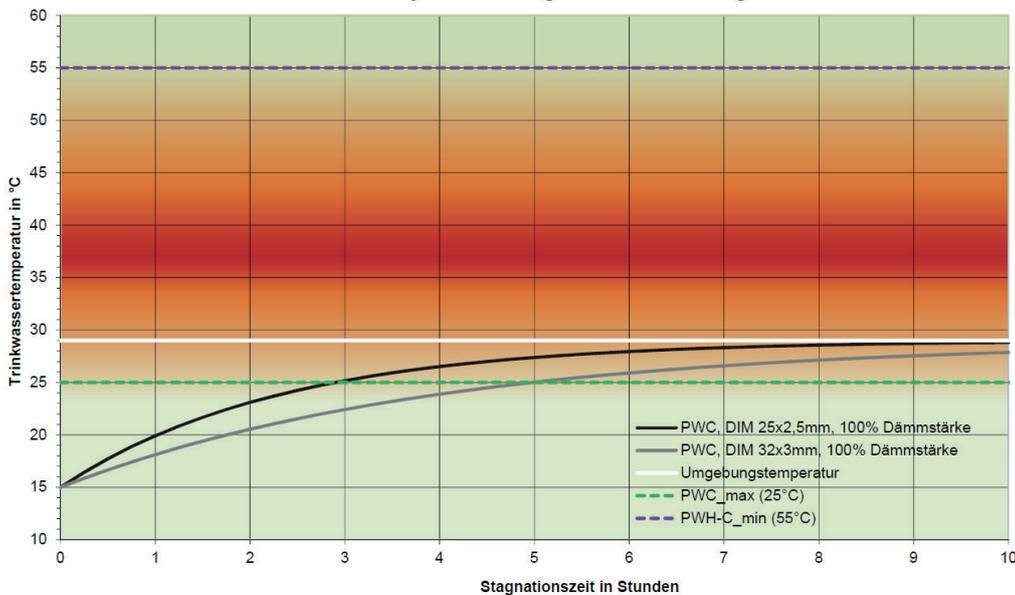


Abb. 1:  
Schwachstelle Installationsschacht:  
Unter permanentem Wärmeeintrag durch die Warmwasserzirkulation erwärmt sich das „kalte“ Trinkwasser während jeder Stagnationsphase (zum Beispiel nachts) innerhalb von nur 3 Stunden (Dim 25x2,5 mm) auf über 25 °C.

### Sehr zu empfehlen: Separater Installationsschacht für PWC-Steigleitung

Ein Beispiel: Eine zu 100 % gedämmte Kaltwasserleitung (PWC) in DN20, die neben Trinkwarmwasser (PWH) und -Zirkulationsleitungen (PWH-C) in einem Installationsschacht liegt, bleibt über Nacht für etwa 8 Stunden in Stagnation. Nach der letzten Nutzung am Vorabend floss Trinkwasser mit 15 °C nach. Aufgrund der permanenten Wärmeeinwirkung der Warmwasserzirkulation liegt die Umgebungstemperatur im Schacht bei 29 °C. Die Temperatur der Kaltwasserleitung erreicht bereits nach 5 Stunden 25 °C. Bei längerer Abwesenheit, zum Beispiel 24 Stunden, und entsprechend fehlendem Austausch würde das Trinkwasser in der Leitung also 19 Stunden bei Temperaturen oberhalb 25 °C bis 29 °C stagnieren (Bild 1). Dieser Fall ist repräsentativ und dürfte in der Baupraxis und im Betrieb von Trinkwasser-Installationen recht häufig auftreten. Er zeigt, wie die aus Hygienesicht notwendige 60/55 °C-Temperaturhaltung in der Warmwasser- und Zirkulationsleitung für Verkeimungsrisiken in der Kaltwasserleitung sorgt. Auch wird deutlich, wie gleichzeitig ungünstige Temperaturbereiche und lange Verweilzeiten während normaler Zapfpausen und Nutzungsunterbrechungen für hygienisch schlechte

Verhältnisse sorgen, wenn nicht planerisch frühzeitig – etwa mit der Installation der PWC-Leitung in einem separaten „Kaltschacht“ – gegengesteuert wird. So liegt die Umgebungstemperatur für die PWC-Leitung im separaten Schacht bei lediglich 22 °C bis 24 °C und das in der Leitung über den gleichen Zeitraum stagnierende Wasser erreicht den kritischen Temperaturbereich von über 25 °C nicht. Zwar ist der Stagnationszeitraum gleich lang, allerdings fehlt der kritische Temperaturbereich, sodass das Risiko von Legionellenwachstum mit der „Kaltschacht“- Lösung deutlich minimiert ist.

Es geht also bei der Erhaltung der Trinkwassergüte häufig gar nicht – wie bei der Dimensionierung von Trinkwasser-Rohrnetzen – um die Betrachtung der Betriebsbedingungen, sondern vielmehr um einen kritischen Blick auf Stagnationsphasen und Zeiten der Nicht-Nutzung, die während des täglichen, durchaus bestimmungsgemäßen Betriebes auftreten können.

Das Ziel: Lange Stagnationszeiten in kritischen Temperaturbereichen vermeiden. So wird aus einer Trinkwasser-Installation im Stockwerk eines Mehrfamilienhauses üblicherweise nur etwa 30 bis 45 Minuten pro Tag Wasser gezapft. Für den Rest des Tages befindet sich die Installation in der Stagnation.

## Das Temperatur-Stagnationszeit-Diagramm

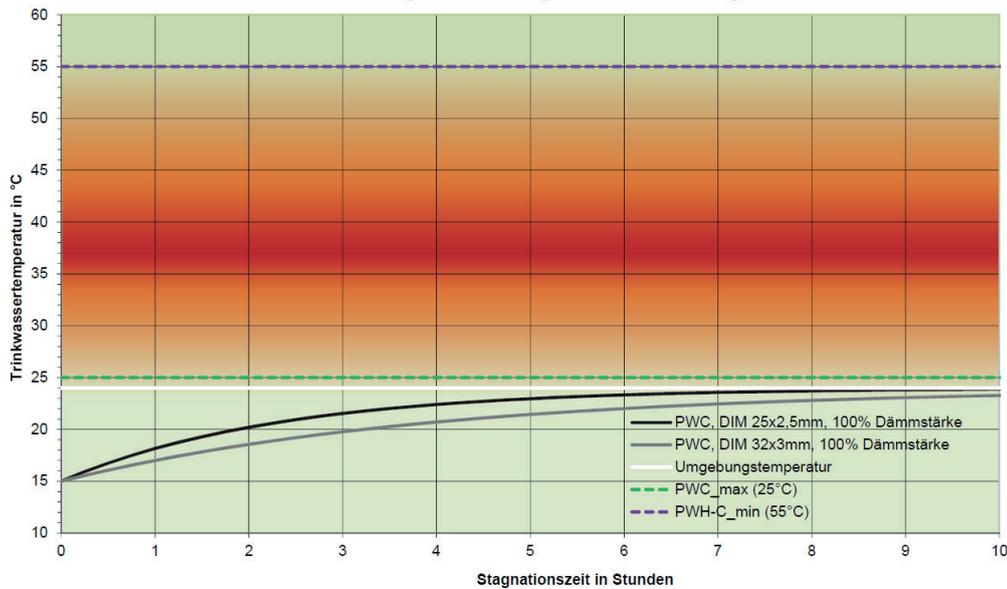


Abb. 2:  
Separater Installationsschacht für die Kaltwasser-Steigleitung – der kosteneffizienteste und wirksamste Schutz vor Erwärmung der Kaltwasserleitung über 25 °C.

### Schwachstellen bereits in der Planung finden

Mit dem hier vorgestellten Temperatur-Stagnationszeit-Diagramm lässt sich für beliebige Teile einer Installation oder eines Planungskonzeptes der Temperaturverlauf während der betrachteten Stagnationsphase darstellen. Damit werden mögliche Hygienrisiken und Schwachstellen deutlich. Die Temperaturbereiche im Diagramm zeigen für Temperaturen unter 25 °C und über 55 °C jeweils „grün“. Der kritische „orange-rote“ Temperaturbereich dazwischen signalisiert dagegen, dass bei längerer Stagnation mit dieser Temperatur eine Kontamination mit Legionellen wahrscheinlich wird. So zeigen Studien [1] der TU-Dresden, dass die Häufigkeit von Kontaminationen über dem Maßnahmenwert der TrinkwV abhängig ist vom jeweiligen Temperaturbereich.

Das Diagramm in Bild 1 lässt ebenso Rückschlüsse zu, welche Maßnahmen getroffen werden müssten, um trinkwasserhygienische Risiken zu minimieren und normative Anforderungen einzuhalten. So ließen sich ohne eine automatisierte Spülung der zuvor erwähnten Kaltwasserleitung im gemeinsamen Installationsschacht die Temperaturanforderung aus DIN 1988-200 (<25 °C nach maximal 30 s Zapfung) nicht erfüllen. Darüber hinaus kann sogar die erforderliche Spülfrequenz (im Beispiel mindestens einmal je nächtlicher Zapfruhe an jedem Tag im Jahr) eingeschätzt werden. So wäre für die PWC-Temperaturhaltung in der „Kaltschacht“-Lösung allenfalls während 20 bis 25 Hitzetagen im Jahr eine automatisierte Spülung mit entsprechend geringerem Wasserbedarf erforderlich, um die oben genannte Temperaturhaltung zu gewährleisten (Bild 2).

## Das Temperatur-Stagnationszeit-Diagramm

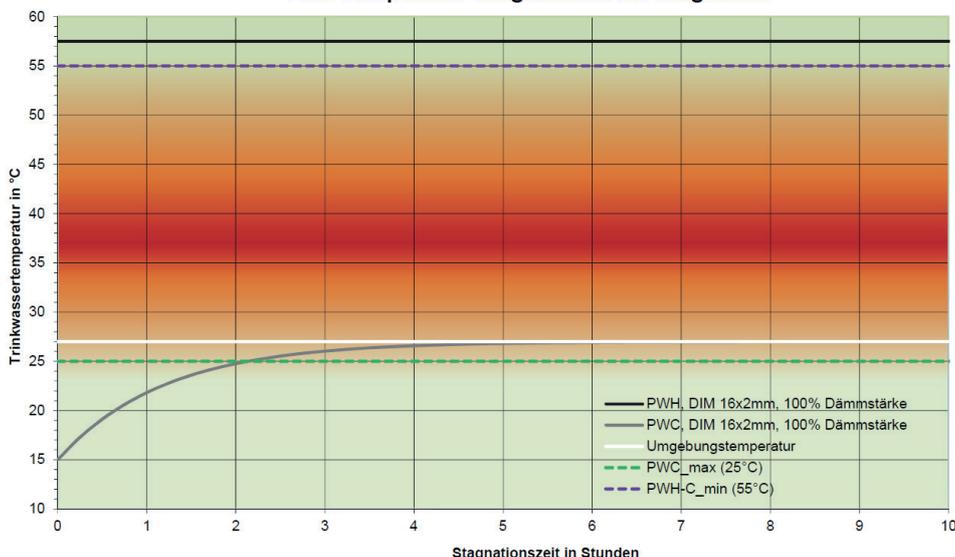


Abb. 3:  
Einschleifen der Zirkulation: Zirkulation innerhalb von Vor- oder Trennwänden gemeinsam mit PWC-Trinkwasserleitungen bringt hohe Umgebungstemperaturen und sorgt dauerhaft für Probleme bei der Kaltwasser-Temperaturhaltung.

## Das Temperatur-Stagnationszeit-Diagramm

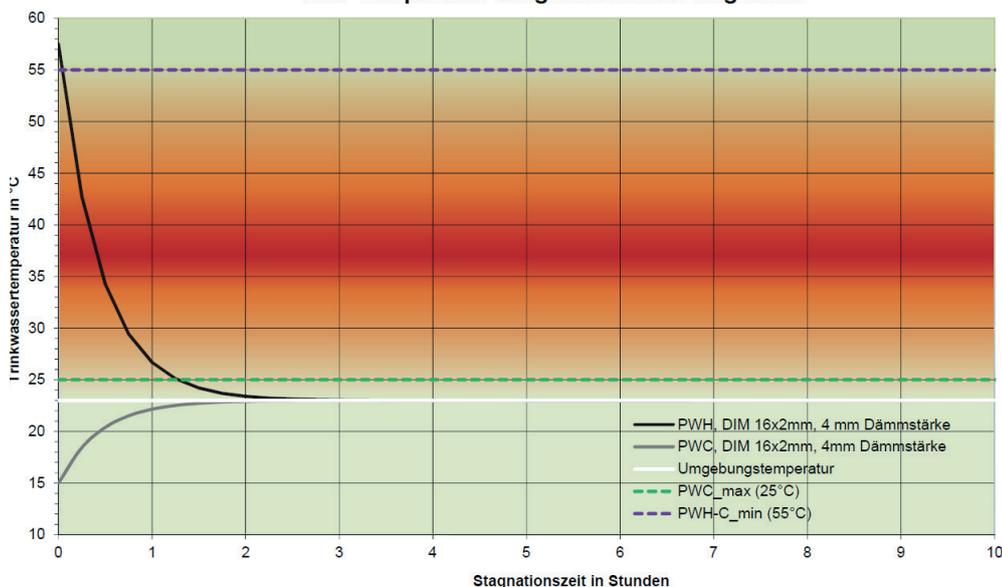


Abb. 4  
Durchschleif-Ringinstallation im Stockwerk: In Stagnationsphasen erreichen sowohl Kaltwasser- als auch Warmwasserleitung in der Installation schnell den unkritischen Temperaturbereich. Das Ergebnis ist eine funktionierende Temperaturhaltung unter Stagnation und bestmöglicher Wasseraustausch bei jeder Entnahme.

Nachfolgend sollen beispielhaft einige „Installations-Klassiker“ aber auch Alternativen für die Realisierung nachhaltiger Trinkwasserhygiene im Sinne der TrinkwV anhand des Temperatur-Stagnations-Diagrammes überprüft und bewertet werden.

### Warmwasserzirkulation in Trenn- und Vorwänden oder abgehängten Decken

Diese Lösung wird gerne eingesetzt in Hotelbädern, wenn die Anforderungen an den Warmwasserkomfort in der Planung dominieren, aber auch in Bettenzimmern von Krankenhäusern und Sportstätten mit Reihen-Duschanlagen. Meist unter der Annahme, dass bei typischerweise seltener

und unregelmäßiger Nutzung von Entnahmestellen zirkulierendes Trinkwasser (PWH) mit dauerhaft mehr als 55 °C bis zur Zapfstelle dabei helfen könnte, das Legionellenwachstum in den Griff zu bekommen. Das Ergebnis ist hinlänglich bekannt. Die in der selben Trenn- oder Vorwand liegende, stagnierende Kaltwasserleitung erwärmt sich aufgrund der hohen Umgebungstemperatur schnell in den kritischen Temperaturbereich (Bild 3).

Bereits nach 1,5 Stunden erreicht die Kaltwasserleitung (16x2 mm, 100 % Dämmstärke) durch die permanente Wärmeeinwirkung der Warmwasserzirkulation Temperaturen, die mit „kalt“ wenig zu tun haben und mit denen die Temperaturanforderung der VDI-Richtlinie 6023 und der DIN 1988-200 (PWC<25 °C) nicht erreicht wird.

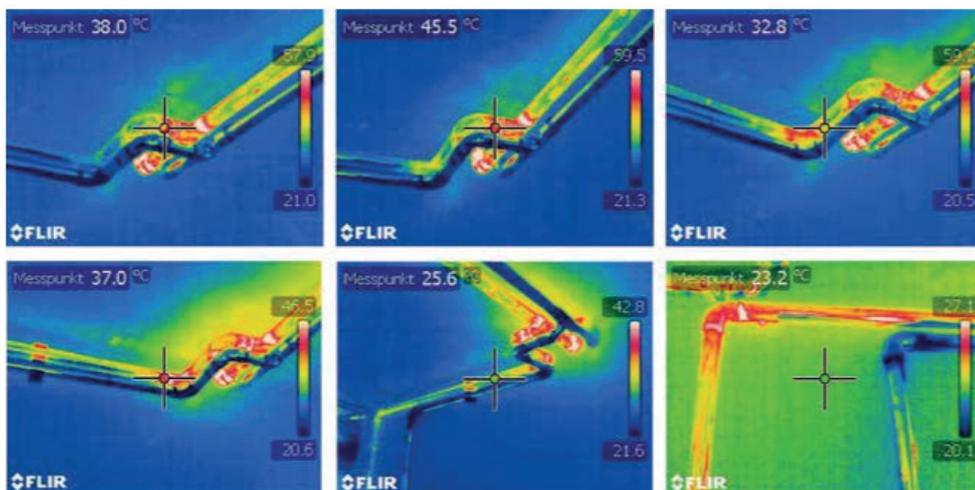


Abb. 5  
Durchwärmung von stagnierenden Warmwasser-Abzweigen im Infrarot sichtbar gemacht. Die abzweigende PWH-Stichleitung – hier zu einem nicht genutzten Ausgussbecken – stagniert über längere Zeit in einem sehr ungünstigen Temperaturbereich.



Abb. 6  
 Labormessungen an einem typischen Installationsschacht mit Warmwasserzirkulation. Auch eine über 80 mm PUR-Dämmstoff thermisch „entkoppelte“ und zu 100 % gedämmte PWC-Steigleitung erreicht bereits nach 6 Stunden 25 °C. Noch bedenklicher: Die abzweigende PWH-Leitung bleibt in Stagnationsphasen dauerhaft bei etwa 40 °C bis 44 °C.

Ein Alternative ist hier die Durchschleif-Ringinstallation in Verbindung mit dezentraler Trinkwassererwärmung. Bild 4 zeigt den wesentlichen Unterschied: Es zirkuliert keinerlei Warmwasser in der Installation, sondern wird nur bei einer Entnahme „frisch“ erwärmt. Wenn für einen vergleichsweise kurzen Zeitraum von etwa 10 bis 15 Minuten warmes Wasser in der Stockwerksinstallation fließt, beispielsweise beim Duschen, erfolgt zwar für kurze Zeit ein Wärmeeintrag in die Vorwandinstallation. Parallel fließt aber auch das Kaltwasser, sodass sich dies nicht negativ auf die Kaltwassertemperatur auswirkt. Bei nachfolgender Zapfruhe erreicht die Wassertemperatur sowohl in der Kaltwasser- als auch in

der Warmwasserleitung schnell die Umgebungstemperatur und ist damit außerhalb des kritischen Temperaturbereichs. Aufgrund fehlender Wärmeeinwirkung durch Zirkulation liegt die Temperatur in der Vor- oder Trennwand nun mit 22 °C bis 24 °C tiefer und damit hygienisch deutlich günstiger.

Die parallelen Fließwege zu den Entnahmestellen am Ring sichern zudem maximalen Wasseraustausch bei jeder Entnahme, unabhängig davon, wo gezapft wird. Dies ist auch im Sinne der Temperaturhaltung (PWC < 25 °C): Je häufiger das Wasser in allen Leitungsteilen ausgetauscht wird, desto häufiger ist die PWC-Temperatur unkritisch niedrig.

### Das Temperatur-Stagnationszeit-Diagramm

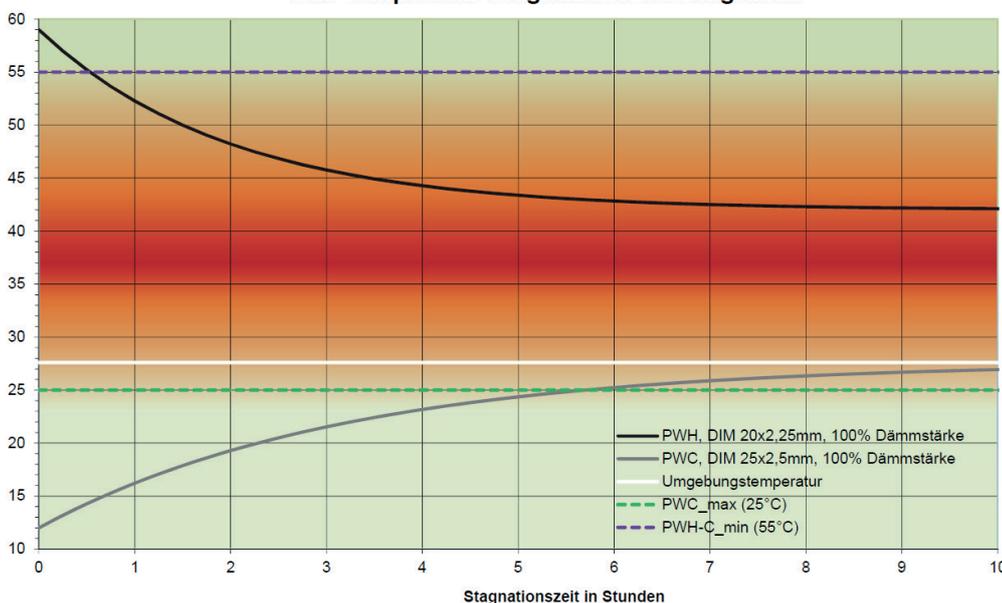


Abb. 7  
 Schwachstelle Zirkulation: Der Temperaturverlauf bei Stagnation zeigt, dass nach der letzten Entnahme von Warmwasser die abzweigende PWH-Leitung aufgrund der Wärmeeinwirkung des Zirkulationskreislaufs in jeder Stagnationsphase dauerhaft im kritischen Temperaturbereich bei etwa 42 °C bleibt.



### Stagnierender Warmwasser-Abzweig innerhalb eines Zirkulationskreislaufs

Stagnation in einem aus trinkwasserhygienischer Sicht extrem kritischen Temperaturbereich stellt sich in der Peripherie von Warmwasser-Zirkulationskreisläufen regelmäßig dann ein, wenn in der vom Steigstrang abzweigenden Warmwasserleitung, beispielsweise zu einer Wohnung, kein Durchfluss herrscht. Das ist selbst bei bestimmungsgemäßer Nutzung jeden Tag mindestens während der Nachtstunden der Fall. Das Problem wird im Infrarot sichtbar. Die Aufnahmen in Bild 5 sind zwar nicht geeignet, eine quantitative Aussage über den Temperaturverlauf in dem betreffenden Abzweig zu machen, sie zeigen aber deutlich die trinkwasserhygienische

Schwachstelle. Der waagrecht von einer zirkulierenden Warmwasserleitung abgehende Leitungsteil erwärmt sich in kurzer Zeit. Messungen im Labor anhand eines normkonform gebauten und betriebenen Installationsschachtes (Bild 6) zeigen, dass die in der abzweigenden Warmwasserleitung gemessene Temperatur bei Stagnation zwischen 40 °C und 44 °C erreicht und diese aufgrund der permanenten Wärmezufuhr aus der Zirkulation über den gesamten Stagnationszeitraum in etwa konstant bleibt (Bild 7). Infolge dessen stellt sich ein hohes Risiko für Legionellenwachstum ein, das selbst mit einem perfekt einregulierten Zirkulationsstrang und entsprechend strikter 60 °C/55 °C-Betriebsweise nicht behoben werden kann, da diese Maßnahmen die abzweigende Peripherie der Warmwasserverteilung schlicht nicht erreichen.

*Quellenangabe:  
[1] Untersuchung zur Verifizierung von Sicherheitsabständen zur Zone des Legionellenwachstums in Trinkwasserinstallationen, TU-Dresden, Dr. Ing. Karin Rühling, Dipl.-Inform. Regina Rothmann, Februar 2013*



## Der Autor



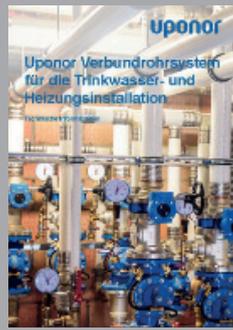
**Dipl.-Ing. (FH) Matthias Hemmersbach**  
Uponor GmbH, Haßfurt

Der Segment Manager Commercial betreut die Weiterentwicklung der Produktanwendungsbereiche sowie die Planungs- und Projektierungssoftware.

Er ist Mitglied im Arbeitskreis DIN 1988-300 und Autor verschiedener Fachpublikationen.



Systembroschüre  
**Installationssysteme**



Technische Information  
**Verbundrohrsystem**



Technische Information  
**Rohrdämmung**

## Mehr zur hygienisch einwandfreien Trinkwasserinstallation mit Uponor



[de-de.facebook.com/UponorDeutschland/](https://de-de.facebook.com/UponorDeutschland/)



<https://www.uponor.de/produkte>



<https://www.youtube.com>



<https://twitter.com/uponorgroup>



## Über Uponor

Uponor ist einer der weltweit führenden Anbieter von Systemen und Lösungen für die hygienische Trinkwasserversorgung, energieeffizientes Heizen und Kühlen und zuverlässige Nahwärmenetze.

Das Unternehmen ist in einer Vielzahl von Märkten im Bausektor aktiv - vom Wohnungs- und Gewerbebau bis hin zu Industrie- und Tiefbau. Uponor beschäftigt rund 3.800 Mitarbeiter in 26 Ländern, hauptsächlich in Europa und Nordamerika. 2019 hat der Konzern einen Umsatz von rund 1,1 Milliarden Euro erwirtschaftet. Die Konzernzentrale befindet sich in Finnland. Uponor ist börsennotiert an der Nasdaq, Helsinki.

### Uponor GmbH

Industriestraße 56  
97437 Hassfurt  
**T** +49 (0)9521 690-0  
**F** +49 (0)9521 690-710  
**E** [info.de@uponor.com](mailto:info.de@uponor.com)  
**W** [www.uponor.de](http://www.uponor.de)

