

---

## **Legionellenproblematik im Trinkwasser Vorkommen, Infektion, Gefahrenpotenzial, Prävention und Sanierung**

Die Bakteriengattung Legionella wurde 1976 erst nachgewiesen, als in einem Hotel in Philadelphia/USA eine Epidemie ausbrach, an der mehr als 200 Menschen erkrankten und ca. 30 verstarben. Allerdings konnten bereits früher z.B. 1947 (1968, Pontiac etc.) schon Legionellen als verantwortliche Keime für Epidemien identifiziert werden. Seit Mitte der achtziger Jahre werden die Probleme der Seuchenhygiene durch Legionellen-Besiedlung von Warmwasserverteilungssystemen in Deutschland diskutiert.

Mit Legionella pneumophila als epidemiologisch wichtigster Art sind derzeit 48 Legionellen-spezies bekannt, die 70 verschiedene Serogruppen umfassen. Für Legionella pneumophila sind 15 Serogruppen bekannt (Fields 2002). Generell sind alle Legionellen als potenziell human-pathogen anzusehen, Legionella-Infektionen können sich als relativ harmloses Pontiac-Fieber oder als meist schwere mit Lungenentzündung verlaufende Legionellose (Legionärskrankheit, Legionella-Pneumonie) manifestieren.

### **1. Eigenschaften und Vorkommen von Legionellen**

Legionellen sind weltweit in der Natur als Bestandteil der Mikroflora des Wassers vorkommende aerobe Bakterien, die in geringer Zahl in allen Oberflächengewässern und im Grundwasser vorhanden sind (und sich auch nachweislich in salzhaltigen Gewässern halten und vermehren). Von dort aus können sie (trotz technisch üblicher Wasseraufbereitung) mit dem Rohwasser in Trinkwassersysteme und sonstige wasserführende Systeme gelangen. Legionellen leben in einer Art Mikrokosmos, z.B. in Protozoen des Biofilms und können sich in Wirtszellen, z.B. Amöben intrazellulär vermehren. Ihre Konzentration im Wasser hängt ab von längeren Verweilzeiten (Stagnation), geeigneten Nahrungsgrundlagen (z.B. Sedimente in Behältern), dem Säuregrad und vor allem von der Temperatur. Laut Fields (2002) findet die Vermehrung in einem Temperaturbereich zwischen 25 bis 45 Grad statt, das optimale Wachstum liegt bei 35 Grad. Andere Quellen benennen eine Spannweite von 25 bzw 30 Grad bis 45 bzw. 50 Grad und ein Optimum bei 37 Grad. Erst ab 50 Grad wird das Wachstum gehemmt, ab 55 Grad kommt es langsam zum Absterben, während Temperaturen über 60 Grad in der Regel nicht überlebt werden. In den Zysten (widerstandsfähige Dauerformen) von Amöben können die Legionellen großen Schwankungen der Temperatur, des Säuregrads, bioziden Substanzen ebenso wie den üblichen Trinkwasseraufbereitungsmaßnahmen widerstehen.

### **2. Krankheitsstatistik**

Seit dem 1.1.01 gibt es in der Bundesrepublik im §7 des Gesetzes zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionen bei Menschen (Infektionsschutzgesetz) eine Meldepflicht für Legionelleninfektionen. Somit werden erst in einigen Jahren zuverlässige Zahlen über tatsächliche Erkrankungen zur Verfügung stehen. Etwa 3,4% bis 7% der ambulant erworbenen Pneumonien sind vermutlich auf die Legionärskrankheit zurückzuführen, was in Deutschland bei vorsichtiger Schätzung mindestens 6.000 (bis 10.000) Fällen entsprechen dürfte. Die Letalität ist abhängig von der gesundheitlichen Konstitution der Erkrankten und liegt um 15%, kann aber bei

unbehandelten immundefizienten Patienten auf bis zu 80% ansteigen (RKI 2001). Anhand der Meldedaten von 2002 ergab sich in Deutschland eine Letalität von 9,7%. Laut RKI dürften aber in Deutschland nicht alle durch Legionella hervorgerufenen Erkrankungen als solche erkannt werden; insbesondere die leichte Form als Pontiac-Fieber wird nicht entsprechend diagnostiziert und im Falle einer Legionella-Pneumonie fehlt häufig die spezifische Erregerdiagnostik. Neue Ergebnisse der Meldepflicht seit IfSG 2001 finden sich im Infektionsepidemiologischen Jahrbuch meldepflichtiger Erkrankungen für 2002 bzw. 2001 sowie in ausführlicherer Form im Jahresbericht Legionellen 2002 im Epidemiologischen Bulletin Nr. 45. Nov. 2003 bzw. Nr. 36. Sept. 2002 mit den Daten von 2001 (Download über [www.RKI.de](http://www.RKI.de)).

In der Schweiz gibt es nach der seit 1998 gültigen Meldepflicht in etwa 50 -100 registrierte Erkrankungsfälle pro Jahr, für die USA wird von jährlich 600 - 1 300 gemeldeten Fällen und ebenso von einer hohen Dunkelziffer (8 000-18 000) ausgegangen. Nach verschiedenen Studienergebnissen sind 1 - 40% aller Fälle nosokomiale Infektionen, über die Problematik in Krankenhäusern und Altenheimen etc. finden sich u.a. umfangreiche Darstellungen unter

- Robert-Koch-Institut Berlin  
([http://www.rki.de/GESUND/HYGIENE/HYGIENE.HTM?/GESUND/HYGIENE/H\\_LEG.HTM&1](http://www.rki.de/GESUND/HYGIENE/HYGIENE.HTM?/GESUND/HYGIENE/H_LEG.HTM&1))
- Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit, Universitätsklinik Bonn  
(<http://www.meb.uni-bonn.de/hygiene/index2.htm>),
- Bundesamt für Gesundheit , Schweiz  
(<http://www.bag.admin.ch/infekt/krank/legio/d/index.htm>),
- Swiss-NOSO Nosokomiale Infektionen und Spitalhygiene  
(<http://www.hospvd.ch/swiss-noso/>).

## **2.1 Übertragung und Infektion**

Eine Infektion durch Legionellen geschieht am häufigsten durch Einatmen (Inhalation) der Erreger, im Besonderen von infizierten Amöben/Amöbenpartikeln in entsprechend hoher Konzentration über ein aerosolhaltiges Luft-Wasser-Gemisch (Tropfendurchmesser 2-5 µm) aus der Umwelt, z.B. beim Duschen. Durch Aspiration kann es auch über erregerhaltiges Becken- und Leitungswasser zu Erkrankungen kommen. Laut Association of Water Technologies ist eine Infektion auch beim Trinken bzw. Schlucken erregerhaltigen Wassers nicht auszuschließen, da insbesondere bei Lungenkranken oder Rauchern der Schluckreflex nicht vollständig funktioniert und somit Flüssigkeit in den Atemtrakt und damit in die Lunge gelangen könnte. Eine Übertragung durch infizierte Personen ist nicht möglich, Wundinfektionen sind äußerst selten.

## **2.2 Krankheitsverlauf**

Erkrankungen beim Menschen sind trotz der weiten Verbreitung der Keime selten. Z.T. widersprüchlich sind Untersuchungsergebnisse zur Infektionsdosis (fehlende Infektion trotz hoch kontaminierter Wassersysteme bzw. Infektion trotz minimaler Kontamination), was sich aus der Tatsache erklärt, dass Legionellen ihre Virulenzgene intrazellulär aktivieren, somit also infizierte Amöben(partikel) für die Übertragung bedeutsam sind. Die pathogene Wirkung hängt u. a. von der bakteriellen Belastung des Wassers, der Art des Aerosols, der Wirksamkeit der Verbreitung aus einem Reservoir, der Virulenz des Stammes und den natürlichen Abwehrkräften des Betroffenen ab (BAG 1999). Generell sind Personen mit einem immunschwachen Gesundheitszustand, die auf eine entsprechend hohe Konzentration von Erregern in Aerosolen anfällig reagieren, als gefährdeter Kreis anzusehen. Dazu gehören vor allem ältere Menschen, Raucher, chronisch Kranke und durch akute Behandlungen Geschwächte. Männer erkranken etwa doppelt so häufig wie Frauen, Extremsportler (nach Hochleistung wie z.B. Triathlon) scheinen ebenso einem verstärkten Risiko ausgesetzt. Eine Häufung der Erkrankungen zeigt sich über den Sommer und Herbst. Ausführliche Darstellungen zu Risikogruppen, Krankheitsverlauf, Diagnostik, Nachweis und Therapie finden sich in RKI 2001, BAG 1999, Pleischl 2001, Fields 2002.

Eine Legionelleninfektion kann sich als Pontiacfieber oder Legionellen-Pneumonie manifestieren (Tab. 1).

**Pontiac-Fieber:** Nach einer Inkubationszeit von 5-66 Stunden (im Durchschnitt 24-48 Stunden) kommt es in den meisten Fällen des Pontiac-Fiebers zu grippeähnlichen Erscheinungen mit Abgeschlagenheit, Myalgien, Husten, Fieber und Kopf-, Glieder- und Thoraxschmerzen, die nach wenigen Tagen ohne medikamentöse Behandlung und ohne Folgeerscheinungen wieder abklingen. Zahlen im Rahmen des Pontiac-Fiebers sind, da viele Infektionen nicht bekannt werden, nur schwer zu erfassen.

**Legionella-Pneumonie:** Bei der ebenfalls durch eine Legionelleninfektion nach 2-10 Tagen Inkubation ausgelösten Legionella-Pneumonia (Legionärskrankheit) reicht der Schweregrad der Erkrankung von Husten mit leichtem Fieber bis hin zur beatmungspflichtigen Pneumonie mit Multiorganversagen. Es können sich z.T. schwerwiegende gesundheitliche Schäden herausbilden, die nur antibiotisch behandelt werden und bei unbehandelten Fällen zum Tode führen können. Problematisch erweist sich dabei insbesondere die mangelhafte Diagnose.

### **3. Gefahrenherde und mögliche Quellen der Exposition**

Zu einer hohen Anreicherung von Legionellenkeimen kommt es typischerweise in Heißwassertanks sowie in Bereichen des Wasserleitungssystems, in denen gelegentlich oder regelmäßig eine Stagnation des Wassers eintritt, vor allem über Wochen stagnierende/tote Wasserleitungen, vorübergehend nicht genutzte Wohnungen, Neubauten, Sanierungen und Umbauten, saisonal betriebene Anlagen (z.B. Campingplätze, Freibäder), Sportanlagen, hydrotherapeutische Einrichtungen (Sauna, Whirlpool, Fontänen, Rutschen etc.), Hallenbäder, Springbrunnen etc.. Besonders sensibel sind die zentralen Wasserversorgungen in Krankenhäusern, Sanatorien, Altenheimen, Hotels und Zahnarztpraxen (Mundspüleinrichtungen), auch wegen des stärker „gefährdeten“ Nutzerkreises. Des Weiteren stehen auch technische Anlagen wie z.B. die Wasserstrahltechnik in Produktionsstätten (Reinigung, Autowaschanlagen), Kühltürme oder auch Lüftungsanlagen mit Aerosolbildung in der Diskussion, wenn nicht durch regelmäßige Wartung und Reinigung, gegebenenfalls Biozideinsatz, Verdampfung statt mechanischer Luftbefeuchtung oder Sterilwasser eine mögliche Legionellenübertragung verhindert wird.

Fakultative Infektionsquellen für Legionellosen müssen sehr differenziert betrachtet werden hinsichtlich hygienischer Überwachung und tatsächlich vorhandenem Expositionspotenzial:

- öffentliche Gebäude

Nach der neuen Trinkwasserverordnung 2001 werden in Deutschland Gebäude, in denen Wasser für die Öffentlichkeit bereitgestellt wird, regelmäßig auf Legionellen untersucht. Eine Kontrolle und Sanierung von Leitungen (Tab. 2, DVGW) ist erst ab 1000 Erregern pro 100 ml Liter Wasser angezeigt, bei mehr als 10 000 Erregern / 100 ml) kann das zuständige Gesundheitsamt Akutmaßnahmen, wie z.B. Duschverbot, aussprechen, bis eine entsprechende Sanierung erfolgt ist. Für die Überwachung von Schwimmbeckenwasser gelten die Regelungen der DIN 19643-1.

- häuslicher Bereich

Die Betreiber von Hausinstallationen sind nach Trinkwasserverordnung 2001 für den Betrieb ihrer Anlagen gemäß der allgemein anerkannten Regeln der Technik verantwortlich. Zum Thema Legionellen sind die Hinweise für Planung, Bau, Betrieb und Überwachung gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 551 verbindlich. Insbesondere große Gebäude mit komplexen Installationssystemen können aufgrund überdimensionierter Leitungsnetze, ungenügender Abisolierung des Kaltwasserbereichs, unbekannter Rohrmaterialien und fehlerhaft betriebener Warmwasserbereitung ein erhöhtes Gefährdungspotenzial darstellen. Mögliche Gefahrenpotenziale bestehen auch z.B. bei Nutzung einer zentralen Warmwasserversorgung durch mehrere Häuser.

- Warmwasserversorgungsanlagen in Großgebäuden  
(z.B. Krankenhaus, Hotel, Sportstätte)

Hinweise zur ausführlichen Diskussion der Legionellen-Problematik in Gebäuden mit sensiblen Personengruppen z.B. in Krankenhäusern finden sich unter „Krankheitsstatistik“.

**Tab 1: Krankheitscharakteristika durch Legionella pneumophila**

| <b>Bakterium Legionella pneumophila</b><br><b>Krankheitsverlauf Legionella-Pneumonie (Legionärskrankheit) und Pontiac-Fieber</b>  |  |
|---|--|
| Übertragung erfolgt ausschließlich aus der Umwelt durch Inhalation eines erregerehaltigen Aerosols (feine Wassertropfen) oder durch (Mikro-) Aspiration. Vorrangige Infektionsquellen sind Leitungssysteme zur Warmwasseraufbereitung (z.B. Duschen oder andere sanitäre Einrichtungen)   |  |
| <b>Pontiac-Fieber</b>   | <b>Legionella-Pneumonie (Legionärskrankheit)</b>   |
| <b>Inkubationszeit</b>  |  |
| 24 – 48 Stunden   | 2 – 10 (14) Tage   |
| <b>Symptome</b>   |  |
| Keine Lungenbeteiligung<br>Fieber, Husten, Abgeschlagenheit, Myalgien, Erkältungssymptome, Kopf-, Glieder, Muskel-, Gelenk-, Thoraxschmerzen, Durchfall   | Ähnlicher Krankheitsverlauf wie Pontiac-Fieber mit Lungenentzündung<br>Fieber, Husten, Myalgien, Übelkeit, Erbrechen, Kopfschmerzen, Durchfall, Verwirrheitszustände; Lungenentzündung |
| <b>Verlauf</b>  |  |
| Nach kurzer Zeit, ca. 2 - 5 Tagen folgenlose Genesung   | Ohne medikamentöse Behandlung schwerer Verlauf mit z.T. bleibenden Schäden oder sogar tödlichem Ausgang  |
| <b>Therapie</b>   |  |
| Symptomatische Behandlung   | Antibiotika-Einsatz: Ansprechen auf die antibiotische Therapie meist nach 3-5 Tagen, Gesamtdauer ca. 10-14 Tage, z.T. länger   |
| <b>Inzidenz</b>   |  |
| 5 Legionellen-Erkrankungen pro 1.000.000 Einwohner in Deutschland 2002, (international 10,2 Erkrankungen/1 Mio EW)  |  |
| <b>Krankheitsfälle</b>  |  |
| Kaum erfasst aufgrund harmlosen Verlaufs  | Vorsichtige Schätzungen: Min. 6000 Krankheitsfälle / Jahr im Vergleich USA: Schätzungen auf 8000-18000 / Jahr  |
| <b>Letalität</b>  |  |
| 0%  | 9,7 % (2002: 28 Todesfälle in Deutschland)   |
| <b>Meldepflicht</b>   |  |
| Infektionsschutzgesetz Jan 2001: Labordiagnostischer Nachweis von Legionella s.p. gemäß §7 Abs. 1   |  |
| <b>Risikopersonen</b>   |  |
| ältere Personen, Männer mehr als doppelt so häufig als Frauen; Personen mit ausgeprägter Abwehrschwäche, auch durch die Einnahme immunsuppressiver Medikamente Geschwächte; chronisch Kranke (Lunge, Herz, unzureichende Nierentätigkeit, Diabetes, Leberzirrhose, entzündliches Rheuma, chronische Bronchitis, maligne Bluterkrankungen, Neoplasien etc.), starke Raucher oder Trinker; Personen in Stresssituationen;   |  |
| <b>Gefahrenstellen</b>  |  |
| Generell Wasser als Aerosol (2-5 µm, feine Wassertropfen), z.B. beim Duschen<br>Trinkwassersysteme innerhalb von Gebäuden (z.B. Sportanlagen, Schwimmbäder, Hotels, Campingplätze, Krankenhäuser, Altenheime, Kasernen, Industrie etc.)<br>Raumtechnische Anlagen / Klimaanlage mit Luftbefeuchtung<br>Warmsprudelbecken (Whirlpools), Fontänen, Rutschen, Hydrotherapie<br>Dentaleinheiten (Mundspüleinrichtungen etc.)<br>Ungechlorte Springbrunnen<br>Autowaschanlagen ohne ausreichende Aufbereitung bzw. Desinfektion<br>Kühltürme<br>u.a.m. |  |

**Tab. 2: DVGW-Arbeitsblatt W 551 NEU! Bewertung von Legionellenbefunden**  
(Fassung Dez 2003 genehmigter Auszug DVGW, gepl. Veröffentlichung Mai 2004)

| <b>DVGW-Arbeitsblatt W 551</b>   |                             |   |  |   |
|--|-----------------------------|---|--|---|
| <b>Tabelle 1 a: Bewertung von Legionellenbefunden bei einer orientierenden Untersuchung *)</b> |                             |   |  |   |
| <b>Legionellen (KBE/100ml)<sup>1)</sup></b>  | <b>Bewertung</b>            | <b>Maßnahmen</b>  | <b>weitergehende Untersuchung (s. Tabelle 1 b)</b> | <b>Nachuntersuchung</b>                       |
| > 10000  | Extrem hohe Kontamination   | Direkte Gefahrenabwehr erforderlich, (Desinfektion und Nutzungseinschränkung, z.B. Duschverbot)<br>Sanierung erforderlich | unverzüglich                                       | 1 Woche nach Desinfektion bzw. Sanierung<br>- |
| > 1000   | hohe Kontamination          | Sanierungserfordernis ist abhängig vom Ergebnis der weitergehenden Untersuchung   | umgehend   | -   |
| ≥ 100  | Mittlere Kontamination      | keine   | innerhalb von 4 Wochen                             | -   |
| < 100  | Keine/geringe Kontamination | keine   | Keine  | nach 1 Jahr<br>(nach 3 Jahren) <sup>2)</sup>  |

<sup>1)</sup> KBE = Koloniebildende Einheit  
<sup>2)</sup> Werden bei zwei Nachuntersuchungen im jährlichen Abstand weniger als 100 Legionellen in 100 ml nachgewiesen, kann das Untersuchungsintervall auf maximal 3 Jahre ausgedehnt werden.

Wird die orientierende Untersuchung gleich mit einem Probenumfang durchgeführt, der dem einer weitergehenden Untersuchung entspricht, gelten die in der Tabelle 1b angegebenen Maßnahmen direkt.

| <b>DVGW-Arbeitsblatt W 551</b>   |   |  |                                   |  |
|--|---|--|-----------------------------------|--|
| <b>Tabelle 1 b: Bewertung der Befunde bei einer weitergehenden Untersuchung *)</b> |   |  |                                   |  |
| <b>Legionellen (KBE/100ml)<sup>1)</sup></b>  | <b>Bewertung</b>                          | <b>Maßnahme</b>  | <b>Weitergehende Untersuchung</b> | <b>Nachuntersuchung</b>                                |
| > 10000  | extrem hohe Kontamination                 | Direkte Gefahrenabwehr erforderlich, (Desinfektion und Nutzungseinschränkung, z.B. Duschverbot);<br>Sanierung erforderlich | unverzüglich                      | 1 Woche nach Desinfektion bzw. Sanierung <sup>2)</sup> |
| > 1000   | Hohe Kontamination                        | Kurzfristige Sanierung erforderlich  | Innerhalb von max. 3 Monaten      | 1 Woche nach Desinfektion bzw. Sanierung <sup>2)</sup> |
| ≥ 100  | Mittlere Kontamination                    | Mittelfristige Sanierung erforderlich  | Innerhalb max. 1 Jahr             | 1 Woche nach Desinfektion bzw. Sanierung <sup>2)</sup> |
| < 100  | keine nachweisbare /geringe Kontamination | keine  | -                                 | nach 1 Jahr<br>(nach 3 Jahren) <sup>3)</sup>           |

<sup>1)</sup> KBE: Koloniebildende Einheit  
<sup>2)</sup> Werden bei 2 Nachuntersuchungen in vierteljährlichem Abstand weniger als 100 Legionellen in 100 ml nachgewiesen, braucht die nächste Nachuntersuchung erst nach einem Jahr nach der 2.Nachuntersuchung vorgenommen zu werden. Diese Nachuntersuchungen können entsprechend dem Schema der orientierenden Untersuchung (Tabelle 1a) durchgeführt werden.  
<sup>3)</sup> Werden bei Nachuntersuchungen im jährlichen Abstand weniger als 100 Legionellen in 100 ml nachgewiesen, kann das Untersuchungsintervall auf maximal 3 Jahre ausgedehnt werden.

\*) Die Untersuchungen und Bewertungen sind nach der jeweils gültigen Empfehlung des Umweltbundesamtes vorzunehmen.

#### **4. Prävention**

Zum einen muss sich die Prävention von Legionellen auf die Verminderung der massiven Verkeimung von (warm)wasserführenden, aerosolbildenden Systemen fixieren, zum anderen Aerosolkontakte vermindern.

Für alle Trinkwasser-Installationen in öffentlich und privat genutzten Gebäuden gilt das Arbeitsblatt DVGW W 551 bei Planung, Bau, Betrieb, Überwachung und Sanierung; damit kommt die allgemein gültige Verpflichtung zur Einhaltung der technischen Regeln auch z.B. in älteren Gebäuden zum Tragen. Eine übermäßig starke Legionellenvermehrung ist bei Beachtung einiger grundsätzlicher, vorsorgender Faktoren bau- und betriebstechnischerseits als relativ gering anzunehmen:

- regelmäßige Erwärmung des Warmwassers im Boiler auf mindestens 60 Grad, möglichst 1 x Tag, am Boileraustritt müssen 60 Grad eingehalten werden,
- Zirkulationstemperaturen im Netz von mehr als 55 Grad,
- gleichmäßige Durchströmung gewährleisten (z.B. durch Strang-Regulierventile),
- Vermeidung von langen, weit verzweigten Heißwassersystemen und Toträumen bzw.
- dezentrale Trinkwassererwärmung (z.B. Durchlauferhitzer an weit entfernten oder selten benutzten Entnahmestellen),
- Vermeidung unnötiger Wasseranschlüsse oder stehender Leitungsabschnitte,
- Abisolierung der Kaltwasserleitungen, um eine Erwärmung und damit eine Verbesserung der Lebensbedingungen für Legionellen in eben diesen zu verhindern.

#### **5. Abhilfemaßnahmen und Legionellenbekämpfung**

Aufgrund vielfacher Untersuchungen ist davon auszugehen, dass es weitaus komplizierter ist, die periphere Lokalbesiedlung mit Legionellen (Stagnationswasser) in den Griff zu bekommen als die systemische Besiedlung (Fließwasser) und dass zudem jede periphere Stelle unterschiedlich besiedelt sein kann.

Eine wichtige Voraussetzung für alle Sanierungsverfahren ist eine gleichmäßige Durchströmung der Leitungen. Dafür ist ein „hydraulischer Abgleich“ von Zirkulationssystemen nach DVGW-Arbeitsblatt W 553 durchzuführen. Auch bei bereits abgeglichenen Verteilungsnetzen ist eine Überprüfung und ggf. Anpassung an veränderte Abgabebedingungen sinnvoll.

Zur Bekämpfung von Legionellenverkeimungen ist meist die Anwendung verschiedener Methoden in z.T. sehr unterschiedlichen Zeitabständen notwendig und die Kenntnis des Leitungsnetzes und des verwendeten Materials vorausgesetzt (Tab. 3). Abhängig von Materialeigenschaften sind nur bestimmte Bekämpfungsverfahren einsetzbar: So kommt es z.B. bei feuerverzinkten Eisenleitungen im Warmwasserbereich durch eine thermische Desinfektion zu starken Korrosionen.

Generell müssen bei einer Sanierung vorhandene Wuchsbeläge entfernt werden, da sonst trotz erfolgter thermischer Abtötung eine Wiederverkeimung geeignete Nährböden vorfände und die Ausgangsbelastung innerhalb weniger Tage wieder erreicht würde.

Somit muss im Falle einer Sanierungsmaßnahme

- eine schnellstmögliche sichere Abtötung,
- das Entfernen der Wuchsbeläge und
- das Vermeiden einer Wiederverkeimung gewährleistet werden.

Bei thermischen Legionellenbekämpfungsaktionen müssen nicht nur der Bereich des Heizkessels, sondern auch die Leitungsstrecken entsprechend berücksichtigt werden, des weiteren darf das (behandelte) Heißwasser nicht mit Kaltwasser zur Verbrühungsvermeidung verschnitten werden, da dadurch wiederum eine Aufkeimung möglich wird.

Die technische Regel DVGW W 551 gibt gegebenenfalls Hinweise zur Sanierung von Anlagen. Die hygienisch-mikrobiologische Untersuchung, Überwachung und Bewertung muss durch ein nach dem IfSG zugelassenes Institut mit entsprechenden Nachweismethoden (Bgesbl. 2000; UBA 2000) durchgeführt werden.

**Tab. 3: Vor- und Nachteile unterschiedlicher Legionellenbekämpfungsmaßnahmen**  
(nach Schindler 2004, verändert)

| Maßnahme   | Vorteile   | Nachteile   |
|--|--|---|
| <b>Thermische Desinfektion</b>   | → sichere Legionellenabtötung<br>→ keine Chemikalienzusätze  | → keine Wuchsbelagsentfernung<br>→ rasche Wiederverkeimung<br>→ Verbrühungsgefahr am Austritt<br>→ Rohrmaterial z.T. nicht hitzebeständig<br>→ hoher Organisations-, Energie- und Personalaufwand<br>→ problematisch bei Rund-um-die-Uhr-Betrieb (Krankenhaus, Hotel etc.)<br>→ mgl. Erwärmung der Kaltwasserseite mit folgender Aufkeimung<br>→ nicht bzw. nur aufwendig mit Solarenergie, Wärmepumpen etc. kombinierbar |
| <b>Intermittierende Aufheizung des Heizkessels auf <math>\geq 70\text{ °C}</math></b>  | → Legionellenminimierung im Kessel   | → keine Wirkung im Leitungsnetz   |
| <b>Temperatur nach DVGW:<br/>Heizkessel <math>\geq 60\text{ °C}</math><br/>Warmwasserzirkulation <math>\geq 55\text{ °C}</math></b>                                | → Legionellenminimierung (Empfehlenswert bei Neuinstallationen)  | → vielfach Leitungsüberdimensionierung<br>→ mögliche Erwärmung von Kaltwasserstagnationszonen mit folgender Aufkeimung  |
| <b>Chlorung</b><br>(Chlordioxid bildet keine HKW und ist etwa 4x wirksamer als Chlorbleichlauge)<br><b>Chlorelektrolyseverfahren</b><br><b>Anodische Oxidation</b> | → sichere Abtötung einzelner Legionellen bei Dauereinwirkung:<br>→ keine oder verzögerte Biofilmbildung<br>→ langfristiger Abbau von Biofilmen<br>→ Depotwirkung | → Chemikaliengabe (mit möglichen Auswirkungen auf die Wasserqualität)<br>→ Legionellen in Biofilmen und Einzellern werden ungenügend abgetötet  |
| <b>UV-Bestrahlung</b>  | → sichere Abtötung einzelner Legionellen<br>→ keine Chemikaliengabe  | → Legionellen in Biofilm-Partikeln und Einzellern werden ungenügend abgetötet<br>→ keine Depotwirkung<br>→ kein Biofilmbau im System  |
| <b>UV-Bestrahlung mit Ultraschallbehandlung</b>  | (Ultraschall soll Legionellen aus Biofilmen und Einzellern zur sicheren Abtötung vereinzeln)<br>→ wie bei UV-Bestrahlung   | wie bei UV-Bestrahlung<br>→ keine Depotwirkung<br>→ kein Biofilmbau im System<br>→ zuverlässige Legionellenfreisetzung durch Ultraschall nicht gutachtlich bestätigt  |
| <b>Peroxid-Verbindungen</b>  | → Ablösung von Biofilmen   | → nicht zulässig zur Dauerdesinfektion  |
| <b>Filter</b>  | → „Sterilität im Filtrat“  | → keine Depotwirkung<br>→ kein Biofilmbau im System<br>→ kostenintensiv → Druckabfall<br>→ mögliche Material- und Personalfehler  |

## Fazit

Legionellen stehen maßgeblich mit dem Warmwasser-Niedrigtemperaturbereich im Zusammenhang. Eine akzeptabel niedrige Legionellenbesiedlung ließe sich relativ zuverlässig mit Temperaturmessungen bestätigen und ist in nach den derzeitigen Regeln der Technik gebauten und betriebenen Gebäuden auch anzunehmen. Die neue Fassung der DVGW 551 fordert auch in Altgebäuden einen aktuellen technischen Standard und minimiert somit das Risiko einer Legionellenverkeimung. Eine akzeptable niedrige systemische Verkeimung ist sowohl in Neu- als auch Altbauten erreichbar, derzeit sind jedoch punktuelle endständige Legionellen-fördernde Temperaturbereiche und somit lokal extrem kontaminierte einzelne Zapfstellen aufgrund z.B. technischer Fehlkonstruktionen nicht auszuschließen.

Entkalkung, häufige Reinigung oder Austausch von Dichtungen oder Stahlreglern, Einbau von Armaturen mit verminderter Aerosolbildung sowie der bei einer peripheren Verkeimung sinnvoller Ablauf des Stagnationswassers vor Gebrauch sind hier als Vorortmaßnahmen nützlich. Inwieweit in der Praxis für viele Altbauwerke von einer entsprechenden Umgestaltung des Leitungsnetzes in absehbarer Zeit ausgegangen werden kann, wird sich erst durch künftige Überwachungsergebnisse zeigen. Die Dauerdosierung von Chemikalien als Legionellen-Bekämpfungsstrategie hat sich nicht als erfolgreich erwiesen, betriebs- und bautechnische Maßnahmen sind mittel- und langfristige die notwendigen Vorgehensweisen.

Sämtliche Entnahmestellen regelmäßig zu überwachen ist unrealistisch, im Falle einer Erkrankung muss dann jedoch gezielt nach einer peripheren Verkeimung gesucht werden. Um eine Übertragung aus einem verdächtigen Wassersystem zu bestätigen, müssen Patienten- und entsprechende Umweltisolate genetisch feintypisiert werden.

Es gibt Hinweise, dass sich Kaltwasserbereiche durch extreme Wetterlagen verstärkt „aufheizen“, z.B. wurden im „Jahrhundertssommer 2003“ in Trinkwassertalsperren und in den Hauptsträngen einiger bayerischer Gemeinden (Messungen von Schindler 2003) bis auf 17 bis 18 Grad erhöhte Wassertemperaturen gemessen, wodurch eine Legionellenaufkeimung gefördert werden kann. Generell kann bislang davon ausgegangen werden, dass das angelieferte Kaltwasser der Gemeinden nur vernachlässigbare Legionellenanzahlen liefert, die DIN 1988 gibt 25 Grad Wassertemperatur als kritische Grenze an.

### **Weiterführende Beratung und Information**

Konsiliarlaboratorium für Legionellen  
(Beratung, Diagnostik, Stammtypisierung)  
Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene  
des Universitätsklinikums der TU Dresden  
Fiedlerstr. 42, 01307 Dresden  
Ansprechpartner: Herr Dr. Chr. Lück  
Tel.: 0351 / 458 6580 / 6554  
Fax: 0351 / 458 6310  
E-Mail: christian.lueck@mailbox.tu-dresden.de

Robert-Koch-Institut Berlin  
Abteilung 3 / Infektionsepidemiologie  
Fachgebiet 33 Respiratorische Erkrankungen und Impfprävention  
Seestraße 10  
13353 Berlin  
Tel.: 01888 754-0

Umweltbundesamt  
(Expertise in technischen Fragen)  
Forschungsstelle Bad Elster  
Heinrich-Heine-Str. 12  
08645 Bad Elster  
Ansprechpartner: Herr Benedikt Schaefer  
Tel.: 037437 / 76-225  
Fax: 037437 / 76-219  
E-Mail: benedikt.schaefer@uba.de

**Autorin:** Gabriele Behling, FLUGS Fachinformationsdienst, GSF-Forschungszentrum

**Stand:** Mai 2004

**Wissenschaftliche Beratung:** Dr. Bonita Brodhun, RKI Robert-Koch-Institut Berlin, Benedikt Schaefer, UBA Umweltbundesamt Bad Elster, Dr. Peter Schindler, LGL Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit München

## Literatur / Internetadressen

Association of Water Technologies (AWT) (2003): Legionella 2003: An Update and Statement by the Association of Water Technologies (AWT)  
<http://www.awt.org>

Bundesamt für Gesundheit BAG, Schweiz (1999): Legionellen und Legionellose: Biologische Merkmale, Epidemiologie, Klinik, Umgebungsuntersuchungen, Prävention und Bekämpfungsmaßnahmen.  
<http://www.bag.admin.ch/infekt/krank/legio/d/index.htm>

DVGW Technische Regel-Arbeitsblatt W 551 (12/2003); Veröffentlichung geplant Mai 2004: Trinkwassererwärmungs- und Leitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen

DIN 19643-1: Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser. Teil 1: Allgemeine Anforderungen; 1997

Fields, Barry S. et al (2002): Legionella and Legionnaires' Disease: 25 Years of Investigation; Clin Microbiol Rev. July 2002, p. 506-526

Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz – IfSG) vom 20. Juli 2000. BGBl 2000 Teil I Nr. 33, S. 1045-1077

Heller, R. et al. (1998): Effect of salt concentration and temperature on survival of Legionella pneumophila. Lett. Appl. Microbiol. 26 (1998) 64-68

Nachweis von Legionellen in Trinkwasser und Badebeckenwasser (2000). Empfehlung des Umweltbundesamtes. Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 43 (2000) 911-915, Springer Verlag

Pleischl, S., Engelhart, S., Exner, M. (2001): Arbeitspapier Legionellose; Medizinische und umwelthygienische Gesichtspunkte. Institut für Hygiene und öffentliche Gesundheit der Universität Bonn.  
Download über <http://www.meb.uni-bonn.de/hygiene/forschung/legionellose.pdf>

Robert-Koch-Institut (RKI) (2001): Legionellose. Ratgeber Infektionskrankheiten Epid. Bull. Nr. 49 (1999) 369-372; aktualisiert Okt. 2001

<http://www.rki.de/INFEKT/INFEKT.HTM>

RKI (2003): Legionellose im Jahr 2002. Epid. Bull. Nr. 45 (2003) 362-366.

RKI (2002): Legionellose in Deutschland 2001. Epid. Bull. Nr 36 (2002) 306-308

Ruef, Ch.; Francioli, P. (1997): Prävention der nosokomialen Legionelleninfektion. In: Swiss-NOSO, Bd 4, No 2, Juni 1997. <http://www.hospvd.ch/swiss-noso/d42a1.htm>

Ruef, Ch.; Pagano, E.; Raeber P. Gaia, V., Peduzzi, R. (1998): Legionellen im Spital – Praktische Hinweise für das Screening. In: Swiss-NOSO, Bd 5, No 2, Juni 1998

<http://www.hospvd.ch/swiss-noso/d52a2.htm>

Schindler, Peter (2004): Legionellen im Trinkwasser, in: Seminarband „Wasser – Reservoir des Lebens. Aktuelle Fragen zu Wasserversorgung und –hygiene“, Hrsg: FLUGS-Fachinformationsdienst Lebenswissenschaften, Umwelt und Gesundheit, GSF-Bericht 01/04; Bezug: GSF-Forschungszentrum, Ingolstädter Landstr.1, 85764 Neuherberg  
<http://www.gsf.de/flugs/seminarband1.phtml>

Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches SVGW (2001): Merkblatt: Legionellen in Trinkwasserinstallationen – Was muss beachtet werden? <http://www.svgw.ch>

Umweltbundesamt UBA (2000): Erarbeitung einer einheitlichen Methode zum Nachweis von Legionellen aus Trink- und Badebeckenwasser. Pressemitteilung 25.Juli 2000. Berlin

Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung vom 21. Mai 2001. BGBl. I Nr. 24 (2001): 959-980

Verordnung über die Qualität von Schwimm- und Badebeckenwasser (Schwimm- und Badebeckenwasserverordnung – SchwBadebWV); Entwurf vom 4. August 2000

Association of Water Technologies

<http://www.awt.org>

European Working Group on Legionella Infections (EWGLI)

<http://www.ewgli.org>

<http://www.legionella.com>

<http://www.legionella.org>