

Trinkwasserverteilungssysteme auf dem Prüfstand

Die Rohrleitungsführung als zentrale Stellschraube zum Erhalt der Trinkwassergüte



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



Stefan Cloppenburg
M.Eng.,
Wissenschaftlicher
Mitarbeiter /
Projektingenieur,
FB Energie, Gebäude,
Umwelt,
FH Münster



Benedikt Kemler
B.Eng.,
Wissenschaftlicher
Mitarbeiter /
Projektingenieur,
FB Energie, Gebäude,
Umwelt,
FH Münster

Bis in die 1980er-Jahre hinein wurden Trinkwasserleitungen in Schlitzfenstern massiver Wände verlegt und eingemauert. Heizungsleitungen wurden in der Regel von kalten Trinkwasserleitungen weit entfernt installiert. Stockwerks- oder Einzelzuleitungen wurden so nur unwesentlich mit Wärmelasten beaufschlagt. Diese Installationstechnik hatte zwar viele Nachteile, ergab aber selbst nach Stagnationsphasen relativ geringe Temperaturen des kalten Trinkwassers – für die Trinkwasserhygiene ein günstiger Zustand. Heute werden Kalt- und Warmwasserleitungen fast ausschließlich gemeinsam in den Hohlräumen von Installationen vorwänden frei verlegt. In den Installationsschächten kommen noch die warmgehenden Leitungen der Heizungs-technik hinzu. Fatal für die Trinkwasserhygiene, denn die Umgebungstemperaturen, die auf die Kaltwasserleitungen einwirken, steigen immens an. „Lauwarme Temperaturbereiche“ im Kaltwasser sind die Folge, das Wachstum von Mikroorganismen wird gefördert. Traten Legionellen-Kontaminationen früher fast ausschließlich in der Warmwasserinstallation auf, werden sie heute vermehrt auch im kalten Trinkwasser beobachtet. Sie entwickeln sich zunehmend zu einem Problem für den Fachplaner und den ausführenden Fachhandwerker. Die FH Münster hat im Rahmen eines Forschungsvorhabens konventionelle Verteilungssysteme mit dem Ziel untersucht, Schwachstellen zu identifizieren und alternative Lösungskonzepte zu entwickeln. Es wurde ein modular aufgebauter Prüfstand errichtet, mit dem unterschiedliche Installationsvarianten untersucht werden können.

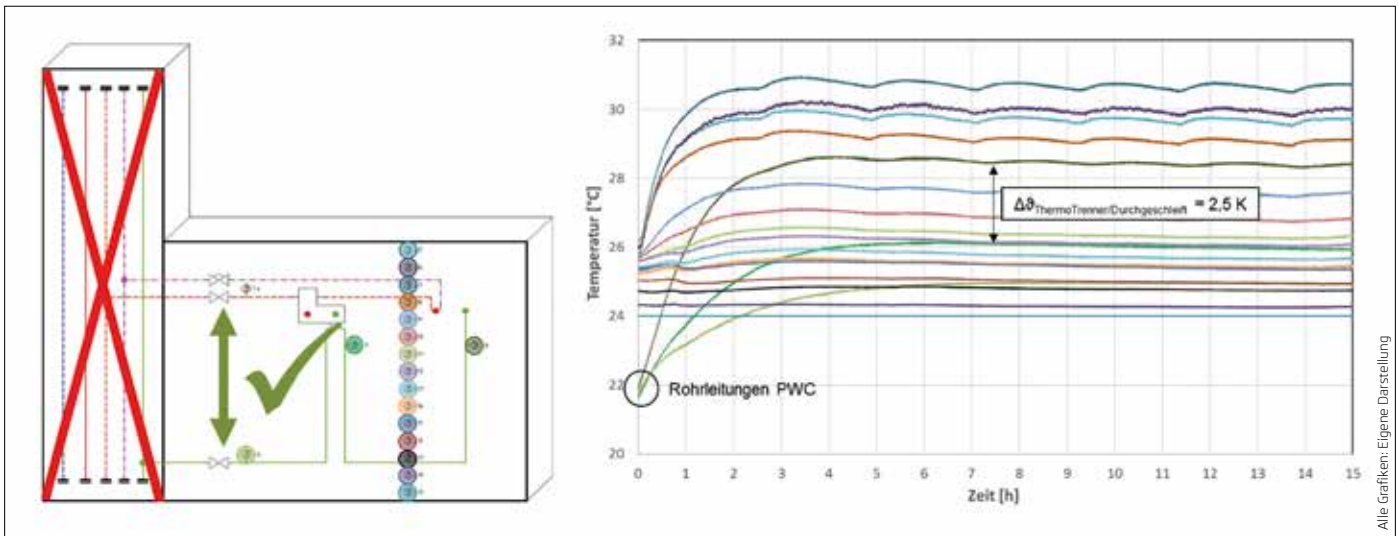
I. Grundlagen

Die Trinkwasserhygiene innerhalb einer Trinkwasser-Installation ist maßgeblich von den Faktoren Wasseraustausch, Durchströmung, Nährstoffangebot und besonders der Temperatur abhängig. Sie werden daher umfangreich in den allgemein anerkannten Regeln der Technik berücksichtigt: Das DVGW-Arbeitsblatt W 551 für Kleinanlagen mit Rohrleitungsinhalten > 3 Liter (3-Liter-Regel) fordert beispielsweise zwischen Abgang Trinkwassererwärmer und Entnahmestelle sowie generell für Großanlagen den Einbau von Zirkulationssystemen, die für eine Temperaturhaltung

und ausreichende Durchströmung sorgen sollen. Die Einhaltung der 30-Sekunden-Regel nach DIN 1988-200 kann im Vergleich zur 3-Liter-Regel sogar kürzere Zirkulationsanbindungen und somit ein geringeres Stagnationsvolumen mit sich führen. In der Richtlinie des Robert Koch-Instituts (RKI-Richtlinie) ist gar von „Zirkulationsleitungen mit möglichst kurzen Verbindungen zur Entnahmestelle“ die Rede. Kommen neben den hygienischen Aspekten auch Komfortaspekte zum Tragen, so sorgt die Vereinbarung geringerer Ausstoßzeiten an den Entnahmestellen für eine weitere Reduzierung der nicht-zirkulierenden

Leitungsabschnitte, beispielsweise nach VDI 6003.

Die Einhaltung dieser Anforderungen führt zu einer Installation mit Zirkulationsleitungen, die optimalerweise bis unmittelbar an die Entnahmestellen geführt werden. Dadurch wird zwar für ausreichend Durchströmung und Temperaturhaltung im Warmwassersystem gesorgt, jedoch häufig die Kaltwasserinstallation negativ beeinflusst: Die Wärmeenergie zur Temperaturhaltung des zirkulierenden Warmwassersystems wird an den Installationsraum abgegeben und sorgt dort für erhöhte Umgebungslufttemperaturen. In diesem Installations-



Alle Grafiken: Eigene Darstellung

Abbildung 1: Verlauf der Kaltwasser- und Lufttemperaturen in der Vorwand bei betriebener Stockwerks-Zirkulation

tionsraum befinden sich allerdings ebenfalls die Kaltwasserleitungen. Einen weiteren Einfluss auf die Umgebungslufttemperaturen haben warmgehende Leitungen (z. B. Warmwasser, Heizung) und andere wärmeabgebende Gewerke (z. B. Elektroinstallation), die ebenfalls in Schächten und Zwischendecken verlegt werden. Zudem wird oft vernachlässigt, dass neben den zuvor genannten Wärmelasten auch die Raumtemperatur der angrenzenden Räume einen erheblichen Einfluss hat.

Im Stagnationsfall ist die minimal zu erreichende Kaltwassertemperatur die Raumtemperatur, unabhängig von der Ausführung der Trinkwasser-Installation. Für ein Badezimmer beträgt die Raumtemperatur 24 °C entsprechend Heizlastvorgabe (DIN EN 12831-1). Die Kühllastberechnung umfasst, je nach Sommerklimaregion, Raumtemperaturen zwischen 25 °C und 27 °C (DIN 4108-2). Hierbei handelt es sich nicht um maximale Temperaturen, da es auch zu nutzerabhängigen Überschreitungen der Temperaturen kommen darf, beispielsweise keine Klimatisierung am Wochenende bei einem Gewerbebetrieb.

Da die Temperatur des Kaltwassers mit maximal 20 °C bis 25 °C unter den Umgebungslufttemperaturen der Installationsräume liegt, findet automatisch eine Wärmeübertragung auf das Kaltwasser statt. Häufig missverstanden wird in diesem Sinne der Begriff „Dämmung“. Dämmung sorgt für eine Verzögerung des Wärmeübergangs und stellt keine isolierende Schicht dar, die einen Wärmeübergang vollständig unterbindet. Äquivalent zum Warmwasser- und Zirkulationssystem muss das Kaltwassersystem durch bautechnische Maßnahmen vor Wärmeein-

trag geschützt und das erwärmte Kaltwasser durch betriebstechnische Maßnahmen abgeführt werden. In diesem Zusammenhang wird gern der bestimmungsgemäße Betrieb genannt, der für einen Abtransport der aufgenommenen Wärmelasten sorgen soll. Die Einhaltung des bestimmungsgemäßen Betriebs durch den Nutzer ist in der Regel jedoch nicht ausreichend, um die Wärmelasten abzuführen, da eine Erwärmung einer 100-Prozent-gedämmten Rohrleitung in Abhängigkeit der Nennweite von 15 °C auf 25 °C in 1,5 bis 5,5 Stunden erfolgt. So sorgen weiterhin Stagnationszeiten für die Er-

wärmung der kaltwasserführenden Rohrleitungen auf über 25 °C.

Um in den zwangsläufig nicht zu vermeidenden Stagnationsphasen eine übermäßige Erwärmung der kaltwasserführenden Rohrleitungen zu vermeiden, ist der Wärmeeintrag in das Kaltwassersystem so weit wie möglich zu reduzieren. Die vom Fachplaner bzw. Fachhandwerker zu beeinflussenden Faktoren für eine Minimierung des Wärmeeintrags in das Kaltwassersystem sind konstruktiver Art. Bei der Betrachtung der typischen Installationsarten ergeben sich Fragen hinsichtlich der Temperaturverteilung

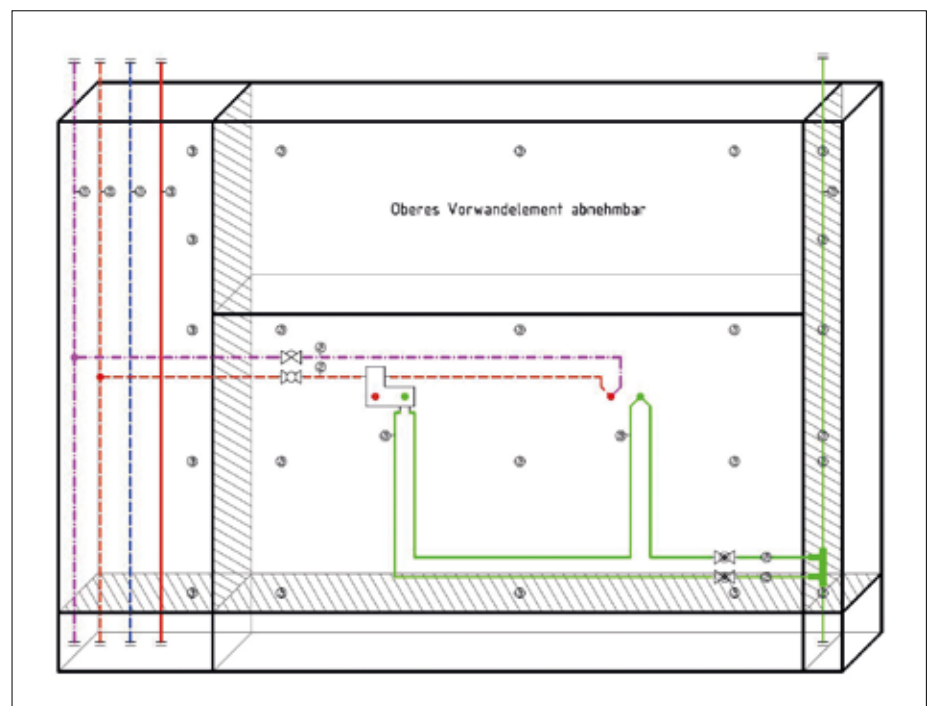


Abbildung 2: Versuchsaufbau zum vertikalen Verteilsystem

im unmittelbaren Installationsraum von Kaltwasserleitungen (Vorwandssysteme, Installationsschächte, Zwischendecken), des Einflusses der Schachtabbindung auf die Vorwandinstallation und des Wärmeübergangs auf die Kaltwasserseite über Rohrleitungen und Armaturen.

II. Temperaturverteilung innerhalb vertikaler Verteil-Systeme

Stehen Wärmequellen im unmittelbaren Luftverbund mit der Vorwandinstallation, stellt sich eine Temperaturschichtung in der Vorwandinstallation ein (Abbildung 1). Bei einer horizontalen Rohrleitungsverlegung untereinander müssen daher kaltgehende Rohrleitungen unterhalb der warmgehenden Rohrleitungen angeordnet werden. Hier-

durch wird eine unmittelbare Erwärmung durch Konvektion ausgeschlossen. Die Verlegungsart stellt keineswegs eine neue Anforderung dar, da sie bereits in der DIN EN 806-4 erwähnt wurde. Bei Berücksichtigung der Temperaturschichtung in Vorwandsystemen und des Strahlungsanteils bei unmittelbarer Verlegung zur Wärmequelle muss die generelle Anordnung der Rohrleitungen um Höhenangaben ergänzt werden. Hieraus resultiert eine Verlegung der warmgehenden Rohrleitungen oberhalb der Entnahmemarmaturen und der kaltgehenden Rohrleitungen so tief wie möglich in der Vorwandinstallation. Diese Aufteilung bezieht sich ausschließlich auf die horizontal verlegten Trinkwasserleitungen innerhalb der Vorwandinstallation. Bei den vertikalen Kalt-

wasserleitungen ist eine Verlegung in Bereiche mit geringer Umgebungslufttemperatur nicht so eindeutig, da zwangsläufig verschiedene Höhen und somit Temperaturschichtungen innerhalb der Vorwandinstallation durchlaufen werden. Für eine temperaturoptimierte Verlegung ist eine ganzheitliche Betrachtung der Temperaturverteilung innerhalb der Vorwandinstallation notwendig. Dafür wurden sowohl die halb- als auch die raumhohe Installationsvorwand messtechnisch untersucht.

Bei beiden Vorwandausführungen befanden sich unmittelbar angrenzend jeweils ein Installationsschacht für warmgehende Rohrleitungen (Heizungs-Vorlauf, Heizungs-Rücklauf, Warmwasser, Zirkulation) und ein separater Installationsschacht für die Kalt-

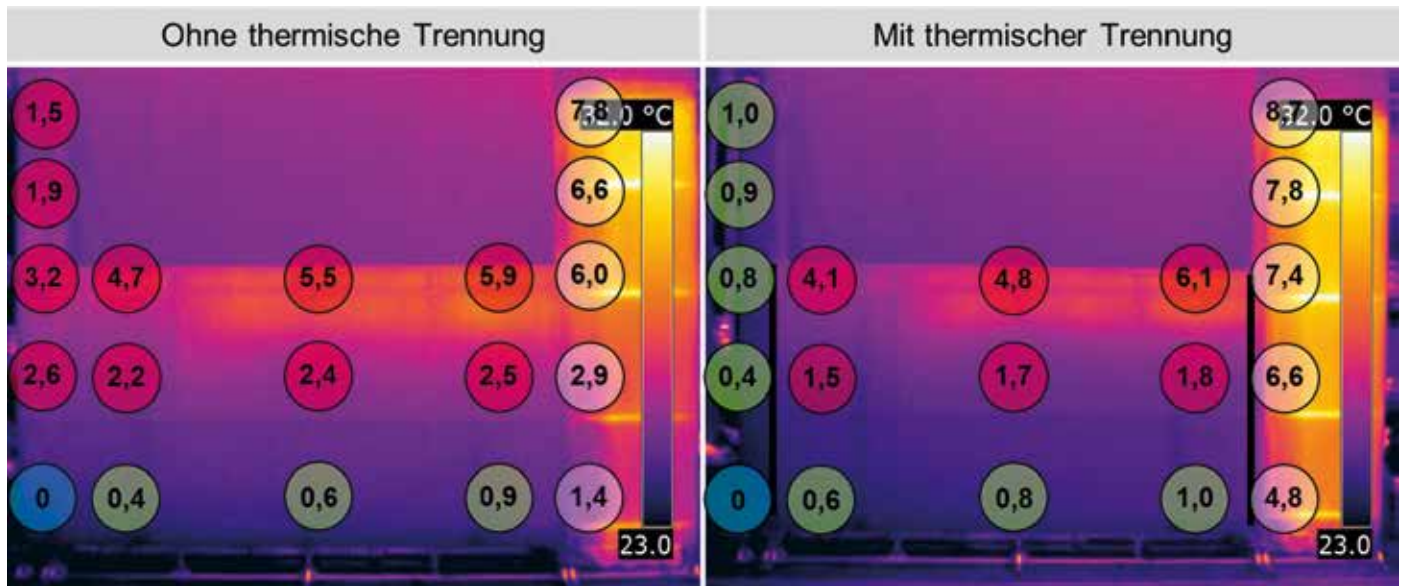


Abbildung 3: Temperaturverteilung in halbhoher Vorwand samt angrenzender Schächte

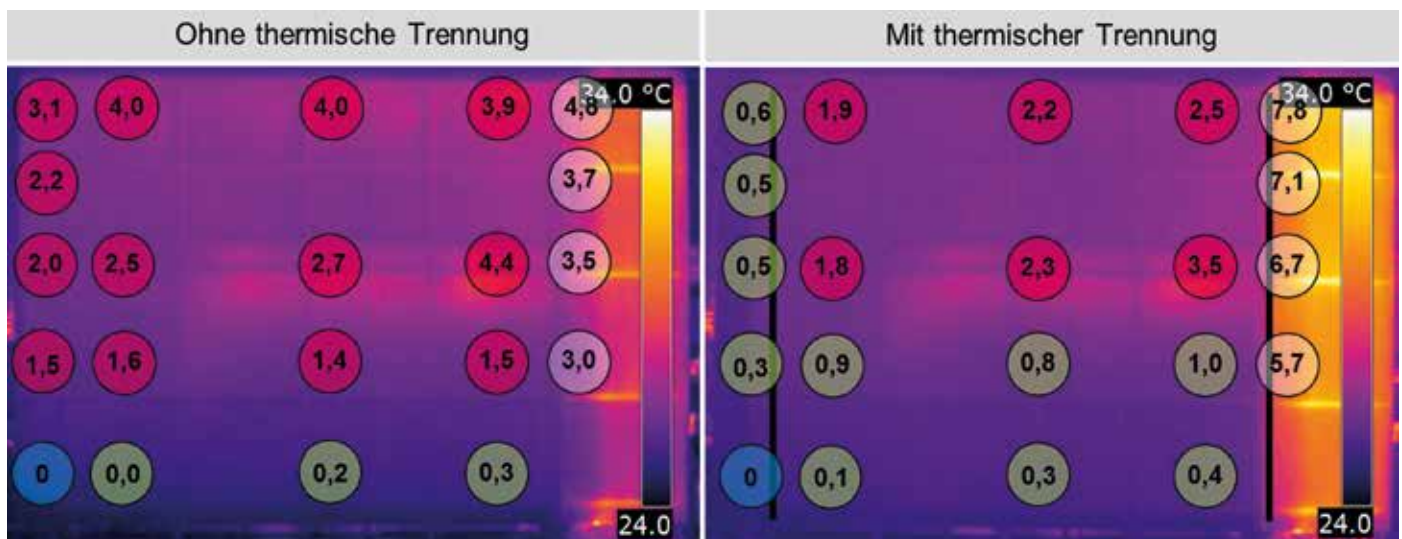


Abbildung 4: Temperaturverteilung in raumhoher Vorwand samt angrenzender Schächte

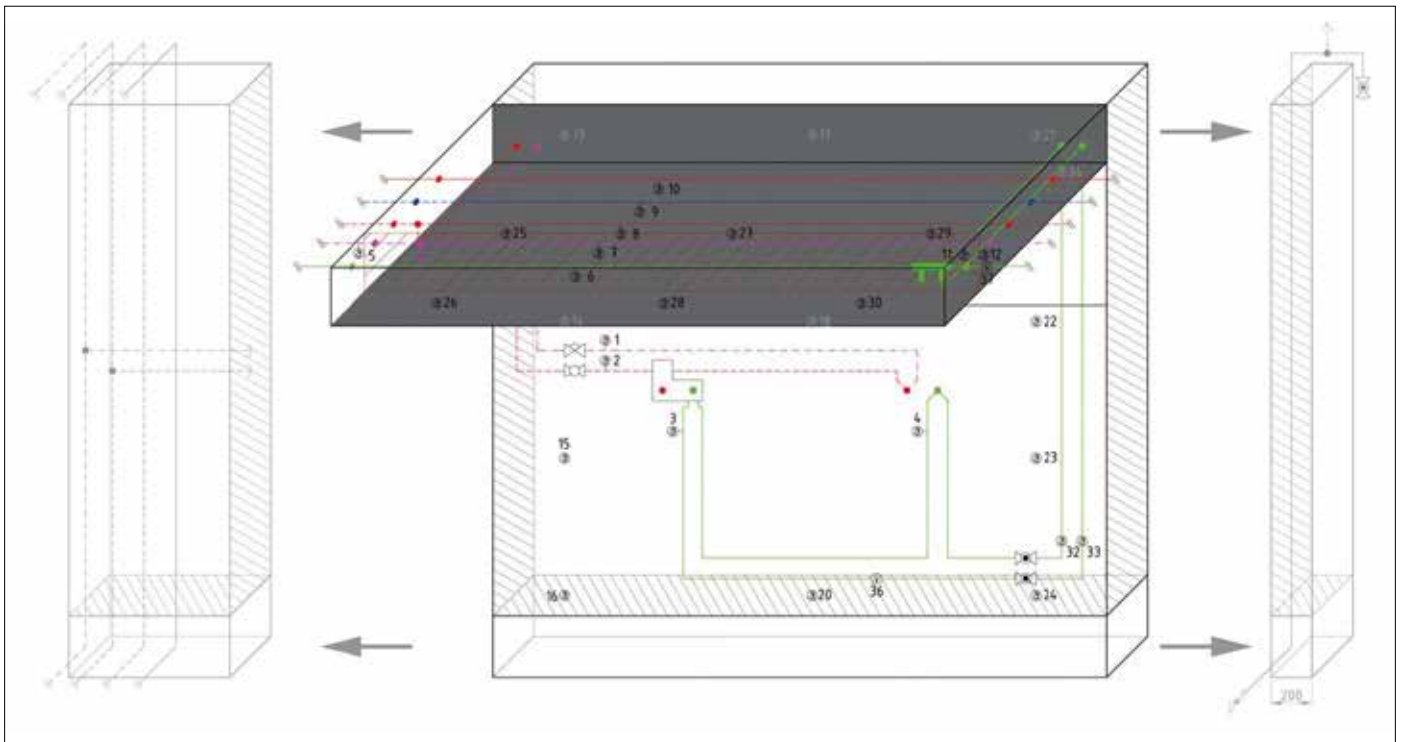


Abbildung 5: Versuchsaufbau zum horizontalen Verteilsystem

wasserleitung (Abbildung 2). Die Entnahmestellen in der Vorwandinstallation wurden kaltwasserseitig über eine Ringleitung angeschlossen. Die Warmwasser- und Zirkulationsleitungen verlaufen horizontal oberhalb der Armaturen. Unter Berücksichtigung der oben genannten Empfehlungen sind die horizontalen Kaltwasserleitungen bodennah installiert. Zwischen den Schächten und der Vorwand konnten Vorrichtungen zur thermischen Trennung variabel eingesetzt werden. Hierbei handelt es sich um Polystyrol-Hartschaum-Bauplatten mit einer Nennstärke von 12,5 mm und einem U-Wert von $2,13 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$.

Um die Temperaturverteilung in der Installationsvorwand und im Installationschacht darzustellen, wurden zusätzlich zur Temperaturerfassung über innenliegende Temperaturfühler noch Thermografie-Aufnahmen von der Rückwand des Versuchstands erstellt. Der Anlagenbetrieb (Heizungs-Vorlauf, Heizungs-Rücklauf, Warmwasser, Zirkulation) erfolgte über eine Dauer von 15 Stunden – danach wurde die rückseitige Dämmung entfernt. Hinter der Dämmung befand sich eine mattschwarze Folie, die den Versuchstand luftdicht abschließt. Aufgrund dieser Vorgehensweise wird die entstandene Temperaturschichtung durch die Entfernung der Dämmung nicht zerstört. Die Oberfläche der mattschwarzen Folie besitzt einen Emissionsgrad von 0,97 und er-

möglicht Thermografie-Aufnahmen ohne Fehlinterpretationen durch Reflexionen.

1. Vertikale Verteilsysteme ohne thermische Trennungen

Eine gemeinsame Schachtführung von kalt- und warmgehenden Rohrleitungen ist auch mit maximaler Rohrleitungsdämmung nicht zielführend. Kalt- und warmgehende Rohrleitungen müssen räumlich und thermisch getrennt voneinander verlegt werden, um den Wärmeübergang durch Konvektion und Strahlung zu unterbinden. Als Konsequenz muss bei vertikalen Verteilsystemen eine getrennte Schachtführung angestrebt werden. Es wurde festgestellt, dass die Lufttemperatur im Kaltwasserschacht 25°C überschreitet, wenn im Aufstellraum des Vorwandsystems und in angrenzenden Räumen die Lufttemperatur 24°C beträgt. Die Kaltwasserrohrleitung nimmt zwangsläufig die Temperatur der Luft im Schacht an.

2. Vertikale Verteilsysteme mit thermischen Trennungen

Durch den Einsatz von thermischen Trennungen wird sichergestellt, dass die Kaltwasser-Temperatur im Kaltwasserschacht nur maximal das Temperaturniveau der Umgebung annimmt. Bei einer Raumtemperatur von 24°C bleibt die Kaltwassertemperatur unterhalb von 25°C . Die internen Wärmelasten des warmgehenden Schachts und der Vorwand haben dementsprechend kei-

nen oder nur einen marginalen Einfluss auf den Kaltwasserschacht.

Der Erfolg der thermischen Trennungen ist auf den erstellten Thermografie-Aufnahmen klar zu erkennen (Abbildungen 3 und 4). Dargestellt sind die Temperaturverteilungen bei halbhocher und raumhoher Vorwand samt angrenzender Schächte nach 15 Stunden Betriebszeit. Bei den Temperaturangaben handelt es sich um Übertemperaturen (rot, grün, weiß), bei denen der kälteste Punkt des Versuchstands als Referenz dient (blau). Die Lufttemperaturen im Installationsraum (Vorwand, Schächte, Zwischendecke) verschieben sich parallel zur Raumtemperatur. Dementsprechend kann die Übertemperatur für eine raumtemperaturunabhängige Bewertung herangezogen werden. Diese ist definiert als Differenz der Lufttemperatur im Installationsraum zur Raumtemperatur am Referenzpunkt. Die farbliche Darstellung basiert auf einer Raum- bzw. Referenztemperatur von 24°C . Daraus resultiert: Rot $>25^\circ\text{C}$, Grün $\leq 25^\circ\text{C}$.

Als Fazit kann festgehalten werden, dass eine getrennte Schachtführung von kalt- und warmgehenden Rohrleitungen nur dann zielführend ist, wenn zwischen den Schächten und der Vorwand der Luftverbund durch eine Vorrichtung zur thermischen Trennung unterbrochen wird. Nur dann werden in dem Installationschacht Kaltwassertemperaturen erreicht, die der Raumtemperatur entsprechen.

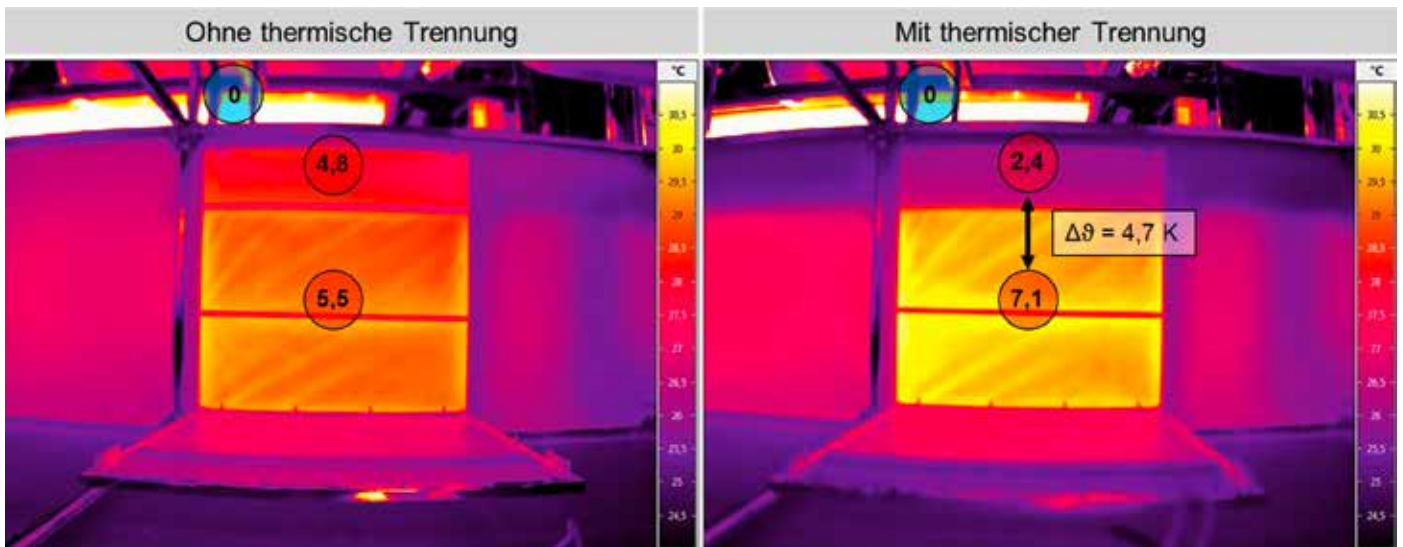


Abbildung 6: Thermografie-Aufnahmen über die Revisionsöffnung der Zwischendecke

III. Temperaturverteilung innerhalb horizontaler Verteil-Systeme

Neben vertikal orientierten Verteilungskonzepten sind heutzutage horizontal orientierte Konzepte stark verbreitet. Das hat den

Hintergrund, dass im Falle einer Sanierung einzelne Abteilungen oder Stockwerke außer Betrieb genommen und saniert werden können. Somit fanden auch messtechnische Untersuchungen hinsichtlich der Temperatur-

verteilung in horizontal orientierten Systemen statt. Bei dieser Art der Verteilung wird in der Regel die Zwischendecke als Installationsraum genutzt.

Bei der Untersuchung der horizontal orientierten Verteilung wurde eine Zwischendecke errichtet, in der die Heizungs-, Warmwasser- und Kaltwasserverteilleitungen parallel zur Vorwandinstallation verlaufen. Ausgehend von der Zwischendecke erfolgt der Anschluss der Entnahmestellen bei ansonsten gleicher Anschlusssituation (Abbildung 5). Die Untersuchung der Temperaturverteilung innerhalb der Vorwandinstallation erfolgte analog zu der vorher beschriebenen Herangehensweise bei der vertikalen Verteilung. Die Zwischendecke wurde ebenfalls mit Temperaturfühlern ausgestattet und mit einer Revisionsklappe versehen. Die Öffnung wurde mit einer Folie luftdicht verschlossen, um nach dem Öffnen der Revisionsklappe die Temperaturen während der Thermografie-Aufnahme stabil zu halten. Aufgrund der gemeinsamen Verlegung von Kaltwasserleitungen mit warmgehenden Rohrleitungen innerhalb der Zwischendecke wurde hier ebenfalls der Effekt einer thermischen Trennung untersucht. Die thermische Trennung ist für die Untersuchungen variabel einsetzbar und besteht aus einer Polystyrol-Hartschaum-Bauplatte mit einer Nenndicke von 12,5 mm.

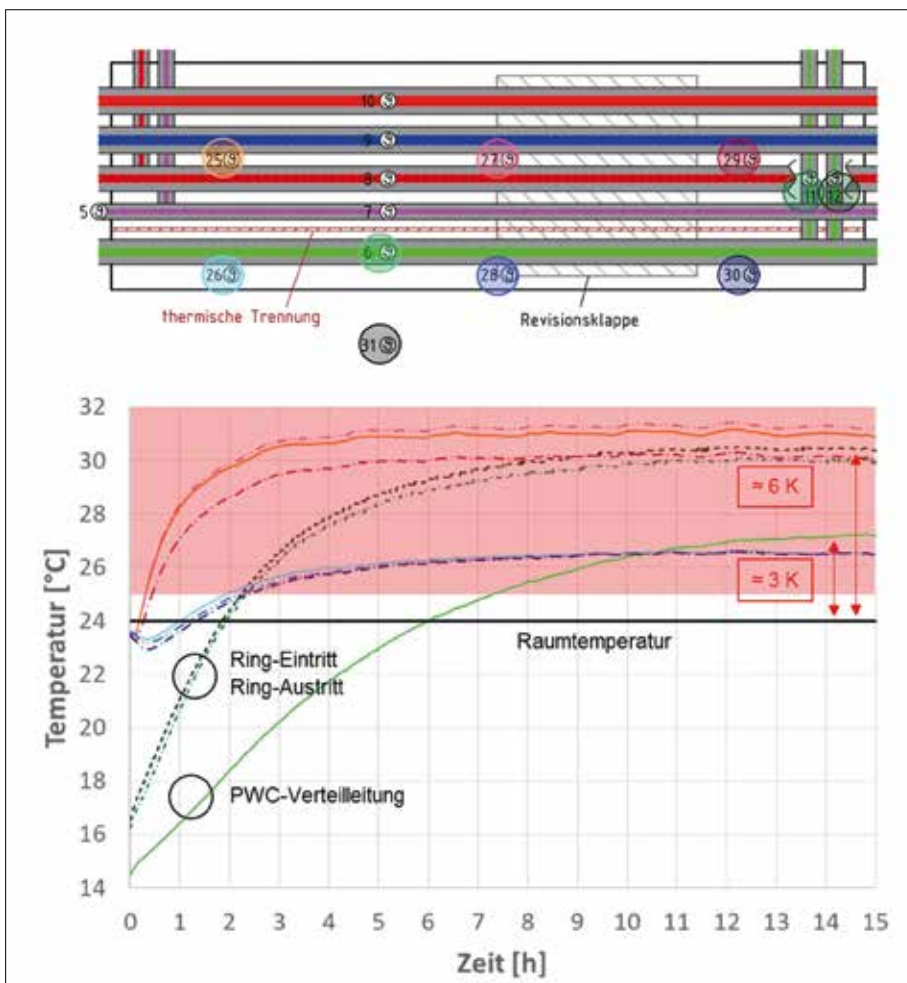


Abbildung 7: Verlauf der Kaltwasser- und Lufttemperaturen in der Zwischendecke mit thermischer Trennung

1. Horizontale Verteil-Systeme ohne thermische Trennungen

Nach dem Erreichen eines konstanten Zustandes wurde in der Zwischendecke eine Übertemperatur von ≈ 5 K im Bereich der Kaltwasserverteilleitung ermittelt (Abbildung 6). Bei einer Raumtemperatur von



Gemeinsam stark!

20 °C wird bereits der kritische Temperaturbereich von ≈ 25 °C erreicht. Wird eine Raumtemperatur von 24 °C gefordert, liegt die Temperatur in der Zwischendecke bereits bei ≈ 29 °C. Weiterhin ist zu beachten, dass sich aufgrund der natürlichen Temperaturschichtung im Raum schlechtere Ausgangstemperaturen innerhalb der Zwischendecke einstellen als beispielsweise im Fußbodenaufbau.

2. Horizontale Verteil-Systeme mit thermischen Trennungen

Durch den Einsatz einer thermischen Trennung in der Zwischendecke konnte eine Temperaturdifferenz zwischen dem kalten und dem warmen Bereich von ≈ 5 K erzeugt werden (Abbildung 6). Die Übertemperatur im kalten Bereich der Zwischendecke betrug 2,4 K und konnte im Vergleich zur Variante ohne thermische Trennung halbiert werden. Dennoch wird bei einer Raumtemperatur von 24 °C (z. B. im Bad) der kritische Temperaturwert von 25 °C überschritten.

Zudem kommt es zwangsläufig bei einer horizontalen Verteilung zu Kreuzungsbereichen der warm- und kaltgehenden Rohrleitungen. Im Versuchsaufbau kreuzt der Ein- und Austritt der Kaltwasserringleitungen die warmgehenden Rohrleitungen und durchläuft den warmen Bereich innerhalb der Zwischendecke. In Abbildung 7 sind die Verläufe der Rohrleitungstemperaturen Kaltwasser (Ring-Eintritt, Ring-Austritt, Verteilleitung), der Raumtemperatur und der Lufttemperaturen in der Zwischendecke dargestellt. Trotz thermischer Trennung kommt es zu einer übermäßigen Erwärmung der kaltwasserführenden Rohrleitungen innerhalb der Zwischendecke. Ursächlich sind die Ringleitungsabschnitte, die sich unmittelbar im Kreuzungsbereich befinden und weiterführend auch für eine Erwärmung der Verteilleitung sorgen.

Da sich bei der Trinkwasser- und Heizungsinstallation sowohl die Verteilungskonzepte (horizontal/vertikal) als auch die Örtlichkeit der Verbraucher unterscheiden

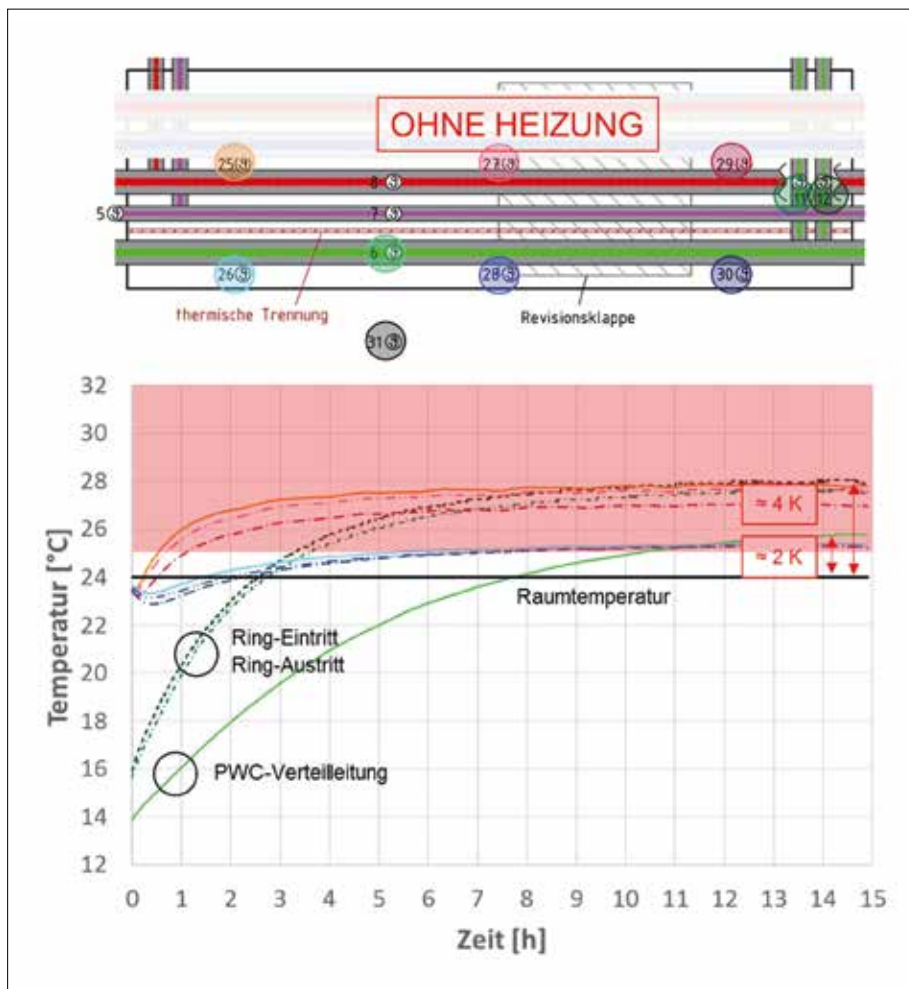


Abbildung 8: Verlauf der Kaltwasser- und Lufttemperaturen in der Zwischendecke mit thermischer Trennung (Heizung außer Betrieb)

Die exklusive SHK-Community

- ▶ SelectNews
- ▶ SelectTools
- ▶ Dossiers
- ▶ Sonderhefte
- ▶ IKZ-ACADEMY
- ▶ Vorteilswelt
- ▶ Mediathek



Jetzt registrieren:
www.ikz-select.de



STROBEL MEDIA GROUP

den können, wurde die horizontale Verteilung auch ohne den Betrieb der Heizung betrachtet. Äquivalent zur messtechnischen Untersuchung mit parallelen Heizungsbetrieb konnte der Wärmeeintrag in die Verteilung durch Einsatz einer thermischen Trennung ungefähr um die Hälfte reduziert werden (Abbildung 8). Obwohl die internen Wärmelasten durch das Abschalten der Heizung reduziert wurden, konnten weiterhin Übertemperaturen der kaltwasserführenden Rohrleitungen innerhalb der Zwischendecke zwischen 2 K und 4 K festgestellt werden. Raumtemperaturen oberhalb von 21 °C haben dementsprechend kritische Temperaturbereiche innerhalb der Kaltwasserleitungen zur Folge.

Die messtechnischen Untersuchungen zeigen, dass es besonders in den Kreuzungsbereichen von warm- und kaltgehenden Rohrleitungen zu einer Erwärmung der Kaltwasserrohrleitungen kommt. Die thermische Trennung innerhalb der Zwischendecke sorgt zwar für eine Reduzierung des Wärmeeintrags in die Verteilung, jedoch

findet weiterhin ein Wärmeübergang von der erwärmten Ringleitung auf die Verteilung statt.

IV. Fazit

Die Untersuchungen der konventionellen Installationsmethoden haben Schwachstellen nachgewiesen, durch die es zu lokalen Temperaturüberschreitungen des Kaltwassers kommt. Zu den Ursachen gehören der konvektive Wärmeübergang bei zu hohen Umgebungslufttemperaturen und die Wärmeleitung über wandmontierte Entnahmematurationen. Der Strahlungseinfluss bei unmittelbarer Verlegung der Kaltwasserleitung zu Wärmequellen ist ebenfalls eine nicht zu vernachlässigende Größe. Die Grundvoraussetzungen für eine thermisch optimale Verlegung der Kaltwasserleitungen fallen je nach Verteilungssystem unterschiedlich aus. So ist die konvektive Erwärmung der Kaltwasserleitungen bei der horizontalen Verteilung in der Regel größer als bei der vertikalen Verteilung, da eine Verlegung der Rohrleitungen in potenziell kritischen Temperaturbereichen

nicht vermieden werden kann. Die Temperaturen im Installationsraum hängen dabei stark von der angestrebten Raumtemperatur ab. Die vertikale Verteilung mit separaten, thermisch getrennten Schächten für warm- und kaltgehende Rohrleitungen liefert temperaturtechnisch die besten Bedingungen. Die Kaltwasserleitung kann bei diesem Verteilungskonzept im kältesten Bereich installiert werden und durchläuft keine Kreuzungsbereiche – im Gegensatz zur horizontalen Verteilung oder der gemeinsamen Schachtverlegung von warmen und kalten Rohrleitungen. Auf Basis des aktuellen Erkenntnisstandes aus Forschung und Praxis hat die FH Münster acht Regeln abgeleitet, deren Einhaltung für einen hygienischen Betrieb einer Trinkwasserinstallation unabdingbar sind. ◀

Literatur:

- [1] Brodale, S.; Bäcker, C.; Kirchhoff, T.: Das Problem mit der Wärmeübertragung; in: HLH Lüftung/Klima, Heizung/Sanitär, Gebäudetechnik 69/4 (2018), S. 44-47.
- [2] DIN 1988-200: Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 200: Installation Typ A (geschlossenes System) – Planung, Bauteile, Apparate, Werkstoffe; Technische Regel des DVGW, Beuth-Verlag, Mai 2012.
- [3] DIN 4108-2: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz, Beuth-Verlag, Februar 2013.
- [4] DIN EN 806-4: Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 4: Installation, Beuth-Verlag, Juni 2010.
- [5] DIN EN 12831-1: Energetische Bewertung von Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast – Teil 1: Raumheizlast, Beuth-Verlag, September 2017.
- [6] DVGW W 551: Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen – Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums – Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen, wvgw-Verlag, April 2004.
- [7] Robert Koch-Institut (RKI): Richtlinie für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention, Elsevier-Verlag, 2003.
- [8] VDI 6003: Trinkwassererwärmungsanlagen – Komfortkriterien und Anforderungsstufen für Planung, Bewertung und Einsatz, Beuth-Verlag, Oktober 2012.

Acht Installationsregeln zum Erhalt der Trinkwasserhygiene

1. Sowohl im Warm- als auch im Kaltwasser müssen kritische Temperaturbereiche (> 25 °C und < 55 °C) vermieden werden, die das Wachstum pathogener Keime fördern.
2. Der Wasserinhalt einer Warmwasser-Installation, der nicht auf Temperatur gehalten werden kann, muss minimiert werden. Somit stellt die Zirkulation bis unmittelbar an die Entnahmestelle die beste Lösung für die Warmwasser-Installation dar.
3. Um weitergehend eine Erwärmung der Kaltwasserrohrleitungen zu verhindern, müssen die warmgehenden Stockwerksleitungen oberhalb der Entnahmematurationen verlegt und die Armaturen warmwasserseitig mit einer Einzelzuleitung von ca. 10 x DN von oben angeschlossen werden.
4. Bei Raumtemperaturen = 24 °C und Wassereintrittstemperaturen in das Gebäude = 18 °C sollte nach einer Stagnationszeit von mehr als fünf Stunden an jeder Stelle der Kaltwasser-Installation eine Temperatur von = 25 °C sichergestellt sein. Dafür darf in den Installationsbereichen von Kaltwasserleitungen eine Temperatur von 25 °C nicht überschritten werden.
5. Die Kaltwasserleitungen müssen in einem eigenen Schacht bzw. in einem separaten Bereich innerhalb der Zwischendecke verlegt werden. Bei hohen Wärmelasten mit Lufttemperaturen über 25 °C innerhalb der Installationsbereiche müssen Kaltwasserleitungen thermisch entkoppelt verlegt werden.
6. Der Luftverbund zwischen Schacht oder Zwischendecke und Vorwand muss in allen Fällen durch geeignete Maßnahmen unterbrochen werden, beispielsweise durch Abschottung.
7. Weiterhin sind Installationskonzepte, die zu einem geringen Wasserinhalt führen, zu bevorzugen und ein hoher Wasserwechsel in allen Teilstrecken sicherzustellen – insbesondere in den Stockwerks- und Einzelzuleitungen.
8. Können die geforderten Kaltwassertemperaturen im Betriebs- oder Stagnationsfall aufgrund zu hoher Raum- und/oder Wassereintrittstemperaturen nicht eingehalten werden, so müssen aktive Prozesse angewandt werden, beispielsweise Spülmaßnahmen oder eine Kaltwasser-Zirkulation. Die Anforderungen an die Verlegung und den Installationsraum von Kaltwasserleitungen hinsichtlich der Minimierung des Wärmeeintrags bestehen aber weiterhin.