

# Bundesweite Statusanalyse

## Vorkommen von Legionellen in Trinkwasser-Installationen: Studie wertet über 1 Mio. Probenahmen-Ergebnisse aus

Eine systematische und bundesweite Bestandsaufnahme vorliegender Daten zur Trinkwasserqualität in Gebäuden soll das Ausmaß der Verunreinigung von Trinkwasser in Trinkwasser-Installationen mit Legionellen in Deutschland aufzeigen. Hierzu wurden Erhebungen bei Laboren und Trinkwasserkontrolldienstleistern durchgeführt (n > 1 Mio. Probenahme-Ergebnisse). Ziel des vorliegenden Projektes war die Erarbeitung einer systematischen, hygienisch-mikrobiologischen Statusanalyse für das Vorkommen von Legionellen in Trinkwasser-Installationen unter explizitem Einbezug von gewerblich genutzten Trinkwasser-Installationen, die induktive und explorative Prüfung von Risikofaktoren für Legionellen und die Abschätzung des Gefährdungspotenzials.

Trinkwasser ist nicht steril und vollkommen frei von Mikroorganismen. Neben nicht gesundheitsschädigenden Bakterien können auch Krankheitserreger im Trinkwasser vorhanden sein. Mikroorganismen kommen zum einen planktonisch („frei schwimmend“) in der Wasserphase vor, zum weitaus größten Teil jedoch in Biofilmen, die sich auf allen wasserbenetzten Oberflächen in der Trinkwasser-Installation befinden. Brisanz erfährt die Thematik durch die mögliche Vermehrung von Mikroorganismen in der Trinkwasser-Installation selbst. Die bekanntesten Krankheitserreger, die die Trinkwasser-Installation als ideale Standorte zu Wachstum und Vermehrung nutzen, stellen die Bakterienarten *Legionella pneumophila* und *Pseudomonas aeruginosa* dar.

Die Vermehrung beeinflussende Faktoren sind vielfältig und wirken häufig zusammen. Der Eintrag von Mikroorganismen von außen spielt eine wichtige Rolle. Bakterien können durch das Rohwasser im Zuge der Aufbereitung oder durch Rohrbrüche in die Trinkwasser-Installation gelangen. Die Verfügbarkeit von Nährstoffen im Wasser, z. B. DOC-Gehalt (gelöster organischer Kohlenstoff), und der pH-Wert sind weitere Einflussgrößen. Das Temperaturregime kann günstigere und ungünstigere Bedingungen für das Wachstum von Mikroorganismen liefern, je nachdem, ob Mikroorganismen psychrophil (kältelie-

bend), mesophil (bevorzugt mittlere Temperaturen, normalerweise zwischen 25 °C und 45 °C) oder thermophil (wärmeliebend) sind. Weiterhin ist die Verweildauer des Wassers in Bereichen der Trinkwasser-Installation wichtig. Als einschlägige Einflussgrößen sind hier Stagnation, Durchströmung und Oberflächen-/Volumen-Verhältnis zu nennen. Nicht zuletzt beeinflusst die Präsenz von Bioziden und Desinfektionsmitteln das Wachstum von Mikroorganismen.

Quantitativ werden Mikroorganismen routinemäßig nach ihrer Koloniezahl bestimmt. Diese Zahl beschreibt die sichtbar werdenden Kolonien, die aus einer definierten Probenmenge und festgelegtem Nährstoffangebot, Bebrütungstemperatur und Zeit auf einem definierten Nährmedium wachsen. Die Angabe der Konzentration erfolgt als Zahl koloniebildender Einheiten (KBE) bezogen auf ein Volumen.

Derzeit sind über 50 verschiedene Legionella-Arten bekannt. Klinisch relevant ist vor allem die Art *Legionella pneumophila*. Bakterien dieser Art verursachen die Legionellose. Dies ist eine Erkrankung, die entweder im Zusammenhang mit einer Lungenentzündung auftritt (dann als Legionärskrankheit bezeichnet) und einen häufig schweren bis zu letalen Krankheitsverlauf bedingt, oder als „Pontiac-Fieber“ ein grippales Krankheitsbild zeigt. Bei ca. 80 % der Patienten mit einer Legio-

nellose entspricht der Krankheitsverlauf dem mildereren Pontiac-Fieber. Das Temperaturoptimum von Legionellen liegt bei 42 °C, sie können jedoch in Temperaturbereichen von 20 °C bis 60 °C überleben. Reservoirs sind wasserführende Systeme, wie z. B. Warmwasserleitungen, Whirlpools, Rückkühlwerke, Luftbefeuchter, Klimaanlage, medizinische Geräte und Kaltwasserleitungen (unzulässige Erwärmung bei mangelhafter Dämmung). Durch das Vorkommen von Legionellen in Biofilmen und Amöben besitzen sie ein hohes Persistenzvermögen (lat. *persistere* = verharren) und sind vor chemischen oder thermischen Desinfektionsmaßnahmen recht gut geschützt.

Nicht zuletzt vor dem Hintergrund wachsender Risikogruppen, wie z. B. älteren Menschen mit reduzierter Immunkompetenz, wurden Gesundheitsämter nach der Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001) seit dem Jahr 2003 gesetzlich dazu verpflichtet, Trinkwasser-Installationen in Gebäuden, in denen Wasser für die Öffentlichkeit bereitgestellt wird, zu überwachen (§ 18 Abs. 1 TrinkwV 2001). Seit der Novellierung der Trinkwasserverordnung im Jahr 2011 besteht auch die Pflicht, die Trinkwasserqualität in Gebäuden, die gewerblich genutzt werden, zu prüfen (§ 3). Dabei wurden ein Minimierungsgebot für Mikroorganismen (§ 5 Abs. 4), der Parameter Legionellen (§ 14, § 19) und ein technischer Maßnahmenwert für den Parameter *Legionella spec.* (100 KBE/100 ml) aufgenommen. Bei Überschreitung des technischen Maßnahmenwertes nach TrinkwV Anlage 3 Teil II müssen Maßnahmen zur hygienisch-technischen Überprüfung der Trinkwasser-Installation eingeleitet werden. Dazu gehören Untersuchungen zur Aufklärung der Ursache der Überschreitung, wozu eine Prüfung der

Tabelle 1: Bewertung der Legionellenbefunde nach DVGW Arbeitsblatt W 551 (DVGW W 551, 2004: S. 15).

Legionellen (KBE/100 ml)	Bewertung
< 100 KBE/100 ml	Keine/geringe Kontamination
≥ 100 KBE/100 ml	Mittlere Kontamination
> 1000 KBE/100 ml	Hohe Kontamination
> 10 000 KBE/100 ml	Extrem hohe Kontamination

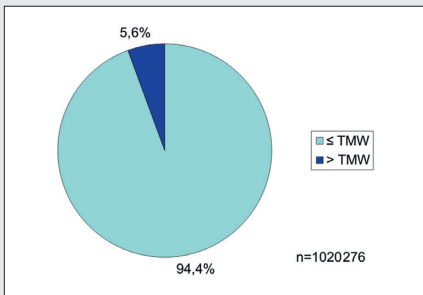


Bild 1: Überschreitung des technischen Maßnahmenwertes für Legionella spec. (100 KBE/100 ml) aller Trinkwasserproben (nach TrinkwV 2001).

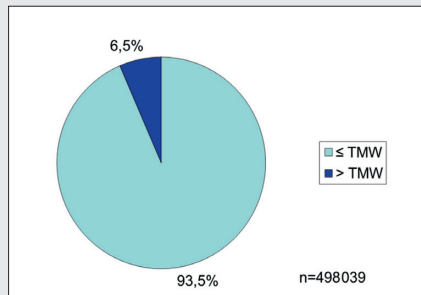


Bild 3: Überschreitung des technischen Maßnahmenwertes für Legionella spec. (100 KBE/100 ml) in Trinkwasserproben mit einer Temperaturkonstanz von > 25°C (nach TrinkwV 2001).

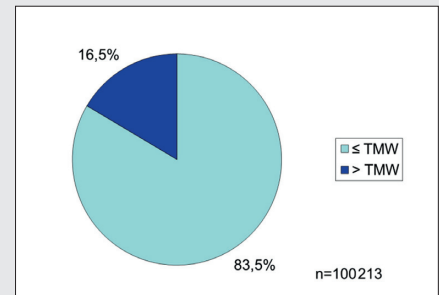


Bild 5: Überschreitung des technischen Maßnahmenwertes für Legionella spec. (100 KBE/100 ml) nach Gebäuden (nach TrinkwV 2001). Für jedes Gebäude wurde der an einer Entnahmestelle gemessene Maximalwert für Legionella spec. in der Bewertung berücksichtigt.

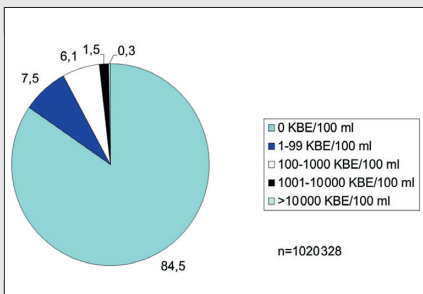


Bild 2: Bewertung der Legionella spec. Befunde aller Trinkwasserproben (nach DVGW W 551, 2004).

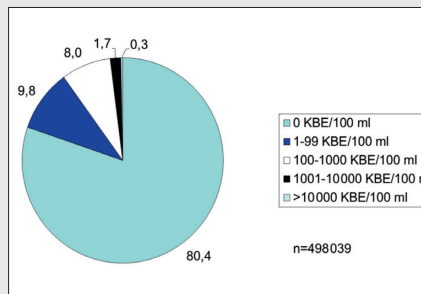


Bild 4: Bewertung der Legionella spec. Befunde in Trinkwasserproben mit einer Temperaturkonstanz von > 25°C (nach DVGW W 551, 2004).

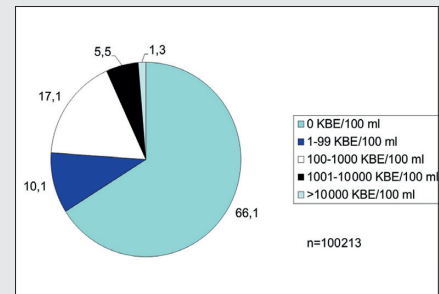


Bild 6: Bewertung der Legionella spec. Befunde nach Gebäuden (nach DVGW W 551, 2004). Für jedes Gebäude wurde der an einer Entnahmestelle gemessene Maximalwert für Legionella spec. in der Bewertung berücksichtigt.

Einhaltung der allgemeinen anerkannten Regeln der Technik und i. d. R. eine Ortsbesichtigung durchgeführt werden, sowie die Erstellung einer Gefährdungsanalyse und schließlich Maßnahmen, die zum Schutz der Gesundheit des Verbrauchers notwendig sind.

Das DVGW Arbeitsblatt W 551 (DVGW W 551, 2004) hat zur Bewertung der Legionellenbefunde vier Kategorien festgeschrieben (Tabelle 1).

Für Gebäude, in denen Wasser für die Öffentlichkeit bereitgestellt wird, konnten teilweise bereits größere Datensätze gesammelt werden, um mikrobielle Kontaminationen mit Legionellen systematisch zu untersuchen. Jedoch steht eine systematische Evaluation für den gewerblichen Tätigkeitsbereich weitgehend aus. Des Weiteren wurden Risikofaktoren bisher nur unzureichend anhand praxisnaher, umfangreicher Datensätze quantitativ validiert und verifiziert.

Ziele der hier vorgestellten Studie waren die Erarbeitung einer systematischen hygienisch-mikrobiologischen Statusanalyse für das Vorkommen von Legionellen

in Trinkwasser-Installationen unter explizitem Einbezug von gewerblich genutzten Trinkwasser-Installationen, die induktive und explorative Prüfung von Risikofaktoren für Legionellen sowie die Abschätzung des Gefährdungspotenzials. Folgende Forschungsfragen werden behandelt:

- In welchem Umfang treten in Trinkwasser-Installationen in Deutschland unter realen Bedingungen hygienisch-medizinisch relevante mikrobielle Kontaminationen mit Legionellen auf?
- Welche Risikofaktoren begünstigen Kontaminationen von Trinkwasser-Installationen mit Legionellen?

#### Methoden der Untersuchung

Es wurden Daten zur Probenahme an Zapfstellen von Trinkwasser-Installationen und zum Vorkommen von Legionella spec. aus den Jahren 2012 bis 2015 von fünf Trinkwasserkontrolldienstleistern in Deutschland ausgewertet. Zugesandte Datensätze wurden anonymisiert und nach Auswahl geeigneter Variablen über Schnittstellen in eine IBM SPSS Statistics 22 Datenbank überführt. Die Daten wur-

den systematisiert, bereinigt und einer Plausibilitätsprüfung unterzogen. Als Variablen verblieben die eindeutige Zuordnung von Probenahmen und -ergebnissen zu einer Gebäudenummer, das Datum der Probenahme, das metrisch skalierte Vorkommen von Legionella spec. (KBE/100 ml), das dichotom skalierte Vorkommen von Legionella spec. entsprechend dem technischen Maßnahmenwert der Trinkwasserverordnung (> 100 KBE/100 ml), das ordinal skalierte Vorkommen von Legionella spec. entsprechend der Klassifizierung des DVGW Arbeitsblattes W 551, die Wassertemperatur bei Entnahme, die Wassertemperatur bei Temperaturkonstanz und die berechnete Differenz der Wassertemperatur bei Entnahme und der Wassertemperatur bei Temperaturkonstanz.

Die deskriptiv-statistische Analyse umfasste die Berechnung von Häufigkeitsverteilungen, Klassifizierungen, Frequenzanalysen, Streuungs- und Lagebeziehungen. Die analytisch-statistische Auswertung umfasste Analysen des Relativen Risikos, oneway-ANOVA, Receiver Operating Characteristic (ROC) Kurven-

Tabelle 2: Überschreitung des technischen Maßnahmenwertes (TMW) nach unterschiedlichen Temperaturen bei Konstanz. Zur Ermittlung des TMW wurden jeweils nur diejenigen Trinkwasserproben berücksichtigt, die die angegebene Temperatur bei Konstanz überschritten.

Temperatur bei Konstanz	> 25°C	> 30°C	> 35°C	> 40°C	> 45°C	> 50°C	> 55°C	> 60°C	> 65°C	> 70°C
> TMW	6,5%	6,5%	6,4%	6,3%	6,0%	5,2%	3,7%	2,0%	1,1%	0,6%
n	498 039	497 198	495 391	490 788	478 554	436 086	311 523	125 459	29 398	6551

analysen und Korrelationsanalysen. Die Ergebnisse wurden unter Berücksichtigung aktueller technischer Regeln, Empfehlungen und Forschungsergebnisse interpretiert.

**Ergebnisse**

Insgesamt konnten 1 019 713 Datensätze zur Bewertung von Legionellen (in KBE/100 ml) und 1 020 328 Ergebnisse zur kategorisierten Bewertung von Legionella spec. nach DVGW Arbeitsblatt W 551 gesammelt werden. Der mittlere Wert für Legionellen betrug 122 KBE/100 ml. Es konnte zudem auf 100 213 Gebäudeangaben, 503 139 Angaben zur Wassertemperatur bei Temperaturkonstanz (Mittelwert = 56,1° C; SD ± 7,1), 545 301 Angaben zur Wassertemperatur bei Entnahme (Mittelwert = 49,5° C; SD ± 10,4), und 867 058 Angaben zum Datum der Probenahme zurückgegriffen werden.

Den technischen Maßnahmenwert (100 KBE/100 ml) überschritten insgesamt 5,6% aller Proben (n = 1 020 276). Nach Beurteilung des DVGW Arbeitsblattes W 551 waren 0,3% aller Proben sehr hoch mit Legionellen kontaminiert, 1,5% hoch kontaminiert, 6,1% wiesen eine mittlere Kontamination auf, 7,5% eine geringe und in 84,5% der Proben konnten keine Legionellen nachgewiesen werden (siehe Bilder 1 und 2).

Die WHO Guidelines for Drinking Water Quality (WHO GDWQ, 2011) benennen einen Grenzwert für Temperaturen im Kaltwasserbereich. Demnach dürfen 25 °C nicht überschritten werden. Isoliert man, zum Ausschluss potenzieller Kaltwasserproben, ausschließlich diejenigen Proben, die eine Temperaturkonstanz von über 25 °C aufweisen, so erhöhen sich die Anteile der Überschreitung

des technischen Maßnahmenwertes sowie der geringen, mittleren und hohen Kontamination nach DVGW W 551 (Bilder 3 und 4).

16,5% aller Gebäude (n = 100 213) wiesen an mindestens einer Entnahmestelle eine Überschreitung des technischen Maßnahmenwertes auf. Gestaffelt nach der Bewertung des DVGW W 551 waren in einem Drittel der Gebäude mindestens einmal eine geringe Kontamination, in einem Viertel der Gebäude mindestens einmal eine mittlere Kontamination detektiert worden (Bilder 5 und 6).

Für die folgenden Berechnungen wurden Legionellenergebnisse bezüglich Wassertemperatur bei Temperaturkonstanz ausgewählt und die Überschreitung des technischen Maßnahmenwertes ermittelt (siehe Tabelle 2). Der Anteil der Proben über dem technischen Maßnahmenwert reduziert sich bei einer Temperatur von über 55 °C auf 3,7%, bei einer Temperatur von über 60 °C auf 2,0%; bei einer Temperatur von über 65 °C konnten in 1,1% aller Proben Legionellen über dem technischen Maßnahmenwert nachgewiesen werden.

Nach Teilung des Datensatzes anhand der Temperatur in vier gleich große Quartile wurde für jedes Quartil der Mittelwert berechnet (Bild 7). Demnach nimmt die Konzentration von Legionella spec. mit der Temperatur ab. Die Varianzanalyse (ANOVA) beschreibt den Unterschied der Quartile als hoch signifikant (F = 666,9, p < 0,001).

Als optimaler Cut-Off-Wert zur Bestimmung der Überschreitung des technischen Maßnahmenwertes für Legionellen wurde im Rahmen der ROC Kurvenanalyse eine Temperatur bei Konstanz von 55 °C (n = 519 401; p = < 0,001) berechnet. Auf der

Basis dieses Cut-Off-Wertes wurde das relative Risiko einer Überschreitung des technischen Maßnahmenwertes berechnet. Das Risiko ist bei einer Wassertemperatur bei Konstanz von unter 55 °C im Vergleich zu einer Temperatur von über 55 °C um das Dreifache erhöht (RR = 2,98; 95 %-CI = 2,91 - 3,04; p < 0,001). Das Ergebnis ist hoch signifikant.

Die Konzentration von Legionellen (KBE/100 ml) korreliert hoch signifikant mit den Parametern Wassertemperatur bei Entnahme, Wassertemperatur bei Temperaturkonstanz und Differenz der Wassertemperatur bei Entnahme und der Wassertemperatur bei Temperaturkonstanz (siehe Tabelle 3).

**Diskussion**

Bisher wurden nur wenige Studien zur Überschreitung des technischen Maßnahmenwertes publiziert. Frühere Studien aus Italien und Deutschland zeigten, dass 12 - 13% der Proben den technischen Maßnahmenwert überschritten (Borella et al., 2004; Völker et al., 2010; Wricke et al., 2008). Diese Werte liegen zwar über dem im vorliegenden Datensatz berechneten Wert, jedoch unterschieden diese Studien explizit zwischen Kalt-, Misch-, und Warmwasser. Die Studienergebnisse geben Überschreitungen des technischen Maßnahmenwertes ausschließlich für den Warmwasserbereich an. Die untersuchten Gebäude in den bezeichneten Studien sind zum größten Teil bzw. ausschließlich in öffentlicher Nutzung. Zudem wurde in den Studien der im DVGW Arbeitsblatt W 551 angegebene Wert für eine mittlere Kontamination (≥ 100 KBE/100 ml) als Grenzwert angewendet. Legt man diesen Wert unserem Datensatz zugrunde, wiesen ca. 8% aller Proben und 10% der Proben, die eine Temperaturkonstanz von über 25 °C aufweisen, eine zumindest mittlere Kontamination auf.

Das generelle Vorkommen von Legionella spec. in Trinkwasserproben (> 0 KBE/100 ml) wurde in größeren Studien aus den USA (30%), Finnland (30%), Deutschland (26%, 25,2% und 12% in 3 unterschiedlichen Studien) und Italien (23%) betrachtet (Arnow et al., 1985; Borella et al., 2004; Mathys et al., 2008; Völ-

Tabelle 3: Zusammenhang von Legionella spec. und Temperaturprädiktoren. Temp\_konst = Temperatur bei Konstanz; Temp\_Entnahme = Temperatur unmittelbar nach Entnahme der Probe; Temp\_Differenz = berechneter Wert aus [Temp\_konst - Temp\_Entnahme].

Prädiktor	rs	p	n
Temp_konst	-0,22	<0,001	502 009
Temp_Entnahme	-0,23	<0,001	544 182
Temp_Differenz	0,10	<0,001	500 166



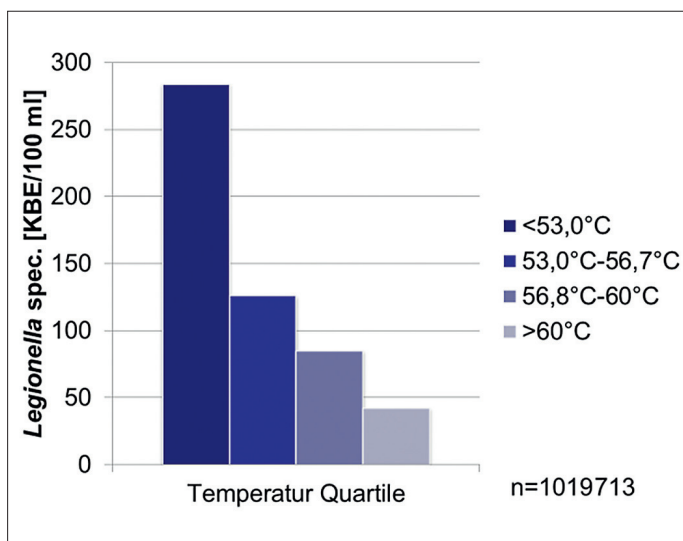


Bild 7: Quartile der Stichprobe unterteilt nach Temperatur bei Konstanz und Vorkommen von Legionella spec. (KBE/100 ml).

ker et al., 2010; Zacheus und Martikainen, 1994; Zietz et al., 2001). Diese Werte entsprechen den für den vorliegenden Datensatz berechneten Ergebnissen (16% für alle Proben bzw. 20% für Proben > 25 °C).

Der Anteil der Gebäude, die an mindestens einer Entnahmestelle eine Überschreitung des technischen Maßnahmenwertes aufwiesen, ist von zahlreichen Faktoren abhängig. Dies gilt u. a. für Installationscharakteristika, Gebäudecharakteristika und -nutzung. Beispielsweise war in einer deutschlandweiten Studie zu Trinkwasserdaten, die von Gesundheitsämtern akquiriert wurden, ein deutlich größerer Anteil von Krankenhäusern, Altenpflegeheimen, Kindergärten und Schulen von einer Überschreitung des technischen Maßnahmenwertes betroffen als beispielsweise Restaurants oder Hotels (Kistemann et al., 2010). Dies bildet zum einen die deutlich differente Beprobungsfrequenz je nach Gebäudenutzung ab, kann jedoch auch Gebäudegröße und/oder die Nutzung der Trinkwasser-Installation widerspiegeln.

Die Auswertung ist Limitationen unterworfen, die vor allem die Qualität der zur Verfügung gestellten Daten und die Zusammensetzung des Datensatzes betreffen. Hierzu zählten, dass keine Unterscheidung nach Wasserart (Warm-, Kalt-, Misch-, Zirkulationswasser), keine Unterscheidung nach Gebäudecharakteristika (Art, Nutzung, Baujahr, Größe) und keine Unterscheidung nach Charakteristika der Trinkwasser-Installation (Rohrmaterial, Nennweiten, Temperaturregime, hygienisch relevante Bauteile, Stagnationsbereiche) im Datensatz vorlag. Zusätzlich konnten ca. 50% der Proben nicht eindeutig einem Gebäude zugeordnet wer-

den. In einem Gebäude können durchaus mehrere, unabhängig voneinander betriebene Warmwasserinstallationen vorhanden sein. Der Zweck der Probenahme nach DIN EN ISO 19458 (2006), die Akkreditierung der Probenehmer sowie die Probenehmer ID lagen nicht vor. Ebenfalls war aus dem Datensatz keine Unterscheidung nach Legionella spec., Legionella pneumophila oder nach Serogruppen möglich. Es existierten keine Angaben zur allgemeinen Koloniezahl bei 22 °C oder 36 °C.

### Fazit

Insgesamt überschritten 5,6% aller Proben (n = 1 020 276) den technischen Maßnahmenwert bzw. 6,5% aller Proben, die eine Temperaturkonstanz von mindestens 25 °C aufwiesen. 16,5% aller untersuchten Gebäude (n = 100 213) überschritten zwischen 2012 und 2015 an mindestens einer Entnahmestelle den technischen Maßnahmenwert und gaben Anlass dafür gemäß TrinkwV Maßnahmen zu ergreifen, weitergehende Untersuchungen durchzuführen und eine Gefährdungsanalyse zu erstellen.

Die Temperatur konnte als signifikanter Einflussfaktor auf die Legionella spec.-Konzentration identifiziert werden. Sie erwies sich zwar als wichtiger Einflussfaktor, konnte jedoch nicht als der einzige wichtige zu betrachtende Parameter zur Erklärung eines erhöhten Legionellenvorkommens identifiziert werden. Ein einheitliches Vorgehen und eine einheitliche Dokumentation im Rahmen von Probenahmen können in Zukunft eine bessere Vergleichbarkeit und Abschätzung von Risikofaktoren gewährleisten und ein differenzierteres Bild der Risikofaktoren einer Trinkwasser-Installation liefern.

### Danksagung

Wir danken der Bundesvereinigung der Firmen im Gas- und Wasserfach e. V. (figawa) und dem figawa-AK Trinkwasseranalytik für die Finanzierung des Projektes sowie allen Teilnehmern für die Bereitstellung der Daten. ■

### Literatur:

- Arnow, P.M., Weil, D., Para, M.F., 1985. Prevalence and significance of Legionella pneumophila contamination of residential hot tap water systems. *J. Infect. Dis.* 153: 145–151.
- Borella, P., Montagna, M.T., Romano-Spica, V., Stampi, S., Stancanelli, G., Triassi, M., Neglia, R., Marchesi, I., Fantuzzi, G., Tatò, D., Napoli, C., Quaranta, G., Laurenti, P., Leoni, E., De Luca, G., Ossi, C., Moro, M., Ribera D'Alcalà, G., 2004. Legionella infection Risk from Domestic Hot Water. *Emerg. Infect. Dis.* 10 (3): 457–464.
- DIN EN ISO 19458, 2006. Wasserbeschaffenheit – Probenahme für mikrobiologische Analysen.
- DVGW W551, 2004. Technische Regel Arbeitsblatt W551: Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen.
- Kistemann, T., 2014. Erhalt der Trinkwassergüte in Trinkwasser-Installationen. In: Heidemann, A., Kistemann, T., Stolbrink, M., Kasperkowiak, F., Heikrodt, K. (Hrsg.). *Integrale Planung der Gebäudetechnik. Erhalt der Trinkwassergüte – vorbeugender Brandschutz – Energieeffizienz.* Berlin, Heidelberg, S. 101–150.
- Kistemann, T., Schreiber, C., Völker, S., 2010. Vorkommen mikrobieller Trinkwasserkontaminationen in Hausinstallationen. In: Fleming, H.-C. (Hrsg.). *Vermeidung und Sanierung von Trinkwasser-Kontaminationen durch hygienisch relevante Mikroorganismen aus Biofilmen der Hausinstallation.* IWW-Schriftenreihe 54. Mülheim an der Ruhr, S. 31–100.
- Mathys, W., Stanke, J., Harmuth, M., Junge-Mathys, E., 2008. Occurrence of Legionella in hot water systems of single-family residences in suburbs of two German cities with special reference to solar and district heating. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 211: 179–185.
- TrinkwV, 2001. Trinkwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. August 2013 (BGBl. I S. 2977), die durch Artikel 4 Absatz 22 des Gesetzes vom 7. August 2013 (BGBl. I S. 3154) geändert worden ist.
- Völker, S., Schreiber, C., Kistemann, T., 2010. Drinking water quality in household supply infrastructure – A survey of the current situation in Germany. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 213 (3): 204–209.
- WHO GDWQ, 2011. Guidelines for drinking water

### NACHGEFRAGT

**IKZ-FACHPLANER:** Die Untersuchung der Universität Bonn zielte explizit auf Legionellen ab. Pseudomonaden stehen seit einiger Zeit ebenfalls im Blickpunkt des Interesses. Wird es mittelfristig auch für diese Organismen eine Statusanalyse geben?

**Dr. Sebastian Völker:** Die Einführung des Parameters *Legionella spec.* in die Trinkwasser-Verordnung zur Überwachung der Trinkwasser-Installation bedeutete in den vergangenen Jahren einen deutlichen Zuwachs der Probenzahl in der Routinebeprobung. Daher können Institute, Labore und Untersuchungsstellen inzwischen auf eine breite Legionellen-Datenbasis zurückgreifen. Für Pseudomonaden, im speziellen *Pseudomonas aeruginosa*, ist die Datenbasis deutlich geringer, da dieser Parameter im Gegensatz zu Legionellen nicht in die routinemäßige Überwachung von Trinkwasser-Installationen in die TrinkwV aufgenommen wurde. Daher werden gemäß UBA-Empfehlung weiterhin vor allem öffentliche Gebäude beprobt, die eine spezifische, immunsupprimierte Nutzerpopulation aufweisen, wie beispielsweise Krankenhäuser oder Altenpflegeheime. Eine weitreichende Statusanalyse für Pseudomonaden entsprechend der vorliegenden Studie für Legionellen ist sicherlich wünschenswert, würde derzeit jedoch nur spezifische Gebäudenutzungen erfassen können.

**IKZ-FACHPLANER:** Die Temperatur konnte als signifikanter Einflussfaktor auf die Legionellen-Konzentration in der Trinkwasser-Installation identifiziert werden. Welche weiteren wesentlichen Einflussfaktoren konnten Sie eruieren?

**Dr. Sebastian Völker:** In der vorliegenden Studie waren wir auf die zur Verfügung gestellten Daten und die Zusammensetzung des Datensatzes der teilnehmenden Unternehmen angewiesen. Dieser ließ keine Rückschlüsse auf weitere Einflussfaktoren zu. Trotzdem weisen die Ergebnisse darauf hin, dass, obwohl die Wassertemperatur einen äußerst gewichtigen Einflussfaktor darstellt, das Vorkommen von Legionellen nicht allein durch diesen einen Parameter erklärt werden kann. Kürzlich abgeschlossene Studien zeigten, dass weitere Faktoren wie z. B. hydraulische Dynamiken und Durchströmungsverhältnisse in der Trinkwasser-Installation wichtige Rahmenbedingungen für den Nachweis von erhöhten Legionellenzahlen darstellen können.

**IKZ-FACHPLANER:** Blicken wir einmal auf die Ergebnisse: Da stellt sich die Frage, ob der technische Maßnahmenwert

– 100 KBE/100 ml – in öffentlich genutzten Gebäuden häufiger überschritten wird als in gewerblich genutzten?

**Dr. Sebastian Völker:** Auch hier waren wir der Einschränkung unterworfen, dass wir nur die zur Verfügung gestellten Daten der beteiligten Unternehmen nutzen konnten. Die Daten wurden zuvor nach ethischen Richtlinien des Datenschutzes anonymisiert, indem jedem Gebäude eine eigene ID zugewiesen wurde. Das bedeutet: Eine Unterscheidung zwischen öffentlichen und privatwirtschaftlich genutzten Gebäuden war uns in der vorliegenden Studie nicht möglich. In einer deutschlandweiten Studie zu Trinkwasserdaten aus öffentlichen Gebäuden stellten wir im Vergleich zur vorliegenden Studie eine häufigere Überschreitung des technischen Maßnahmenwertes für Legionellen fest (Völker et al., 2010). Eine mögliche Erklärung dafür ist eine intensivere und häufigere Überwachung öffentlich genutzter Gebäude, wie beispielsweise Krankenhäuser, die in der Regel mindestens jährlich mit einem engmaschigen Netz an Probenahmestellen beprobt werden. Durch eine Beprobung von vielen Entnahmestellen in kürzeren Zeitintervallen steigt statistisch die Wahrscheinlichkeit des Legionellennachweises.

**IKZ-FACHPLANER:** Wenig Informationen gibt es über das Vorkommen von Legionellen in Ein- oder Zweifamilienhäusern, da eine regelmäßige Beprobung seitens des Gesetzgebers nicht vorgesehen ist. Lagen Ihnen dazu verwertbare Analysen vor, kann die Studie in diesem Punkt vielleicht ein Stück weit Aufklärung leisten?

**Dr. Sebastian Völker:** Laut den Unternehmen, die uns die Daten zur Verfügung stellten, kommt die Datenbasis vor allem aus der routinemäßigen Trinkwasserprobenanalytik. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass auch vereinzelt Proben aus Ein- und Zweifamilienhäusern entnommen und ausgewertet wurden. In einem wissenschaftlichen Artikel aus dem Jahr 2008 wurde bereits von Kollegen der Universität Münster auf diese Problematik hingewiesen; in unserer Studie konnten wir uns aufgrund der zur Verfügung stehenden Daten mit diesem Aspekt nicht systematisch befassen.

**IKZ-FACHPLANER:** Welchen praktischen Nutzen können Sie, können Fachplaner oder auch das verarbeitende Handwerk aus den gewonnenen Erkenntnissen ziehen?

**Dr. Sebastian Völker:** Aus der vorliegenden Studie wird ersichtlich, dass etwa jedes dritte Gebäude in den vergangenen vier Jahren mindestens einmal einen positiven Legio-



Dr. Sebastian Völker, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Hygiene und öffentliche Gesundheit der Universität Bonn.

nellennachweis hatte, etwa jedes fünfte Gebäude mindestens eine Überschreitung des technischen Maßnahmenwertes. Es handelt sich folglich um ein reales Gesundheitsrisiko, das durch technisch-hygienisch einwandfreie Rahmenbedingungen der Trinkwasser-Installation vermieden werden könnte. Fachplaner und das verarbeitende Handwerk haben einen Einfluss auf das Vorkommen und Wachstum von Bakterien. Die Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik bei Planung, Bau und Betrieb der Trinkwasser-Installation ist ebenso wichtig wie die Sicherstellung einer technisch-hygienischen Sensibilisierung des ausführenden und betreibenden Personals.

**IKZ-FACHPLANER:** Ist die Studie damit abgeschlossen oder geht die Daten-Analyse weiter? Wenn ja, welche Ziele stehen im Fokus der Betrachtungen?

**Dr. Sebastian Völker:** Die Datenanalyse wird weiter fortgesetzt. Derzeit konzentrieren wir uns verstärkt darauf, Charakteristika von Gebäuden und Trinkwasser-Installationen in Beziehung zu dem Vorkommen von Legionellen zu bringen. Hiermit sollen statistisch valide und signifikante Einflussfaktoren auf die Legionellen-Konzentration in der Trinkwasser-Installation berechnet werden, um auch hier wissenschaftlich-empirisch abgesicherte Empfehlungen für technische Hygieniker, Planer und Techniker ableiten zu können und zu konkretisieren.

quality. 4th edition, World Health Organization, Geneva.

Wricke, B., Petzold, H., Hamsch, B., 2008. Mikrobiologische Situation in Hausinstallationen. DVGW, Dresden.

Zacheus, O.M., Martikainen, P.J., 1994. Occurrence of Legionellae in hot water distribution systems of Finnish apartment buildings. *Can. J. Microbiol.* 40: 993–999.

Zietz, B.P., Wiese, J., Brenglmann, F., Dunkelberg, H., 2001. Presence of Legionellaceae in warm water supplies and typing of strains by polymerase chain reaction. *Epidemiol. Infect.* 126: 147–152.

Autoren: Sebastian Völker, Stephan Luther, Thomas Kistemann, Universität Bonn, Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit

<http://www.ihph.de/>