

Feldstudie Legionellen in Warmwassersystemen

Legionellen im Duschwasser

Das SPF Institut für Solartechnik hat in 110 Wohngebäuden Wasserproben genommen und diese auf Legionellen analysieren lassen. Die Resultate werden an dieser Stelle das erste Mal einer breiten Öffentlichkeit vorgestellt.

Text Michel Haller, Florian Ruesch *
Bild/Grafiken Getty Images, zVg

Im Rahmen der Überarbeitung der Normen zu Trinkwarmwasser in Gebäuden wurde die Frage aufgeworfen, wie hoch die Temperaturen in Warmwasserspeichern und in warm gehaltenen Verteilleitungen sein müssen, um einen legionellensicheren Betrieb gewährleisten zu können. Diese Frage konnte aufgrund der Literatur nicht zufriedenstellend geklärt werden. Die vorliegenden Untersuchungen sollen einen Beitrag dazu liefern, die Risikofaktoren, welche zu einer erhöhten Wahrscheinlichkeit von Legionellen im Duschwasser führen, besser zu verstehen.

Untersuchungsobjekte

Im Frühjahr 2019 wurden in 110 Wohngebäuden in den Gemeinden Rapperswil-Jona, Schmerikon und Uznach insgesamt 444 Wasserproben genommen. Die meisten der untersuchten Objekte waren Einfamilienhäuser, es waren jedoch auch 14 Mehrfamilienhäuser und acht Doppel-Einfamilienhäuser in der Stichprobe enthalten. Zudem verfügten 55 % der Objekte über eine thermische Solaranlage. Nach den Untersuchungen im Jahr 2019 wurden jene Anlagenbesitzer noch einmal angeschrieben, welche Legionellenwerte über 1000 KBE/L in mindestens einer Duschwasserprobe hatten. Von diesen 18 Anlagenbesitzern waren 14 bereit, an einer Folgeuntersuchung im Frühjahr 2020 teilzunehmen.

Drei Besonderheiten der Untersuchung

Die Untersuchungen unterschieden sich in drei wesentlichen Punkten von früheren Feldstudien:



Vor allem ältere Personen sind durch Legionellen gefährdet. Männer mehr als Frauen.



- Erstens wurden vor der Probenahme Temperaturlogger angebracht und die Temperaturen von Speicher und Warmwasserverteilung für mindestens eine Woche aufgezeichnet.
- Zweitens wurden im Jahr 2019 auch Proben aus dem unteren Volumen der Warmwasserspeicher gezogen, um feststellen zu können, ob in diesem Speicherbereich aufgrund tieferer Temperaturen als im oberen Bereich vermehrt Legionellen zu finden sind.
- Als dritter Punkt ist anzuführen, dass ein Verfahren gewählt wurde, welches auf

..... **kompakt**

25 – 45 °C

Legionellen vermehren sich im Temperaturbereich von 25–45 °C. Ein Erkrankungsrisiko besteht beim Einatmen von legionellenhaltigen Tröpfchen oder Aerosolen. Infektionswege: via Duschwasser, Nassrückkühlanlagen, Autowaschanlagen, Zierbrunnen, Sprudelbäder etc.

.....

die tatsächliche Gefährdung während des Duschens abzielte. Legionellosen werden durch das Einatmen von legionellenhaltigen Aerosolen verursacht. Daher wurden Situationen, bei denen sich eine Person direkt unter der Duschaubrause befindet, als besonders kritisch erachtet. Für eine erste Probenahme wurde zuerst nur das heisse Wasser aufgedreht, und eine Probe gezogen, sobald eine Temperatur von 37°C erreicht wurde. Danach wurde eine Mischtemperatur zwischen Heiss- und Kaltwasser eingestellt und eine weitere Probe dieses gemischten Wassers eben-

falls bei 37°C gezogen. Bei Neben- respektive Gästeduschen wurde jeweils aus Kostengründen nur diese eine Mischprobe gezogen. Proben bei sehr hohen Temperaturen zu entnehmen, wurde nicht als zielführend erachtet, da aus dem Leitungssystem oder der Brause mitgespülte Legionellen durch hohe Temperaturen im Probebehälter auch erst dort abgetötet werden können. Insbesondere negative – also legionellenfreie – Resultate aus Proben mit hoher Temperatur könnten dadurch eine Sicherheit vermitteln, die im realen Alltag nicht gegeben ist.

Resultate aus 110 Objekten im ersten Jahr (2019)

Insgesamt konnten bei 24 von den 110 Gebäuden Legionellen in mindestens einer Duschwasserprobe nachgewiesen werden, in 18 Objekten wurde der Höchstwert für Duschen von 1000 KBE/L (siehe Kasten) überschritten. Einige Ergebnisse der Untersuchungen von 2019 werden hier zusammengefasst:

Sowohl Speicher, welche durch Solarwärme unterstützt wurden, als auch Speicher, welche mit Wärmepumpentechnik Trinkwarmwasser bereiteten, wiesen tendenziell weniger häufig Legionellen im

+GF+

JRG Sanipex Forever young

Das seit über 40 Jahren bewährte JRG Sanipex System erfüllt höchste Komfortansprüche, gewährt normgerechte Ausstosszeiten und erfüllt die gestiegenen Hygieneansprüche. Begünstigt durch die erhöhten Fließgeschwindigkeiten sowie die tottraumfreie Verbindung ohne zusätzlichen Dichtstoff wird die optimale Trinkwasserhygiene erreicht werden. Der freie Querschnitt im Fitting ermöglicht beste Durchflusswerte – Temperatur- und Druckschwankungen gehören der Vergangenheit an.

- Gewährt normgerechte Ausstosszeiten
- Tottraumfreie und hygienisch einwandfreie Rohrverbindung
- Vermeidet Temperatur- und Druckschwankungen

Profitieren Sie von unserer Erfahrung und unserem Knowhow:

Georg Fischer Rohrleitungssysteme (Schweiz) AG
Amsler-Laffon-Strasse 9, CH-8201 Schaffhausen
Telefon 052 631 30 26, ch.ps@georgfischer.com

www.gfps.com/ch

JRG

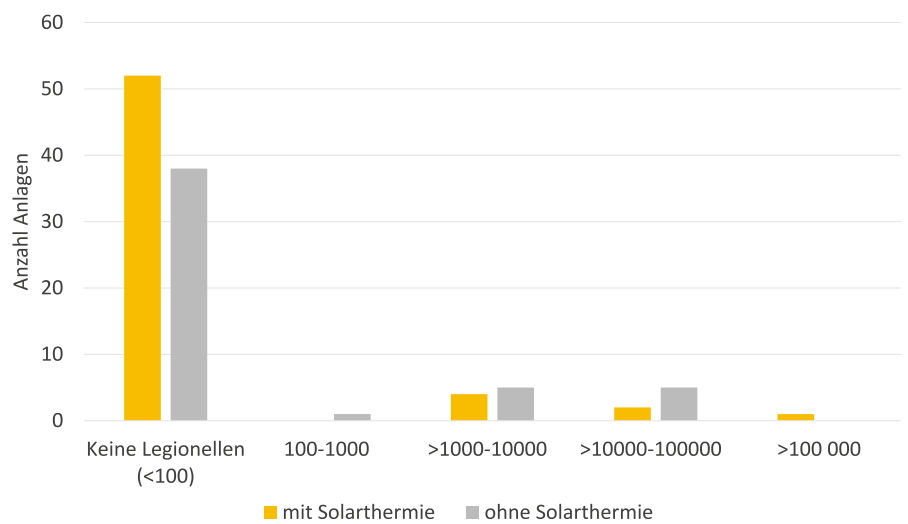


Bereich des Speicherbodens auf als andere Anlagen (Abb. 1).

Das Vorkommen von Legionellen in den Duschproben korrelierte mit sechs Ausprägungen signifikant:

- Mit dem Vorhandensein einer zentralen Kaltwasserbeimischung (zentraler Verbrühungsschutz) in Kombination mit einer Warmwasserzirkulation ($p = 0.01$, zur Erklärung der p-Werte siehe Info-Kasten),
- mit dem Vorhandensein einer Thermomischarmatur in der Dusche ($p = 0.046$),
- mit dem Vorhandensein einer Solaranlage (Hauptdusche $p = 0.01$, Nebendusche $p = 0.46$),
- mit der Beanstandung von geruchlichen oder geschmacklichen Eigenschaften des Wassers ($p = 0.04$),
- mit dem Alter des Hauses ($p = 0.02$) und mit dem Alter der sanitären Anlage ($p = 0.03$), wobei jüngere Häuser und Anlagen eher Legionellen aufwiesen als ältere.)

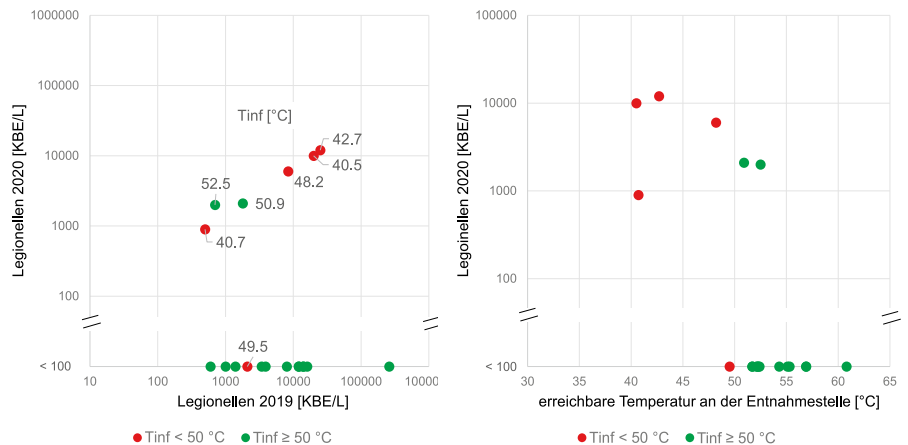
Übersicht Befunde Speicherboden



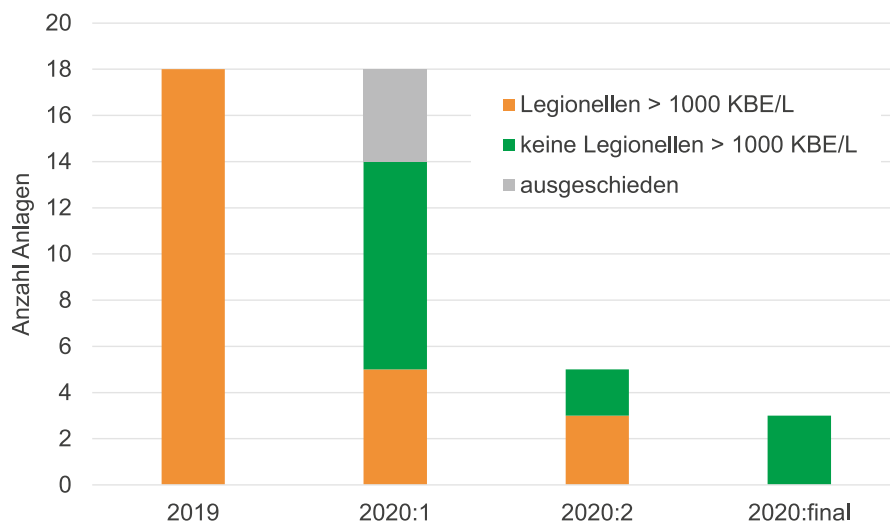
1 Übersicht über die Legionellenbefunde in Proben aus dem unteren Bereich des Warmwasserspeichers in der Hauptuntersuchung 2019.

1000 KBE/L

Die Quantifizierung von Legionellen in Wasserproben erfolgte über ein Kulturverfahren nach ISO 11731:2017, in welchem eine definierte Menge Wasser – direkt oder als Filtrat auf einem Filter – auf einen Nährboden gebracht wird. Danach werden allfällig vorhandene Keime bei wachstumsbegünstigenden Bedingungen kultiviert. Nach der Kultivierung wird festgestellt, wie viele Legionellenkolonien sich auf dem Kulturmedium gebildet haben. Diese werden als koloniebildende Einheiten (KBE) ausgewiesen und auf einen Liter Wasserprobe hochgerechnet (KBE/L). Der Höchstwert für Duschen im öffentlichen Raum beträgt gemäss TBDV (SR 817.022.11): 1000 KBE/L. Für private Duschen gibt es offiziell keinen Höchstwert.



2 Vergleich der maximalen Legionellenkonzentration aus den beiden Untersuchungen 2019 und 2020; Tinf = Temperatur des Heisswassers nach Erreichen von Temperaturkonstanz an der Entnahmestelle.



3 Entwicklung der Anzahl Anlagen mit Legionellen > 1000 KBE/L in Duschwasserproben im zeitlichen Verlauf der Studien.

Was bedeuten die p-Werte und «statistisch signifikant»?

Die ausgewiesenen p-Werte sind ein statistisches Mass dafür, wie wahrscheinlich es ist, dass allfällig festgestellte Unterschiede zwischen Gruppen rein zufällig sind. Bei einem p-Wert von 0.4 sind die Unterschiede oder allfällige Muster mit 40%iger Wahrscheinlichkeit zufällig. Bei einem p-Wert < 0.05 ist das Resultat mit über 95%iger Wahrscheinlichkeit kein Zufall. In diesen Fällen spricht man in der Regel von einem «signifikanten» Ergebnis. Im vorliegenden Artikel werden Unterschiede, welche nicht signifikant sind, als «Tendenzen» deklariert. Für die im Artikel rapportierten p-Werte kamen, in Abhängigkeit der jeweiligen Fragestellung, Fischer Exakt und Wilcoxon-Rangsummentests zum Einsatz.

Anlagen mit Solaranlagen waren gleichzeitig signifikant jünger und wiesen sowohl im Bereitschaftsvolumen als auch an den Entnahmestellen signifikant tiefere Temperaturen auf als andere. Zudem wiesen diese Anlagen weniger häufig Legionellen im unteren Speicherbereich auf als Anlagen ohne Solarthermie. Deshalb lässt sich vermuten, dass nicht das eigentliche Anlagenkonzept, sondern mit diesen Anlagen korrelierende andere Faktoren für das vermehrte Auffinden von Legionellen in den Duschproben verantwortlich war.

Gemäss SIA 385/1:2020 muss bei Neubauten und, soweit möglich, bei Umbauten die Temperatur an der Entnahmestelle nach siebenfacher Ausstosszeit mindestens eine Temperatur von 50 °C erreichen. Diese Temperatur konnte von 30 % der Anlagen ohne Solarthermie und von 50 % der Anlagen mit Solarthermie nicht erreicht werden. In der SIA-Norm werden auch Mindesttemperaturen für den Vorlauf und Rücklauf von Warmwasserzirkulationssystemen gefordert. Keine der 25 Anlagen mit Zirkulationssystem erreichte jedoch die für den Standardfall geforderten 55 °C im Rücklauf der Zirkulation. Nur drei Anlagen erreichten an dieser Stelle die 52 °C, welche im Falle einer einwandfreien Installation ohne jegliche Problemstelle angewendet werden können. Bei diesen drei Anlagen waren keine Legionellen an den Entnahmestellen zu finden. Da nur wenige Anlagen die Anforderungen der SIA erfüllten, lassen die Untersuchungen von 2019 keine Rückschlüsse darauf zu, was

gewesen wäre, wenn die Vorgaben der SIA 385/1:2020 grösstenteils eingehalten worden wären.

Überraschenderweise waren die weniger häufig benutzten Nebenduschen tendenziell auch weniger häufig von Legionellen betroffen als Hauptduschen, und auch die angegebene Häufigkeit der Nutzung der jeweiligen Duschen korrelierte nicht mit dem Vorhandensein von Legionellen in den Proben. Ebenfalls überraschend war, dass Anlagen, welche erst kürzlich gewartet wurden, häufiger Legionellen im unteren Speicherbereich aufwiesen als Anlagen, welche nicht oder erst vor längerer Zeit gewartet oder installiert wurden ($p = 0.02$).

Insgesamt blieben nach den Untersuchungen von 2019 weiterhin zentrale Fragen offen, und es wurde deshalb beschlossen, im Folgejahr weitere Untersuchungen vorzunehmen.

Im Folgejahr zeigt sich die Wirksamkeit von Massnahmen

Im zweiten Jahr (2020) wurden nur noch 14 derjenigen Objekte weiter untersucht, welche im Vorjahr Legionellen > 1000 KBE/L in mindestens einer Duschprobe aufwiesen. Wiederum wurde im Frühjahr (Januar bis März) ein erstes Mal beprobt, und wiederum wurden Temperaturen aufgezeichnet und die Proben nach dem gleichen Vorgehen wie im Vorjahr gezogen und analysiert. Von den 14 Objekten waren neun in 2020 auf Anhebung legionellenfrei. Die Besitzer dieser neun Anlagen hatten in der Zwischenzeit unterschiedliche Massnah-

men ergriffen. Diese beinhalteten zum Beispiel Erhöhungen der Speichertemperatur sowie der Temperatureinstellung des zentralen Verbrühungsschutzes (Kaltwasserbeimischung nach dem Speicher). In vier Fällen kam eine Legionellenschaltung in Gestalt einer temporären Erhöhung der Speichertemperatur auf 65°C zum Einsatz, und in sieben Fällen wurden Duschschräuche oder -armaturen ersetzt. Die meisten Besitzer gaben zudem an, die Duscharmaturen nun regelmässig zu spülen. Dies kann auch nur ein kurzes Öffnen des Heisswassers vor dem Duschen sein. Nur eine Person gab an, gar keine Spülung durchzuführen. Für 16 der 26 untersuchten Duschen wurde angegeben, dass diese regelmässig «heiss» vorgespült werden. Manche gaben an «gemischt» oder «kalt» vor- oder nachzuspülen. Jene zwei Duschen welche «nicht» oder «kalt» vorgespült wurden, wiesen auch 2020 Legionellen > 1000 KBE/L auf. Dadurch wird ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen keiner oder kalter Vorspülung und Legionellen > 1000 KBE/L erreicht ($p=0.05$).

In Abbildung 2 (links) werden die Resultate aus den Legionellenanalysen der Untersuchung 2020 und 2019 miteinander verglichen. Dabei zeigt sich für Duschen, in welchen erneut Legionellen gefunden wurden, eine ähnliche Grössenordnung der gemessenen KBE/L wie im Vorjahr. Von denjenigen Dusch-Entnahmestellen, in welchen 50°C als Heisswassertemperatur erreicht werden konnte, waren nur noch in zweien Legionellen feststellbar. Die ein-



Fussbodenheizung
Preisbuch 2021
Jetzt bestellen!



Fussbodenheizung Zwei starke Marken für alle Anforderungen

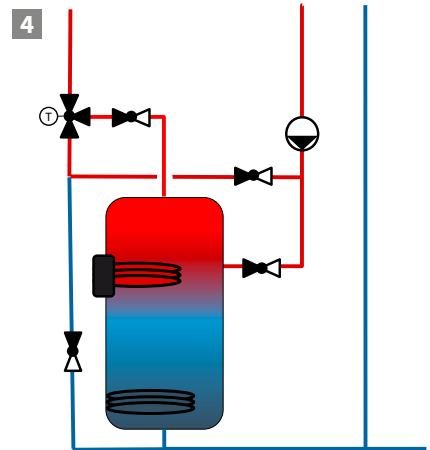
Mit den etablierten Marken metalplast und Stramax bietet Meier Tobler gleich zwei vollständige Systemwelten mit spezifischen Vorteilen. Das gewährleistet stets höchste Qualität bei der Installation und dem Betrieb von Fussbodenheizungen in allen erdenklichen Anwendungssituationen.

Bestellen Sie jetzt unser neues Preisbuch
Fussbodenheizung: meiertobler.ch/docu

Einfach Haustechnik

meier
tobler

Korrekte Einbindung der Zirkulation in Kombination mit einem zentralen Verbrühungsschutz. Der Zirkulationsrücklauf muss sowohl zum kalten Eingang des Verbrühungsschutzes als auch direkt mit dem Speicher verbunden werden. An mehreren Stellen sind Rückflussverhinderer erforderlich.



zigen Befunde mit ≥ 10000 KBE/L im Jahr 2020 stammen aus Anlagen, welche lediglich $41\text{--}43\text{ }^\circ\text{C}$ an der Entnahmestelle erreichten (vgl. Abb. 2, rechts). In der Nachuntersuchung 2020 korrelierte das Auffinden von Legionellen in den Duschproben mit den folgenden Temperaturfragen der Anlage:

- Erreicht die Temperatur an der Entnahmestelle $50\text{ }^\circ\text{C}$? ($p=0.03$)
- Ist die Einschalttemperatur der Nachheizung $\geq 50\text{ }^\circ\text{C}$? ($p = 0.01$)
- Ist die Temperatureinstellung der zentralen Kaltwasserbeimischung (falls vorhanden) $>50\text{ }^\circ\text{C}$? ($p = 0.02$)

Diese Zusammenhänge waren bei der grösseren und zufälligen Stichprobe in 2019 nicht ersichtlich, weil diese auch viele Anlagen enthielt, welche trotz tiefer Temperaturen keine Legionellen aufwiesen. Bei der Stichprobe von 2020 handelte es sich jedoch ausschliesslich um Anlagen, welche im Jahr davor an mindestens einer Entnahmestelle Legionellen aufwiesen. Diese zweite Untersuchung zeigt entsprechend auf, unter welchen Bedingungen eine bestehende Kontamination mit Legionellen eliminiert werden kann. Dabei kann auch eine Rolle gespielt haben, dass es sich um sensibilisierte Nutzer handelte, welche die Entnahmestellen öfters heiss spülen als die durchschnittlichen Nutzer der ersten Stichprobe.

Dass in dieser Untersuchung auch für Anlagen, deren Temperaturen nur geringfügig über $50\text{ }^\circ\text{C}$ angehoben wurden, keine

Legionellen mehr nachgewiesen wurden, mag erstaunen. Zumal in der Literatur berichtet wird, dass in grossen und komplexen Anlagensystemen wie Mehrfamilienhäuser und Spitäler die Legionellen nur mit sehr hohen Temperaturen von $60\text{--}70\text{ }^\circ\text{C}$ eliminiert werden können. Hier scheint ein deutlicher Unterschied zu bestehen zwischen diesen grösseren und komplexeren Anlagen gegenüber den deutlich kleineren und einfacheren Anlagen dieser Untersuchung. Die Ursachen dafür sollten nach Ansicht der Autoren weiter erforscht werden.

Fünf Objekte mit Legionellen im Jahr 2020 – Fehler in warmen Verteilleitungen

Nur bei fünf Anlagen wurden 2020 noch Legionellen festgestellt. Diese Anlagen wurden näher untersucht und weitere Massnahmen umgesetzt. In den folgenden Beprobungen konnten noch bei drei und nach weiteren Massnahmen schlussendlich bei keiner Anlage mehr Legionellen > 1000 KBE/L nachgewiesen werden (Abb. 3). Auffällig war, dass vier von den fünf Anlagen, und insbesondere alle drei «hartnäckigen Fälle», klare Mängel in der Warmhaltung der Verteilleitungen aufwiesen. Eines der Objekte verfügte über ein mangelhaftes elektrisches Begleitheizband zwischen Speicher und Warmwasserverteiler. Unsere Messungen durch Anlegefühler zwischen Wärmedämmung und Rohr ergaben anstatt der geforderten 52 oder $55\text{ }^\circ\text{C}$ (SIA 385/1:2020) nur eine Temperatur von $45.5\text{ }^\circ\text{C}$. Darauf wurde das entsprechende Rohrstück ersetzt durch ein nicht

warm gehaltenes und deshalb auch nicht wärmegeädmmtes Rohr, welches gegenüber dem Speicher siphoniert wurde. Die zweite Anlage verfügte über eine Zirkulationsleitung ohne Zirkulationspumpe, in welcher sich der Durchfluss nur aufgrund der Dichteunterschiede des Wassers und der Schwerkraft einstellt. Die Zirkulation fand jedoch grösstenteils in der nicht beabsichtigten Flussrichtung statt, und die Temperaturvorgaben für Zirkulationssysteme waren bei weitem nicht eingehalten.

Bei zwei Anlagen lag eine fehlerhafte Kombination aus Warmwasserzirkulation und zentraler Kaltwasserbeimischung (Verbrühungsschutz) vor, welche zu ungünstigen Temperaturen in Speicher und Leitungen führte. Aussagen von Experten aus dem Sanitärbereich lassen darauf schliessen, dass fehlerhafte Kombinationen dieser Art im Feld öfters anzutreffen sind. Deshalb wurde beschlossen, ein Merkblatt auszuarbeiten, welches aufzeigt, wie diese Kombination korrekt (Abb. 4) ausgeführt wird, und welche Konsequenzen sich aus fehlerhaften Systemen ergeben können. Dieses Merkblatt wird in einer späteren Ausgabe von «HK-Gebäudetechnik» vorgestellt.

Fazit

Die Feldstudien haben gezeigt, dass viele der zufällig ausgewählten Bestandsanlagen die Vorgaben der SIA 385/1:2020 für die Installation und den Betrieb von Warmwassersystemen in Gebäuden nicht erfüllen. Dennoch konnten in den meisten der

110 Objekte keine Legionellen an den Dusch-Entnahmestellen festgestellt werden. Dort, wo Legionellen gefunden wurden, konnten diese – sofern die Besitzer dafür gewonnen werden konnten – durch gezielte Massnahmen eliminiert werden. Obwohl hierzu in einzelnen Objekten sehr hohe Temperaturen von 60 °C oder auch 70 °C gefahren wurden, konnten die Legionellen auch in Systemen mit Temperaturen leicht über 50 °C ein Jahr später nicht mehr nachgewiesen werden. Die Studie zeigt aber auch, dass das Risiko einer Legionellenkontamination deutlich steigt, wenn die Warmwassertemperatur an den Entnahmestellen 50 °C nicht erreichen kann, oder wenn aufgrund von Thermomischarmaturen oder Nutzerverhalten diese Temperatur an der Entnahmestelle nie erreicht

wird. Ein heisses Ausstossen des Wasserinhalts der Leitungen und Armaturen vor oder nach dem Duschen vermindert dabei das Legionellenrisiko. Es ist jedoch noch nicht restlos geklärt, wie lange und zu welchen Zeitpunkten idealerweise dieser Wasserausstoss stattfinden sollte. Die Untersuchungen haben auch gezeigt, dass Fehler in den warm gehaltenen Verteilleitungen Ursache von hartnäckigen Problemen mit Legionellen sein können. Letztendlich muss jedoch auch darauf hingewiesen werden, dass den Autoren aus keiner der von Legionellen betroffenen Gebäude ein Fall von Legionellose gemeldet worden ist. ■

Autoren

*Michel Haller und Florian Ruesch, SPF Institut für Solartechnik, OST – Ostschweizer Fachhochschule, spf.ch

An der Studie Beteiligte

Die Feldstudien 2019 wurden unterstützt durch das BFE-Forschungsprogramm Solarthermie und Wärmespeicher sowie durch den Kanton Bern und suissetec. Die Feldstudien von 2020 wurden unterstützt durch EnergieSchweiz und die EnFK Ost. Die Probenanalyse wurde durch das Amt für Verbraucherschutz und Veterinärwesen (AVSV) des Kantons St. Gallen durchgeführt und auch mit Eigenleistungen unterstützt. Wissenschaftlich begleitet wurden die Arbeiten durch Franziska Rölli (HSLU), Frederik Hammes (Eawag) und Linda Thöny (AVSV St. Gallen).

LAUFEN | TECE



SANITÄR- TECHNIK IM SYSTEM.

LAUFEN | TECE bietet Betätigungsplatten für funktionelles Design vor sowie technisch ausgereifte Installationssysteme und Spültechnik hinter der Badezimmerwand an. Zusammen mit hochwertiger Sanitärkeramik und Armaturen ermöglicht das perfekt abgestimmte Gesamtpaket die Realisation von Komplettbädern.

LAUFEN-TECE.CH