

# Reduzierung der Kaltwassertemperatur in Stockwerksleitungen durch Erhöhung des Wasserwechsels



Dr. Lars Rickmann  
UMIT - Universität  
für Gesundheits-  
wissenschaften,  
Medizinische Infor-  
matik und Technik,  
Hall in Tirol



Timo Kirchhoff M.Eng.,  
Leiter  
Produktmanagement,  
Gebr. Kemper  
GmbH + Co. KG,  
Olpe



Prof. Dr.  
Werner Mathys,  
Ehem. Institut  
für Hygiene,  
Universitätsklinikum  
Münster



Prof. Dipl.-Ing.  
Bernd Rickmann,  
Ehem. FB Energie,  
Gebäude, Umwelt,  
FH Münster



Prof. Dr.-Ing.  
Carsten Bäcker  
FB Energie, Gebäude,  
Umwelt,  
FH Münster

*Das Verkeimungsrisiko des Trinkwassers mit Legionellen wurde in der Vergangenheit in erster Linie im Trinkwassererwärmer und in den zugehörigen Warmwasser- bzw. Zirkulationsleitungen gesehen. Die Trinkwasserverordnung regelte daher die gesetzliche Untersuchungspflicht auf Legionellen nur für Großanlagen zur Trinkwassererwärmung. Publikationen spätestens ab Mitte 2010 machen aber deutlich, dass Kontaminationen mit Legionellen nicht nur im erwärmten Trinkwasser, sondern auch im kalten Trinkwasser (PWC) erwartet werden müssen [1]. Mittlerweile hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, dass die althergebrachten Bau- und Installationsmethoden für die festgestellten trinkwasserhygienischen Auffälligkeiten im kalten Trinkwasser maßgeblich mitverantwortlich sind. Zur Sicherstellung hygienisch einwandfreier Verhältnisse, auch im kalten Trinkwasser, müssen daher sowohl die Installationstechniken für die Verlegung der Leitungen als auch die Betriebsführung überdacht und grundlegend verändert werden.*

## Anforderungen der Hygiene

Trinkwasser ist nicht steril, sondern enthält auch bei Erfüllung aller gesetzlichen Anforderungen in allen Stufen der Gewinnung bis zur Verteilung an den Nutzer eine Vielzahl von Mikroorganismen, die in der Regel für den Menschen ungefährlich sind. Aber auch fakultative, opportunistische Krankheitserreger finden speziell im Lebensraum der Trinkwasserinstallation in Gebäuden optimale Lebens- und Vermehrungsbedingungen sowohl im Warm- als auch im Kaltwasser, beispielsweise Legionellen, atypische Mykobakterien, *Pseudomonas aeruginosa* und eine wachsende Zahl weiterer Bakterien.

Eine Kombination aus schlechter Werkstoffqualität, Stagnation, Wasserbeschaffenheit und zu hoher Wassertemperatur kann dazu führen, dass sich ein starker Biofilm entwickelt. In dessen Schutz können sich auch fakultative Krankheitserreger vermehren.

Die Stagnation des Trinkwassers in der Leitungsanlage ist der wohl kritischste Faktor für die Vermehrung fakultativ-pathogener Krankheitserreger. Der länger andauernde Kontakt von Trinkwasser mit Werk-

stoffen – beispielsweise Rohrleitungs- und Armaturenwerkstoffe – führt zu einer erhöhten Migration von Nährstoffen in das Trinkwasser. In Stagnationsphasen fehlen der Abtransport und damit die Verdünnung der in den Wasserkörper gelangten Mikroorganismen. In Stagnationsphasen ist das Trinkwasser zudem den Umgebungstemperaturen im Installationsraum ausgesetzt (Abbildung 1), wodurch eine Erwärmung/Abkühlung des Trinkwassers auf Temperaturen stattfindet, die im Wachstumsbereich der Erreger liegen können (25 – 40 °C). Als sichere Temperatur für das kalte Trinkwasser wird beispielsweise in der DVGW-Wasserinformation 90 [2] nur eine Temperatur von < 20 °C angesehen. Neuere Untersuchungen aus der Mikrobiomforschung zeigen, dass schon zwölf Stunden Stagnation ausreichen, um eine signifikante Erhöhung der Bakterienzahlen zu verursachen.

Damit die Vermehrung von Bakterien – insbesondere von Krankheitserregern – in Trinkwasser-Installationen nicht unzulässig gefördert wird, müssen zunächst planerische Maßnahmen zur thermischen Entkopplung der kalten Trinkwasserleitungen von Wär-



Alle Grafiken: Gebr. Kemper GmbH + Co. KG

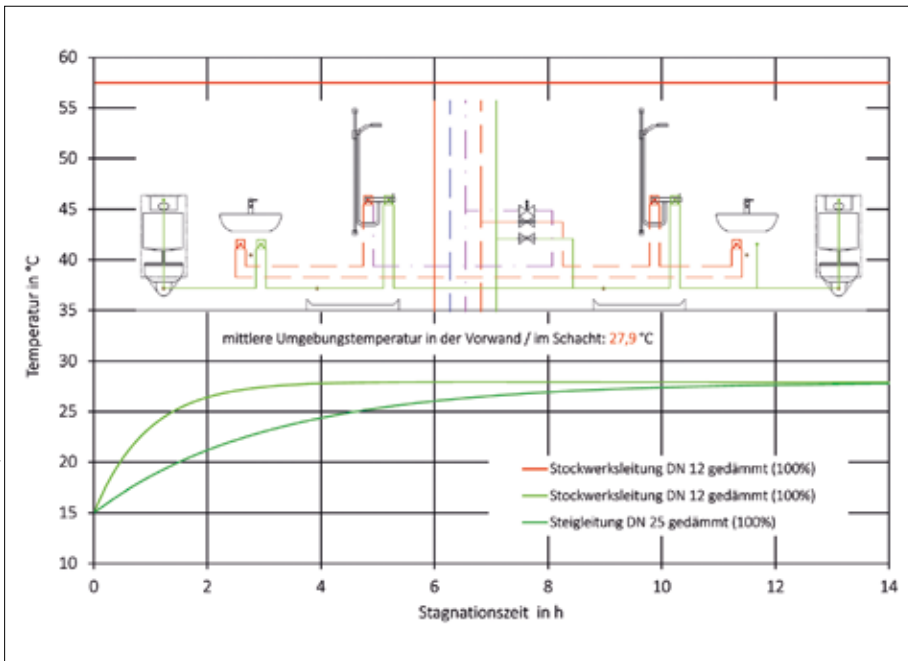


Abbildung 1: Bei Stagnation zu erwartender Temperaturverlauf in PWC-Stockwerks- und Steigleitungen eines hochinstallierten Schachtes (Aufbau der Stockwerksinstallation ohne Berücksichtigung von Maßnahmen zur thermischen Entkopplung)

mequellen umgesetzt werden. In Installationsbereichen, in denen Leitungen für kaltes Trinkwasser verlegt werden sollen, muss die Umgebungslufttemperatur möglichst niedrig sein, aber mindestens unter 25 °C liegen. Nur dann darf erwartet werden, dass in Stagnationsphasen die Kaltwassertemperaturen 25 °C nicht dauerhaft übersteigen und im laufenden Betrieb bestenfalls geringer sind als 20 °C.

Neben einer Reduzierung der Umgebungslufttemperaturen muss der konstruktive Aufbau einer Trinkwasserinstallation dazu führen, dass ein hoher Wasserwechsel in allen Teilstrecken stattfindet – insbesondere in den Stockwerks- und Einzelzuleitungen.

### Wasserwechsel und Temperaturen des kalten Trinkwassers

Die gezielte Beeinflussung der Temperatur des kalten Trinkwassers war in der Vergangenheit kein ausgewiesenes Ziel bei Planung, Bau und Betrieb von Trinkwasserinstallationen. Häufig übersehen wurde der Wärmeübergang, beispielsweise bei gemeinsamer Leitungsführung mit warmgehenden Leitungen in Schächten, Vorwänden oder abgehängten Decken. Dabei kam bzw. kommt es zum unbemerkten Überschreiten kritischer Temperaturgrenzen (Abbildung 1). Auch der Einfluss der Dämmung als adäquate Maßnahme zur Vermeidung bzw. Reduzierung des Wärmeübergangs auf das kalte Trinkwasser wurde (und wird immer noch) in der

Fachwelt überschätzt. Bei zu erwartenden Umgebungstemperaturen von bis zu 30 °C in Rohrkanälen, Schächten, abgehängten Decken und Vorwänden, in Verbindung mit geringen und ungleichmäßig über den Tag verteilten Wasserwechseln, können die Temperaturen des kalten Trinkwassers nicht dauerhaft unter 25 °C gehalten werden – selbst bei bester Dämmung der Rohrleitungen nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik. Je geringer der Durchmesser ist, umso schneller erwärmt sich der Wasserinhalt der Leitung auf Umgebungs-Lufttemperatur.

Die Wechselwirkungen zwischen Volumenströmen in einer Trinkwasserinstallation, verursacht durch Wasserentnahme, Induktion<sup>1</sup> oder gezielte Spülmaßnahmen und den damit verbundenen Temperaturen des kalten Trinkwassers, sind weitestgehend unbekannt. Zur Erforschung der vorherrschenden Betriebsverhältnisse<sup>2</sup> in Trinkwasserinstallationen führte der Laborbereich Haus- und Energietechnik der FH Münster, in Kooperation mit Fa. Kemper aus Olpe, im Zeitraum von 2010 bis 2012 messtechnische Untersuchungen in Installationen von Großgebäuden durch. Dabei wurden auch Stockwerks-Ringleitungen untersucht, die mit Strömungsteilern an die Steig- bzw. Verteilungsleitungen angeschlossen waren (Abbildung 2). Im Rahmen der Untersuchung wurden Messdaten aus kalten Trinkwasserinstallationen von insgesamt elf Großgebäuden mit ca. 3 Millionen Messdaten ausgewertet. Für eine detaillierte Analyse wurden letztlich sechs Gebäude ausgewählt, davon fünf aus dem Gesundheitswesen. Die Auswahl der Gebäude erfolgte hinsichtlich des konstruktiven Aufbaus der Nasszellen, der betrieblichen Besonderheiten, der Homogenität der Messdaten und der Dauer der Messreihen.

Im Folgenden werden grundsätzliche Erkenntnisse aus diesen Untersuchungen exemplarisch an einer Stockwerksinstallation aus einem Krankenhaus aufgezeigt (Abbildungen 6 und 7).

### Konstruktionsprinzipien für Stockwerksinstallationen

Die messtechnisch untersuchte Strömungsteiler-Installation wurde mit konventionellen Installationstechniken verglichen. Unter

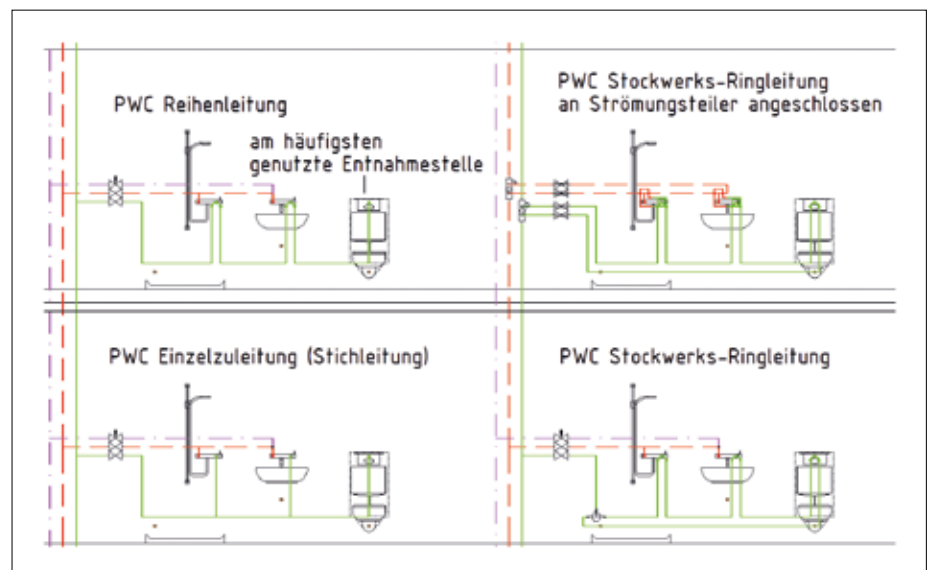


Abbildung 2: Prinzipieller Aufbau von Stockwerksinstallation mit verlegetechnischen Maßnahmen zur Sicherstellung der thermischen Entkopplung

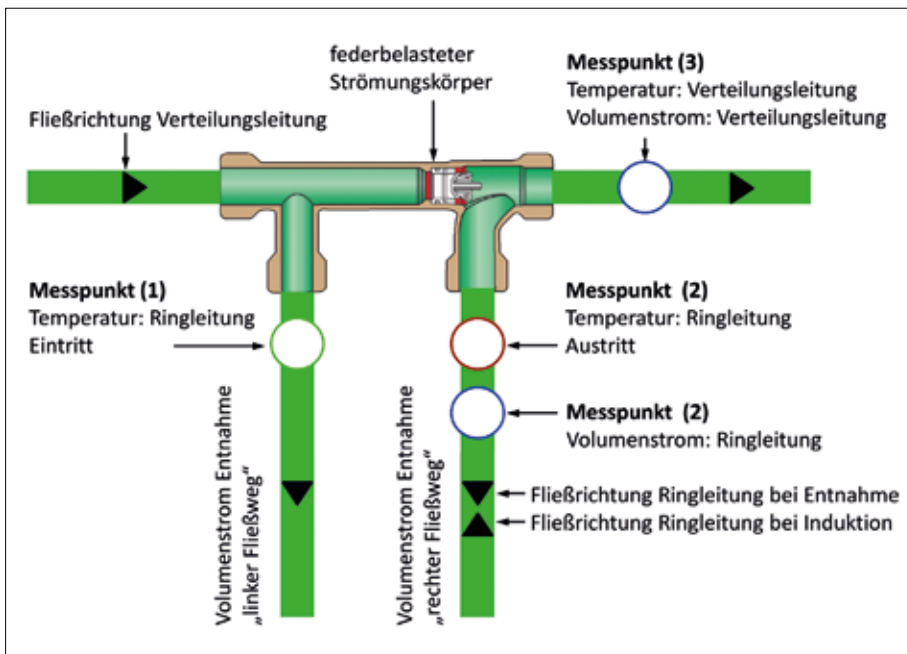


Abbildung 3: Dynamischer Strömungsteiler mit eingetragenen Messpunkten

konventionellen Installationstechniken werden Stockwerksinstallationen verstanden, deren Entnahmearmaturen über Einzelleitungen, Reihen- oder Ringleitungen mit Trinkwasser kalt versorgt werden (Abbildung 2).

### Konventionelle Installationstechniken für Stockwerksinstallationen

In neueren Trinkwasserinstallationen stellen Stockwerksinstallationen mit Reihenleitungen mittlerweile den Installationsstandard dar. Bei Reihenleitungen werden die Rohrleitungen in der Regel über Doppelwandscheiben an den Armaturenanschlüssen mäanderförmig vorbeigeführt. Mit Nutzung der am Ende angeordneten Entnahmearmatur werden alle Teilstrecken der Stockwerksinstallation bis hin zum jeweiligen Armaturenanschluss durchströmt. Ein Optimum für die Durchströmung ergibt sich, wenn die am häufigsten genutzte Entnahmestelle am Ende der Reihenleitung angeschlossen wird – das ist im Normalfall das WC.

In Stockwerksinstallationen mit Ringleitungen wird die Leitung wie bei einer Reihenleitung verlegt. Im Gegensatz zur Reihenleitung endet die Ringleitung jedoch nicht an der letzten Entnahmearmatur, sondern verbindet sie wieder mit der Stockwerksleitung. Auf diese Weise entsteht ein geschlossener Ring. Erfolgt die Wasserentnahme aus einer solchen Ringleitung, wird jede Armatur bei Benutzung von zwei Seiten mit Trinkwasser versorgt. Durch diese Installationsweise wird sichergestellt, dass bei Wasserentnahme an beliebiger Stelle in jeder Teilstrecke der Ring-

leitung Trinkwasser fließt. Wird eine Nasszelle regelmäßig genutzt, wird mit dieser Installationsweise der regelmäßige Wasserwechsel in allen Leitungsteilen der Stockwerksinstallation sichergestellt. Trotz der offensichtlichen funktionalen Vorteile gegenüber einer Reihenleitung kommen in der Praxis Ringleitungsverteilungen in Stockwerksinstallationen eher selten zum Einsatz. Dabei ist der Wasserinhalt von Ringleitungsinstallationen im Vergleich zu einer Installation mit Reihenleitungen in etwa von gleicher Größe – trotz größerer Leitungslänge.

### Strömungsteiler-Installationen

Ein innovatives Installationskonzept [3] kombiniert die prinzipiellen Vorteile von Ringleitungen mit so genannten Strömungsteilern. Ein Strömungsteiler ist ein von Kemper entwickeltes Rohrleitungsfitting mit zwei Anschlüssen, an die eine Ringleitung angeschlossen werden kann. Im Gegensatz zu einer konventionellen Doppel-T-Stück-Installation, die lediglich eine Verbindung zwischen Steig-/Verteilungsleitung und Ringleitung herstellen würde, erzeugt ein Strömungsteiler bei der Durchströmung eine definierte Druckdifferenz zwischen seinen Anschlüssen. Dadurch fließt in der Ringleitung auch ein Volumenstrom, wenn in einer Nasszelle in Fließrichtung hinter dem Strömungsteiler eine Entnahmearmatur betätigt wird. Der auf diese Weise in der Ringleitung erzeugte Volumenstrom wird im Folgenden als Induktionsvolumenstrom bezeichnet. Strömungsteiler-Installationen können nur dort eingesetzt werden, wo ein Induktionsvolumenstrom nicht über Wasserzähler für die verbrauchsabhängige Abrechnung von Wasser- und Wärmekosten fließt, beispielsweise in Krankenhäusern, Hotels, Seniorenheimen usw.

Strömungsteiler-Installationen für das kalte Trinkwasser versprechen eine komfortable Bedarfsdeckung bei minimiertem Wasserinhalt und einem maximalen Wasserwechsel in allen Leitungsteilen der Stockwerksinstallationen. Mit dem erhöhten Wasserwechsel soll auch die mittlere Temperatur des kalten Trinkwassers in allen Teilstrecken der Ringleitung erheblich niedriger lie-

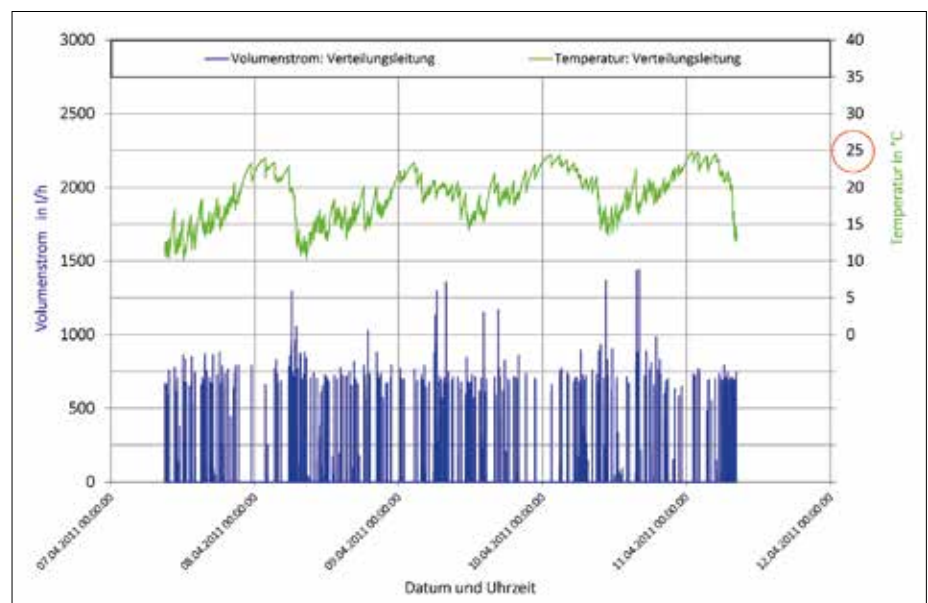


Abbildung 4: Volumenstrom und Temperatur des kalten Trinkwassers in der Stockwerks-Verteilungsleitung DN 20 (Abbildung 6)



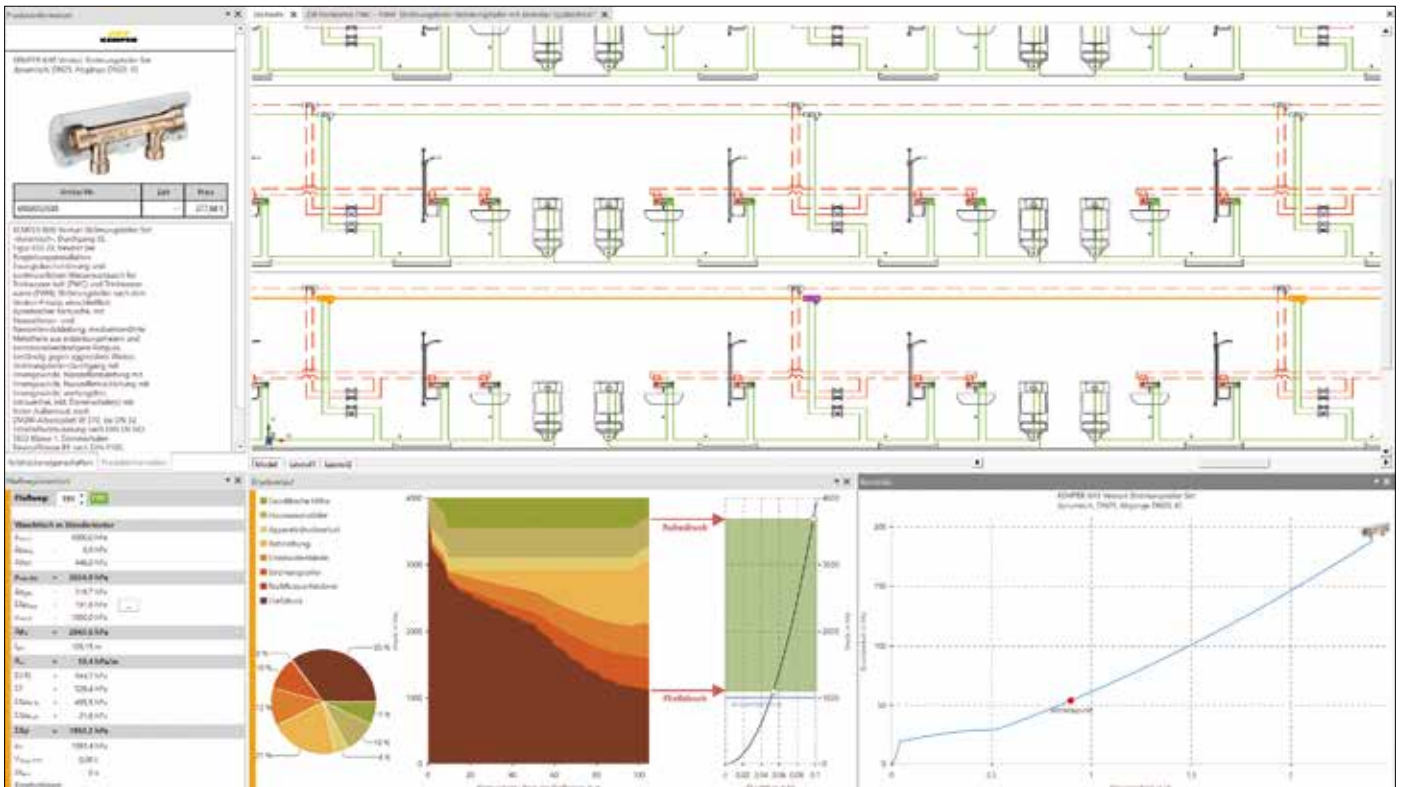


Abbildung 5: Armaturenkenlinie eines dynamischen Strömungsteilers DN 25

gen als bei dem aktuellen Installationsstandard (Reihenleitung).

Grundsätzlich wird zwischen statischen und dynamischen Strömungsteilern unterschieden. Der statische Strömungsteiler erzeugt Druckdifferenzen ausschließlich über eine Venturi-Düse. Die Anschlüsse für die Ringleitung sind im Strömungsteiler so angeordnet, dass die so entstehende Druckdifferenz sich auch auf die Ringleitung auswirkt. Das führt dazu, dass der Volumenstrom im Strömungsteiler aufgeteilt wird. Ein Teil des Volumenstroms fließt direkt durch die Venturi-Düse, während der andere Teil als Induktionsvolumenstrom durch die Ringleitung fließt. Das Verhältnis zwischen dem Volumenstrom in der Düse und dem Induktionsvolumenstrom wird durch die hydraulischen Eigenschaften der Venturi-Düse und die der Ringleitung beeinflusst. Einflussfaktoren sind zum einen der Querschnitt der Venturi-Düse, zum anderen der Strömungswiderstand der Ringleitung. Selbst

bei optimaler Abstimmung aller Einflussfaktoren liefert der Venturi-Effekt eines statischen Strömungsteilers erst ab einem relativ hohen Volumenstrom von ca. 0,3 l/s eine Druckdifferenz, die zu nennenswerten Induktionsvolumenströmen in der Ringleitung führt. Da weite Teile des Rohrnetzes aber nur von Einzelentnahmen mit Volumenströmen <0,20 l/s (720 l/h) belastet werden (Abbildung 4), ist der von statischen Strömungsteilern erzeugte Induktionsvolumenstrom sehr gering. Statische Strömungsteiler sind daher nur für die wenigen Einsatzfälle geeignet, bei denen größere Volumenströme über einen längeren Zeitraum erwartet werden können.

Bei einem dynamischen Strömungsteiler wird der Venturi-Effekt durch einen federbelasteten Strömungskörper zusätzlich verstärkt (Abbildung 3). Dadurch können bereits bei kleinen Volumenströmen in der Verteilungsleitung größere Druckdifferenzen aufgebaut werden. Dieser Effekt bewirkt, dass selbst geringe Volumenströme in der

Verteilungsleitung signifikante Induktionsvolumenströme erzeugen (Abbildung 8). Die erzeugte Druckdifferenz ist bei kleinen Volumenströmen in der Verteilungsleitung verhältnismäßig groß, bei auftretenden Spitzenvolumenströmen jedoch relativ gering. Bei einem Volumenstrom von 0,05 l/s beträgt beispielsweise die erzeugte Druckdifferenz in einem dynamischen Strömungsteiler der Nennweite DN 25 ca. 20 hPa, während sie bei einem Spitzenvolumenstrom von 0,89 l/s im Düsenquerschnitt nur ca. 53 hPa ausmacht (Abbildung 5). Dadurch ist zu jeder Zeit sichergestellt, dass die Bedarfsdeckung der in Fließrichtung hinter dem Strömungsteiler angeordneten Entnahmearmaturen nicht beeinträchtigt wird.

### Ergebnisse aus Messungen und Simulationsrechnungen

Die messtechnisch untersuchte Strömungsteiler-Installation (Abbildung 7) befindet sich in Fließrichtung gesehen im vorderen

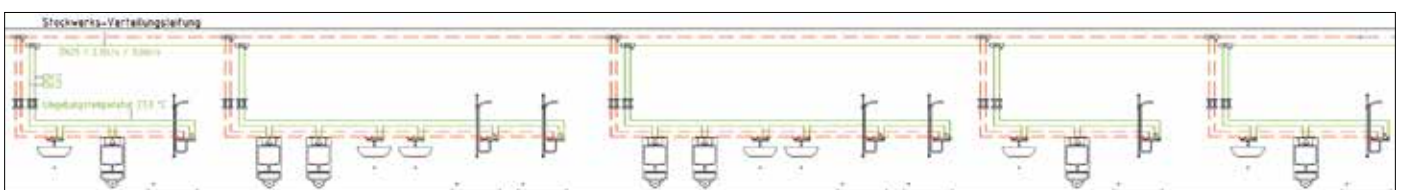


Abbildung 6: Rohrnetzstruktur hinter der untersuchten Ringleitung

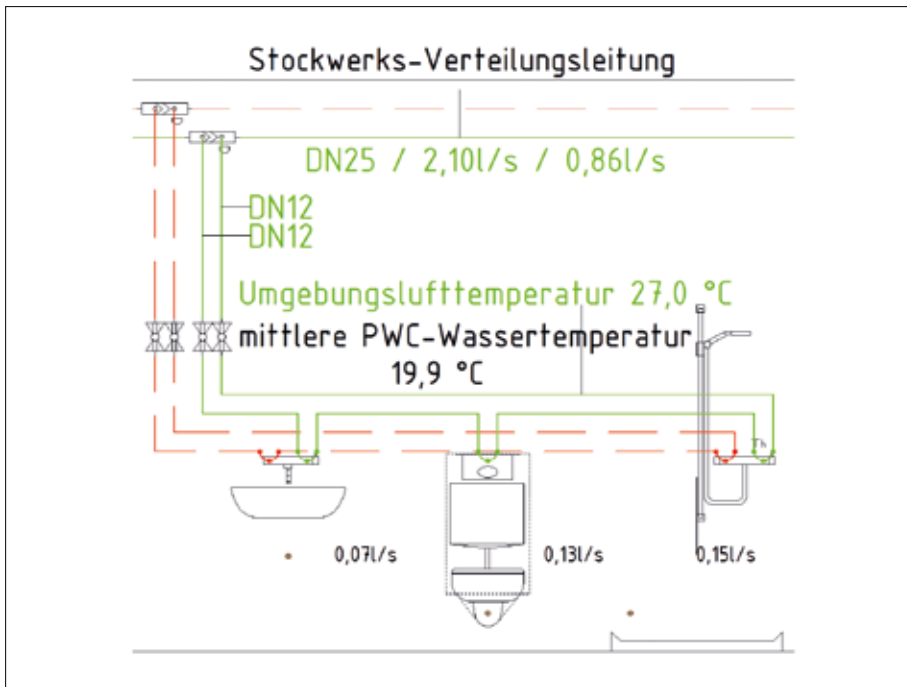


Abbildung 7: Messtechnisch untersuchte Strömungsteiler-Installation

Bereich einer Stockwerks-Verteilungsleitung eines Krankenhauses. Abbildung 6 zeigt die Entnahmestellen, die hinter dem untersuchten Strömungsteiler an die betreffende Stockwerks-Verteilungsleitung angeschlossen sind.

Die Ringleitung, die mit einem Strömungsteiler an eine Stockwerks-Verteilungsleitung angeschlossen wurde, versorgt eine Nasszelle mit drei Entnahmestellen für kaltes Trinkwasser. Die PWC-Ringleitung wurde parallel mit den zirkulierenden Warmwasserleitungen in einer gemeinsamen Installationsvorwand verlegt. Bedingt durch die Zirkulation über die Warmwasser-Ringleitung, mit Temperaturen über 55 °C, erwärmt sich die Umgebungslufttemperatur in der Installationsvorwand im Mittel auf ca. 27 °C (vgl. auch Abbildung 1). Die Verlegung der PWC- bzw. PWH-Ringleitungen erfolgte seinerzeit noch ohne Maßnahmen zur thermischen Entkopplung der Kaltwasserleitungen von den Wärmequellen [4].

### Erhöhung des Wasserwechsels

Zur besseren Beurteilung der Funktionalität von Stockwerksinstallationen wurden die Messergebnisse für die Strömungsteiler-Installation mit den Ergebnissen aus Simulationsrechnungen für konventionelle Installationstechniken (Einzelzuleitungen, Reihen- und Ringleitungen) verglichen [5]. Dabei wurden die Randbedingungen, wie das Zapfverhalten, die Wassereintrits- und die Umgebungstemperaturen, deckungsgleich aus den Messergebnissen übernommen.

Der Vergleich mit konventionellen Verteilungssystemen zeigt sehr deutlich, dass der Wasserwechsel in Strömungsteiler-Installationen deutlich intensiver ist und sich gleichmäßiger über den Tag verteilt (Abbildung 8 bis 11). Der intensivere und gleichmäßigere Wasserwechsel ist darauf zurückzuführen, dass durch Wasserentnahmen an beliebiger Stelle eine Zwangsdurchströmung in allen im Fließweg vorgelagerten Ringleitungen er-

folgt (Induktion). In Strömungsteiler-Installationen wird die vom Trinkwasser kalt aufgenommene Wärme durch den intensiveren Wasserwechsel viel schneller abgeführt. Dadurch strömt kälteres Trinkwasser aus der Steig-/Verteilungsleitung auch schneller nach, als in den direkt vergleichbaren konventionellen Systemen. Der vollständige Austausch des Wasserkörpers in der Leitung erfolgte bei den untersuchten Stockwerksinstallationen in der Regel in weniger als einer Stunde. Damit wurde nicht nur die regelmäßige Abfuhr der aus der Umgebung aufgenommenen Wärme erreicht, sondern auch durch Austrag der ggfs. im Wasser befindlichen Bakterien, Metallionen, Weichmacher usw. ein Verdünnungseffekt sichergestellt.

Gegenüber dem aktuellen Installationsstandard (Abbildung 10 - Reihenleitung) lag die mittlere Wasserwechselrate pro Tag bei Strömungsteiler-Installationen um bis zu vierzigfach höher. Von den im Messzeitraum aufgetretenen Stagnationsphasen waren mehr als 90 Prozent kürzer als 30 Minuten. Stagnationsphasen, die länger andauerten als zwei Stunden, wurden im gesamten Messzeitraum nicht nachgewiesen.

### Einfluss des Wasserwechsels auf die Temperatur

Bedingt durch den gleichmäßig über den Tag verteilten hohen Wasserwechsel ergibt sich für die untersuchten Strömungsteiler-Installationen gegenüber den aktuellen Installationsstandards ein erheblich niedrigeres

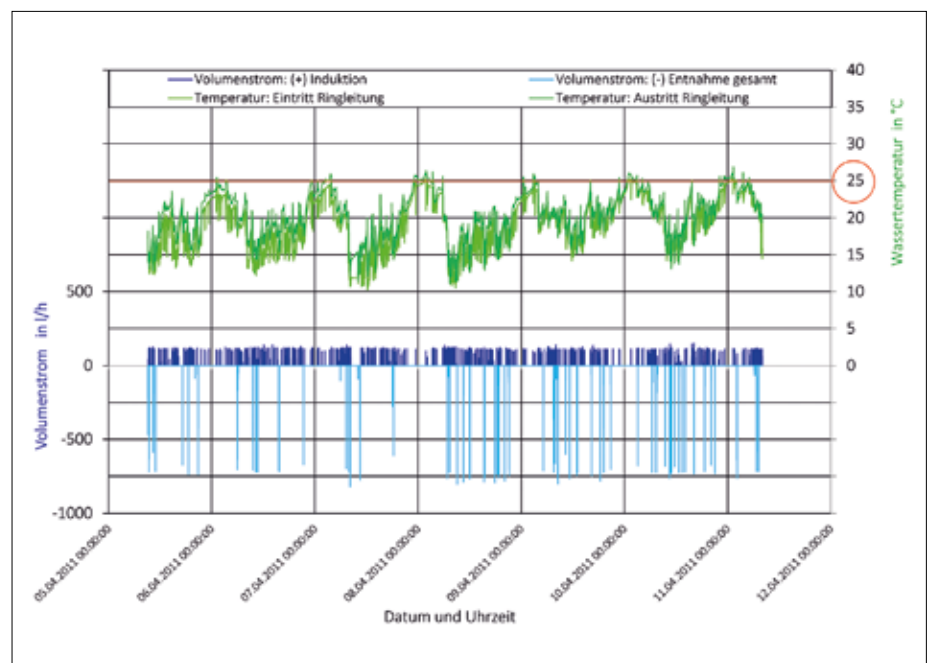


Abbildung 8: Entnahme- und Induktionsvolumenstrom sowie Eintritts- und Austrittstemperaturen des kalten Trinkwassers in der Ringleitung mit Strömungsteiler (Abbildung 7)

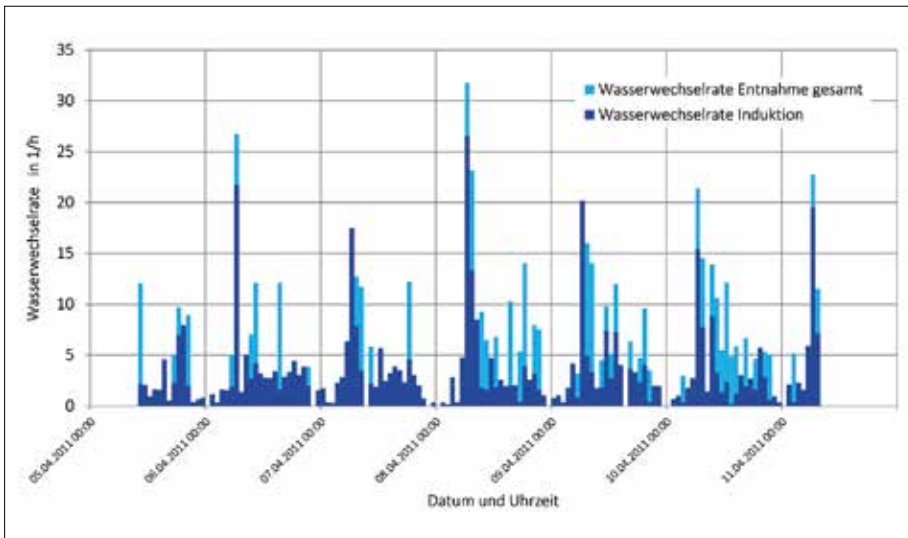


Abbildung 9: Wasserwechselraten in einer Stockwerks-Ringleitung mit Strömungsteiler

Temperaturniveau. Absolut gesehen lagen bei der Strömungsteiler-Installation weniger als 10 Prozent der Temperaturmesswerte über 25 °C – bei dem besten konventionellen System (Ringleitung) waren es bereits mehr als 50 Prozent. Die mittlere Temperatur des kalten Trinkwassers in der Ringleitung wurde im Messzeitraum mit 19,9 °C festgestellt. Damit kann sogar noch bei einer Umgebungslufttemperatur von 27 °C näherungsweise die Anforderung aus der DVGW-Information WASSER Nr. 90 (<20 °C) erfüllt werden. Eine noch weitere Absenkung der mittleren Temperatur des kalten Trinkwassers kann erwartet werden, wenn die PWC Ringleitung thermisch entkoppelt verlegt wird [4].

Durch Auswertung der Messdaten konnte festgestellt werden, dass die Dusche im Messzeitraum kaum genutzt wurde. Der Wasserinhalt in der Einzelzuleitung zur Dusche stagniert daher über einen langen Zeitraum im temperaturkritischen Bereich, bei einer mittleren Temperatur von 26,4 °C (Abbildung 11). Die geringe Nutzungsfrequenz von Duschen, beispielsweise in Krankenhäusern und Seniorenheimen, ist ein bekanntes Phänomen. Zur Verbesserung der Durchströmung muss daher am Ende der Reihenleitung nicht die Dusche, sondern immer das WC angeschlossen werden.

### Temperaturen bei vorübergehender Nichtnutzung

Wird unterstellt, dass die messtechnisch untersuchte Nasszelle über einen längeren Zeitraum nicht benutzt wird, erfolgt der Wasserwechsel in der Ringleitung ausschließlich durch den Induktionsvolumenstrom. Der für diesen Betriebszustand simulierte Temperaturverlauf verfügt über die gleiche Tendenz

wie in Abbildung 8 und liegt nur geringfügig höher. Daraus lässt sich grundsätzlich ableiten, dass das Temperaturniveau in den Ringleitungen von Strömungsteiler-Installationen maßgeblich vom Induktionsvolumenstrom abhängig ist und nur in geringem Maße vom Entnahmevolumenstrom geprägt wird.

Der Wasserwechsel durch Induktion geht zwar in den Strömungsteiler-Installationen in Fließrichtung gesehen zurück. Es kann jedoch durch Messergebnisse belegt werden, dass die Kaltwassertemperaturen in einer vorübergehend nicht genutzten Strömungsteiler-Installation immer noch um 4 K niedriger liegen, wenn nur noch 4 Personen hinter dem betreffenden Strömungsteiler Wasser entnehmen (Messwerte aus einem Seniorenheim).

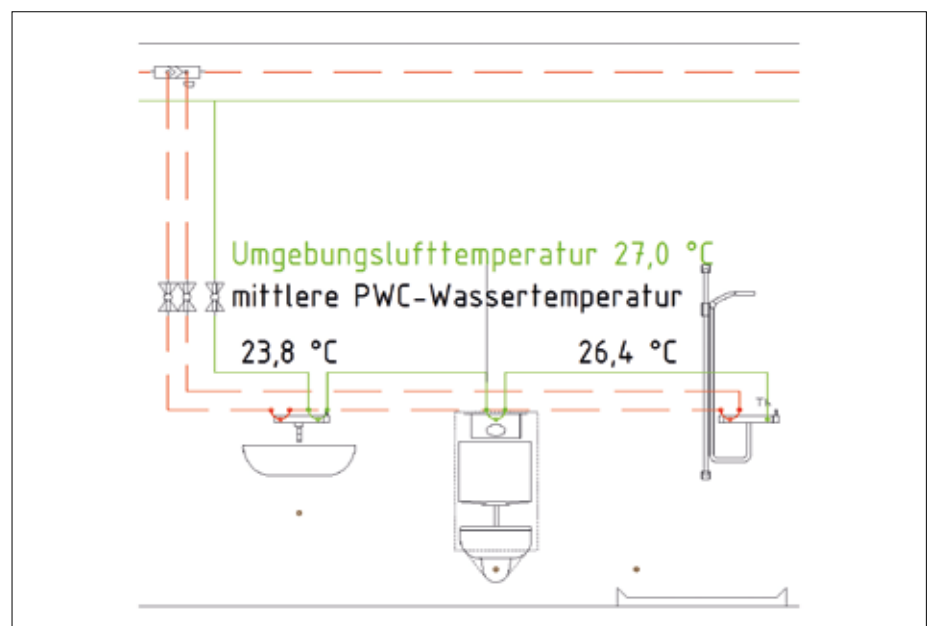


Abbildung 10: Durch Simulationsrechnung untersuchte Reihenleitungsinstallation

### Einfluss wandmontierter Mischarmaturen

Die wandmontierten Mischarmaturen für den Waschtisch und die Dusche wurden kalt- und warmwasserseitig über Doppelwandscheiben angeschlossen.

Die Ergebnisse der Temperaturmessungen zeigen, dass es im Messzeitraum keine signifikante Temperaturerhöhung des kalten Trinkwassers durch Wärmeleitung über die Armaturenkörper der beiden installierten Mischarmaturen gegeben hat. Die mittlere Eintrittstemperatur in die Ringleitung betrug 19,2 und die mittlere Austrittstemperatur 20,7 °C. Die mittlere Temperaturerhöhung um 1,5 K zwischen Ein- und Austritt kann ausschließlich mit der Wärmeaufnahme über die Oberfläche der gedämmten Ringleitung erklärt werden.

Es dauert länger als 3 Stunden bis durch Wärmeleitung über den Armaturenkörper der Kaltwasseranschluss einer wandmontierten Mischarmatur – ausgehend von 13 °C – eine Temperatur von 25 °C erreicht [6] (Abbildung 12). Da im Messzeitraum die Stagnationszeiten überwiegend kürzer waren als eine Stunde, konnte sich dadurch der Wasserinhalt der Ringleitung durch Wärmeleitung über die Mischarmatur zu keinem Zeitpunkt erkennbar und auf jeden Fall nicht unzulässig erwärmen.

### Temperaturanstieg in den Stockwerks-Verteilungsleitungen

Die Befürchtung liegt nahe, dass sich durch die Wärmeabfuhr aus den Stockwerks-Ringleitungen die Temperatur in der Stockwerks-Verteilungsleitung unzulässig erhöhen



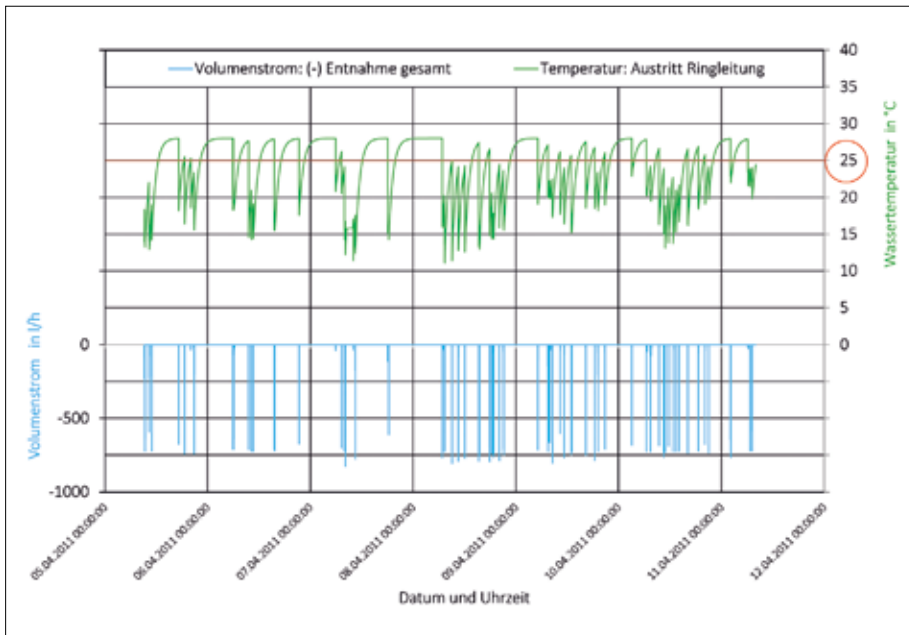


Abbildung 11: Entnahmestrom sowie die durch Simulationsrechnung ermittelten Temperaturen des Trinkwassers kalt (Bild 10, erste Teilstrecke der Reihenleitung)

könnte. Diese Befürchtung ist unbegründet. Hinter einem Strömungsteiler mischt sich der relativ kleine Induktionsvolumenstrom mit höherer Temperatur, mit dem größeren Volumenstrom des Durchgangs mit niedrigerer Temperatur. Dadurch erhöht sich die Temperatur des kalten Trinkwassers hinter einem Strömungsteiler nur im Bereich der Nachkommastelle. Selbst mit einem sehr geringen Entnahmestrom von nur 0,05 l/s kann im konkreten Fall sichergestellt werden, dass bei einer Eintrittstemperatur von 17 °C die Temperatur des kalten Trinkwassers vor der letzten Ringleitung nur etwas mehr als 18 °C beträgt (Abbildung 13). Die messtechnisch festgestellten Volumenströme in der Stockwerks-Verteilungsleitung lagen überwiegend bei ca. 0,20 l/s (720 l/h) und sind damit viel größer (Abbildung 4). Dadurch liegt der Temperaturanstieg zwischen Anfang und Ende der Stockwerks-Verteilungsleitung im realen Fall noch wesentlich niedriger.

### Erzwungener Wasserwechsel durch Spülmaßnahmen

Stagniert das Wasser insgesamt über einen längeren Zeitraum, verhalten sich alle Installationskonzepte gleich schlecht. Die vom kalten Trinkwasser aus der Umgebungsluft aufgenommene Wärme kann bei Stagnation nicht mehr abgeführt werden. Das führt zu einer Temperaturerhöhung des kalten Trinkwassers auf Umgebungslufttemperatur. Liegen in den Installationsbereichen Lufttemperaturen > 25 °C vor, sind optimale Wachstumsbedingungen für Bakterien gegeben.

In solchen Fällen müssen zur Aufrechterhaltung des Wasserwechsels automatisierte Wasserwechsel- und Spülmaßnahmen eingesetzt werden. Wasserwechsel- und Spülmaßnahmen sind auch dann erforderlich, wenn Trinkwasserinstallationen nur periodisch genutzt werden, mit Leerstand an Wochenenden oder in Ferienzeiten und Stagnationsphasen über mehrere Tage bzw. Wochen.

Im Gegensatz zu konventionellen Systemen, bei denen Wasserwechselmaßnahmen dezentral an jeder Entnahmestelle oder in je-

der Nasszelle erfolgen müssen, reichen bei Strömungsteiler-Installationen lediglich einige zentral angeordnete Spülventile aus. Zentrale Spülventile ermöglichen eine zeit-, volumen- oder temperaturgesteuerte Durchströmung. Dabei wird entweder zu einem vorgegebenen Zeitpunkt oder mit Überschreiten eines Temperaturgrenzwertes eine Spülmaßnahme ausgelöst. Vergleichende Simulationsberechnungen zeigen, dass kurze und intensive Spülmaßnahmen, die dem reinen Wasseraustausch dienen, zur dauerhaften Absenkung der Temperaturen in den Stockwerks-/Ringleitungen weniger effektiv sind, da die Wassertemperatur nach einem Spülvorgang innerhalb von weniger als 2 Stunden wieder auf Umgebungslufttemperatur ansteigt. Idealerweise muss der Spülvolumenstrom bei einer vorgegebenen Sollwerttemperatur für das kalte Trinkwasser genau die Wärmemenge abführen, die über die Oberfläche der Rohrleitung aufgenommen wird. Studien haben gezeigt, dass die Abfuhr der entsprechenden Wärmemenge nur dann ökonomisch erreicht werden kann, wenn mit geringen Volumenströmen über einen längeren Zeitraum gespült wird. Kontinuierliches Spülen mit kleinen Volumenströmen führte im Vergleich zu impulsartig durchgeführten Spülmaßnahmen zu einem deutlich niedrigeren Temperaturniveau und zu einer signifikanten Reduzierung des Wasserverlustes.

Wird bei oberflächennaher Trinkwassergewinnung in den Sommermonaten oder aufgrund der klimatischen Gegebenheiten höher temperiertes Wasser (beispielsweise

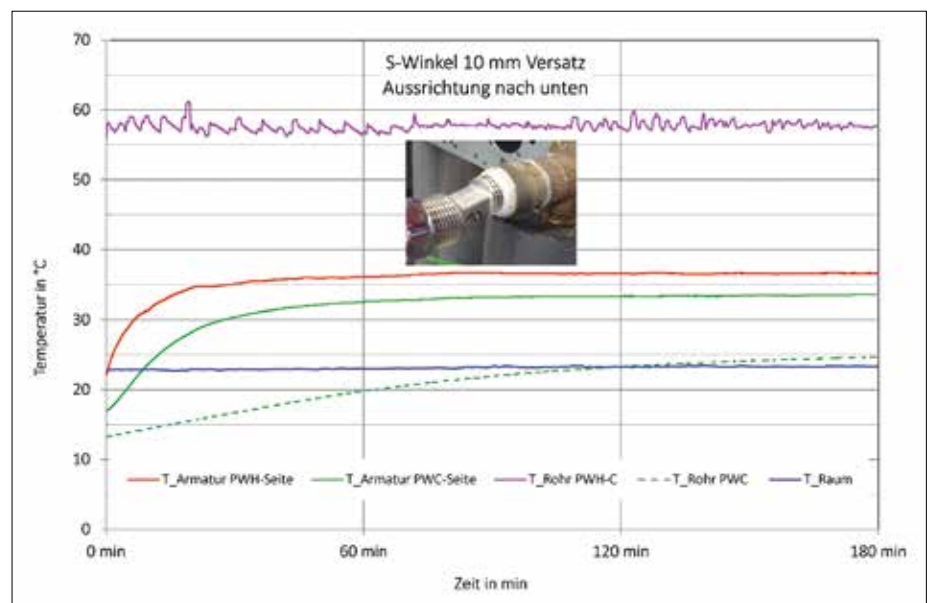


Abbildung 12: Temperaturverläufe im Bereich einer wandmontierten Mischarmatur in einer Stagnationsphase, bei einer Zirkulation des erwärmten Trinkwassers über die Doppelwandscheibe des PWH-Anschlusses

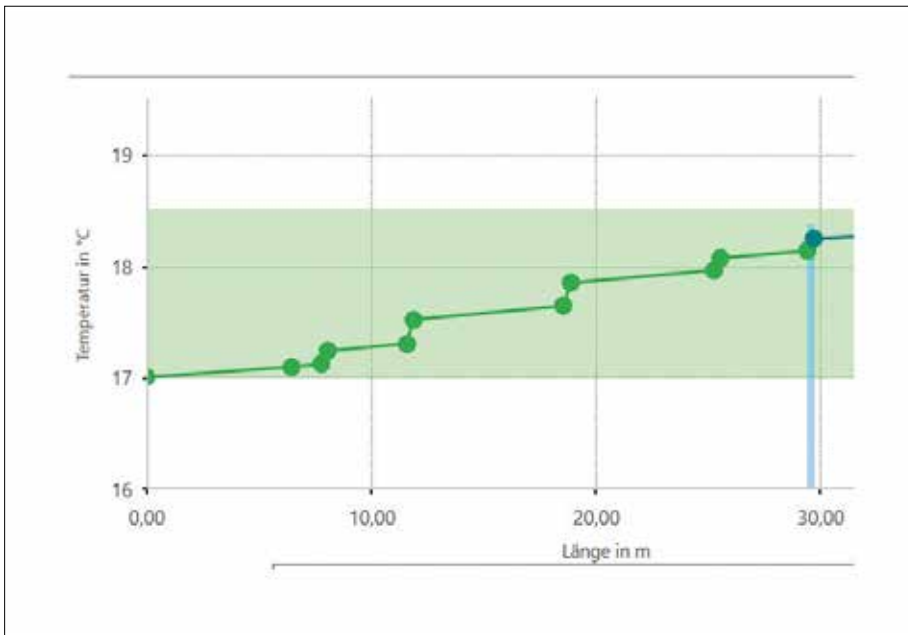


Abbildung 13: Berechneter Temperaturverlauf in der Stockwerks-Verteilungsleitung (Abbildung 6) bei einem Entnahmevolumenstrom von 0,05 l/s

> 18 °C) in die Trinkwasserinstallation eingespeist, kann die Überschreitung der Temperaturgrenzwerte auch in Strömungsteiler-Installationen nicht mehr verhindert werden. In solchen Fällen könnte nur eine Kühlung des Trinkwassers die Einhaltung der geforderten Temperaturen sicherstellen [7]. Eine Kreislaufkühlung des Trinkwassers wurde erstmalig in den Hauptverteilungsleitungen von Kreuzfahrtschiffen realisiert. In England und Schottland wird mittlerweile eine Kreislaufkühlung für Intensivstationen in Krankenhäusern empfohlen, in denen Patienten durch eine Immunschwäche besonders gefährdet sind, beispielsweise aufgrund von Knochenmarktransplantationen [8].

Strömungsteiler-Installationen ermöglichen im Gegensatz zu den bisher realisierten Kühlkonzepten zusätzlich auch noch die Kühlung aller Stockwerksleitungen bis in den Anschluss der Entnahmemarmaturen hinein. Da in Strömungsteiler-Installationen für eine aktive Kühlung kein zusätzliches Rohrnetz aufgebaut werden muss, bedarf es nur eines geringen baulichen Aufwands, um einen Kreislauf zu etablieren. Mit der definierten Durchströmung aller Leitungsteile könnte so zu jeder Zeit eine vorgegebene Temperatur des kalten Trinkwassers vor jedem Armaturenanschluss sichergestellt werden, ohne dass Wasserverluste durch Spülmaßnahmen entstehen. Berechnungen zeigen, dass der Energieaufwand zur Temperaturhaltung in Strömungsteiler-Installationen relativ gering ist [7]. Nur mit einer Kreislaufkühlung kann die Forderung der Hygiene

nach ganzjähriger Sicherstellung von Kaltwassertemperaturen < 20 °C erfüllt werden – unabhängig von der Betriebsführung. Bei länger andauerndem Kreislaufbetrieb ohne Wasserentnahme muss gegebenenfalls der Aufkonzentration der Wasserinhaltsstoffe durch einen gezielten Wasseraustausch entgegen gewirkt werden.

#### Fazit

Der Einsatz von Strömungsteilern in Trinkwasserinstallationen für Gebäude des Gesundheitswesens und andere Großgebäude intensiviert im Vergleich zu konventionellen Verteilungssystemen den Wasserwechsel in Stockwerksinstallationen erheblich und reduziert dadurch das Temperaturniveau in Stockwerks-/Ringleitungen um ca. 4 K. Das Konzept verfolgt einen proaktiven Ansatz, der es ermöglicht, die Qualität des Trinkwassers kalt an der Entnahmestelle auch in komplex aufgebauten Trinkwasserinstallationen sicherzustellen. Mit diesem technischen Konzept werden neue Wege beschritten, die im kalten Trinkwasser bisher ohne Beispiel sind. Strömungsteiler-Installationen bieten dazu die besten Voraussetzungen. Strömungsteiler-Installationen sind damit zukunftssicher und verfügen über weiteres Entwicklungspotenzial [5].

#### Literatur:

- [1] Flemming, C.; Kistemann, T.; Bendinger, B.; Wichmann, K.; Exner, M.; Gebel, J.; Schaule, G.; Wingender, J.; Szwedzyk, U.: Erkenntnisse aus dem BMBF-Verbundprojekt „Biofilme in der Trinkwasserin-

stallation“. Bundesministerium für Bildung und Forschung 2010.

- [2] DVGW-Information WASSER Nr. 90: Informationen und Erläuterungen zu Anforderungen des DVGW-Arbeitsblattes W 551, Juli 2016.
- [3] Kemper (2008). Gebr. Kemper GmbH+Co. KG, Olpe. Ringleitung für ein Trink- oder Brauchwassersystem. Deutsches Patentamt. DE 202008003646 U1. Anmeldedatum: 14.03.2008.
- [4] Kirchhoff, T.; Mathys, W.; Rickmann, B.; Bäcker, C.: Rohrführung für Erhalt der Trinkwasserhygiene entscheidend, in: Sanitärjournal Sonderheft Installationstechnik 2017.
- [5] Rickmann, L.: Einfluss neuer Konzepte bei Planung und Konstruktion von Trinkwasserinstallationen in Großgebäuden auf die hygienische Qualität des Trinkwassers, Promotionsarbeit UMIT, September 2014.
- [6] Bäcker, C.: Forschungs- und Entwicklungsprojekt zur thermischen Entkopplung in Trinkwasserinstallationen Fachhochschule Münster (Labor für Haus- und Energietechnik), 2017.
- [7] Markert, F.: Entwicklung eines Berechnungskonzepts für die Kaltwasserzirkulation in Gebäuden zur Erhaltung der Trinkwasserhygiene, Masterarbeit FH Münster 2015.
- [8] Health Technical Memorandum 04-01 Safe water in healthcare premises Part A: Design, installation and commissioning. Department of Health GB 2016.

<sup>1</sup> Mitnahme von Wasser aus Stockwerksinstallationen durch den Hauptstrom in der Steig-/Verteilungsleitung

<sup>2</sup> Wechselwirkung zwischen Volumenströmen, verursacht durch Entnahme von kaltem Trinkwasser, Induktion oder gezielten Spülmaßnahmen in einer Rohrleitung und den damit verbundenen Temperaturen des Trinkwassers kalt bei Umgebungstemperatur