

Alle Jahre wieder und kein Ende

Legionellen im Trinkwasser

In fast jährlicher Regelmäßigkeit gibt es Meldungen zum Thema Legionellen-Vorkommen in Trinkwasser-Installationen mit unterschiedlichen Auswirkungen. Bei einigen Fällen wurden die Bakterien nur in erhöhten Zahlen nachgewiesen – ohne gesundheitliche Auswirkungen – bei anderen sind Erkrankungen oder Todesfälle bekannt geworden. Trotz Gesetzen, Regelwerken und Richtlinien, gab es auch 2006 wieder erschreckende Vorfälle.

Bild 1 Eine Amöbe (rot) lässt eine Legionelle (grün) in die Amöbenzelle eindringen

Bisher ist man in Fachkreisen von rund 10 000 Legionellen-Erkrankungen pro Jahr ausgegangen. In neueren Veröffentlichungen sind jedoch Zahlen genannt, die weitaus höher liegen (bis zu 30 000 Pneumonien pro Jahr) und die bisher geschätzten deutlich übertreffen. Obwohl eine Reihe von technischen Regeln, Maßnahmen, Richtlinien, Empfehlungen und Normen bekannt sind, werden auch beim Neubau öffentlicher Gebäude teilweise noch gravierende Fehler gemacht, die das Auftreten von Legionellen nach kurzer Zeit erwarten lassen.

Ursachen für Legionellenbefall

Stagnation, fehlende oder unregelmäßige Wasserentnahme, kein gleichmäßiger Temperaturverlauf über das gesamte Leitungsnetz, überdimensionierte Warmwasserspeicher, Verunreinigungen im Trinkwasserspeicher, Biofilme und Installationsfehler sind die häufigsten Ursachen für das Auftreten von Legionellen (Bild 1). Auch der Ein- und Zweifamilienhausbereich rückt langsam in den Fokus von Untersuchungen mit teils erschreckenden Ergebnissen. Es kann davon ausgegangen werden, dass ca. $\frac{1}{3}$ der Ein- und Zweifamilienhäuser mit Legionellen kontaminiert sind. Auch hier sind die Ursachen meist Stagnation und fehlende Wasserentnahme. Stärker müssen bei dieser Problematik außer den Planern und Installateuren auch die Betreiber mit eingebunden und informiert werden.

Vorkommen und Bedeutung

Legionellen sind stäbchenförmige Bakterien, die vor allem im Süß- und Salzwasser, aber auch im Boden vorkommen können. Über die öffentliche Versorgung gelangen sie in die Trinkwasserinstallation von Gebäuden. Dort vermehren sie sich bei höheren Temperaturen (optimale Temperatur zwischen 25 °C und 50 °C) vorwiegend im Warmwasserkreislauf. Durch das Einatmen von beim Duschen entstehenden Aerosolen können die Legionellen in die Lunge des Menschen gelangen, wo sie dann eine Lungenentzündung auslösen können. Vor allem ältere immungeschwächte Menschen sind betroffen, aber auch jüngere

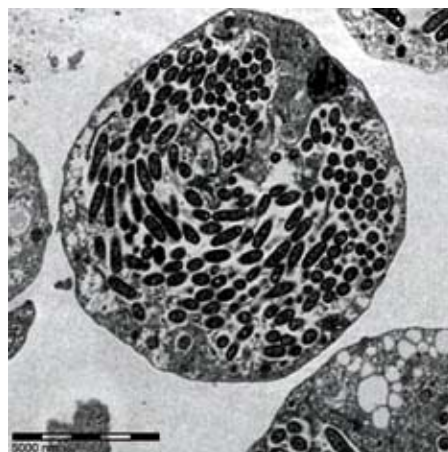


Bild 2 Amöben als parasitäres Wachstum speziell im Warmwasser

Personen. Rechtzeitige Antibiotikaeinnahme ist zur Bekämpfung der Legionärskrankheit wichtig. Betroffene Gebäude sind vor allem: Kliniken, Pflegeheime, Hotels, Sportanlagen, Schulen, Kindergärten und grundsätzlich alle öffentlichen Gebäude wo warmes Wasser in Verbindung mit Aerosolen auftritt. Auch die Bedeutung der Amöben als Vermehrungsreservoir muss noch stärker durchleuchtet werden. Es sind nur wenige Untersuchungen bekannt, die allein die Menge an Protozoen bestimmt haben. Legionellen können sowohl frei im Wasser vorkommen, vermehren sich aber auch innerhalb von Amöben. Die Bedeutung der Amöben als Wirtsorganismus für Legionellen wird jedoch nach wie vor unterschätzt. Über die Amöben werden die Warmwassersysteme mit Legionellen besiedelt (Bild 2). Legionellen sind in den Amöben geschützt vor hohen Temperaturen, großen pH-Wert-Schwankungen und auch vor dem Einsatz von Bioziden. Die Zahl der Amöben im Wasser kann zwischen 500 und 1000 pro Liter liegen. Weiterhin ist zu beachten, dass mit Legionellen befallene Amöben in den Lungen platzen können und es durch die dann freigesetzten Legionellen zu einer Erkrankung der betroffenen Person kommen kann.

Nachweis von Legionellen

Einen vor Ort anwendbaren Schnelltest für Legionellen gibt es bisher noch nicht, sodass nach wie vor eine Wasserprobe entnommen, ins Labor transportiert und nach dem Guss-

Plattenverfahren die Koloniezahl bestimmt werden muss. Die Bebrütung der Platten dauert 10 Tage, erst dann kann dem Betreiber das Ergebnis mitgeteilt werden. Es gibt allerdings molekularbiologische Methoden (PCR-Analyse), die schneller (innerhalb von 24 h) und wesentlich nachweisspezifischer sind. Wichtig sind eine exakte Probenahme, ein schneller Transport ins Labor und die Untersuchung in akkreditierten Laboratorien mit Erfahrungen in der Legionellen-Bestimmung. Nach wie vor werden bei Vergleichsuntersuchungen unterschiedlich hohe Koloniezahlen festgestellt, so dass bei allen Betroffenen große Unsicherheit über die tatsächliche Kontamination des Wassers mit Legionellen besteht.

Regelwerke und Empfehlungen

Das Infektionsschutzgesetz und die Trinkwasserverordnung sind die rechtlichen Grundlagen für die Trinkwasserhygiene. Zu beachten ist, dass entsprechend Anhangliste § 11 der Trinkwasserverordnung der Betrieb ungeprüfter UV-Anlagen bis zum 30. Juni 2007 unter der Bedingung einer monatlichen mikrobiologischen Beprobung verlängert wird. Bis zum 30. Juni 2012 können UV-Geräte weiterverwendet werden, wenn eine Einzelprüfung durchgeführt wird. Durch die Trinkwasserverordnung 2001 erhalten technische Regeln einen weitaus höheren Stellenwert. Die überarbeitete VDI-Richtlinie 6023 „Hygiene in Trinkwasserinstallationen“, gültig seit Juli 2006, beschreibt die Anforderungen an Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung. In dieser Richtlinie wird beispielsweise nach Befüllung der Trinkwasser-Installation eine sofortige Inbetriebnahme gefordert. Im DVGW Arbeitsblatt W 551 wird als Sanierungsverfahren auch die chemische Desinfektion genannt. Der DVGW empfiehlt allerdings keine kontinuierliche Desinfektion, da diese nicht zweckmäßig ist. Die chemische Desinfektion wird derzeit sehr häufig angewandt, vor allem mit Chlordioxid als Desinfektionsmittel. In einer Erklärung „Grundsätzliche Anforderungen an Mittel und Verfahren zur chemischen Desinfektion“ hat der DVGW eine Stellungnahme mit hohen Anforderungen an die chemische Desinfektion herausgegeben. Das Umweltbundesamt hat aktuell mehrere Empfehlungen veröffentlicht wie „Hygieneanforderungen an Bäder und deren Überwachung“. Darin werden Kriterien für die Umsetzung der gesetzlichen Vorgaben genannt und den Betreibern wichtige Hilfestellungen gegeben. Bereits im Juli 2006 wurden Empfehlungen zur „Hygienisch-mikrobiologischen Untersuchung im Kaltwasser aus Wasserversorgungsanlagen“ und „Periodi-

sche Untersuchung auf Legionellen in zentralen Erwärmanlagen der Hausinstallation“ veröffentlicht. Auch das Ergebnis einer Expertenanhörung über Kenntnisstand, Prävention und Kontrolle zu „Hausinstallationen, aus denen Wasser für die Öffentlichkeit bereitgestellt wird, als potenzielles Infektionsreservoir mit besonderer Berücksichtigung von Einrichtungen zur medizinischen Versorgung“ wurden im Bundesgesundheitsblatt publiziert. Neu ist die DIN EN ISO 19458 (K19) zur „Probenahme für mikrobiologische Analysen“. Wichtigste Änderung ist hier die Probenahme an einem Zapfhahn für unterschiedliche Zwecke. Hier wird unterschieden in:

- Zweck a: Qualität des Wassers im Verteilungsnetz
- Zweck b: Qualität am Zapfhahn
- und Zweck c: wie es konsumiert wird.

Dementsprechend wird bei Zweck b der Zapfhahn abgeflammt und bei Zweck c nicht. Auch auf die ISO 8199 (Wasserbeschaffenheit – Allgemeine Anleitung zur Keimzahlbestimmung) ist an dieser Stelle hinzuweisen. Die strengen Regelwerke und Richtlinien konnten in der Praxis nicht verhindern, dass fast regelmäßig Legionellenerkrankungen auftreten. Es fehlt letztlich ein zusammenfassendes Papier, das kompakt alle Aspekte zum Thema Legionellen enthält. Der ZVSHK hat eine Fachinformation zu „Technische Maßnahmen zur Einhaltung der Trinkwasserhygiene“ und das Schweizer Bundesamt für Gesundheit in Bern eine „Ausarbeitung zum Thema Legionellen“ herausgebracht. Weitere Publikationen zum Thema Legionellen, Hygiene allgemein und Probenahme für mikrobiologische Untersuchungen sind in Vorbereitung.

Verschiedene Verfahrenstechniken

Wie bereits erwähnt, kann zur Sanierung eine chemische oder thermische Desinfektion eingesetzt werden. Beide Verfahren haben Vor- und Nachteile, die in Bild 3 dargestellt sind. Auch die Membrantechnik wird für die Entfernung von Legionellen in Gebäuden zunehmend interessanter. Bei Membranen mit einer Trenngrenze von 0,01 µm werden die hygiene-relevanten Bakterien, auch Legionellen, aus dem Wasser komplett entfernt. Dies ist ein gravierender Vorteil gegenüber allen anderen Verfahren. Besonders Eigenwasserversorger sind je nach Standort z. B. mit starken Trübungsschwankungen und mikrobiologischer Belastung des Wassers konfrontiert. Mit einer Ultrafiltration (Bild 4) wird die Trübung und somit auch die Mikrobiologie aus dem Wasser entfernt. Die Membrantechnik als Ultrafiltration sollte zukünftig auch beim Erst-Befüllen

Verfahren/Gerät	Vorteile	Nachteile
Chemische Desinfektion	<ul style="list-style-type: none"> • Sofortiger Einsatz möglich • Im Alt- und Neubau einsetzbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Konzentrationen unzureichend für Legionellenabtötung • Rohrleitungsschäden möglich • Keine Abtötung von Amöben
Thermische Desinfektion	<ul style="list-style-type: none"> • Sofort einsetzbar • Tötet den größten Teil der Mikroorganismen ab • Keine zusätzliche Verfahrenstechnik notwendig 	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Abtötung der Legionellen in Amöben • Hoher Energie- und Personalaufwand • Korrosionsangriff bei verzinkten Leitungen • Kalkausfällungen bei hartem Wasser • Stich-/Totleitungen werden nicht erreicht • Meist nur kurze Wirkungsdauer
UV-Geräte	<ul style="list-style-type: none"> • Sofort einsetzbar • Keine Veränderung der Wasserinhaltsstoffe • Tötet alle frei vorkommenden Bakterien ab 	<ul style="list-style-type: none"> • Wirken am Ort des Einbaus • Keine Abtötung der Legionellen in Amöben
Ultraschall-/UV - Geräte	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Veränderung der Wasserinhaltsstoffe • Abtötung der Amöben und Legionellen • Zur Sanierung und Prävention einsetzbar • Im Alt- und Neubau einsetzbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Wirken am Ort des Einbaus
Membrantechnik	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Veränderung der Wasserinhaltsstoffe • Komplette Entfernung der Mikroorganismen 	<ul style="list-style-type: none"> • Wassermengenverlust durch Abgabe des Konzentrats ins Abwasser • Sehr hohe Kosten bei großen Anlagen

Bild 3 Vergleich der Verfahren und Geräte zur Legionellen-Bekämpfung mit Vor- und Nachteilen



Bild 4 Geno-Ultrafil: Ultrafiltrationsanlage speziell für Eigenwasserversorger

von Trinkwasserinstallationen sowohl bei größeren als auch kleineren Gebäuden eingesetzt werden, sodass von Anfang an keine Legionellen und andere pathogene Bakterien in das Rohrnetz gelangen können.

Desinfektionsverfahren

Das Geno-Break-System (Bild 5) ist ein Desinfektionsgerät, das im Wesentlichen aus den Anlagenkomponenten Ultraschallbehandlung und Ultraviolettbestrahlung besteht und seit vielen Jahren erfolgreich zur Legionellenbekämpfung eingesetzt wird. Beide Verfahren sind nacheinander geschaltet. Im eingangsseitigen Ultraschallreaktionsbereich werden durch die Kavitationswirkung der Ultraschallenergie die im Wasser befindlichen Amöben sowie Korrosionspartikel aufgeschlossen bzw. in kleinere Teile zerlegt, wodurch alle darin befindlichen Legionellen freigesetzt werden. Im nachfolgenden UV-Teil werden dann die freiliegenden Legionellen-Bakterien durch die UV-Strahlung abgetötet. Die UV-Strahler sind so angeordnet, dass an jeder Stelle des Systems die zur Desinfektion erforderliche Mindestbestrahlung von 400 J/m^2 bei einem kontinuierlichen Durchfluss des Wassers bis zu $8 \text{ m}^3/\text{h}$ garantiert vorliegt. Das automatisch

arbeitende System besteht aus einem rohrförmigen Edelstahlrohr mit den eingebauten Anlagenkomponenten, umgeben von einer Schalldämm- und Wärmeisolierung, aufgebaut auf einem Rahmengestell. Diese kompakte Bauweise erlaubt kurze Montage- und Inbetriebnahmezeiten. Die Bestrahlungsintensität wird über einen UV-Sensor überwacht, der mit der zentralen Steuereinheit verbunden ist. Die zentrale Steuereinheit umfasst eine mikroprozessorgesteuerte Elektronik zur kontinuierlichen, automatischen Ansteuerung und Überwachung des gesamten Systems. Optional kann eine Aufzeichnung der Betriebsparameter Durchfluss, Bestrahlungsstärke und Wassertemperatur durch einen im Schaltschrank eingebauten Grafiksreiber erfolgen. Integriert ist eine Temperaturüberwachung des Druckrohrgehäuses, ein optisches Informationssystem mit Leuchtdioden, Digitalanzeige und Bedienfeld. Gegenüber anderen Verfahren weist das Geno-Break-System folgende Merkmale auf:

- Abtötung von Legionellen in Schutzorganismen durch Amöbenaufschluss mittels Ultraschall
- Keine Veränderung der Wasserinhaltsstoffe bzw. der Wasserqualität
- Keine Kalkausfällungen und Korrosionen

Bild 5 Das Geno-Break-System dient zur Legionellenbekämpfung mittels Ultraschallbehandlung und Ultraviolettbestrahlung



- Betriebsweise auch bei niedrigeren Temperaturen möglich
- Anlagen können in Neu- und in Altbauten eingesetzt werden.

Der Einbau des Geno-Breaks kann nur dann erfolgen, wenn bauseits bestimmte Voraussetzungen erfüllt sind, die nachfolgend zusammenfassend dargestellt sind:

Voraussetzungen und Empfehlungen zum Einsatz des Geno-Break:

- Einbau in den Vollstrom nach dem Warmwasserbereiter
- Dauerzirkulation über 24 Stunden. Die Zirkulation des Systems muss funktionieren, inklusiv richtiger Auslegung der Zirkulationspumpen
- Sticheleitungen/Totleitungen müssen komplett entfernt sein
- Wasseranalyse muss vor dem Einbau vorliegen zur Festlegung der Vorbehandlung

- Überprüfung der Größe des Warmwasserspeichers und eventuell Reduzierung

- Spülung des Leitungssystems vor Inbetriebnahme (nach Empfehlungen des ZVSHK)

- Überprüfung der Rohrleitungsisolierungen (auch der Kaltwasserleitungen)

- Wartung des Rohrleitungsnetzes auch nach Einbau des Geno-Break

- Wartung des Geno-Break

Zu beachten ist stets, dass ein derartiges Gerät Teil einer Gesamtplanung und -sanierung ist und die oben genannten Empfehlungen konsequent durchgeführt werden müssen. Direkt nach dem Gerät sind in keinem bisherigen Projekt Mikroorganismen und damit auch keine Legionellen nachgewiesen worden. Weiterhin hat sich gezeigt, dass das Geno-Break als Teil der Trinkwasserinstallation entscheidend bei Sanierungen als auch als Prävention zur Legionellenentfernung beigetragen hat.

Aufklärung ist wichtig

Das Legionellenproblem ist noch lange nicht gelöst. Trotz umfangreichen Wissens ist nach wie vor Aufklärung und Information bei allen

Beteiligten wichtig. Die Gesetze, Regelwerke, Richtlinien und Empfehlungen reichen aus – obwohl das eine oder andere überarbeitungsbedürftig ist – um ein Auftreten dieser Bakterien zu verhindern. Eine „goldene Generallösung“ gibt es nicht. Die Sanierungsverfahren sind weiterzuentwickeln, hier sollte mehr praxisorientierte Forschung betrieben werden. Auch das Thema Analytik ist aufgrund weiterer Fortschritte in der Molekularbiologie kritisch zu untersuchen. Wichtig ist zukünftig die ganzheitliche Betrachtung unter Einbeziehung und Bedeutung des Biofilms. Hier gibt es interessante Forschungsvorhaben, die die Bedeutung des Biofilms detaillierter untersuchen. Ganz entscheidend ist, dass der Betreiber und sein Personal sich der Gefahr bewusst ist und sich konsequent an die Vorgaben zur Verhinderung von Legionellen hält.



Unser Autor Dr. **Heinz Rötlich** ist Branchenverantwortlicher für den Bereich Gesundheitswirtschaft (Kliniken, Krankenhäuser, Pflegeheime etc.) bei Grünbeck und Experte rund um das Thema „Hygiene in der Trinkwasserinstallation“, speziell zur Legionellenproblematik. In dieser Funktion hält er regelmäßig Fachvorträge vor Handwerkern, Planern und Architekten

matik. In dieser Funktion hält er regelmäßig Fachvorträge vor Handwerkern, Planern und Architekten