

Erkenntnisse aus dem LeCo-Projekt

Wie bringt man Trinkwasser sicher an die Entnahmestellen? Sind neue technische bzw. Installationslösungen wirksamer als neue Regelwerke? Das LeCo-Projekt des Bundes hat teils überraschende Erkenntnisse zu Tage gefördert. Weniger überraschend ist, dass bestehende Regelwerke oft falsch umgesetzt werden und dass mit kleinen technischen Anpassungen deutliche Verbesserungen zu erreichen sind.

Text: Andreas Stettler*

62



Mikroorganismen bilden Biofilme auf alle Materialien, die mit Trinkwasser in Kontakt stehen, dabei sind 100 000 bis 10 000 000 Bakterien pro Quadrat-zentimeter normal. Im Schweizer Trinkwasser kommen typischerweise mehr als 10 000 Bakterienarten vor; die überwiegende Mehrheit dieser Organismen ist für den Menschen vollkommen harmlos.

Gelegentlich können sich jedoch opportunistische Krankheitserreger in Trinkwassersystemen etablieren. Als Reaktion auf die wachsende Zahl von Legionärskrankheitsfällen in der Schweiz hat das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) in Zusammenarbeit mit den Bundesämtern für Gesundheit (BAG) und Energie (BFE) das Projekt LeCo (Legionellenbekämpfung in Gebäuden) initiiert, das von 2020 bis 2025 lief.

LEGIONÄRSKRANKHEIT IN DER SCHWEIZ

Es gibt weltweit zunehmende Fälle von Legionärskrankheit, wobei die Fallmel-

derate in der Schweiz zu den höchsten gehört und schneller steigt als in fast allen anderen Ländern. Über die Gründe dafür kann nur spekuliert werden: Liegt es an der intensiveren und besseren Überwachung? Hat es mit der alternden Bevölkerung zu tun?

Klar ist, dass wir es mit einer multidisziplinären Herausforderung zu tun haben. Tangiert sind Probenahme-strategien, Nachweismethoden, Epidemiologie, Risikobeurteilung, Mikrobiologie, mikrobielle Ökologie sowie die Gebäudetechnik und der Gebäudebetrieb.

EINIGE FORSCHUNGSHIGHLIGHTS

Untersucht wurden die Diversität und Verbreitung von Legionellen, die Relevanz von *Legionella* spp. (spp = species pluralis, d.h. mehrere Arten) versus *L. pneumophila* und die Verknüpfung von Krankheitsfällen mit den Infektionsquellen. Zudem wurden die Notwendigkeit und die Möglichkeiten zur Verbesserung der Wasserversorgung in Gebäuden analysiert wie auch der Zusammenhang zwischen Stagnation,

Spülung und Legionellen sowie das Potenzial der Legionellenbekämpfung mittels probiotischer Bakterien.

TATORT DUSCHSCHLAUCH

Das Ziel war es, die Diversität, Verbreitung und Ökologie von Legionellen in Schweizer Sanitäranlagen, insbesondere in Duschschläuchen, zu verstehen. In drei separaten Studien wurden Duschschläuche aus Gebäuden in der ganzen Schweiz gesammelt. Nach Entnahme von Biofilm erfolgten eine DNA-Extraktion sowie eine Analyse der mikrobiellen Gemeinschaften und der Legionellenhäufigkeit mit molekularen Methoden.

In den meisten Duschschläuchen wurden Legionella und ihre Unterarten nachgewiesen. Jedoch ist *L. pneumophila* in den meisten Proben nicht die dominierende Art. Das heisst, dass zunächst die anderen Legionellenarten besser verstanden werden müssen.

Schweizer Regelwerke verlangen die Messung aller Legionellenarten (wie auch die erforderlichen Massnahmen und Ressourcen); die überwiegende Mehrheit der Krankheitsfälle wird jedoch durch *L. pneumophila* verursacht. Dabei wird deutlich, dass viele weitere – risikoarme – Arten in der Umwelt allgegenwärtig sind. Es gibt eine lange Liste anderer Pathogene, die relevanter sind als die Nicht-Pneumophila-Arten.

INFEKTIONSRISSIKO BEIM DUSCHEN

Wie hoch sind das Infektionsrisiko und die kritischen Konzentrationen, wenn Duschen mit *L. pneumophila* kontaminiert sind? Dazu wurden Duschsimulationen unter realistischen Bedingungen durchgeführt, kalt (25°C) und warm (40°C); miteinbezogen wurden die Raumdimensionen und Luftwechselraten sowie die Tröpfchenbildung.

Generell hat warmes Duschwasser ein deutlich höheres Risiko als kaltes, da mehr Tröpfchen entstehen. Eine quantitative Risikoabschätzung hat ergeben, dass der kritische Schwellenwert im ersten Liter Duschwasser bei 1000 koloniebildenden Einheiten pro Liter (KBE/L) liegt; ab dem vierten Liter – Wasser aus dem Hauptkreislauf – reichen jedoch nur 25 KBE/L für eine mögliche Infektion. Duschen bilden bei einer Kontamination mit *L. pneumophila* also eine wichtige Infektionsquelle.

KRANKHEITSFÄLLE UND INFEKTIONSQUELLEN

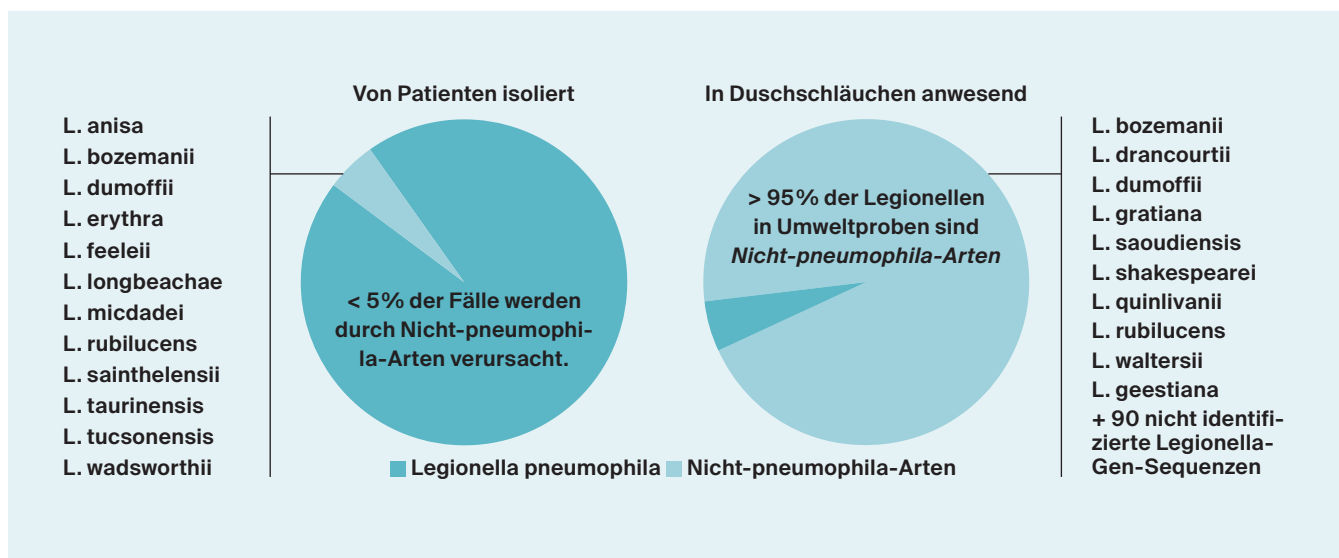
Ein weiteres Forschungsgebiet im Rahmen des LeCo-Projekts galt der Verknüpfung von Fällen der Legionärskrankheit mit Umweltproben. Dazu wurden systematische Wasserproben aus 130 Schweizer Haushalten (Legionellose-Fälle und Vergleichsgruppen) untersucht. Die Umweltproben wurden durch Genomsequenzierung mit den Bakterienstämmen aus Patien-



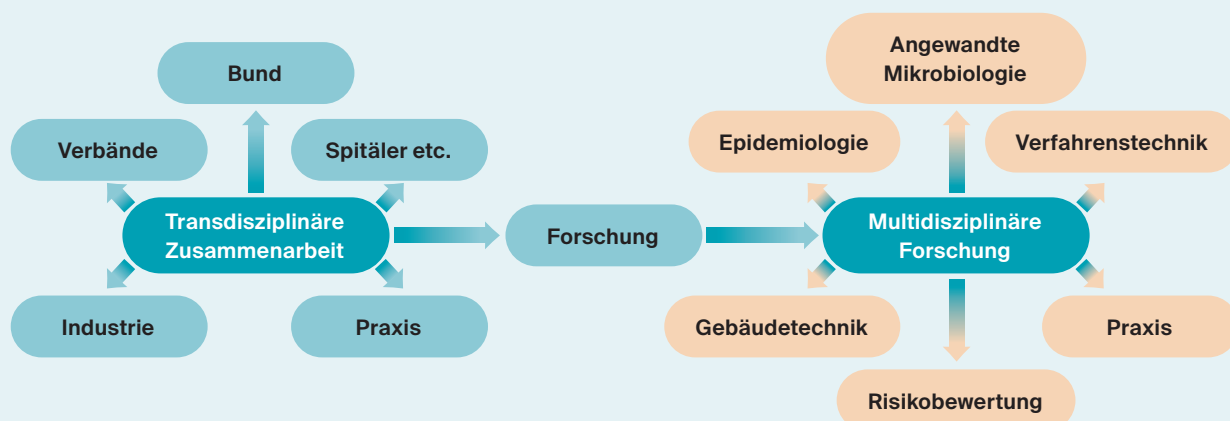
«Stagnation ist nicht immer problematisch, und Spülen ist nicht immer hilfreich.»

PROF. RETO VON EUW

Institut für Gebäudetechnik und Energie, Hochschule Luzern



Hauptschlussfolgerung



Grafik: Suissetec

Die Herausforderungen im Umgang mit Legionellen erfordern eine transdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Anspruchsgruppen sowie einen multidisziplinären Forschungsansatz.

ten verglichen; dies im Rahmen einer Zusammenarbeit mit dem vom Bundesamt für Gesundheit (BAG) geförderten SwissLEGIO-Projekt.

Es erweist sich als äusserst schwierig, die Quelle einer Infektion eindeutig zu bestimmen. Nur in zwei dieser 130 Fälle konnte das eigene Zuhause mit Sicherheit als Infektionsquelle identifiziert werden.

VERBESSERTER GEBÄUDETECHNIK, OPTIMIERTER GEBÄUDEBETRIEB

Ein Team des Instituts für Gebäudetechnik IGE an der Hochschule Luzern stellte sich im Rahmen von LeCo die Frage, wie Warmwasserspeicher optimal angeschlossen und beladen werden können, um einen hygienischen und energieeffizienten Betrieb zu gewährleisten (wir berichteten in der Ausgabe 5/25). Im Rahmen dieses Teilprojekts wurden unter anderem 15 bestehende Wassererwärmungsanlagen erfasst sowie im IGE-Labor Messungen an einem transparenten Speicher durchgeführt. Die Feldmessungen umfassten Anlagen in Sportstätten, Altersheimen, Spitälern und Wohnbauten.

Messungen in einem grossen Gebäude mit sechs Stockwerken und rund 150 Entnahmestellen während Covid zeigten überraschenderweise, dass die Legionellenkonzentrationen nach längerer Stagnation abnahmen. Eine umfangreiche Spülung hatte keine unmittelbaren Auswirkungen auf die Legionellenkonzentration; in den Wochen danach betrug die Wiederbe-

legung das 20- bis 50-Fache. Das Fazit der Forschenden: Stagnation ist nicht immer problematisch und Spülen ist nicht immer hilfreich.

KAMPF DER BAKTERIEN?

Ebenfalls untersucht wurde das Potenzial, mit probiotischen Bakterien gegen Legionellen vorzugehen. Verschiedene Bakterien wurden aus mehreren Süsswasserquellen in der Schweiz isoliert und hemmende Verbindungen mittels Bioinformatik und Massenspektrometrie identifiziert. Verschiedene Legionella-Arten reagierten auf diese antagonistischen Bakterien, was bedeutet, dass Wachstumskontrolle von Legionella spp. mit antagonistischen Bakterien im Labormassstab grundsätzlich möglich, in der Praxis jedoch schwierig umsetzbar ist.

KLIMAWANDEL UND LEGIONELLEN

Alles deutet darauf hin, dass der Klimawandel das Wachstum von Legionellen auf mehreren Ebenen deutlich beeinflussen wird. Höhere Umgebungstemperaturen begünstigen ihre Vermehrung, sowohl in den letzten Metern von Trinkwasserinstallationen als auch in anderen potenziellen Quellen wie Gartenschläuchen, Oberflächen-gewässern oder wasserbasierten Kühlsystemen. Paradoxiertweise schaffen Gebäudetechniken zur Abschwächung des Klimawandels (z. B. zu niedrige Temperaturen in der Warmwasseraufbereitung) neue mögliche Lebensräume für Legionellen. □

*Der Beitrag entstand u. a. auf der Basis von Eawag- und suissetec-Unterlagen.

130 verschiedene Legionellen-Arten

Legionellen sind sogenannte gramnegative Bakterien und können schwere Entzündungen oder Sepsis verursachen. Ihre dünne Zellwand verfügt über eine zusätzliche äussere Membran, die als Barriere wirkt und sie vor bestimmten Antibiotika schützt. Legionellen bevorzugen warmes Wasser, Sauerstoff und etwas zusätzliches Eisen. Die Forschung im Rahmen des LeCo-Projekts hat gezeigt, dass es rund 130 unterschiedliche Legionella-Arten gibt, wobei *L. pneumophila* die bekannteste ist.

Legionellen der Art *Legionella pneumophila* sind verantwortlich für die Legionärskrankheit, insbesondere bei immungeschwächten Personen. Es gibt allerdings noch weitere human-pathogene Legionellen-Arten.

Frederik Hammes
(Eawag; unten im Bild)
und Franziska Roelli
(HSLU) machen
Versuche, wie sich
Legionellen in
Hausinstallationen bei
verschiedenen
Temperaturen
entwickeln.
Foto: Eawag, Aldo Todaro

Empfehlungen aus dem LeCo-Forschungsprojekt

- a) Höchstwerte für *Legionella* spp. künftig ausschliesslich für Gebäudekategorien mit Hochrisikogruppen (z. B. Altersheime und Spitäler) festlegen. Für Gebäude mit Gruppen geringeren Risikos (z. B. Wohnbauten) soll hingegen eine Fokussierung auf *L. pneumophila* erfolgen.
- b) Neben Duschen sollten auch Kühltürme, Abwasserreinigungsanlagen, Kompost sowie weitere Umweltquellen stärker berücksichtigt werden.
- c) Kleine Anpassungen an der Trinkwasserverteilung können zu erheblichen Verbesserungen führen.
- d) Energieeinsparungen sollten nicht auf Kosten der Wasserhygiene gehen. Entscheidend ist eine proaktive Risikobewertung neuer Technologien und Ansätze, insbesondere bei der Integration in bestehende Sanitärsysteme.
- e) Beprobung braucht eine klare Strategie. Einzelne Untersuchungen liefern immer nur eine Momentaufnahme und können ein unvollständiges oder verzerrtes Bild ergeben. Dennoch sind Routineuntersuchungen ein wichtiges und wirksames Instrument der Prävention.