



22. August 2018

**August 2018**

# Legionellen und Legionellose BAG-/BLV-Empfehlungen

Bundesamt für Gesundheit BAG  
Schwarzenburgstrasse 155, 3003 Bern  
Website: [www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch)  
E-Mail: [info@bag.admin.ch](mailto:info@bag.admin.ch)  
Telefon: +41-(0)58 463 87 06

Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV  
Schwarzenburgstrasse 155, 3003 Bern  
Website: [www.blv.admin.ch](http://www.blv.admin.ch)  
E-Mail: [info@blv.admin.ch](mailto:info@blv.admin.ch)  
Telefon: +41-(0)58-4633033

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Einführung

Danksagung

Modul 1 Geschichtliches, Mikrobiologie und Ökologie

Modul 2 Epidemiologie

Modul 3 Klinik der Legionellenerkrankungen

Modul 4 Nachweis von Legionellen in klinischen Proben

Modul 5 Überwachungssystem

Modul 6 Prinzipien der epidemiologischen Abklärungen

Modul 7 Nosokomiale Legionellose: Definition und Abklärungen

Modul 8 Reise-assoziierte Legionärskrankheit (Reise-Legionärskrankheit): Definition und Abklärung

Modul 9 Abklärung von im Alltag erworbenen Legionellosen („community-acquired legionellosis“)

Modul 10 Risikoeinschätzung, Selbstkontrolle, Probenentnahme, Interpretation der Resultate

Modul 11 Sanitäre Installationen: Planung, Betrieb, Renovation, Legionellen-Höchstwerte, Sanierung

Modul 12 Spitäler und Pflegeheime

Modul 13 Schwimmbäder und Sprudelbecken

Modul 14 Kühlsysteme, Raumluftechnik und Befeuchtungsanlagen

Modul 15 Hotels und andere vorübergehende Übernachtungsorte

Modul 16 Isolierung und quantitativer Nachweis von Legionellen in Umweltproben

Modul 17 Mikrobiologische Untersuchungen

Modul 18 Nationales Referenzzentrum für Legionellen

Modul 19 Wörterbuch und Abkürzungen

Modul 20 Nützliche Adressen

Modul 21 Gesetzliche Grundlagen, Normen, Richtlinien und Empfehlungen

## Vorwort

Das Bundesamt für Gesundheit (BAG) ist zuständig für die Bekämpfung der übertragbaren Krankheiten, die eine Gefahr für die Gesundheit der Bevölkerung darstellen. Das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) will sicherstellen, dass Trinkwasser und Wasser, das in Kontakt mit dem menschlichen Körper kommt, die Gesundheit nicht gefährden. Die Ursachen der steigenden Tendenz der Legionellosefälle sind sehr verschieden, und die Bekämpfung der Legionellen steht nicht nur in der Schweiz, sondern auch in vielen anderen westlichen Ländern auf der Agenda.

Die Empfehlungen «Legionellen und Legionellose», die das BAG erstmals 1999 veröffentlichte und 2005 und 2009 aktualisierte, stiessen sowohl bei den kantonalen Behörden als auch bei den interessierten Kreisen auf grosses Interesse. Nach der Schaffung von gesetzlichen Grundlagen für das Wasser in Duschanlagen und Sprudelbädern auf Bundesebene wurde beschlossen, diese Empfehlungen unter Einbezug der neusten wissenschaftlichen Kenntnisse zu überarbeiten.

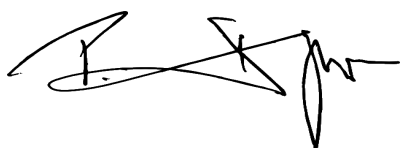
Die Empfehlungen richten sich an sehr unterschiedliche Zielgruppen wie die Ärzteschaft, die kantonalen Laboratorien, die Hauseigentümer oder Sanitärinstallateure und ermöglichen dem BAG und dem BLV, alle betroffenen Akteure zu sensibilisieren. Es ist wichtig, dass alle ihre Verantwortung wahrnehmen, um die mit diesen allgegenwärtigen Bakterien einhergehenden Risiken zu reduzieren und die Krankheitsfälle in der Schweiz zu senken.

Sie haben die neu überarbeitete Version der Legionellen-Module vor sich. Viel Zeit, Engagement und Diskussionen stecken in diesem Dokument. An der Überarbeitung waren verschiedene Experten, Spezialisten und Behörden beteiligt. Die Thematik rund um die Legionellose und die Legionellen ist komplex. Die Legionellen-Module dienen als Zusammenfassung und Kompendium.

Wir bedanken uns bei den vielen Personen, die an dieser Revision mitgewirkt haben und wünschen allen eine gute Lektüre.

Pascal Strupler

Hans Wyss



Direktor BAG

Direktor BLV

## **Einführung**

### **Änderungen seit der Publikation von 2009**

Die epidemiologischen Daten des BAG zeigen, dass die Zahl der Legionellosefälle seit 2009 in besorgniserregendem Mass angestiegen ist. Insgesamt haben sich die Fallzahlen in der Schweiz zwischen 2008 und 2017 mehr als verdoppelt: von 219 auf 464 Fälle. Nicht nur in der Schweiz nehmen die registrierten Fallzahlen zu, sondern diese Beobachtung wird in vielen Länder gemacht.

Auf Bundesebene gilt Wasser seit der Revision des Lebensmittelgesetzes im Jahr 2014 nicht nur als Lebensmittel, sondern auch als «Gebrauchsgegenstand», der mit dem menschlichen Körper in Kontakt kommt. Dank dieser neuen Definition konnten Höchstwerte für die Legionellenkonzentration in Wasser festgelegt werden, das in Form von Aerosolen eingeatmet werden kann, das heisst für Wasser von öffentlich zugänglichen Duschanlagen und Sprudelbädern. In öffentlichen Gebäuden betragen die zulässigen Höchstkonzentrationen für Legionellen in Duschanlagen 1000 KBE/l (koloniebildende Einheit) und in Sprudel- sowie Dampfbädern 100 KBE/l. Für Wasser in privaten Einrichtungen gibt es keine rechtlichen Vorgaben.

### **Neue Aufgaben der Aufsichtsbehörden**

Der Vollzug des Lebensmittelrechts liegt in der Zuständigkeit der Kantone. In dieser Eigenschaft sind die kantonalen Laboratorien berechtigt, gestützt auf ihre eigene Risikoanalyse Kontrollen in öffentlichen Gebäuden durchzuführen. Die kantonalen Behörden können somit im Fall von Nicht-Konformitäten Korrekturmassnahmen anordnen.

### **Stellenwert der Empfehlungen**

Diese Empfehlungen sind rechtlich nicht verbindlich. Sie stellen eine Hilfe bei der Bekämpfung der Legionellen dar, aber dieses Ziel kann auch mit anderen Mitteln als denjenigen, die in den verschiedenen Modulen beschrieben sind, gewährleistet werden. Die Empfehlungen helfen zum einen, die gesetzlichen Vorgaben einzuhalten, und enthalten zum anderen Ratschläge, um sich in nicht reglementierten Bereichen wie jenem der Luftaufbereitungsanlagen besser zurechtzufinden.

### **Wie sollen diese Empfehlungen gelesen werden?**

Diese Module, die mehrheitlich von den Expertinnen und Experten der verschiedenen Bereiche verfasst wurden, vermitteln einen Überblick über die aktuellen Kenntnisse. Die Kapitel können ausgehend von den gesuchten Informationen unabhängig voneinander gelesen werden. Aus diesem Grund sind bei der Lektüre des ganzen Dokuments Wiederholungen feststellbar, wobei die Autorinnen und Autoren der Einheitlichkeit des gesamten Dokuments besondere Beachtung beigemessen haben. Interessierte Personen finden unter den bei den jeweiligen Themen angegebenen Literaturverweisen weiterführende Informationen.

## Danksagung

Den nachfolgenden Personen gebührt unser herzlicher Dank für ihre aktive Mitarbeit an der Revision der in diesem Dokument enthaltenen Module.

**Renate Boss**, Abteilung Risikobewertung, Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen

**Stephan Christ**, kantonales Labor Solothurn

**Gérard Donzé**, Sektion Biozide, Bundesamt für Gesundheit

**Valeria Gaia**, Nationales Referenzzentrum für Legionellen (NRZL), Bellinzona

**Simone Graf**, Sektion Impfpfehlungen und Bekämpfungsmassnahmen, Bundesamt für Gesundheit

**Jürg Grimblicher**, Amt für Verbraucherschutz (AVS), Aarau

**Nicole Gysin**, Epidemiologische Überwachung und Beurteilung, Bundesamt für Gesundheit

**Irina Nüesch**, Amt für Verbraucherschutz (AVS), Aarau

**Eric Rätz**, Service de la consommation et des affaires vétérinaires (SCAV), Epalinges

**Claude Ramseier**, Amt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen, Freiburg

**Walter Schuler**, technischer Leiter, Eidgenössisches Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport

**Lukas Ströhle**, Amt für Verbraucherschutz und Veterinärwesen, St. Gallen

**Pierre Studer**, Abteilung Lebensmittel und Ernährung, Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen

**Reto von Euw**, Technik und Architektur, Hochschule Luzern



16.8.18

---

## Modul 1 Geschichtliches, Mikrobiologie und Ökologie

### Inhalt

1	<b>Geschichtliches</b> .....	1
2	<b>Mikrobiologie und Ökologie</b> .....	1

### 1 Geschichtliches

Die Legionärskrankheit wurde erstmals 1976 beschrieben. Eine Epidemie von akuter Pneumonie erfasste 182 Veteranen der American Legion, die sich für ihr jährliches Treffen in Philadelphia versammelt hatten. 29 Personen verstarben (Letalität 16%). Der auslösende Erreger wurde etwa sechs Monate später identifiziert und erhielt den Namen *Legionella pneumophila* (*L. pneumophila*). Die Untersuchung ergab, dass die Klimaanlage eines der Hotels, in dem die Kongressteilnehmer wohnten, die Ansteckung verursacht hatte. Retrospektiv konnten Legionellen als Ursache für eine grippale Epidemie schon im Jahre 1968 in Pontiac (Michigan) identifiziert werden. Die Infektion forderte keine Todesopfer, manifestierte sich aber mit hohem Fieber (deshalb der Name Pontiac- Fieber) begleitet von Myalgien (Muskelschmerzen) und neuro-psychischen Symptomen (Verwirrtheit). Analysen verschiedener Serotheken ermöglichten es, weitere Epidemie-Ereignisse bis ins Jahr 1947 zurück den Legionellen zuzuschreiben.

Die ersten Publikationen zur Legionellose aus der Schweiz stammen aus den späten 70er Jahren. Eine Meldepflicht gibt es aber erst seit 1988. Erste gesamtschweizerische Daten wurden 1989 publiziert.

In den letzten Jahren haben die Medien breit über die Epidemien von Bovenkarpsel in den Niederlanden (Sprudelbad zu Demonstrationszwecken an einer Blumenausstellung, 1999), Murcia in Spanien (Belüftungsanlage mit einem Kühlturm, 2001), Barrow-in-Furness in England (Kühlturm, 2003), Lens in Frankreich (Kühlturm, 2004) oder Lissabon in Portugal (Kühlturm, 2014) berichtet. In der Schweiz wurde über die ersten zusammenhängenden Fälle im Jahr 2001 aus Genf berichtet, die wahrscheinlich auf einen Kühlturm zurückzuführen sind.

### 2 Mikrobiologie und Ökologie

Die Legionellen sind gramnegative, strikt aerobe Stäbchen ohne Kapsel oder Sporenbildung. Sie können sich im Zellinnern, insbesondere in freilebenden Amöben und in menschlichen Makrophagen, vermehren, sind also fakultativ intrazelluläre Parasiten.

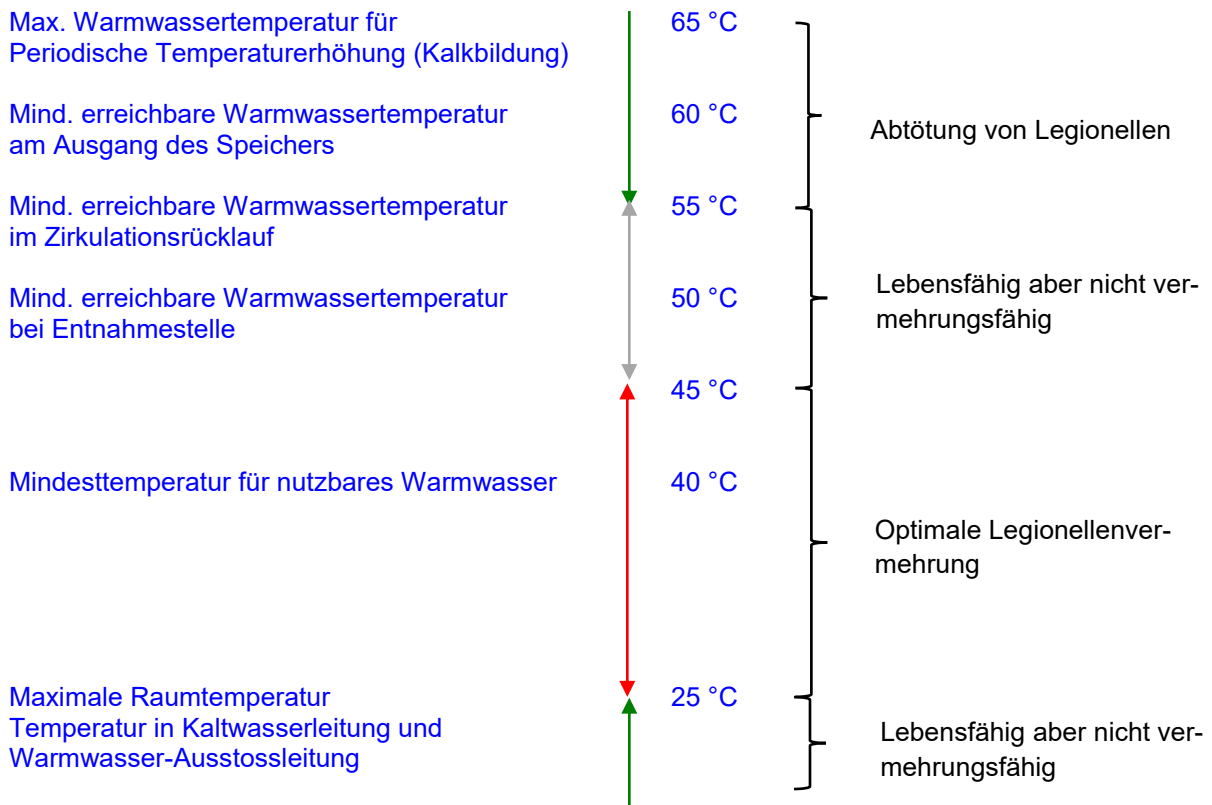
Die Familie der Legionellaceae umfasst nur die Gattung *Legionella*. Zurzeit sind 53 Arten und mehr als 70 Serotypen bekannt. Die Art *Legionella pneumophila* ist für die Mehrheit der menschlichen Erkrankungen verantwortlich. Je nach Region sind zwischen 70 und 90% der Fälle von Legionellose durch *Legionella pneumophila* Serogruppe 1 (*L. pneumophila* sg1 oder Lp1) bedingt. Ebenfalls menschenpathogen sind 21 anderen Arten. Deren bekannteste sind (in alphabetischer Reihenfolge): *L. anisa*, *L. bozemanii*, *L. cincinnatiensis*, *L. dumoffii*, *L. feeleii*, *L. gormanii*, *L. jordanis*, *L. longbeachae*, *L. micdadei* (Pittsburgh Pneumonia Agent), *L. oakridgensis*, *L. parisiensis*, *L. tucsonensis*.

Legionellen sind Umweltkeime (überall vorkommende Saprophyten), die sich in natürlichen Gewässern und in anderen feuchten Nischen entwickeln: Seen, Teiche, Flüsse, Abwässer, Thermalbäder, Grundwasser (Quellfassungen und Filterbrunnen), Trinkwasserleitungen (Heiss- und Kaltwasser), Auslaufarmaturen, Duschköpfe, mit Wasser funktionierende Kühleinrichtungen (Drehbänke, Werkzeugmaschinen etc.), Klimasysteme, Verdampfer, Zierbrunnen, Sprudelbäder (Jacuzzi, Whirl Pools), Kreisläufe mit Wasserrückführung, industrielle Befeuchtungseinrichtungen mit Wassersprühern oder Luftwascheinrichtungen (z.B. Papierindustrie). Legionellen werden auch in Sedimenten, feuchten Böden, Humus, Kompost, Mischerde für Topfpflanzen, Schlamm und Meerwasser gefunden.

Legionellen können also fast in allen natürlichen wässrigen oder feuchten Milieus gefunden werden, meist allerdings in geringen Mengen. Hingegen finden sie in von Menschen geschaffenen Wassersystemen sehr günstige Bedingungen für ihre Vermehrung (künstliche Brutstätten).

Die Konzentration der Legionellen im Wasser hängt vor allem von der Temperatur, vom pH-Wert, vom Vorhandensein anderer Mikroorganismen (Bakterien, Protozoen, Algen) oder Substanzen (organisches Material, Eisensalze, Kalzium, Magnesium, Kautschuk, Silikon und Plastik) und von weiteren, noch weniger bekannten Faktoren ab. Sie steht in direktem Zusammenhang mit der Verweildauer unter diesbezüglich günstigen Bedingungen. Legionellen vermehren sich zwischen 25 °C und 45 °C (Optimum um 37 °C) und bei einem neutralen oder leicht sauren pH-Wert. Sie können bis zu einer Temperatur von ca. 65 °C sowie einem pH-Wert zwischen 5.5 und 8.1 überleben, wobei die Überlebensrate von der Dauer der Temperatureinwirkung resp. des pH-Wertes abhängt (je kürzer die Einwirkzeit desto höher die Überlebensrate).

Einfluss der Warmwassertemperatur auf Legionellen und entsprechende Anforderungen an die Auslegtemperatur bestimmter Komponenten der Warmwasserversorgung:



Die Legionellen können sich innerhalb von freilebenden Amöben (*Acanthamoeba*, *Naegleria*, *Echinamoeba*, *Hartmannella* etc.) sowie in bestimmten Ziliaten (*Tetrahymena* etc.) vermehren. Sie benützen andere Mikroorganismen als Nahrungsquelle und Enzymlieferanten. Trinkwasser- Leitungsnetze werden sehr wahrscheinlich über Protozoen mit Legionellen besiedelt, deren Vermehrung durch Biofilm begünstigt wird. Freie Amöben können Virulenzfaktoren selektieren, so dass sie nicht nur einfach ein Reservoir darstellen, sondern die Evolution vorantreiben.

Versteckt in Amöbenzysten, d.h. widerstandsfähigen Dauerformen, ertragen die Legionellen grosse Schwankungen von Temperatur und pH-Wert und widerstehen auch Bioziden. So können sie sich auch über grosse Distanzen verbreiten. Alle diese Eigenheiten erklären ihre Vermehrungsfähigkeit in der Umwelt und ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber üblichen Desinfektionsmassnahmen. Die für die Trinkwasserdesinfektion erlaubte Konzentration von Chlor ( $\leq 0,1$  mg/L freies Chlor) genügt nicht, um Legionellen vollständig zu inaktivieren (siehe Modul 12 Punkt 4.3.1).

Sogar unter Idealbedingungen vermehren sich Legionellen langsam: Die Verdoppelungszeit beträgt etwa vier Stunden und es sind drei bis fünf Tage Inkubationszeit nötig, um im Labor von Auge sichtbare Kolonien anzuzüchten (zum Vergleich: Die Anzahl *Escherichia coli* verdoppelt sich innert 20 Minuten und innert 12 Stunden sieht man Kolonien).



## Referenzen

- Billo NE, Hohl PE, Winteler S. Epidemiologie der Legionärskrankheit in der Schweiz im Jahre 1988. *Schweiz Med Wschr* 1989; 119:1859-1861.
- Den Boer JW, Yzerman EP, Schellekens J, Lettinga KD, Boshuizen HC, Van Steenberghe JE et al. A large outbreak of Legionnaires' disease at a flower show, The Netherlands, 1999. *Emerg Infect Dis* 2002; 8(1):37-43.
- Feddersen A, Meyer HG, Matthes P, Bhakdi S, Husmann M. GyrA sequence-based typing of Legionella. *Med Microbiol Immunol (Berl)* 2000; 189(1):7-11.
- Fields BS, Benson RF, Besser RE. Legionella and Legionnaires' disease: 25 years of investigation. *Clin Microbiol Rev* 2002; 15(3):506-526.
- Fraser DW, Tsai TR, Orenstein W, Parkin WE, Beecham HJ, Sharrar RG et al. Legionnaires' disease: description of an epidemic of pneumonia. *N Engl J Med* 1977; 297(22):1189-1197.
- Garcia-Fulgueiras A, Navarro C, Fenoll D, Garcia J, Gonzales-Diego P, Jimenez-Bunuelas T et al. Legionnaires' disease outbreak in Murcia, Spain. *Emerg Infect Dis* 2003; 9(8):915-921.
- Glick TH, Gregg MB, Berman B, Mallison G, Rhodes WW, Jr., Kassanoff I. Pontiac fever. An epidemic of unknown etiology in a health department: I. Clinical and epidemiologic aspects. *Am J Epidemiol* 1978; 107(2):149-160.
- Heller R, Holler C, Sussmuth R, Gundermann KO. Effect of salt concentration and temperature on survival of Legionella pneumophila. *Lett Appl Microbiol* 1998; 26(1):64-68.
- Krech U, Kohli P, Pagon S. "Legionnaires' disease" in der Schweiz. *Schweiz Med Wschr* 108, 1653-1656. 1978.
- McDade JE, Brenner DJ, Bozeman FM. Legionnaires' Disease bacterium isolated in 1947. *Ann Intern Med* 1979; 90:659-661.
- McDade JE, Shepard CC, Fraser DW, Tsai TR, Redus MA, Dowdle WR. Legionnaires' Disease. Isolation of a bacterium and demonstration of its role in other respiratory diseases. *N.Engl.J Med* [297], 1197-1203. 1977.
- Ohno A, Kato N, Yamada K, Yamaguchi K. Factors influencing survival of Legionella pneumophila serotype 1 in hot spring water and tap water. *Appl Environ Microbiol* 2003; 69(5):2540-2547.
- PHLS. Legionnaires' disease in England. *Eurosurveillance* 2002; 6(32).
- Riva G. Die Entdeckung der Legionella pneumophila: eine Glanzleistung der modernen Bakteriologie. *Schweiz Med Wschr* 110, 1714-1720. 1980.
- Sudre P, Sax H, Corvi C, Benouniche A, Martin Y, Marquet F et al. Gruppierte Fälle von Legionellose in Genf, Sommer 2001. *Bulletin BAG* 2003;(29):500-503.



15.08.2018

---

## Modul 2 Epidemiologie

### Inhalt

<b>1</b>	<b>Morbidität und Mortalität .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Übertragungswege und Risikofaktoren .....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Referenzen .....</b>	<b>3</b>

### 1 Morbidität und Mortalität

Die Diagnostikmethoden der Legionärskrankheit haben sich in den letzten Jahren weiterentwickelt, vor allem durch die Einführung eines nicht-invasiven Tests (Nachweis des löslichen Antigens im Urin, Modul 4, Punkt 1). Trotzdem bleibt die Legionärskrankheit eine untererfasste Krankheit. Darum ist es in den meisten Ländern schwierig, die Morbidität und Mortalität genau zu beziffern. In den folgenden Abschnitten wird daher von Melderaten die Rede sein und nicht von Inzidenzen.

Die Melderate in der Schweiz nimmt seit dem Jahr 2000 stetig zu. Genauere Angaben zu den Schweizer Zahlen sind auf der BAG-Homepage unter „Zahlen zu Infektionskrankheiten“ abrufbar. Mit 1,4 pro 100'000 Einwohner liegt die Melderate in Europa durchschnittlich rund dreimal tiefer. Die europäischen Zahlen werden durch das Netzwerk ELDSNet (European Legionnaires' Disease Surveillance Network Group for *Legionella* Infections) erhoben. Es integriert 30 europäische Länder mit einer Bevölkerung von rund 520 Millionen Einwohnern. Meistens stammen rund 50% der gemeldeten Fälle von denselben vier Ländern (Deutschland, Frankreich, Italien und Spanien). Die Schweiz ist auch Teil dieses Netzwerks (siehe Modul 8).

### 2 Übertragungswege und Risikofaktoren

Von Legionellen hervorgerufene Krankheiten können sporadisch (als isolierte Fälle), als Häufungen oder auch als Ausbrüche auftreten. Im Allgemeinen steigt die Zahl der Erkrankungen in und nach der warmen Jahreszeit.

Die Ansteckung erfolgt durch die Inhalation eines Aerosols von legionellenhaltigem Wasser, d. h. durch Einatmen einer Mischung von Luft und legionellenhaltigen Wasserpartikeln. Partikel mit einem Durchmesser von etwa 10 µm können die Alveolen der Lungen erreichen. Im Verdauungstrakt gelten Legionellen als harmlos, d. h. getrunkenes Wasser und legionellenhaltige Nahrungsmittel können keine Legionellose verursachen, abgesehen von der Möglichkeit einer Aspiration in die Luftwege. Wenn gleichzeitig mehrere Personen von einer Legionellose betroffen sind, ist im Allgemeinen eine gemeinsame Infektionsquelle der Grund und nicht etwa eine Übertragung von Mensch zu Mensch -- die Legionellose ist somit eine infektiöse, aber keine ansteckende Krankheit. Eine Mensch zu Mensch Übertragung kann jedoch nicht ganz ausgeschlossen werden.

Als Infektionsquellen kommen prinzipiell alle wasserführenden Anlagen in Frage, bei welchen es zu einer Aerosolbildung kommt. Zu den wichtigsten Infektionsquellen gehören Duschen, Zerstäuber, Whirl-

pools, Lüftungstechnische Anlagen und Kühltürme. In den letzten Jahren wurde vermehrt darauf hingewiesen, dass auch Komposterde eine wichtige bis anhin unterschätzte Quelle darstellen kann. Zum Beispiel wurden in Australien, Neuseeland, Japan und den USA Infektionen durch *Legionella longbeachae* beschrieben, die auf Komposterde zurückgeführt wurden. Im 2006 wurden zudem in der Schweiz in verschiedenen Pflanzenerden mehrere pathogene und nicht-pathogene Arten von Legionellen isoliert. Weitere Studien auch aus Grossbritannien, Griechenland und Holland berichten von einem Zusammenhang von Erde/Kompost und Infektionen.

Trotz der Tatsache, dass Legionellen überall in der Umwelt vorkommen, bleibt die Erkrankung selten. Das pathogene Potential von Legionellen hängt von verschiedenen Faktoren des Bakteriums und seiner Umwelt ab, wie der Virulenz des Stamms, der Zahl von Bakterien und Protozoen im Wasser, den Eigenschaften des Aerosols und der Reichweite der Streuquelle. Auch wurde in neusten Studien bekannt, dass es mehr als 14 verschiedene intra- und extrazelluläre Formen des Bakteriums gibt. Man geht davon aus, dass sie unterschiedlich pathogen und diagnostizierbar sind. Auf der Ebene der exponierten Person beeinflusst der Immunstatus das Erkrankungsrisiko. Bezüglich der infektiösen Dosis ergeben Umweltproben und Tierversuche wenig schlüssige bis widersprüchliche Ergebnisse. Dies könnte daraus resultieren, dass sich Legionellen in anderen Bakterien vermehren können und dass dieses Vermehrungsreservoir wie ein "trojanisches Pferd" fungieren kann und die Legionellen deshalb in diesen Fällen nicht nachweisbar sind.

Jede Person kann von Legionellen infiziert werden. Die Legionärskrankheit tritt aber bei Männern 2,5 mal häufiger auf als bei Frauen und sie verläuft bei geschwächtem Abwehrsystem schwerer. Deshalb ist das Risiko erhöht bei Organtransplantierten, Niereninsuffizienten, chronisch Herz- oder Lungenkranken, Diabetikern oder Krebskranken (Neoplasien oder bösartige Hämopathien), bei älteren Personen, bei Rauchern und Alkoholkranken. Dabei kann auch eine medikamentöse Behandlung (Kortikosteroide, Zytostatika, Immunsuppressiva etc.) das Immunsystem schwächen. Im Fall der HIV-Infektion ist die Legionellose zwar eine mögliche, aber relativ seltene Komplikation.

### 3 Referenzen

- Bartram J, Chartier Y, Lee JV, Pond K, Surman-Lee S. Legionella and the prevention of legionellosis. Chapter 2. 29-38. 2007. WHO.
- Centers for Disease Control and Prevention. Legionnaires' Disease associated with potting soil-- California, Oregon, and Washington, May-June 2000. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2000; 49(34):777-778.
- Conza L, Pagani Casati S., Gaia V. Presence of *Legionella* and Free-Living Amoebae in Composts and Bioaerosols from Composting Facilities, July 2013. PLOS ONE; Volume 8, Issue 7, e68244.
- Correia AM, Ferreira JS, Borges V, Nunes A. Probable Person-to-Person Transmission of Legionnaires' Disease. The New England journal of medicine 2016; 374 (5), 497-498.
- Currie S. L., Beattie T. K., Knapp C. W. and Lindsay D. S. J. *Legionella* spp. In UK composts – a potential public health issue? Clin Microbiol Infect 2014; 20: O224-O229.
- European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). Surveillance report. Annual epidemiological report. Respiratory tract infections, 2014. www.ecdc.europa.eu.
- Garduno RA, The ecology of *Legionella* and its relevance to control strategies. Canadian Food Inspection Agency, Dartmouth, Canada. Oral Session at the ESGLI-Meeting 2015 in London.
- Joseph C. Legionnaires' disease in Europe 2002. 18-5-2003.
- Koide M, Saito A, Okazaki M, Umeda B, Benson RF. Isolation of *Legionella longbeachae* serogroup 1 from potting soils in Japan. Clin Infect Dis 1999; 29(4):943-944.
- O'Brien SJ, Bhopal RS. Legionnaires' disease: the infective dose paradox. Lancet 1993; 342(8862):5-6.
- Pedro-Botet ML, Sabria-Leal M, Sopena N, Manterola JM, Morera J, Blavia R et al. Role of immunosuppression in the evolution of Legionnaires' disease. Clin Infect Dis 1998; 26(1):14-19.
- Yu VL, Plouffe JF, Pastoris MC, Stout JE, Schousboe M, Widmer A et al. Distribution of *Legionella* species and serogroups isolated by culture in patients with sporadic community-acquired legionellosis: an international collaborative survey. J Infect Dis 2002; 186(1):127-128.



15.08.2018

---

## Modul 3 Klinik der Legionellenerkrankungen

### Inhalt

1	Einleitung .....	1
2	Legionärskrankheit .....	1
3	Pontiac-Fieber .....	3
4	Referenzen .....	4

### 1 Einleitung

*L. pneumophila* ist nach der internationalen Literatur für 90% der Erkrankungen verantwortlich und die Serogruppen 1, 4 und 6 kommen am häufigsten vor.

Als Legionellose gilt jedes klinische Erscheinungsbild einer Infektion durch ein Bakterium aus der Familie der Legionellaceae. Legionellose ist ein allgemeiner Begriff, aber hauptsächlich geht es um zwei Krankheitsbilder:

Die **Legionärskrankheit**, eine akute Lungenentzündung (Pneumonie), meist verursacht durch *L. pneumophila*.

Das **Pontiac-Fieber**, eine akute fiebrige Erkrankung ohne Lungenentzündung, verursacht durch *L. pneumophila*, aber auch durch andere Arten von Legionellen.

Die Schwere der klinischen Symptome der Legionellosen liegt zwischen asymptomatischen Formen (Zufallsbefund einer positiven Serologie), gutartigen Verläufen und schweren Verläufen mit möglichen Komplikationen und tödlichem Verlauf.

Die Ansteckung erfolgt fast immer aerogen, wenn winzige Partikel legionellenhaltigen Wassers (Aerosole) eingeatmet werden, eventuell auch durch eine Aspiration in die Luftwege. Medizinische Eingriffe an den oberen Luftwegen (Intubation, Bronchoskopie) können Legionellen direkt übertragen. Ein Eindringen durch die Haut durch den Kontakt einer Wunde mit legionellenhaltigem Wasser ist ausnahmsweise möglich, ebenso eine hämatogene Streuung nach oraler Aufnahme von Legionellen. Eine Übertragung von Mensch zu Mensch stellt eine Ausnahme dar: In einem 2014 gemeldeten Fall war die wahrscheinlichste Quelle der Legionellenerkrankung eines helfenden Angehörigen die erkrankte Person selber.

### 2 Legionärskrankheit

Diese Krankheit äussert sich vor allem als Lungenentzündung unterschiedlichen Schweregrads, von lediglich einem Husten mit mässigem Fieber bis zu schweren beidseitigen disseminierten Formen, die eine maschinelle Beatmung erfordern.

**Epidemiologie** – Tatsächlich ist die Legionärskrankheit eine unterdiagnostizierte Krankheit mit einer unterschiedlichen Inzidenz in verschiedenen Ländern, da die im Alltag erworbenen Lungenentzündungen oft empirisch behandelt werden. Andererseits gibt es auch grosse Unterschiede in der Vollständigkeit der Meldungen der epidemiologischen Überwachungssysteme.

Studien aus Europa und den USA haben gezeigt, dass Legionellen für 2 bis 15% aller im Alltag erworbener Pneumonien verantwortlich sind, die eine Hospitalisierung erfordern. Neuere Studien aus Deutschland kommen zum Schluss, dass sich der Anteil der Legionelleninfektionen an den ambulant und stationär behandelten im Alltag erworbenen Pneumonien auf 3,7–3,8 % beläuft.

Nach verschiedenen Studien zu den Ursachen der im Alltag erworbenen bakteriellen Pneumonien könnten Legionellen an vierter Stelle stehen, nach *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae* und Chlamydien.

**Pathogenese** – Einmal in den Luftwegen des Menschen, heften sich Legionellen (im Allgemeinen *L. pneumophila*) an Schleimhautzellen der Atemwege. Nach dem Eintritt in Makrophagen beginnen sie sich zu vermehren. Der weitere Verlauf hängt von der Abwehrlage des Wirts und der Virulenz des Legionellenstamms ab.

Mikroorganismen, die lange Zeit in der Umwelt überleben müssen, sind eher virulent. Bei den Legionellen gibt es bedeutende Unterschiede zwischen den verschiedenen Arten und Serogruppen. So ist zum Beispiel die Serogruppe 6 von *L. pneumophila* häufig an nosokomialen Infektionen mit einer weniger guten Prognose beteiligt.

**Klinik** – Die Inkubationszeit liegt im Allgemeinen zwischen zwei und zehn Tagen, aber auch längere Inkubationen sind möglich. Während einem Ausbruch in den Niederlanden (1999, Sprudelbad als Ausstellungsobjekt) hatten 16% der Fälle eine Inkubationszeit von 11-19 Tagen. Dann treten Allgemeinsymptome wie Fieber, Muskelschmerzen, Kopfschmerzen und Appetitverlust auf.

Der Husten ist zu Beginn mässig stark und eher trocken, manchmal begleitet von atemabhängigen Brustschmerzen und einer Atemnot. Etwas Blut im Auswurf ist nicht selten und kann zu Fehldiagnosen verleiten. In diesem Stadium ist das Thorax-Röntgenbild meist abnormal, mit einem oder mehreren Infiltraten an den Lungenbasen. Disseminierte Infiltrate beidseits sind ein Zeichen für einen schweren Verlauf.

Nebst respiratorischen Symptomen kommt es oft zu wässrigem Durchfall (25-50% der Fälle), weniger oft zu neuropsychischen Symptomen -- Verwirrtheit bis zu Zeichen einer schweren Enzephalopathie -- und einer Niereninsuffizienz, die eine Dialyse nötig machen kann.

Die Triade "Pneumonie, Diarrhö, Verwirrtheit" muss zu einer Suche nach Legionellen führen, vor allem wenn es sich um einen Risikopatientinnen und patienten handelt (Alter, hospitalisierte oder ambulante Immunsupprimierte) oder wenn eine Pneumonie auf eine Behandlung mit Betalactam-Antibiotika oder Cephalosporine nicht anspricht.

In mehreren Forschungsprojekten wurde versucht, bei im Alltag erworbenen Lungenentzündungen prädiagnostische Aspekte der Legionärskrankheit nachzuweisen. Diese Unterscheidung würde dem Kliniker erlauben, sofort das Antibiotikum der Wahl einzusetzen. Fiumefreddo *et al.* haben sechs unabhängige Faktoren identifiziert, die mit einer Legionellen-Pneumonie in Verbindung gebracht werden: hohes Fieber, keine Sputumproduktion, hohe Werte für Laktatdehydrogenase und C-reaktives Protein sowie Hyponatriämie und ein niedriger Wert an Blutplättchen. Andere Forschende haben gezeigt, dass der negative prädiagnostische Wert bei einem Score von 2 oder weniger als 2, der auf der Grundlage dieser sechs Faktoren berechnet wurde, 99% beträgt. Um die Gültigkeit dieser Parameter für die Diagnose der Krankheit bestätigen zu können, braucht es noch weitere Forschungsarbeiten.

Andere Komplikationen bei schwerem Verlauf können sein: disseminierte intravasale Gerinnung, Thrombopenie, Glomerulonephritis, Rhabdomyolyse und Niereninsuffizienz.

Der Verlauf ist in 5–15% tödlich, aufgrund Ateminsuffizienz, septischem Schock oder Multiorganversagen.

**Behandlung** –Legionelleninfektionen lassen sich mit Antibiotika, insbesondere jenen der Familie der Makrolide und der Chinolone, wirksam bekämpfen. Die Dosierung und die Art der Verabreichung richten sich nach der Schwere der Krankheit und dem Vorliegen von Begleiterkrankungen. Der Arzt hält sich bei der Behandlung an die Spezialistenempfehlungen (zum Beispiel: *Management of Community Acquired Pneumonia (CAP) in Adults* der Schweizerischen Gesellschaft für Infektiologie, verfügbar unter folgendem Link: [www.sginf.ch/guidelines/guidelines-of-the-ssi.html](http://www.sginf.ch/guidelines/guidelines-of-the-ssi.html)).

Prävention: – Bei Epidemien in Spitälern hat sich die Verschreibung von Makroliden zur Prävention einer Legionärskrankheit bei immunsupprimierten Patientinnen und Patienten als wirksam erwiesen. Diese Notmassnahme scheint bei einer Bevölkerungsgruppe mit einem hohen Komplikationsrisiko vernünftig zu sein.

### 3 Pontiac-Fieber

Das Pontiac-Fieber ist eine nicht-pneumonische Legionellose und tritt epidemieartig auf. Die Krankheit verläuft grippeähnlich mit hohem Fieber, Schüttelfrost, Muskel- und Kopfschmerzen, Schwindel, Diarrhö und eventuell einer Bewusstseinsstrübung. Eine Pneumonie tritt nicht auf, Husten eventuell schon. Diese Legionelloseform unterscheidet sich von der Legionärskrankheit durch die kurze Inkubationszeit von 1–3 Tagen und einen hohen Anteil exponierter Personen, die erkranken ("Attackrate" um 95%).

**Behandlung** - Die Krankheit heilt auch ohne Antibiotikagabe, allenfalls mit symptomatischer Behandlung, spontan und im Allgemeinen vollständig innert 7 Tagen nach Symptombeginn ab.

## 4 Referenzen

- Benin AL, Benson RF, Besser RE. Trends in Legionnaires' disease, 1980-1998: declining mortality and new patterns of diagnosis. *Clin Infect Dis* 2002; 35(9):1039-1046.
- Brown PD, Lerner SA. Community-acquired pneumonia. *Lancet* 1998; 352(9136):1295-1302.
- Correia AM, Ferreira JS, Borges V et al. Probable Person-to-Person Transmission of Legionnaires' Disease. *N Engl J Med* 2016; 374(5): 497–8.
- Den Boer JW, Yzerman EP, Schellekens J, Lettinga KD, Boshuizen HC, Van Steenberghe JE et al. A large outbreak of Legionnaires' disease at a flower show, the Netherlands, 1999. *Emerg Infect Dis* 2002; 8(1):37-43.
- File TM. Community-acquired pneumonia. *Lancet* 2003; 362(9400):1991-2001.
- Fiumefreddo R, Zaborsky R, Haeuptle J et al. Clinical predictors for Legionella in patients presenting with community-acquired pneumonia to the emergency department. *BMC Pulm Med* 2009; 9: 4.
- Greub G, Raoult D. Biocides currently used for bronchoscope decontamination are poorly effective against free-living amoebae. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2003; 24(10):784-786.
- Haubitz S, Hitz F, Graedel L et al. Ruling out Legionella in community-acquired pneumonia. *Am J Med* 2014; 127(10): 1010.e11-9.
- Jones TF, Benson RF, Brown EW, Rowland JR, Crosier SC, Schaffner W. Epidemiologic investigation of a restaurant-associated outbreak of Pontiac fever. *Clin Infect Dis* 2003; 37(10):1292-1297.
- Laifer G, Flückiger U, Scheidegger C, Boggian K, Mühlemann K, Weber R et al. Management of Community Acquired Pneumonia (CAP) in Adults (ERS/ESCMID guidelines adapted for Switzerland). 1-12. 2005. Swiss Society for Infectious Diseases.
- Mandell GL, Bennett JE, Dolin R. Mandell, Douglas, and Bennett's principles and practice of infectious diseases. 7. Aufl. Philadelphia, PA. Churchill Livingstone/Elsevier, 2010.
- Ng V, Tang P, Fisman DN. Our evolving understanding of legionellosis epidemiology: learning to count. *Clin Infect Dis* 2008; 47(5):600-602.
- Roig J, Sabria M, Pedro-Botet ML. Legionella spp.: community-acquired and nosocomial infections. *Curr Opin Infect Dis* 2003; 16(2):145-151.
- Stout JE, Yu VL. Legionellosis. *N Engl J Med* 1997; 337(10):682-687.
- von Baum H, Ewig S, Marre R, Suttorp N, Gonschior S, Welte T et al. Community-acquired Legionella pneumonia: new insights from the German competence network for community acquired pneumonia. *Clin Infect Dis* 2008; 46(9):1356-1364.
- Yu VL. Legionella pneumophila (Legionnaires' disease). In: Mandell GL, Bennett JE, Dolin R, editors. Principles and practice of infectious diseases. Philadelphia: Churchill Livingstone, 2000: 2424-2435.
- Yu VL, Stout JE. Community-acquired legionnaires disease: implications for underdiagnosis and laboratory testing. *Clin Infect Dis* 2008; 46(9):1365-1367.





15.08.2018

## Modul 4 Nachweis von Legionellen in klinischen Proben

### Inhalt

<b>1</b>	<b>Nachweis des Antigens im Urin</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Kultur</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Direkte Immunfluoreszenz</b> .....	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>Serologie</b> .....	<b>2</b>
<b>5</b>	<b>Genamplifikation</b> .....	<b>2</b>
<b>6</b>	<b>Typisierung</b> .....	<b>2</b>
6.1	Phänotypische Methode: Serotypisierung .....	3
6.2	Genotypische Methode: Molekulare Typisierung .....	3
<b>7</b>	<b>Referenzen</b> .....	<b>4</b>

## 1 Nachweis des Antigens im Urin

Der Nachweis des löslichen Antigens im Urin mit Hilfe eines Enzym-Immuno-Assays (EIA) erlaubt eine schnelle Diagnose und hat zudem den Vorteil, nicht invasiv zu sein. Die Ausscheidung des Antigens im Urin beginnt in den ersten Krankheitstagen und kann lange andauern (bis zu mehreren Monaten). Es kann deshalb nicht immer gesagt werden, ob es sich um eine frische Infektion handelt. Im Allgemeinen sucht man aber das Urinantigen, wenn klinische Zeichen einer Pneumonie vorliegen.

Der Urinantigentest ist serologischen Analysen eindeutig vorzuziehen. Er kann auch nach dem Beginn einer Antibiotikabehandlung durchgeführt werden. Alle in der Schweiz kommerziell erhältlichen Kits decken Lp1 ab, einige sogar alle Serogruppen von *L. pneumophila*. Sie liefern innert 3 Stunden ein Resultat und sind zuverlässig. Die Spezifität aller Testkits beträgt annähernd 100%. Die Sensitivität für Lp1 aller Testkits liegt bei 94%, während sie für die anderen Serogruppen lediglich zwischen 13 und 45% beträgt. Für den Kliniker ist vor allem der positive prädiktive Wert wichtig. Während ein positives Testresultat klar für eine Legionellose spricht, schliesst ein negatives Resultat eine Legionellen-Pneumonie nicht aus, wenn typische Symptome vorliegen.

## 2 Kultur

Die Isolierung mittels Kultur gilt als Referenzmethode. Legionellenkulturen werden auf Selektiv- oder BCYE-Nährböden (Buffered Charcoal Yeast Extract Agar) angesetzt, die mit L-Cystein angereichert sind. Probenmaterial kann Sputum, Bronchialaspirat, Bronchioalveolar-Lavage, Pleuraerguss oder Lungengewebe sein. Die Kultur erlaubt, alle Spezies der Gattung *Legionella* ebenso wie Mischinfektionen zu identifizieren und nach Möglichkeit auch die klinischen Stämme mit Stämmen aus Umweltproben oder Umgebungsuntersuchungen mittels molekularen Typisierungsmethoden zu vergleichen (siehe Modul 4 Punkt 6).

Die Kultur des Bronchialsekrets hat eine Spezifität von annähernd 100% und eine variable Sensitivität (48-90%) je nach Qualität der Proben. Da Legionellen nicht auf üblichen Kulturmedien wachsen und ihr Wachstum langsam ist (> 72 Stunden), wird die Kultur nicht routinemässig angelegt und muss deshalb vom Labor ausdrücklich verlangt werden. Legionellen können nur selten aus extrathorakalen Proben (Blut, Eiter, Biopsiematerial, Stuhl) isoliert werden. Blutkulturen müssen auf BCYE-Agar überimpft werden, was ebenfalls ausdrücklich verlangt werden muss. Um ein Austrocknen der Proben auf dem Transport ins Labor zu verhindern, wird besser destilliertes Wasser als eine Salzlösung zugegeben.

Im Übrigen ist auch eine gleichzeitige Kultur von Legionellen auf Amöben möglich. Mit dieser Technik können nicht auf BCYE wachsende Arten kultiviert werden. Sie bleibt jedoch einigen spezialisierten Labors vorbehalten.

### 3 Direkte Immunfluoreszenz

Die direkte Immunfluoreszenz entdeckt rasch das Antigen von *L. pneumophila* (Lp1 oder Lp1-6, je nach Laborkit) in respiratorischen Proben. Sie ist allerdings weniger sensitiv, da sie sich nur auf bestimmte Serogruppen beschränkt, und wegen Kreuzreaktionen mit anderen Bakterien weniger spezifisch als die Kultur. Deshalb wird sie wenig angewendet.

### 4 Serologie

Von den verfügbaren serologischen Tests sind indirekte Immunfluoreszenz-Tests am ehesten zu empfehlen. Die Serologie kann nützlich sein, wenn keine Proben für eine Kultur erhalten werden können, oder für epidemiologische Studien. Die Immunglobuline vom Typ IgA, IgG und/oder IgM treten erst eine bis zwei Wochen nach Beginn der Krankheit auf. Deshalb liefert die serologische Untersuchung nur eine retrospektive Diagnose. Um eine Serokonversion nachzuweisen, muss die Untersuchung nach drei bis sechs Wochen wiederholt werden. Die Qualität der Resultate hängt vom verwendeten Reagenzientyp ab.

### 5 Genamplifikation

Der Nachweis von Genen von Legionellen mittels Polymerase-Kettenreaktion (PCR) ist eine rasche Methode. Angewandt auf Proben aus dem unteren Respirationstrakt (Bronchialsekret, Bronchioalveolar-Lavage, Biopsien oder Sputum) hat sie eine gute Sensitivität und Spezifität. Für eine zuverlässige Anwendung in Serum- und Urinproben ist der Nachweis jedoch noch nicht schlüssig erbracht.

Nach der Einführung der "Real-time PCR" als Routineanwendung gab es Publikationen über mehrere valable PCR-Methoden. Einige davon weisen nur *L. pneumophila* nach, andere alle Spezies von Legionellen inklusive denjenigen, die kaum oder nicht kultivierbar sind wie die *Legionella*-ähnlichen pathogenen Amöben (*Legionella*-like amoebal pathogens, LLAP).

### 6 Typisierung

Der Nachweis von Legionellen in einer Wasserprobe kann den Ursprung einer Infektion beweisen. Durch die Serotypisierung und/oder molekulare Typisierungsmethoden können die verschiedenen Legionellenarten aus der Umwelt identifiziert, charakterisiert und mit derjenigen verglichen werden, die allenfalls aus der Patientenprobe isoliert wurde. Der kulturelle Nachweis von Legionellen aus klinischen Proben wird aber mit der breiteren Anwendung des Urinantigentests immer seltener.

Die Typisierung dient dazu, einen klonalen Zusammenhang zwischen verschiedenen Isolaten festzustellen oder auszuschliessen. Sie erlaubt, die Verteilung der Bakterienstämme von der lokalen bis zur internationalen Ebene zu analysieren und über die Zeit zu verfolgen.

Zwei Arten von Typisierungen von kultivierten Isolaten werden unterschieden: Die phänotypischen Methoden wie z.B. die Serotypisierung verwenden biochemische oder immunologische Charakteristiken der Isolate. Die genotypischen Methoden der molekularen Typisierung basieren auf den unterschiedlichen Mustern der Nukleinsäuren des Genoms der Bakterien, z.B. Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLP), Pulsed Field Gel Electrophoresis (PFGE) und Sequence-Based Typing (SBT).

### **6.1 Phänotypische Methode: Serotypisierung**

Serologisch kann *L. pneumophila* in 15 Serogruppen unterteilt werden. Die Serogruppe 1 kann mit Hilfe spezifischer monoklonaler Antikörper in weitere Untergruppen unterteilt werden. Die Unterscheidung der Serogruppen ist praktisch und billig. Damit kann eine grosse Anzahl Kolonien getestet werden um diejenige auszusuchen, welche mit molekularen Methoden weiter untersucht werden sollen.

### **6.2 Genotypische Methode: Molekulare Typisierung**

Verschiedene europäische Labors haben auf der Basis des Polymorphismus der DNA-Sequenzen als neue Methode die Sequenz-basierte Typisierung (SBT) entwickelt. Dabei werden die Nukleotidsequenzen sieben verschiedener Gene jedes Legionellenstammes verglichen. Eine Datenbank ermöglicht die Identifikation der Stämme auf der Grundlage der variablen DNA-Sequenzen der untersuchten Gene. Diese Methode hat eine verbesserte Reproduzierbarkeit, erlaubt einen schnelleren Datentransfer zwischen den Labors und stellt die Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Episoden her, ohne dass frühere Untersuchungen wiederholt werden müssen.

Genotypische Methoden wie AFLP und PFGE sind äusserst nützlich für die Charakterisierung kleiner lokaler Epidemien, auch wenn die Interpretation der Restriktionsmuster heikel ist. Eine gute Reproduzierbarkeit zwischen verschiedenen Laboratorien ist nur möglich, wenn die Bedingungen für die Analyse strikt eingehalten und Referenzstämme für die Standardisierung verwendet werden.

## 7 Referenzen

- Cloud JL, Carrol KC, Pixton P, Erali M, Hillyard DR. Detection of Legionella Species in respiratory specimens using PCR with sequencing confirmation. *J Clin Microbiol* 2000; 38:1709-1712.
- Feddersen A, Meyer HG, Matthes P, Bhakdi S, Husmann M. GyrA sequence-based typing of Legionella. *Med Microbiol Immunol (Berl)* 2000; 189(1):7-11.
- Fry NK, Alexiou-Daniel S, Bangsberg JM, Bernander S, Castellani PM, Etienne J et al. A multicenter evaluation of genotypic methods for the epidemiologic typing of Legionella pneumophila serogroup 1: results of a pan-European study. *Clin Microbiol Infect* 1999; 5(8):462-477.
- Fry NK, Bangsberg JM, Bergmans A, Bernander S, Etienne J, Franzin L et al. Designation of the European Working Group on Legionella Infection (EWGLI) amplified fragment length polymorphism types of Legionella pneumophila serogroup 1 and results of intercentre proficiency testing using a standard protocol. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 2002; 21(10):722-728.
- Fry NK, Bangsberg JM, Bernander S, Etienne J, Forsblom B, Gaia V et al. Assessment of intercentre reproducibility and epidemiological concordance of Legionella pneumophila serogroup 1 genotyping by amplified fragment length polymorphism analysis. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 2000; 19(10):773-780.
- Gaia V, Fry NK, Harrison TG, Peduzzi R. Sequence-based typing of Legionella pneumophila serogroup 1 offers the potential for true portability in legionellosis outbreak investigation. *J Clin Microbiol* 2003; 41(7):2932-2939.
- Gaia, V., N. K. Fry, B. Afshar, P. C. Luck, H. Meugnier, J. Etienne, R. Peduzzi, and T. G. Harrison. 2005. Consensus sequence-based scheme for epidemiological typing of clinical and environmental isolates of Legionella pneumophila. *J Clin Microbiol* 43:2047-52.
- Guerrero C, Toldos CM, Yague G, Ramirez C, Rodriguez T, Segovia M. Comparison of diagnostic sensitivities of three assays (Bartels enzyme immunoassay [EIA], Biotest EIA, and Binax NOW immunochromatographic test) for detection of Legionella pneumophila serogroup 1 antigen in urine. *J Clin Microbiol* 2004; 42(1):467-468.
- Harrison TG, Doshi N. Evaluation of the Bartels Legionella Urinary Antigen enzyme immunoassay. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 2001; 20(10):738-740.
- Helbig JH, Bernander S, Castellani PM, Etienne J, Gaia V, Lauwers S et al. Pan-European study on culture-proven Legionnaires' disease: distribution of Legionella pneumophila serogroups and monoclonal subgroups. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 2002; 21(10):710-716.
- Helbig JH, Kurtz JB, Pastoris MC, Pelaz C, Luck PC. Antigenic lipopolysaccharide components of Legionella pneumophila recognized by monoclonal antibodies: possibilities and limitations for division of the species into serogroups. *J Clin Microbiol* 1997; 35(11):2841-2845
- Helbig JH, Uldum SA, Bernander S, Luck PC, Wewalka G, Abraham B et al. Clinical utility of urinary antigen detection for diagnosis of community-acquired, travel-associated, and nosocomial legionnaires' disease. *J Clin Microbiol* 2003; 41(2):838-840.
- Helbig JH, Uldum SA, Luck PC, Harrison TG. Detection of Legionella pneumophila antigen in urine samples by the BinaxNOW immunochromatographic assay and comparison with both Binax Legionella Urinary Enzyme Immunoassay (EIA) and Biotest Legionella Urin Antigen EIA. *J Med Microbiol* 2001; 50(6):509-516.
- Herpers BL, de Jongh BM, van der Zwaluw K, van Hannen EJ. Real-time PCR assay targets the 23S-5S spacer for direct detection and differentiation of Legionella spp. and Legionella pneumophila. *J Clin Microbiol* 2003; 41(10):4815-4816.

- Lin YE. Ionization failure not due to resistance. *Clin Infect Dis* 2000; 31(5):1315-1317.
- Lindsay DS, Abraham WH, Findlay W, Christie P, Johnston F, Edwards GF. Laboratory diagnosis of Legionnaires' disease due to *Legionella pneumophila* serogroup 1: comparison of phenotypic and genotypic methods. *J Med Microbiol* 2004; 53(Pt 3):183-187.
- Raggam RB, Leitner E, Muhlbauer G, Berg J, Stocher M, Grisold AJ et al. Qualitative detection of *Legionella* species in bronchoalveolar lavages and induced sputa by automated DNA extraction and real-time polymerase chain reaction. *Med Microbiol Immunol (Berl)* 2002; 191(2):119-125.
- Ratzow, S., V. Gaia, J. H. Helbig, N. K. Fry, and P. C. Luck. 2007. Addition of *neuA*, the gene encoding N-acylneuraminate cytidylyl transferase, increases the discriminatory ability of the consensus sequence-based scheme for typing *Legionella pneumophila* serogroup 1 strains. *J Clin Microbiol* 45:1965-8.
- Reischl U, Linde HJ, Lehn N, Landt O, Barratt K, Wellinghausen N. Direct detection and differentiation of *Legionella* spp. and *Legionella pneumophila* in clinical specimens by dual-color real-time PCR and melting curve analysis. *J Clin Microbiol* 2002; 40(10):3814-3817.
- Templeton KE, Scheltinga SA, Sillekens P, Crielaard JW, van Dam AP, Goossens H et al. Development and clinical evaluation of an internally controlled, single-tube multiplex real-time PCR assay for detection of *Legionella pneumophila* and other *Legionella* species. *J Clin Microbiol* 2003; 41(9):4016-4021.
- Welti M, Jatou K, Altwegg M, Sahli R, Wenger A, Bille J. Development of a multiplex real-time quantitative PCR assay to detect *Chlamydia pneumoniae*, *Legionella pneumophila* and *Mycoplasma pneumoniae* in respiratory tract secretions. *Diagn Microbiol Infect Dis* 2003; 45(2):85-95.
- Wilson DA, Yen-Lieberman B, Reischl U, Gordon SM, Procop GW. Detection of *Legionella pneumophila* by real-time PCR for the *mip* gene. *J Clin Microbiol* 2003; 41(7):3327-3330.



15.08.2018

---

## Modul 5 Überwachungssystem

### Inhalt

<b>1</b>	<b>Epidemiologische Überwachung der Legionärskrankheit in der Schweiz.....</b>	<b>1</b>
1.1	Prinzip der Überwachung .....	1
1.2	Meldefomulare.....	2
<b>2</b>	<b>Gruppierte Fälle .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Datenpräsentation und Analyse.....</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>Referenzen .....</b>	<b>2</b>

## 1 Epidemiologische Überwachung der Legionärskrankheit in der Schweiz

Dieses Kapitel richtet sich in erster Linie an die Gesundheitsbehörden, insbesondere an die Kantonsärzte, aber auch an Ärztinnen und Ärzte sowie an Laboratorien, welche die Legionärskrankheit melden.

### 1.1 Prinzip der Überwachung

Die epidemiologische Situation in der Schweiz wird durch das obligatorische Meldesystem des BAG überwacht. Die Überwachung entspricht dem europäischen Standard. Die Ziele der Überwachung sind, die Häufigkeit der Legionärskrankheit im zeitlichen und räumlichen Verlauf zu verfolgen und ungewöhnliche Häufungen (Ausbrüche mit gemeinsamer Quelle, siehe Modul 5 Punkt 2) zu entdecken. In zweiter Linie geht es um die Identifizierung von Risikogruppen. Damit werden Empfehlungen der Gesundheitsbehörden zu präventiven Massnahmen ermöglicht.

Das Meldesystem basiert auf den Meldungen der mikrobiologischen Laboratorien, die durch Arztmeldungen ergänzt werden. Die gesetzliche Grundlage dafür ist das Epidemien-gesetz vom 28. September 2012, die Verordnung über die Bekämpfung übertragbarer Krankheiten des Menschen vom 29. April 2015 und die Verordnung über die Meldung von Beobachtungen übertragbarer Krankheiten des Menschen vom 1. Dezember 2015. Letztere wird laufend auf ihre Aktualität geprüft und regelmässig auf datiert.

Meldepflichtig ist jeder positive Laborbefund für auf Legionellen aus klinischen Proben mittels Kultur, Urinantigen, direkte Immunfluoreszenz, Serologie oder Genomamplifikation (PCR). Die Labormeldung geht vom Labor zum kantonsärztlichen Dienst des Wohnorts des/der Patient/en und parallel auch zum BAG. Der/die Arzt/Ärztin hat in der Folge innert der gesetzlichen Frist von einer Woche die ausgefüllte Meldung zum klinischen Befund (Modul 5 Punkt 1.2) zu senden. Alle Legionellenstämme, die mittels Kultur angezüchtet wurden, sollen zur Typisierung an das Referenzzentrum geschickt werden.

Die erhobenen Daten erlauben, mögliche Verbindungen zwischen den gemeldeten Fällen und Expositionsorten zu entdecken, damit notwendige Massnahmen getroffen werden können (Identifikation und Dekontamination der Infektionsquelle).

Einmal jährlich sollen die Laboratorien zudem Angaben zur Gesamtzahl der durchgeführten Labortests (positiv und negativ) machen. Das Verhältnis von positiven Tests zu total durchgeführten Tests kann Aufschluss darüber geben, ob die Fälle zunehmen oder nicht.

Alle Informationen werden vom BAG analysiert und ergeben weitere epidemiologische Parameter, die für Massnahmen gegen die Legionellenproblematik in der Schweiz nützlich sind (soziodemographische Daten, Risikofaktoren, Risikogruppen).

## 1.2 Meldeformulare

Die Meldeformulare zur Legionärskrankheit können unter folgendem Link abgerufen werden: [Meldeformular Legionärskrankheit](#)

## 2 Gruppierte Fälle

Zwei oder mehr Legionärskrankheits-Fälle, die innerhalb von 6 Monaten auftreten und Personen betreffen, die sich während der Zeit von 2 bis 10 Tagen vor Krankheitsbeginn in der gleichen Umgebung (z.B. Quartier, Firma, Verkaufszentrum etc.) aufgehalten haben, gelten als gruppierte Fälle und geben Anlass zu einer intensiveren Suche nach einer gemeinsamen Ansteckungsquelle.

## 3 Datenpräsentation und Analyse

Wöchentlich werden die Fallzahlen auf der BAG-Homepage provisorisch aufdatiert ([Zahlen zu Infektionskrankheiten](#)).

Zusätzliche epidemiologische Angaben zu den gemeldeten Fällen sind ebenfalls auf der BAG-Homepage zu finden ([Zahlen zu Infektionskrankheiten](#)). Diese Internetseite berücksichtigt auch Fälle, die erst von Labors gemeldet, aber noch nicht definitiv klassifiziert sind, weil die Meldung zum klinischen Befund noch fehlt.

Die Vergleichbarkeit mit anderen Ländern Europas ist durch die Anwendung der gleichen Falldefinitionen gewährleistet. Generell wird jeder Patient/jede Patientin, für den/die eine Laborbestätigung für eine Legionellen-Infektion und eine Meldung zum klinischen Befund mit Angaben einer Pneumonie vorliegt, als Fall gezählt. Zu berücksichtigen sind jedoch die unterschiedliche Qualität der nationalen Meldesysteme und das je nach Land unterschiedliche Mass der Diagnostik bei Pneumonien, sodass ein Vergleich der gemeldeten Inzidenzen bzw. der Melderaten nur beschränkt sinnvoll ist.

## 4 Referenzen

- Die Bundesbehörden der Schweizerischen Eidgenossenschaft. Bundesgesetz vom 28. September 2012 über die Bekämpfung übertragbarer Krankheiten des Menschen (Epidemiengesetz). SR 818.101. 28-9-2012.
- Die Bundesbehörden der Schweizerischen Eidgenossenschaft. Verordnung vom 29. April 2015 über die Bekämpfung übertragbarer Krankheiten des Menschen (Epidemiieverordnung). 818.101.1. 29-4-2015.
- Die Bundesbehörden der Schweizerischen Eidgenossenschaft. Verordnung vom 1. Dezember 2015 über Meldung von Beobachtungen übertragbarer Krankheiten des Menschen. 818.101.126. 1-12-2015.



15.08.2018

---

## Modul 6 Prinzipien der epidemiologischen Abklärungen

### Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Epidemiologische Abklärungen</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Kategorisierung der Legionärskrankheitsfälle</b> .....	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>Allgemeines zu den epidemiologischen Abklärungen</b> .....	<b>2</b>
4.1	Zuständigkeit für Entscheide bezüglich einer Abklärung .....	2
4.2	Verdacht auf gruppierte Fälle .....	3
4.3	Informationsquellen .....	4
<b>5</b>	<b>Referenzen</b> .....	<b>4</b>

Dieses Kapitel richtet sich in erster Linie an die kantonsärztlichen Dienste und weitere in der öffentlichen Gesundheit tätigen Personen. Es legt die grundlegenden Schritte für eine gezielte Abklärung dar, die das Bundesamt für Gesundheit (BAG) und die European Study Group for *Legionella* Infections (ESGLI) empfehlen.

### 1 Einleitung

Das Ziel der epidemiologischen Untersuchungen ist es, die Infektionsquelle ausfindig zu machen, um damit weiteren Infektionen vorzubeugen. Häufungen oder Ausbrüche von Legionellose sind schwierig nachzuweisen, weil aus einer gemeinsamen Quelle stammende Fälle oft über die Zeit verteilt auftreten und der Expositionsort schwierig zu eruieren ist (z. B. Dusche in einem Fitnesscenter). Das Vorgehen bei Einzelfällen unterscheidet sich vom Vorgehen bei gruppierten Fällen. Die Intensität einer epidemiologischen Untersuchung hängt, abgesehen von der bekannten Anzahl Fälle, jeweils auch vom Kontext ab. In erster Linie wird sie sich mit Expositionsorten befassen, die weiterhin ein Risiko darstellen könnten und sofortige Massnahmen erfordern (Hitzebehandlung in einem Wellnessbereich, Stilllegung einer Installation, Sanierung etc.).

### 2 Epidemiologische Abklärungen

Die Aufenthaltsorte und Aktivitäten innerhalb der Inkubationszeit werden vom behandelnden Arzt auf der Meldung zum klinischen Befund angegeben und bei Bedarf vom kantonsärztlichen Dienst durch Rückfragen beim Arzt oder dem Patienten/der Patientin ergänzt. Bei jedem Einzelfall werden von der Gesundheitsbehörde die auf dem Formular angegebenen potentiellen Infektionsquellen in Bezug auf allfällige Massnahmen bzw. Abklärungen geprüft. Die wahrscheinlichste Exposition soll zuerst abgeklärt werden, aber auch die anderen während der Inkubationszeit möglichen Expositionen sollen berücksichtigt werden.



### 3 Kategorisierung der Legionärskrankheitsfälle

Beim BAG werden die Angaben bezüglich den möglichen Ansteckungsorten auf der Meldung zum klinischen Befund kategorisiert. War die Person in den zwei bis vierzehn Tagen vor Manifestationsbeginn stationär hospitalisiert, wird der Fall als «nosokomial» klassiert. Lebt die Person in einem Altersheim, wird der Fall als «Altersheim assoziiert» eingestuft. Hat die Person in einem Hotel oder sonstigem Ort auswärts übernachtet, wird der Fall als «reise-assoziiert» angesehen. Könnte die Infektion in Ausübung des Berufes erworben sein, gilt der Fall als «beruf-assoziiert».

Alle anderen Fälle werden als im Alltag erworben bezeichnet. Damit beinhaltet die Klassifikation «im Alltag erworben» verschiedene Gruppen von Ansteckungsmöglichkeiten: Fälle, bei denen vermutet oder nachgewiesen wurde, dass sich die Person im Alltag angesteckt hat. Zum Beispiel bei sich zuhause unter der Dusche oder beim Hantieren mit Gartenerde. Diese Kategorie beinhaltet aber auch Fälle, wo kein Anhaltspunkt für eine mögliche Infektionsquelle besteht.

Die Einteilung in eine der fünf Kategorien ist nicht immer ganz eindeutig. Eine im Alltag erworbene Legionärskrankheit kann zum Beispiel auch als Alternative zu einer nosokomialen Legionärskrankheit in Betracht kommen, falls nicht die ganze Inkubationszeit im Spital verbracht wurde. Ebenfalls kommt sie bei definitionsgemässen Reise-Legionärskrankheit als Alternative in Betracht, wenn die Reise nicht die ganze Inkubationszeit von 2-14 Tagen umfasste (siehe Modul 8, Punkt 1).

## 4 Allgemeines zu den epidemiologischen Abklärungen

### 4.1 Zuständigkeit für Entscheide bezüglich einer Abklärung

Prinzipiell ist **der Kantonsarzt** zuständig für das Einholen der epidemiologischen Informationen bei erkrankten Personen, die auf seinem Gebiet wohnen oder sich dort aufhalten oder aufgehalten haben. Die Angaben zu den Streuquellen müssen jedoch je nach Vollständigkeit noch vom kantonsärztlichen Dienst durch Nachfragen bei den Ärzten und allenfalls beim Patienten ergänzt werden. Er ist auch zuständig für die epidemiologischen Abklärungen bei Verdacht auf eine Streuquelle in seinem geographischen Gebiet. Der **kantonsärztliche Dienst** informiert zudem die Behörden eines anderen Kantons (mit Vermerk auf der Meldung zum klinischen Befund), falls sich der Verdacht auf eine Streuquelle ausserhalb des Kantonsgebiets ergibt.

Spezialfälle: In den Fällen von Reise-Legionellose, bei denen sich ein Verdacht auf eine Streuquelle im Ausland ergibt, informiert das BAG via ELDSNet die nationalen Behörden des betreffenden Landes (siehe Modul 8, Punkt 3).

Damit die Behörde eines anderen Kantons oder anderen Landes eine potentielle Infektionsquelle untersuchen kann, muss der **kantonsärztliche Dienst** beim **meldenden Arzt** und allenfalls bei der erkrankten Person die relevanten Informationen im Detail einholen. Am besten werden die genaue/n Adresse/n des/der Aufenthaltsorte/s angegeben.

Die kantonalen Behörden koordinieren die Massnahmen gemäss ihren Zuständigkeiten in ihrem Kanton. Bei Häufungen oder einem Ausbruch, wo mehrere Kantone betroffen sind, koordiniert das BAG oder führt sogar selbst Ausbruchsuntersuchungen durch. In bestimmten Fällen (nosokomiale Infektionen) kann der kantonsärztliche Dienst konkrete Aufgaben an Spezialisten (z. B. Spitalhygieniker der betroffenen Institution) delegieren. Der kantonsärztliche Dienst arbeitet eng mit dem Kantonschemiker zusammen, welcher für die Wasserbeprobung und Untersuchung verantwortlich ist.

Bei jedem Einzelfall soll sich die Aufmerksamkeit der beteiligten Fachleute, insbesondere der Spitalärzte, der Kantonsärzte, der nationalen Gesundheitsbehörde (BAG) und allenfalls des internationalen Netzwerks, auch auf einen möglichen Zusammenhang mit anderen Fällen richten.

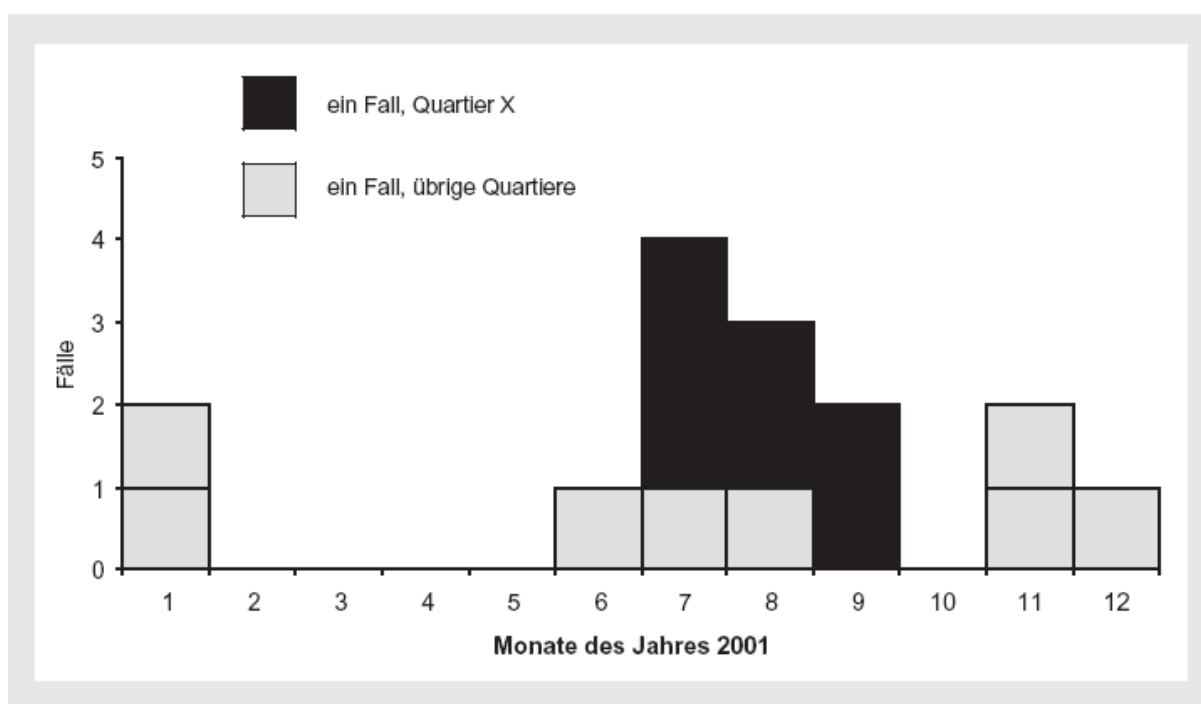
## 4.2 Verdacht auf gruppierte Fälle

Der Verdacht auf gruppierte Fälle eines Arztes, aufgrund von eigenen Beobachtungen oder Diskussionen, soll innert 24 Stunden an den kantonsärztlichen Dienst gemeldet werden, am besten mit dem Formular "Häufung von Beobachtungen". Das Formular ist unter folgendem Link abrufbar: Meldeformular für die Häufung von Beobachtungen.

Der Verdacht auf gruppierte Fälle ergibt sich bei den Behörden (Kantonsärzte und BAG) aufgrund von Gemeinsamkeiten in den Meldungen und eventuellen Zusammenhängen, auf die sie im Verlauf der Abklärungen stossen. Je grösser die Fallzahl ist, bei der ein Zusammenhang vermutet werden kann, desto mehr drängt sich die Suche nach einer gemeinsamen Quelle auf.

Der zeitliche Zusammenhang von Fällen mit einer verdächtigen Lokalisation (Gebäude, Quartier, Installation) wird durch die Kantonsbehörde am besten graphisch dargestellt.

Abbildung 6 A Beispiel eines Epidemieverlaufs



**Quelle:** Sudre P, Sax H, Corvi C, Benouniche A, Martin Y, Marquet F et al. Gruppierte Fälle von Legionellose in Genf, Sommer 2001. Bulletin BAG 2003;(29):500-503.

Ein Verdacht auf gruppierte Fälle hat Umgebungsuntersuchungen an den vermuteten Orten gemeinsamer Exposition zur Folge. Die Analyse von Umweltproben kann einen Hinweis auf die Wahrscheinlichkeit auf einen Zusammenhang mit klinischen Isolaten (Stämme aus Patientenproben) geben (Typisierung siehe Modul 4, Punkt 6).

Je ähnlicher die Stämme, desto eher besteht ein epidemiologischer Zusammenhang. Trotzdem kann manchmal kein definitiver Schluss gezogen werden, wenn derselbe Stamm in mehreren Gebäuden oder in einer ganzen Region verteilt ist.

Im Fall eines Verdachts gruppiertener Erkrankungen müssen die kantonalen Gesundheitsbehörden eine Risikoanalyse durchführen (siehe Modul 11), eine Inspektion der technischen Installationen vornehmen und eine Umgebungsabklärung durchführen. Die getroffenen Massnahmen müssen belegt werden können.

### 4.3 Informationsquellen

Das BAG stellt den kantonsärztlichen Diensten jede Woche aktualisierte Daten zu den meldepflichtigen Infektionskrankheiten zur Verfügung ([Zahlen zu Infektionskrankheiten](#)) und berät sie auf Wunsch. Es teilt ihnen seine eigenen Beobachtungen mit und koordiniert allenfalls überkantonale Massnahmen.

Damit ein hoher Grad an Expertise zur Legionellenproblematik erhalten bleibt, hat das BAG ein nationales Referenzzentrum bezeichnet (Modul 18). Es steht den Gesundheitsbehörden für Analysen und technischen Rat bei Abklärungen zur Verfügung. Das nationale Referenzzentrum und das BAG unterhalten ein Netzwerk von internationalen Beziehungen (Forschung und Entwicklung auf den Gebieten der Mikrobiologie und der epidemiologischen Überwachung).

## 5 Referenzen

- Bartram J, Chartier Y, Lee JV, Pond K, Surman-Lee S. Legionella and the prevention of legionellosis. Chapter 9. 139-159 2007. WHO.
- Lee JV, Joseph C. Guidelines for investigating single cases of Legionnaires' disease. Commun Dis Public Health 2002; 5(2):157-162.
- Zucs Phillip. European Centre for Disease Prevention and Control. Legionnaires' disease in Europe 2009. Stockholm: ECDC; 2011.



15.08.2018

---

## Modul 7 Nosokomiale Legionellose: Definition und Abklärungen

### Inhalt

<b>1</b>	<b>Definitionen</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Abklärung einer nosokomialen Legionellose</b> .....	<b>2</b>
3.1	Abklärungsschritte bei nosokomialer Legionellose .....	2
3.2	Massnahmen zur Verhinderung weiterer Infektionen .....	2
<b>4</b>	<b>Referenzen</b> .....	<b>3</b>

### 1 Definitionen

**Therapieassoziierte Infektionen:** Infektionen, die während des Aufenthalts in einem Spital oder Pflegeheim im Zusammenhang mit einer diagnostischen, therapeutischen oder pflegerischen Massnahme auftreten, oder lediglich durch die Umstände des Aufenthalts in der Institution bedingt sind, etwa durch Erreger in der Luft oder auf Oberflächen.

**Nosokomiale Legionellose:** Legionellose bei einer Person, die sich in den 10 Tagen vor Ausbruch der Krankheit mindestens einmal in einem Spital oder einer Pflegeeinrichtung aufgehalten hat (oder dort medizinisch versorgt wurde). (Bei der Anwendung dieser Definition muss der Inkubationszeit von mindestens 2 Tagen Rechnung getragen werden: Eine Legionellose, die in den ersten 48 Stunden eines Spitalaufenthalts auftritt, ist wahrscheinlich nicht nosokomialen Ursprungs.

### 2 Einleitung

Legionellosefälle werden manchmal aus Spitälern, Rehabilitationszentren und Alters- oder Behindertenheimen gemeldet. Gründe dafür sind, dass sich dort geschwächte Personen aufhalten (Immundefizienz, fortgeschrittenes Alter etc.), aber auch die Qualität der sanitären Einrichtungen (komplexes Wasserverteilungssystem, Toträume in Wasserleitungen, manchmal in die Jahre gekommene Gebäude etc.). Neu in Betrieb genommene Gebäude oder solche mit unregelmässiger oder über lange Zeit gestoppter Wasserzirkulation (wenig benutzte Zimmer, stillgelegte Abteilung) stellen ein gewisses Risiko dar, wenn nicht spezifische Massnahmen getroffen werden. Daneben waren auch schon Kühltürme die Ursache für nosokomiale Legionellosen.

Die nosokomiale Legionellose hat oft eine schlechte Prognose und eine erhöhte Letalität aufgrund konkurrierender Erkrankungen. Nosokomiale Legionellosen aufgrund eines kontaminierten Wassersystems treten manchmal nicht epidemisch auf. Es kann sich um eine Serie von isolierten Fällen über mehrere Monate handeln, so dass nur eine aktive kontinuierliche Überwachung überhaupt eine gemeinsame Ursache vermuten lässt.

Das Infektionsrisiko ist in bestimmten Spezialabteilungen wie jenen für Dialyse, Organtransplantation, Onkologie und Neonatologie sowie auf Intensivstationen erhöht. Infektionen aufgrund der Verwendung von unsterilem Wasser für gewisse Massnahmen (Beatmung, Inhalation, Befeuchtung, naso-gastrische Sonden, Zubereitung von Muttermilchersatznahrung, Lavagen und Drainagen) oder für die Reinigung

1/3

von Geräten (Bronchoskope, Inhalatoren etc.) sind dokumentiert. Auch wenn das Alter (>40 Jahre) ein prädisponierender Faktor ist, wurde schon von Fällen auf pädiatrischen und neonatologischen Abteilungen berichtet [10, 6][4, 11], wobei einige Infektionen im Rahmen von Wassergeburten erfolgten [9].

### **3 Abklärung einer nosokomialen Legionellose**

Ein Fall von nosokomialer Legionellose muss immer zu Untersuchungen in der betroffenen Institution führen. Das Spitalhygieneteam (allenfalls der zuständige Internist) wird in enger Zusammenarbeit mit dem kantonärztlichen Dienst die Federführung und Verantwortung für die Abklärung übernehmen. Sonst ist es Aufgabe des Kantonsarztes. Im Fall einer nosokomialen Legionellose sollten rasch Korrekturmassnahmen ergriffen werden.

#### **3.1 Abklärungsschritte bei nosokomialer Legionellose**

- Die Kriterien für die Definition einer nosokomialen Legionellose müssen festgelegt sein.
- Bestätigung der Diagnose. Wenn möglich kulturelle Isolierung des Erregers für eine genotypische Identifizierung. Auch bei antibiotisch anbehandelten Patientinnen und Patienten sollte versucht werden, den Erreger zu isolieren.
- Suche nach der Expositionsquelle: Besuchte Orte und medizinisch-pflegerische Massnahmen mit erhöhtem Risiko auflisten (Befeuchter, Vernebler, Intubationen, Abluft von Kühltürmen, Duschen etc.).

#### **3.2 Massnahmen zur Verhinderung weiterer Infektionen**

- Umgebungsuntersuchungen: Probengewinnung an den möglichen Quellen und Suche (Isolierung) von Legionellen mittels Kultur.
- Typisierung: Molekularer Vergleich der aus Patientenproben gewonnenen Stämme mit jenen aus Umgebungsproben. Dafür können die Isolate oder die frischen Proben an das nationale Referenzzentrum für Legionellen in Bellinzona geschickt werden (siehe Modul 20).
- Dekontamination der Quelle, falls dort Legionellen nachgewiesen wurden, dann Erfolgskontrolle mit Wasserprobenentnahme und Analyse.
- Aktive Suche nach weiteren Fällen von nosokomialer Pneumonie.
- Retrospektive Untersuchung von nosokomialen Pneumonien (Antikörpertiter in aufbewahrten Seren).

Vorgehen, falls weitere Fälle gefunden werden:

- Beschrieb der räumlichen und zeitlichen Verteilung aller sicheren und vermuteten Fälle,
- grafische Darstellung der Situation: epidemische Kurve und Situationsplan,
- Suche nach möglichen gemeinsamen Expositionen,
- gezielte Umgebungsuntersuchungen gemäss den möglichen gemeinsamen Expositionen,
- eventuell Fall-Kontroll-Studie, vor allem falls keine Serotypisierung möglich ist.

In den Spitälern müssen die Ärzte aufmerksam bleiben, selbst wenn kein Fall aufgetreten ist oder bemerkt wurde. Jede Erhöhung der Zahl von nosokomialen Pneumonien soll sofort an einen Ausbruch von Legionellose denken lassen und zu einer Abklärung führen.

## 4 Referenzen

1. Bartram J, Chartier Y, Lee JV, Pond K, Surman-Lee S. Legionella and the prevention of legionellosis. Chapitre 6. 89-102. 2007. WHO.
2. Bundesrat. Nationale Strategie zur Überwachung, Verhütung und Bekämpfung von healthcare-assoziierten Infektionen (Strategie NOSO); 2016. Link: <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/service/publikationen/broschueren/publikationen-uebertragbare-krankheiten/publikation-nationale-strategie-noso.html> [Stand am 28.12.2016].
3. Campese C, Charron M, De Cazes A, Genet R, Coustillas M, Andrillon B et al. Cas groupés de légionellose liés au centre hospitalier de Sarlat, 2002. Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire 2003;(34):164.
4. Campins M, Ferrer A, Callis L, Pelaz C, Cortes PJ, Pinart N et al. Nosocomial Legionnaires' disease in a children's hospital. *Pediatr Infect Dis J* 2000; 19(3):228-234.
5. Cervia JS. Reducing the risk for waterborne nosocomial neonatal legionellosis. *Emerging Infect Dis* 2015; 21(6): 1080–1.
6. Hurford A, Lin AL, Wu J. Determinants of the Final Size and Case Rate of Nosocomial Outbreaks. *PLoS ONE* 2015; 10(9): e0138216.
7. Luck PC, Dinger E, Helbig JH, Thurm V, Keuchel H, Presch C et al. Analysis of Legionella pneumophila strains associated with nosocomial pneumonia in a neonatal intensive care unit. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 1994; 13(7):565-571.
8. Teare L, Millership S. Legionella pneumophila serogroup 1 in a birthing pool. *J Hosp Infect* 2012; 82(1): 58-60.
9. Wei S-H, Chou P, Tseng L-R et al. Nosocomial neonatal legionellosis associated with water in infant formula, Taiwan. *Emerging Infect Dis* 2014; 20(11): 1921–4.
10. Yiallourous PK, Papadouri T, Karaoli C et al. First outbreak of nosocomial Legionella infection in term neonates caused by a cold mist ultrasonic humidifier. *Clin Infect Dis* 2013; 57(1): 48–56.
11. Yu VL. Legionella pneumophila (Legionnaires' disease). In: Mandell GL, Bennett JE, Dolin R, editors. Principles and practice of infectious diseases. Philadelphia: Churchill Livingstone, 2000: 2424-2435.



15.08.2018

---

## Modul 8 Reise-assoziierte Legionärskrankheit (Reise-Legionärskrankheit): Definition und Abklärung

### Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Untersuchung der Reise-Legionellose</b> .....	<b>1</b>
2.1	Umgebungsabklärung durch die kantonalen Gesundheitsbehörden .....	2
2.2	European Legionnaires' Disease Surveillance Network (ELDSNet) .....	2
2.3	Publikation von verdächtigen Unterkünften .....	3
<b>3</b>	<b>Referenzen</b> .....	<b>4</b>

### Definitionen

**Reise-assoziierte Legionellose (Reise-Legionellose):** Legionellose bei einer Person, welche während der Inkubationszeit mindestens eine Nacht an einem auswärtigen Übernachtungsort verbracht hat.

**Isolierter Fall einer Reise-Legionellose:** Legionellose bei einer Person, welche während der Inkubationszeit eine oder mehrere Nächte an einem vorübergehenden Übernachtungsort verbracht hat, ohne dass in den letzten 24 Monaten am gleichen Ort ein weiterer Fall von Legionellose aufgetreten ist.

**Gruppierte Fälle von Reise-Legionellose:** Legionellose bei zwei oder mehr Personen, während der Inkubationszeit eine oder mehrere Nächte am gleichen vorübergehenden Übernachtungsort verbracht haben. Der Zeitabstand zwischen den Fällen soll weniger als 24 Monate betragen.

## 1 Einleitung

Isolierte oder gruppierte Reise-Legionellosen bleiben ein seltenes Ereignis in Anbetracht der Mobilität der Menschen und der Anzahl Übernachtungen an auswärtigen Orten aller Art. Die sanitären Einrichtungen, belüftungstechnischen Anlagen und Thermal- oder Sprudelbäder (Jacuzzis) sind im Allgemeinen die Infektionsquelle.

## 2 Untersuchung der Reise-Legionellose

Dem diagnostizierenden und behandelnden Arzt/Ärztin kommt bei der Meldung der Fälle und der Beschaffung der notwendigen Informationen eine Schlüsselrolle zu. Folgende Informationen sind nötig:

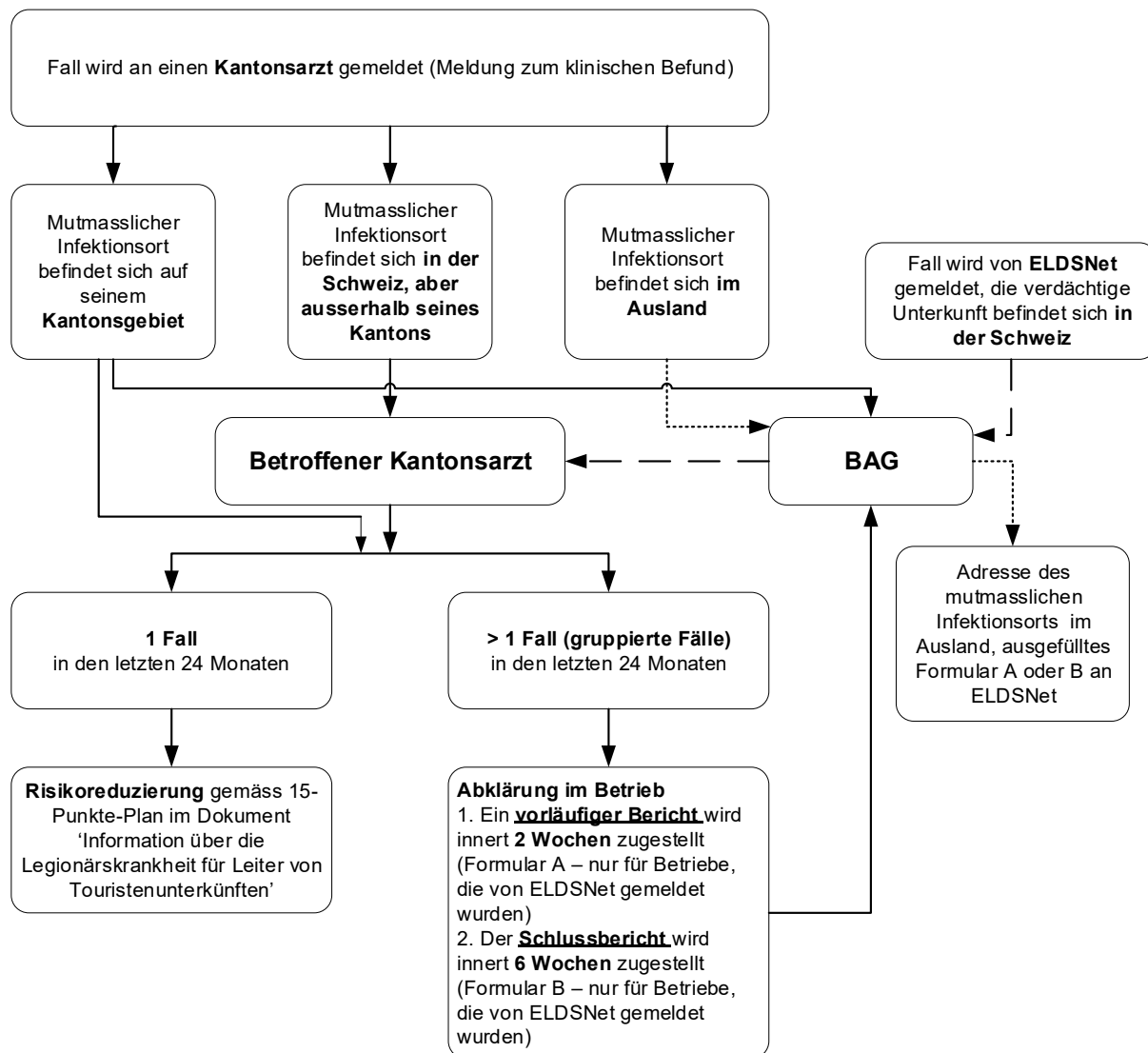
- Liste aller Aufenthaltsorte (genaue Adressen, Aufenthaltsdaten) des Patienten/der Patientin in den letzten zwei bis zehn Tagen vor Beginn der Erkrankung (siehe Definitionen);
- Spezifische bekannte Expositionen des Patienten/der Patientin wie Duschen, Sprudelbäder, Thermalbäder, Luftbefeuchter etc., mit Angabe von Ort (genaue Adresse) und Datum.

Eine Reise-Legionellose hat je nachdem, ob der Fall isoliert ist oder Teil eines Ausbruchs ("Cluster"), verschiedene Massnahmen zur Folge. Diese und die Personen, die dazu Informationen liefern, sind in der Abbildung 8 A dargestellt.

## 2.1 Umgebungsabklärung durch die kantonalen Gesundheitsbehörden

Die kantonsärztlichen Dienste informieren sich gegenseitig, wenn eine erkrankte Person nicht im Kanton wohnt, in dem sich die verdächtige Unterkunft befindet.

Abbildung 8-A Reise-Legionellose - Informationsfluss und Massnahmen



## 2.2 European Legionnaires' Disease Surveillance Network (ELDSNet)

Im Jahr 1987 wurde von der European Working Group for *Legionella* Infections (EWGLI) ein Überwachungsprogramm namens EWGLINET ins Leben gerufen. Ziel war es, internationale Abklärungen von Reise-Legionärskrankheitsfällen zu koordinieren. Seit 2010 trägt dieses Netzwerk den Namen ELDSNet (European Legionnaires' Disease Surveillance Network) und wird durch ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control) koordiniert. 27 EU-Staaten, Island, Norwegen und die Schweiz sind momentan Mitglieder dieses Netzwerks.

Es erlaubt, reiseassoziierte Legionärskrankheitsfälle (travel associated Legionnaires' diseases (TALD)) ausländischen Gesundheitsbehörden zu melden und damit Abklärungen international zu koordinieren. In der Schweiz ist das BAG zuständig für die Zusammenarbeit mit dem ELDSNet. Es meldet regelmässig verdächtige Unterkünfte an ELDSNet, die mutmasslich zu einer Erkrankung mit der Legionärskrankheit geführt haben.

Umgekehrt werden auch Adressen von Unterkünften in der Schweiz, die mutmasslich als Infektionsquelle in Frage kommen (mutmasslicher Infektionsort), ans BAG gemeldet. Die zeitliche Limite wurde



hier auf zehn Tage angesetzt, damit die Spezifität der Abklärungen erhöht und die Zahl fälschlicherweise verdächtigter Übernachtungsorte tief gehalten wird.

#### **TALD-Meldung bezüglich einer potentiellen Streuquelle im Ausland an ELDSNet:**

Das BAG meldet Informationen über mutmassliche Infektionsorte im Ausland an ECDC. Zum Beispiel bei einer an der Legionärskrankheit erkrankten Person, die sich während der Inkubationszeit in einem Hotel im Ausland aufgehalten hat. ECDC verfügt über die Kontaktstellen sämtlicher Länder – auch von nicht EU-Staaten. So erfasst ELDSNet die Meldungen in einer einheitlichen Datenbank und meldet die Fälle an die Gesundheitsbehörde des entsprechenden Landes weiter. Das Hauptziel der TALD-Meldungen ist die Identifikation von Streuquellen, deren Sanierung und damit die Prävention weiterer Fälle. Tatsächlich tritt die Krankheit oft erst nach der Heimkehr nach einer Reise auf. Die Fälle treten deshalb geographisch verstreut auf, während sich die Personen am gleichen Ort aufgehalten haben (Hotel, Zeltplatz, Kreuzfahrtschiff etc.).

#### **TALD-Meldung bezüglich einer potentiellen Streuquelle in der Schweiz an das BAG:**

Im Falle von erkrankten Personen im Ausland, die sich während der Inkubationszeit in der Schweiz aufgehalten haben, wird das BAG von ELDSNet informiert. Das BAG leitet diese Information weiter an den zuständigen kantonsärztlichen Dienst. Wenn ein Fall einer Reise-Legionellose an ELDSNet gemeldet wird, werden eventuelle mit ihm zusammenhängende Fälle in der Datenbank gesucht (gleiche Unterkunft in den letzten 24 Monaten). Besteht ein Verdacht von gruppierten Fällen von Reise-Legionärskrankheit durch eine potentielle Streuquelle an einem Schweizer Übernachtungsort, so müssen die Massnahmen gemäss Formular A eingeleitet werden. Das BAG wird dazu von ELDSNet aufgefordert und koordiniert das Vorgehen mit den kantonalen Behörden. Das ausgefüllte Formular muss innert zwei Wochen via BAG an ELDSNet geschickt werden. Weiter muss nach sechs Wochen der Bericht gemäss Formular B an ELDSNet geschickt werden. Auch dieses Formular wird durch das BAG weitergeleitet.

In jedem Fall sollen Leiter von Touristenunterkünften das Dokument 'Informationen über die Legionärskrankheit für Leiter von Touristenunterkünften' konsultieren und den darin enthaltenen 15-Punkte-Plan zur Reduzierung der von *Legionella* ausgehenden Risiken einhalten (Informationen über die Legionärskrankheit für Leiter von Touristenunterkünften).

### **2.3 Publikation von verdächtigen Unterkünften**

In bestimmten Situationen publiziert ELDSNet auf seiner Internetseite Informationen zu einer verdächtigen Unterkunft. Diese einschneidende Massnahme wird nur ergriffen, wenn wiederholt ein Verdacht auftaucht (mehrere Fälle möglicherweise assoziiert mit derselben Unterkunft) und auch nur dann, wenn die standardisierten Prozesse (Umgebungsuntersuchungen, Berichte mit dem Formular A und dem Formular B innert den vorgesehenen Fristen) nicht eingehalten werden.

Wenn sie dort nicht innert der gesetzten Frist eintreffen, erscheint der Name des verdächtigten Betriebs auf der Internetseite von ELDSNet. Es ist deshalb im Interesse des Betriebs, aber auch der Tourismusindustrie überhaupt, dass die Behörden so schnell wie möglich die Untersuchung durchführen und allenfalls die notwendigen Massnahmen treffen können.



### 3 Referenzen

- Members of the European surveillance scheme for travel associated Legionnaires' disease, European Working Group for Legionella Infections. European guidelines for control and prevention of travel associated Legionnaires' disease. 2005.
- European Centre for Disease Prevention and Control. European Legionnaires' Disease Surveillance Network (ELDSNet): Operating procedures. Stockholm: ECDC; 2012.
- Ricketts KD, Yadav R, Joseph CA. Travel-associated Legionnaires disease in Europe: 2006. Euro Surveill 2008; 13(29).
- Schweizerische Eidgenossenschaft. Bundesgesetz über den Datenschutz (DSG). SR 235.1. 19-6-1992.



15.08.2018

---

## Modul 9 Abklärung von im Alltag erworbenen Legionellosen („community-acquired legionellosis“)

### Inhalt

<b>1</b>	<b>Definition</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Abklärung einer im Alltag erworbenen Legionellose</b> .....	<b>2</b>
	<b>Referenzen</b> .....	<b>3</b>

### 1 Definition

Im Alltag erworbene Legionellose: Fall von Legionellose, bei der eine nosokomiale und reisebedingte Ansteckung ausgeschlossen werden können, d.h. Ansteckung im alltäglichen Lebensumfeld oder im Beruf.

### 2 Einleitung

Der Anteil von Legionelleninfektionen an allen im Alltag erworbenen Pneumonien hängt vom betrachteten Kollektiv und von den verwendeten diagnostischen Methoden ab. In internationalen Studien liegt dieser Anteil im Allgemeinen zwischen 1 und 8%, kann aber auch bis zu 16% gehen. Die Verfügbarkeit des Urin-Antigentests hat die Suche nach und Diagnose von *L. pneumophila* (insbesondere der Sero-Gruppe 1, siehe Modul 4, Punkt 1) wesentlich erleichtert.

Dass mehr sporadische als epidemische Legionellosefälle erkannt werden, hat auch damit zu tun, dass subklinische und gruppierte Fälle oft nicht erkannt werden und ein Zusammenhang zwischen sporadischen Fällen schwierig zu finden ist. Das Infektionsrisiko scheint vor allem in der Wasserversorgung (heisses und kaltes Trinkwasser) zu liegen, insbesondere, wenn Aerosole gebildet werden, und in der Nachbarschaft von Kühltürmen. Aber auch andere Installationen wie Sprudelbäder (sogar bei der Demonstration an Verkaufsmessen) und Thermalbäder, der Betrieb von Luftbefeuchtern (vor allem in belüftungstechnischen Anlagen), Bau- und Renovationsarbeiten am Sanitärsystem und das Gärtnern sind manchmal Infektionsursachen. Pathogene Legionellenstämme der Gattungen *Legionella pneumophila*, *Legionella bozemanii* und *Legionella longbeachae* wurden in Mischungen von Topferde gefunden.

Was das berufliche Risiko betrifft, wurde vor allem von Fällen nach Reparaturarbeiten an Sanitärinstallationen und Belüftungsanlagen berichtet. Es ist selten, dass Legionellosefälle der SUVA als Berufskrankheiten gemeldet werden. Die SUVA hat jedoch ein spezifisches Factsheet für den Untertagbau erarbeitet, das eine Reihe von Massnahmen der primären und der sekundären Prävention sowie technische und organisatorische Massnahmen und personenbezogene Schutzmassnahmen enthält.

Theoretisch besteht ein Risiko bei allen Aktivitäten, bei denen Wasser mit Überdruck oder Aerosolproduzierende Installationen verwendet werden (Minenarbeit, Autowaschanlagen, Fassadenreinigung, Abwasser- und Kanalisationsarbeiten, Feuerwehr etc.). Das Tragen einer ultrafiltrierenden Maske (FFP2 oder FFP3, filtering face piece) kann sich für bestimmte Arbeiten als nötig erweisen (Modul 14). In bestimmten Industrien (Textil, Papier, Holz) erfordert die Produktion eine erhöhte Luftfeuchtigkeit und

damit Befeuchter. Auch in der Industrie kann die Vernachlässigung des Unterhalts von Sanitär- und belüftungstechnischen Anlagen Legionelleninfektionen hervorrufen.

Im Bereich der Gesundheitsversorgung hat eine Studie bei Zahnarzt-Praxispersonal eine im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung erhöhte Seroprävalenz für Legionellen gezeigt. Wenn ein Aerosol-produzierender Apparat mit Legionellen kontaminiert ist, werden zahnärztliches Personal und kurzfristig auch Patientinnen und Patienten exponiert. Trotzdem bleibt das Risiko einer Legionellose nach einem Zahnarztbesuch sehr gering. Bei Verdacht auf eine Infektion nach einem Zahnarztbesuch muss immer eine Abklärung auf eine therapieassoziierte Infektion durchgeführt werden (siehe Modul 7).

In mikrobiologischen Laboratorien genügen die allgemeinen Schutzmassnahmen. In der Schweiz wurde bisher noch keine Laborinfektion dem BAG gemeldet. Die Verordnung über den Schutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer vor Gefährdungen durch Mikroorganismen (SAMV, SR 832.321, [www.admin.ch/ch/d/sr/c832\\_321.html](http://www.admin.ch/ch/d/sr/c832_321.html)) legt fest, welche Massnahmen zum Schutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer bei einer entsprechenden Exposition zu treffen sind.

### 3 Abklärung einer im Alltag erworbenen Legionellose

Bei Verdacht auf eine Legionellenexposition im Alltag (Ausschluss eines nosokomialen Ursprungs oder einer Reise-Legionellose) ist eine gezielte Anamnese auf potentielle Ansteckungsquellen nötig. Insbesondere müssen Hinweise auf eine Exposition im beruflichen und übrigen Alltag der erkrankten Person gesucht werden. Das Formular zur Meldung von klinischen Befunden (siehe [www.bag.admin.ch/infr-reporting](http://www.bag.admin.ch/infr-reporting)) kann als Leitlinie für die Datenerhebung dienen. Wenn immer möglich sollten klinische Proben für eine genaue Identifizierung des Bakteriums (Kultur, Serotypisierung) entnommen werden.

Umgebungsuntersuchungen sind in jedem Fall indiziert bei:

- Verdacht auf gehäuft auftretende Fälle,
- Reinfektion,
- Verdacht auf einen Kühlturm als Ursache.

Die Untersuchung umfasst in diesen Fällen immer:

- Inspektion der Örtlichkeiten,
- Überprüfung der technischen Pläne der sanitären Installationen und der Klimatisierung,
- Überprüfung von Belegen zur Wartung,
- Detaillierte Inspektion und Messung der Temperaturen an den in Frage kommenden Wasserzapfstellen,
- Gezielte Suche nach Legionellen im Wasser (und evtl. in der Luft) von verdächtigten Installationen.

## Referenzen

- Fotos PG, Westfall HN, Snyder IS, Miller RW, Mutchler BM. Prevalence of Legionella-specific IgG and IgM antibody in a dental clinic population. *J Dent Res* 1985; 64:1382-1385.
- Kunz Irène, Jost Marcel. Legionellen – Gefährdung im Untertagbau [Factsheet]. SUVA; 2011. URL: <https://www.suva.ch/de-CH/material/Dokumentationen/legionellen-gefaehrdung-im-untertagbau/#uxlibrary-from-search> [Stand am 16.12.2017].
- Mandell LA, Bartlett JG, Dowell SF, File TM, Jr., Musher DM, Whitney C. Update of practice guidelines for the management of community-acquired pneumonia in immunocompetent adults. *Clin Infect Dis* 2003; 37(11):1405-1433.
- Oosterheert JJ, Bonten MJ, Hak E, Schneider MM, Hoepelman AI. Severe community-acquired pneumonia: what's in a name? *Curr Opin Infect Dis* 2003; 16(2):153-159.
- Potts A, Donaghy M, Marley M et al. Cluster of Legionnaires disease cases caused by Legionella longbeachae serogroup 1, Scotland, August to September 2013. *Euro Surveill* 2013; 18(50): 20656.
- Pankhurst CL. Risk assessment of dental unit waterline contamination. *Prim Dent Care* 2003; 10(1):5-10.
- Ricci ML, Fontana S, Pinci F et al. Pneumonia associated with a dental unit waterline. *Lancet* 2012; 379(9816): 684.
- Schweizerische Eidgenossenschaft. Verordnung über den Schutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer vor Gefährdung durch Mikroorganismen (SAMV). 832.321. 25-8-1999.
- Schweizerischer Verein von Wärme-- und Klimaingenieuren (SWKI). Hygiene-Anforderungen an Raumluftechnische Anlagen. 2003-5 ed. 2003.



21.08.2018

## Modul 10 Risikoeinschätzung, Selbstkontrolle, Probenentnahme, Interpretation der Resultate

### Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Risikoeinschätzung</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Selbstkontrollkonzept</b> .....	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Untersuchungen von Wasserproben</b> .....	<b>5</b>
4.1	Praktische Überlegungen .....	5
4.2	Probenahme nach Untersuchungsziel .....	6
4.2.1	Duschwasser-Untersuchung ab Bezugspunkt .....	6
4.2.2	Systemische Untersuchung .....	7
4.2.3	Weitergehende Untersuchung .....	7
4.2.4	Gezielte Abklärungen .....	7
4.2.5	Badewasser-Untersuchung .....	8
4.3	Probenahmetechnik .....	8
4.3.1	Beprobung von Duschen .....	8
4.3.2	Beprobung von Hausinstallationen an Armaturen (ohne Duschen) .....	10
4.3.3	Schöpfproben .....	11
4.3.4	Abstriche .....	11
4.3.5	Luftproben .....	11
4.3.6	Sonstige Umgebungsproben .....	12
4.3.7	Probenahme bei Vorhandensein von bioziden Substanzen .....	12
4.3.8	Dokumentation der Probenahme .....	12
4.3.9	Transport und Lagerung .....	12
<b>5</b>	<b>Interpretation der Resultate</b> .....	<b>12</b>

### 1 Einleitung

Legionellen sind Umweltbakterien, die weit verbreitet sind und in geringer Konzentration auch im Grundwasser vorkommen. Sie können entsprechend einfach via Trinkwasserverteilnetz in Hausinstallationen und technische Anlagen gelangen. Mit Legionellen belastetes Trinkwasser kann ohne Gesundheitsrisiko getrunken werden. Treffen Legionellen aber auf geeignete Lebensbedingungen, können sie sich zu hohen Konzentrationen vermehren und bei Aerosolbildung zu einer Infektionsgefahr für den Menschen werden. Jeder verantwortungsbewusste Hauseigentümer oder Anlagenbetreiber sollte sich deshalb die Frage stellen, ob sich Legionellen in seinen Installationen (Duschen, Sprudelbäder, Befeuchtungsanlagen und Klimaanlage u.ä.) vermehren können. Für Verantwortliche von Altersheimen, Spitälern, Pflegeeinrichtungen, Schulen, Schwimmbädern, Hotels und anderen öffentlichen Einrichtungen mit Duschen besteht die rechtliche Pflicht, eine einwandfreie Wasserqualität zu gewährleisten. Aber auch Betreiber von Kühltürmen, Klimaanlage und Befeuchtungsanlagen müssen das Legionellenrisiko für ihre Anlage einschätzen können. Das Modul 10 gibt eine generelle Anleitung dazu. Spezifischere Belange

1/13

des Legionellenmanagements in Spitälern, Hotels oder öffentlichen Schwimmbädern sind in den Modulen 12 bis 15 dargelegt.

## 2 Risikoeinschätzung

Ob Installationen zu einem Legionellenbefall neigen, ist stark abhängig von den anlagen- und nutzungsspezifischen Gegebenheiten. Das Legionellenmanagement muss auf diese Gegebenheiten abgestimmt sein. Die Bewertung der Anlage (Zustand der Installationen, Nutzungsart, Wasserumsatz, Wassertemperatur, Aerosolbildung etc.) bildet die Basis für eine sachgerechte Risikoeinschätzung und daraus abgeleitete Massnahmen für das Legionellenmanagement. Die Sanitärinstallationen in Gebäuden sind oft komplex und manchmal schlecht dokumentiert. Für die Risikoeinschätzung ist deshalb der Beizug eines Spezialisten (z.B. Sanitärfachmann) empfehlenswert. Tabelle 10-A listet Dokumente und Informationen auf, die für die Risikoeinschätzung herangezogen werden sollten, und gibt den jeweiligen Verwendungszweck an.

**Tabelle 10-A Informative Grundlagen und deren Verwendung für die generelle Risikoeinschätzung**

	<b>Verwendungszweck</b>
<b>Aktueller Plan des Versorgungssystems (Installationsplan und Funktionsschema)</b>	<p>Aufzeigen der Leitungsführung, Leitungsquerschnitte, Toträume und Leitungsbereiche mit Stagnationsmöglichkeiten.</p> <p>Abbilden der Betriebseinstellungen (Temperatureinstellungen, Ventile auf/zu etc.)</p> <p>Festlegen der repräsentativsten und der bezüglich Temperaturführung und Wasserumsatz am ehesten anfälligen Stellen des Systems im Hinblick auf die Probenentnahme.</p>
<b>Eingebaute Materialien</b>	<p>Erkennen von Installations-Abschnitten mit material-bedingt erhöhtem Verkeimungsrisiko. Fokus: Kontakt-Materialien, die für Bakterien verwertbare Stoffe an das Trinkwasser abgeben, begünstigen die Bildung von Biofilmen. Insbesondere bei wasserberührten Anlageteilen aus Kunststoffen, welche nicht nachweislich für den Einsatz im Kalt- resp. Warmwasserbereich von Trinkwasserinstallationen geeignet sind, besteht die Gefahr einer massiven Verkeimung.</p>
<b>Zustand der Anlagenteile (Funktionstüchtigkeit, Qualitätseinbußen durch Alterung)</b>	<p>Abbilden des betriebstechnischen Zustandes und allfälliger Schwachstellen, einschliesslich alterungsbedingt raue Oberflächen oder Anlagendefekte.</p>
<b>Kalkschutz, Korrosionsschutz</b>	<p>Einbeziehen vorhandener Zusatzinstallationen in die Risikoeinschätzung, einschliesslich Zustand, Betriebsart und Notwendigkeit. Sie können fallweise hygiene-relevant sein, beispielsweise wenn sie die Nährstoffsituation verändern (Phosphat, Organika) oder zusätzliche Stagnationszonen schaffen.</p>

	<b>Verwendungszweck</b>
<b>Temperaturführung, Ausstosszeit an den Entnahmestellen</b>	<p>Auswerten der Betriebstemperaturen für den Kalt- und Warmwasserbereich sowie für alle übrigen relevanten wasserführenden Installationen. Die Daten sollen sich zusammensetzen aus Messungen über alle Prozessschritte von der Wassereinspeisung über die Bevorratung (mit oder ohne Zirkulation) bis zu den aerosolbildenden Bezugs- resp. Abgabepunkten.</p> <p>Vergleichen der IST-Werte mit den aus hygienischer Sicht empfohlenen SOLL-Werten (siehe Modul 11).</p>
<b>Instandhaltung, Reparaturen, Desinfektionsmassnahmen</b>	<p>Sichten der Nachweise von Arbeiten, die periodisch oder bei Bedarf an den Anlagen durchgeführt werden/wurden. (Entkalkung, Korrosionsbehandlung, Spülung, Leitungser-satz u.ä.; mit jeweiligem Datum, Produktname, Dosierung, Einwirkungszeit).</p>
<b>Stellen, an denen sich Aerosole bilden können</b>	<p>Übersicht erstellen über Bezugspunkte / Entnahmearmatu-ren, die bei einem Legionellenbefall aufgrund der Aerosol-bildung problematisch sind. Die Übersicht ist wichtig, wenn es darum geht, im Bedarfsfall rasch geeignete Massnah-men für den Gesundheitsschutz festzulegen.</p>
<b>Nutzung der sanitären Anlagen</b>	<p>Darlegung der Nutzungsgegebenheiten wie Bezugsmenge, Bezugsgewohnheiten/-Verteilung, Schwankungen (im Wo-chenablauf, saisonal, ferienbedingt). Nutzungen, die inho-mogen sind oder nicht (mehr) den Annahmen entsprechen, auf welche die Anlagen ausgelegt wurden, können er-schwerte Bedingungen für den hygienischen Betrieb mit sich bringen.</p> <p>Darlegung der Massnahmen, die bei zeitweisem Nutzungs-unterbruch (z.B. leer stehende Wohnung) vorgenommen werden.</p>
<b>Wasserqualität</b>	<p>Einbezug der verfügbaren Angaben zur sensorischen, che-mischen und mikrobiologischen Wasserqualität: allfällige Reklamationen über ‚Rostwasser‘ oder Fremdgeruch, so-weit vorhanden Labormesswerte von Wasserproben aus dem Verteilsystem und dem Frischwasser bei Eintritt in die Hausinstallation.</p>

Wenn ein Teil der genannten Dokumente und Informationen fehlt, lückenhaft ist oder die aktuelle Situation nicht adäquat abbildet, sind Ergänzungen nötig. Je solider die Datenbasis ist, desto zuverlässiger ist die Risikoeinschätzung.



Die Risikoeinschätzung kann vor unterschiedlichen Hintergründen vorgenommen werden:

- Als Basis-Bewertung im Rahmen der guten Verfahrenspraxis
- Als periodische Aktualisierung einer vorgängigen Bewertung
- Als gezielte Aktualisierung aufgrund einer System- oder Betriebsänderung (z.B. Umbau oder Umnutzung des Gebäudes, Teilsanierung der Installationen u.ä.)
- Im Zusammenhang mit der Abklärung von Erkrankungen an Legionellose

Die genannten, generell zu berücksichtigenden Daten und Informationen bleiben sich dabei gleich. Bei den gezielten Aktualisierungen oder den Abklärungen können aber weiterführende, noch detailliertere Risikobetrachtungen für Untereinheiten wie beispielsweise einzelne Etagen oder Wohnungen nötig sein.

Die Einschätzung von Installationen bezüglich ihres Risikos für Legionellenvermehrung darf nicht gleichgesetzt werden mit der Einschätzung des Infektionsrisikos für Personen. Hinsichtlich Infektionsrisiko für Personen ist zwar die Wahrscheinlichkeit, dass ein Wassersystem mit Legionellen befallen ist, als Faktor einzubeziehen. Es gibt aber weitere mitentscheidende Faktoren, namentlich die Wahrscheinlichkeit, mit legionellen-haltigen Aerosolen in Kontakt zu kommen resp. gekommen zu sein, die Dauer und Intensität dieses Kontaktes, die Virulenz des Legionellen-Stammes und die individuelle Empfänglichkeit der Personen.

### **3 Selbstkontrollkonzept**

Ausgehend von der Risikoeinschätzung soll das Legionellenmanagement für den Betrieb der Anlagen definiert werden. Das entsprechende Selbstkontrollkonzept dient der Verhinderung einer starken Vermehrung von Legionellen und damit der Prävention von Erkrankungen an Legionellose. Im Konzept werden die wiederkehrenden Tätigkeiten zur Instandhaltung festgelegt sowie die Kontrollpunkte und – Parameter (Temperaturkontrollen, Kontrolle auf Funktionstüchtigkeit, Wartungen u.ä.), das Intervall der Kontrollen, aber auch die SOLL-Werte, die bei einem korrekten Betrieb eingehalten sein müssen. Wenn die Risikoeinschätzung Schwachstellen in den Installationen oder der Betriebsweise aufgezeigt hat, ist die Behebung dieser Schwachstellen anzugehen. Die dafür nötigen Schritte sind ebenfalls im Konzept aufzunehmen. Die Entnahme von Wasserproben zur mikrobiologischen Analyse auf Legionellen dient zur Überprüfung, ob das Konzept bzw. die Massnahmen zum Legionellenmanagement wirksam sind und die einwandfrei hygienische Wasserqualität gewährleisten.

Die Kriterien und Zeitpunkte von Kontrollmessungen und Beprobungen für Laboranalysen sollen den Risiken entsprechend in das Selbstkontrollkonzept eingebettet werden: Je gefährdeter eine Anlage zur Bereitstellung von Dusch- oder Badewasser, von Wasser für Raumluftechnik oder Kühlzwecke etc. hinsichtlich Legionellenbefall ist und je unmittelbarer Personen durch infektiöse Aerosole der Anlage betroffen sein könnten, desto intensiver muss sie überwacht werden. Dies kann monatliche Kontrollmessungen der Wassertemperatur sowie mehrmals jährliche mikrobiologische Untersuchung auf Legionellen (Laboranalysen) bedeuten. Bei Anlagen mit geringem Risiko für einen Legionellenbefall und einwandfreier wasserhygienischer Ausgangslage können Temperaturkontrollen und mikrobiologische Überprüfungen der Wasserqualität hingegen in deutlich grösseren Abständen erfolgen.

Zum Konzept gehört auch ein Plan mit Massnahmen, die im Falle von Abweichungen gegenüber den Sollwerten getroffen werden (z.B. bei Unterschreitung der Temperaturvorgaben oder bei Überschreitung des Legionellenhöchstwertes).

Das Selbstkontrollkonzept und die Massnahmen zu dessen Umsetzung müssen schriftlich dokumentiert sein.

## 4 Untersuchungen von Wasserproben

### 4.1 Praktische Überlegungen

- Damit die Probenahmestellen und das Vorgehen bei der Probenahme zweckmässig festgelegt werden können, muss das Ziel der Untersuchung bekannt sein. Es ist sinnvoll, folgende 5 Situationen zu unterscheiden:

Kurzbezeichnung	Ziel
Duschwasser-Untersuchung ab Bezugspunkt	Kontrolle auf lokale Kontamination
Systemische Untersuchung	Überprüfung der zentralen Teile
Weitergehende Untersuchung	Stufenkontrolle bei systemischem Befall
Gezielte Abklärung	Abklärung von Erkrankungsfällen
Badewasser-Untersuchung	Kontrolle des Beckenwassers

Die Charakteristiken dieser Situationen sind nachfolgend detaillierter beschrieben.

- Für Untersuchungen, die der hygienischen Überprüfung der zentralen Teile der Trinkwasser-Installation wie Trinkwassererwärmungsanlage, Verteiler, Steigstränge oder Zirkulationsleitungen dienen, kann ein Raster für die zu entnehmenden Stichproben angegeben werden. Solche Untersuchungen werden als orientierende oder systemische Untersuchung bezeichnet.
- Die geeigneten, aussagekräftigen Stellen für eine Legionellenkontrolle und die Anzahl der für mikrobiologische Beurteilungen notwendigen Proben müssen für alle übrigen Untersuchungen mittels Situationsanalyse individuell auf die jeweiligen Fragestellungen ausgerichtet werden.
- Wenn die Beprobung dazu dient, die Entwicklung der Legionellen-Konzentration im kontrollierten System zu beobachten (Verlaufsmessungen), müssen die Proben nach einem gleichbleibenden Schema entnommen werden, sodass die Resultate mit denjenigen früherer oder späterer Untersuchungen verglichen werden können.
- Bei Legionellenkontrollen steht meistens eine Überprüfung der hygienischen Wasserqualität in der Warmwasserversorgung im Vordergrund. Wenn allerdings Hinweise auf mangelhafte Dämmung von Kaltwasserleitungen bestehen (angezeigt durch Kaltwasserpartien im problematischen Temperaturbereich  $>25\text{ °C}$ ), so ist auch die Kaltwasserqualität zu überprüfen.
- Idealerweise sind Probenahmestellen einfach zugänglich und so angeordnet, dass genügend Raum für das Abfüllen der Gefässe vorhanden ist.
- Risikofaktoren wie Stagnation und Temperaturverlauf sollten für die Wahl des Probenahmezeitpunktes berücksichtigt werden. Ein risikobasierter Probenahmezeitpunkt ist beispielsweise nach betriebsüblichen Stagnationszeiten bevor eine grössere Menge Wasser entnommen wird (z.B. am frühen Morgen in Wohnungen oder nach Wochenenden in Betriebsgebäuden). Bei Warmwassersystemen mit regelmässigen Heisswasserspülungen ist der beste Zeitpunkt in der Regel kurz vor der Spülung mit Heisswasser.
- Wasserproben sollten mit standardisierten Nachweismethoden in akkreditierten Laboratorien auf Legionellen untersucht werden, damit möglichst reproduzierbare Resultate erzielt werden. Das Modul 17 gibt einen Überblick über die Untersuchungsmethoden, die für den Nachweis von Legionellen in Wasserproben empfohlen werden.

Für die Situationsanalyse sind ähnliche Aspekte zu beachten wie bei der Risikoeinschätzung:

- Zustand des Gebäudes und der wasserführenden Installationen
- Mögliche Legionellenquellen: Sanitäre Installationen, Wasserbehälter, Wasserzerstäuber und Luftaufbereitungsanlagen (insbesondere raumluftechnische Anlage mit stagnierendem Wasser wie Luftbefeuchter oder Luftkühler), medizinische Geräte, Sprudelbäder, Zierbrunnen etc.
- Installationen: Bau- und Konstruktionspläne, Art und Zustand der Materialien, Stillstand- und Betriebsperioden, Instandhaltung (Instandhaltungsunterlagen prüfen, sofern vorhanden), Reparatur- und Renovationsarbeiten, Betriebsprovisorien, Berichte von eventuellen Pannen, Vorhandensein von stagnierendem Wasser, Aerosolbildung, Verkalkungen und Verkrustungen, Biofilme, Anwendung und Konzentration von Desinfektionsmitteln etc.
- Wassertemperaturen sowohl des Kalt- wie des Warmwassers in den Behältern und Stagnationsbereichen, im Zirkulationssystem und an den Entnahmestellen.

## 4.2 Probenahme nach Untersuchungsziel

### 4.2.1 Duschwasser-Untersuchung ab Bezugspunkt

Duschen in privaten Badezimmern, Hotels, Gemeinschaftsräumen von Turn-/Sportanlagen etc. stellen individuelle Bezugspunkte dar. Obwohl sie alle dem Zweck der Körperpflege dienen, sind die Nutzungssituationen sehr heterogen. Bedenkt man alle Faktoren, welche die Wasserhygiene des Duschwassers beeinflussen, wird klar, dass selbst bei baulich ähnlichen Einheiten sehr unterschiedliche hygienische Zustände resultieren können. Als Beispiele seien baugleiche Wohnungen mit unterschiedlichen Duschgewohnheiten der Mieter erwähnt oder baugleiche Gemeinschaftsduschen in einem Sportzentrum mit unterschiedlich ausgelasteten Hallen. Nebst der unterschiedlichen Benutzungsintensität können sich die Bezugspunkte auch hinsichtlich Baustoffe/Kontaktmaterialien, Wartungs- und Pflegezustand, Durchfluss und natürlich der Lage innerhalb des Versorgungssystems unterscheiden. Die Untersuchung von Duschwasser ab einem Bezugspunkt ermöglicht deshalb primär eine Aussage spezifisch für den beprobten Bezugspunkt.

Oftmals wird aber eine gewisse Repräsentativität der wasserhygienischen Aussage für die Duschen eines beprobten Gebäudes (Hotel, Mehrzweckhalle, Schwimmbad etc.) gewünscht. In diesem Fall sollen die Probenahmestellen in Abhängigkeit der technischen und betrieblichen Gegebenheiten sowie der Nutzung festgelegt werden. Namentlich sind für eine Gruppierung von Duschen, die einigermaßen vergleichbare Voraussetzungen wasserhygienischer Art haben, folgende Kriterien naheliegend:

- Lage in Bezug auf die Versorgungseinheit (bei Installationen mit mehreren, voneinander unabhängigen Versorgungssystemen)
- Lage in Bezug auf die warmgehaltenen Anlagenbestandteile (peripher, zentral)
- Beeinflussung durch Zusatzinstallationen wie Temperatur-begrenzende Mischventile, Enthärtungsanlagen, Durchflussbegrenzer
- Charakteristische Nutzungsfrequenz (intensiv, durchschnittlich, spärlich)
- Eigenschaften bezüglich Ausstosszeit resp. Vorlaufvolumen bis zur gewünschten Warm- oder Kaltwassertemperatur
- Andere Auffälligkeiten (z.B. auffällige rasche Entwicklung von Kalk-Verkrustungen, Temperaturinstabilität, Druckverlust)

Für eine über die gesamten Installationen aussagekräftige wasserhygienische Beurteilung sollten in jede nach diesen Kriterien gebildeten „Duschen-Gruppe“ 1 bis 2 Duschen beprobt werden.

Bei Bedarf kann die Anzahl Probenahmestellen reduziert werden, indem die Priorität bei denjenigen Duschen gesetzt wird, die aufgrund der Charakteristiken eine erhöhte Verkeimungswahrscheinlichkeit aufweisen. Die Analysenergebnisse bilden dann den Zustand der hygienisch ungünstigeren Duschbereiche ab.

#### 4.2.2 Systemische Untersuchung

Bei der systemischen Untersuchung geht es um eine Stichprobe, mit der sich eine allfällige Kontamination des Wassers in zentralen Anlageteilen wie Wassererwärmer (Boiler), Verteilern, Steigsträngen oder Zirkulationsleitungen feststellen lässt. Aus einem einwandfreien Befund einer systemischen Untersuchung darf indes nicht abgeleitet werden, dass alle einzelnen Entnahme-armaturen legionellenfrei sind. Bei der Auswahl von Probennahmearmaturen für die systemische Untersuchung sind abflammbare Armaturausgüsse zu bevorzugen.

Für eine systemische Untersuchung sollte die Wasserqualität an mindestens folgenden Stellen beprobt werden:

- Einspeisung ab dem Wassererwärmer/Warmwasserspeicher in die warmgehaltene Leitung (Zirkulationsleitung oder Leitung mit Warmhalteband); bei Frischwasserstationen: erwärmtes Trinkwasser bei Austritt aus der Station
- Rücklauf aus der Zirkulationsleitung in den Wassererwärmer resp. Rücklauf zur Frischwasserstation
- Mindestens eine peripher gelegene Bezugsarmatur (vorzugsweise eine für den Gesundheitsschutz relevante Armatur in grösster Distanz zum Erwärmer)

Wenn im Gebäude mehrere Steigstränge vorhanden sind, sollen entsprechend weitere peripher gelegene Stellen beprobt werden. Sie sind so zu wählen, dass je ein Steigstrang pro vergleichbare Leitungsanordnung/Versorgungssituation erfasst wird. Hydraulisch ungünstig gelegene periphere Entnahmestellen in grosser Distanz zum Wassererwärmer haben dabei Vorrang gegenüber günstigen, sprich nähergelegenen Entnahmestellen mit regem Wasserbezug. Entnahmen an (abflammbaren) Lavabo-Armaturen sind gut geeignet, da bei der systemischen Untersuchung nicht der hygienische Zustand an der individuellen Duscharmatur festgestellt werden soll, sondern die hygienische Qualität des Wassers, das aus der warmgehaltenen Leitung in den betreffenden Raum geführt wird.

#### 4.2.3 Weitergehende Untersuchung

Die weitergehende Untersuchung kommt dann zum Zug, wenn zu vermuten oder bereits nachgewiesen ist, dass eine systemische Legionellenkontamination besteht. In Stufenkontrollen mit deutlich ausgeweitetem Umfang der Probenahmestellen wird abgeklärt, in welchem Ausmass die Kontamination besteht und welche Versorgungsbereiche wie stark betroffen sind. Die erweiterte Untersuchung erbringt die diagnostische Grundlage, auf deren Basis das Konzept für die nachhaltigen Sanierungsmassnahmen erstellt wird.

Die Anzahl Proben für weitergehende Untersuchungen richtet sich nach Grösse, Ausdehnung und Verzweigung des Systems. Auch Risikofaktoren werden bei der Auswahl berücksichtigt (Entfernung zum Wassererwärmer, Aerosolbildung und Intensität der diesbezüglichen Exposition, Stagnation bzw. Wassererneuerung, Leitungsmaterial, mutmasslicher Leitungszustand). Nur in kleinen Objekten wird es möglich sein, alle relevanten Entnahmestellen zu beproben. In grösseren Objekten sollen aber immer ausreichend viele Proben pro Etage oder Nutzungsbereich entnommen werden, so dass die Versorgungssituation für alle verschiedenen Etagen/Nutzungsbereiche repräsentativ abgebildet wird. Zudem sollen auch Bereiche mit vermehrt stagnierendem Wasser beprobt werden, z.B. Armaturen in wenig benutzten Räumen oder Wasser ab Druckhaltegefäss.

#### 4.2.4 Gezielte Abklärungen

In gewissen Fällen kommt statt intensiver Beprobungen im Rahmen von weitergehender Untersuchungen eine gezielte Abklärung an spezifischen Entnahmestellen in Betracht. Insbesondere bei Abklärungen von Legionellose-Erkrankungsfällen kann es sinnvoll sein, in einem ersten Arbeitsschritt gezielt die Wasserqualität an einer Stelle zu überprüfen, welche sich aus der Befragung des Erkrankten als mögliche Infektionsquelle abgezeichnet hat. Das kann beispielsweise ein Sprühgerät am Arbeitsplatz sein oder ein Rasensprenkler im Garten. Auch die Überprüfung auf punktuelle Verkeimung einer einzelnen

Entnahmearmatur mit Legionellen (z.B. eines Duschkopfs oder Duschschauchs) oder eines Endstranges, wie z.B. ein einzelnes Bad in einem Hotel oder Stockwerksleitungen, die nicht in die Zirkulation eingebunden sind, kann den gezielten Abklärungen zugeordnet werden.

#### 4.2.5 Badewasser-Untersuchung

Relevante Probenahmestellen im Bereich der Bade- und Wellnessangebote sind insbesondere Sprudelbäder (Whirlpools, Sprudeltöpfe, Liegesprudelbereiche u.ä.) und Becken mit Wassertemperatur >23 °C und einem der Aerosolbildung förderlichen Wasserkreislauf. Wenn bei der Untersuchung eine zu hohe Legionellen-Keimzahl festgestellt wird, sollte eine Stufenkontrolle mit Probenahmestellen entlang den Verfahrensschritten der Badewasser-Aufbereitung vorgenommen werden.

### 4.3 Probenahmetechnik

Nur wenn die Proben fachgerecht entnommen und alle erforderlichen Erhebungsdaten aufgenommen werden, können die Untersuchungsbefunde sachgerecht interpretiert werden. Analysen von Wasserproben, die unsachgemäss entnommen wurden oder zu denen wichtige Erhebungsdaten fehlen, sind unnütz oder können sogar zu Fehlinterpretationen führen. Es ist deshalb entscheidend, dass die probenehmende Person das Ziel der Beprobung kennt, die Entnahmetechnik darauf ausrichten kann, mit der richtigen Handhabung von Probenahmegefässen, Probentransport, Erhebungsparametern etc. vertraut ist. Sie muss dabei differenzieren können zwischen Routinebeprobungen, Beprobungen zur Klärung spezifischer Fragestellungen, Probenahmen für die verschiedenen Nachweismethoden (Kulturmethode, Molekularbiologie, Durchflusszytometrie) u.a.m.

Die sterilen Probenahmegefässe sollten vom Analysenlabor mit Angabe des Untersuchungszwecks bezogen werden.

Nur geschulte Probenehmende können korrekte Beprobungen durchführen.

#### 4.3.1 Beprobung von Duschen

Die Entnahme von Duschwasser soll im Grundsatz so erfolgen, dass sie den Alltagsgebrauch der Dusche abbildet.

- **Für die Probenahme von Wasser ab beweglichen Duschbrausen (Handbrausen mit Duschschauch) werden folgende Schritte ausgeführt:**
  1. **Einstellen des Temperaturreglers und Vorlaufvolumen (Optionen)**

##### ***Simulation des Alltagsgebrauchs***

Die Duschbrause in die Hand nehmen, die Armatur öffnen und eine zum Duschen angenehme Wassertemperatur einstellen. Das Vorlaufvolumen soll ungefähr demjenigen entsprechen, welches die Benutzer ablaufen lassen, bevor sie sich unter die Dusche stellen. Auch der Duschstrahl resp. die Durchflussrate sollen so eingestellt werden, wie es dem Alltagsgebrauch entspricht.

##### ***Beprobung mit standardisiertem Vorlauf***

Unterschiedliche Stagnationsdauer vor der Probenahme, unterschiedliche Werkstoffe und die individuell unterschiedlichen Gewohnheiten der Benutzer (auch hinsichtlich Entkalken des Duschkopfes) wirken sich bekanntermassen stark auf die Bakterienflora aus. Davon beeinflusst wird insbesondere die erste Wasserpartie, die beim Duschen austritt. Wenn in einem Gebäude Duschen mit Fokus auf den systemischen Zustand der Duschwasserversorgung untersucht werden sollen, ist deshalb eine einheitliche Vorlaufzeit von 15 Sekunden zweckmässig. Der erhebliche Einfluss der einzelnen Duscheinheit, bestehend aus Duschschauch und Handbrause, auf den Austrag von Keimen wird damit abgeschwächt. Vorgehen: Die Duschbrause in die Hand nehmen, die Armatur öffnen und eine zum Duschen angenehme Mischwassertemperatur einstellen. Das Duschwasser während 15 Sekunden mit hoher Durchflussrate abfliessen lassen.

### ***Exposition durch die Einzelarmatur***

Wenn die Beprobung gezielt in Bezug auf eine Exposition durch die Einzelarmatur erfolgt, ist die Entnahme von mindestens 2 Proben pro Dusche sinnvoll. Dies ist in der Regel bei Abklärungen von Legionellose-Erkrankungen oder -Verdacht der Fall:

Die Duschbrause in die Hand nehmen, den Temperaturregler in Heisswasserposition stellen. Die Armatur öffnen und den ersten Liter als Probe entnehmen. Nach Vorlauf bis zur Heisswasser-Temperaturkonstanz eine weitere Probe entnehmen. Wenn Zweifel an der korrekten Kaltwassertemperatur (konstant <25 °C) bestehen, den Temperaturregler in Kaltwasserposition stellen und zusätzlich eine Kaltwasserprobe entnehmen.

#### **2. Probenbehälter befüllen**

Direkt anschliessend (ohne Schliessen und Wiederöffnen der Entnahmearmatur) Duschwasser in das sterile Probenahmegefäss abfüllen. Das Probenvolumen sollte mind. 250 ml betragen. Für Stagnationsbeprobung wird ein maximales Volumen von einem Liter empfohlen.

#### **3. Temperatur bei der Probennahme messen**

Weitere ca. 250 ml Duschwasser in einem Messbecher auffangen, die Wassertemperatur („°C bei Probennahme“) unverzüglich messen und dokumentieren.

#### **4. Wassertemperatur bei Temperaturkonstanz messen**

Die Armatur in die Heisswasserposition bringen. Duschwasser in einem Messbecher auffangen und die Wassertemperatur messen. Die Heisswassertemperatur und die Kaltwassertemperatur bei Temperaturkonstanz ebenfalls dokumentieren („°C bei Temperaturkonstanz“), optimal zusammen mit der Angabe der Zeitdauer bis zum Erreichen der Temperaturkonstanz.

- **Für die Probenahme von Wasser ab fix montierten Duschköpfen (z.B. in Schwimmbädern oder Gemeinschaftsduschen von Sportanlagen) werden folgende Schritte ausgeführt:**

#### **1. Entnahme mit Probenahmestange vorbereiten**

Das Probenahmegefäss an einer Probenahmestange anbringen. Probenahmestangen, wie sie auch bei der Entnahme von Badewasserproben aus Schwimmbecken zum Einsatz kommen, sind gut geeignet für Verwendung von sterilen Kunststoff-Weithalsflaschen mit 500 ml Volumen oder Weithalsgefässen (Kunststoff oder Glas) mit 250 ml Volumen.

#### **2. Einstellen des Temperaturreglers und Vorlaufvolumen (Optionen; Erläuterungen siehe oben)**

##### ***Simulation des Alltagsgebrauchs***

Die Dusche mittels Taster starten und eine zum Duschen angenehme Wassertemperatur einstellen. Das Vorlaufvolumen soll ungefähr demjenigen entsprechen, welches die Benutzer ablaufen lassen, bevor sie sich unter die Dusche stellen.

##### ***Vergleichende Beprobung mit standardisiertem Vorlauf***

Die Dusche mittels Taster starten und eine zum Duschen angenehme Wassertemperatur einstellen. Das Duschwasser während 15 Sekunden abfliessen lassen.

### ***Exposition durch die Einzelarmatur***

Den Temperaturregler in Heisswasserposition stellen. Die Armatur öffnen und den ersten Liter als Probe entnehmen. Nach Vorlauf bis zur Heisswasser-Temperaturkonstanz eine weitere Probe entnehmen. Wenn Zweifel an der korrekten Kaltwassertemperatur (konstant <25 °C) bestehen, den Temperaturregler in Kaltwasserposition stellen und zusätzlich eine Kaltwasserprobe entnehmen.

3. **Probenbehälter befüllen**  
Direkt anschliessend Duschwasser in das sterile Probenahmegefäss abfüllen.
4. **Temperatur bei der Probennahme messen**  
Weitere ca. 250 ml Duschwasser in einem Probengefäss auffangen, die Wassertemperatur („°C bei Probennahme“) unverzüglich messen und dokumentieren.
5. **Wassertemperatur bei Temperaturkonstanz messen**  
Die Armatur in die Heisswasserposition bringen. Duschwasser in einem Messbecher auffangen und die Wassertemperatur messen. Die Heisswassertemperatur und die Kaltwassertemperatur bei Temperaturkonstanz ebenfalls dokumentieren („°C bei Temperaturkonstanz“), optimal zusammen mit der Angabe der Zeitdauer bis zum Erreichen der Temperaturkonstanz.

#### 4.3.2 Beprobung von Hausinstallationen an Armaturen (ohne Duschen)

Es ist von Vorteil, die Warmwasser-Installation und die Kaltwasser-Installation getrennt voneinander zu beproben. Die Beprobung von Mischwasser sollte vermieden werden, da sie die Interpretation der Befunde erschwert. Bei Einhebel-Mischbatterien ist dies allerdings nicht immer einzuhalten. Es ist in diesem Fall aber zumindest darauf zu achten, dass der Hebel zur Warmwasserbeprobung ganz in die Heisswasserposition gebracht wird, bei Kaltwasser entsprechend ganz in die Kaltwasserposition.

**Für die Probennahme von Wasser ab Bezugsarmaturen werden folgende Schritte ausgeführt (gilt für Warm- und Kaltwasserproben):**

1. **Vorbereitung der Entnahmestelle**  
  
Strahlregler oder sonstige Armaturenaufsätze entfernen; Auslaufstelle der Entnahmearmatur mittels Abflammen, Aufsprühen von Alkohol (Ethanol 70%) oder Alkoholtupfer desinfizieren.
2. **Vorlauf an der Entnahmearmatur**  
  
Die Entnahmearmatur öffnen, einen ruhigen Wasserstrahl einstellen. 1 bis max. 3 Liter Wasser in einen Messbecher ablaufen lassen und verwerfen<sup>1</sup>.
3. **Probenbehälter befüllen**  
  
Direkt anschliessend (ohne Schliessen und Wiederöffnen der Entnahmearmatur) Wasser in das sterile Probenahmegefäss abfüllen. Das Probenvolumen sollte mind. 250 ml betragen. Für Stagnationsbeprobung wird ein maximales Volumen von einem Liter empfohlen.
4. **Temperatur bei der Probennahme messen**  
  
Direkt anschliessend weitere ca. 250 ml Wasser in einen Messbecher abfüllen, die Wassertemperatur („°C bei Probennahme“) unverzüglich messen und dokumentieren.
5. **Wassertemperatur bei Temperaturkonstanz messen**  
  
Wasser aus der Entnahmearmatur in einen Messbecher ablaufen lassen und die Wassertemperatur messen. Die Temperatur bei Temperaturkonstanz ebenfalls dokumentieren („°C bei Temperaturkonstanz“), optimal zusammen mit der Angabe der Zeitdauer bis zum Erreichen der Temperaturkonstanz.

Armaturen, die mit einem Thermomischer versehen sind, eignen sich nur bedingt für eine Warmwasser-Temperaturkontrolle. Die Kaltwasser-Beimengung führt bei solchen Armaturen dazu, dass die maximal

---

<sup>1</sup> Je nach Fragestellung resp. Zielsetzung der Untersuchung können Probenahmen auch mit sehr kurzem und (zusätzlich) mit langem Vorlauf erfolgen.

erreichbare Warmwassertemperatur, nicht bestimmt werden kann. Wenn an einer Armatur mit Thermomischer die gemessene Maximaltemperatur weniger als 50 °C beträgt, sollte die Temperaturkontrolle an einer anderen Armatur ohne Thermomischer erfolgen.

#### **4.3.3 Schöpfproben**

Zur Entnahme einer Schöpfprobe aus einem Becken, Bassin, Tank, Wanne oder sonstigen offenen Behältern wird das Probenahmegefäß mit einer Vorwärtsbewegung durch Eintauchen in das Wasservolumen befüllt.

Für die Probenahme von Badewasser sind die Empfehlungen der SIA 385/9 einzuhalten: Entnahme der Probe etwa 50 cm vom Beckenrand entfernt aus einer Tiefe von etwa 30 cm, jedoch nicht aus dem direkten Zuflussbereich einer Düse. Für die Entnahme ist dementsprechend eine Probenahmestange erforderlich.

Die Verwendung kleinerer Probenahmegefäße, beispielsweise 250 ml-Flaschen, sollte nur für Becken in Betracht gezogen werden, bei welchen aufgrund einer stetigen, intensiven Umwälzung des Beckeninhaltes von einer relativ homogenen Wasserbeschaffenheit ausgegangen werden kann. Wenn eine inhomogene Verteilung von Legionellen zu vermuten ist (z.B. bei Wasser mit Schwebstoffen, Becken mit offensichtlicher Belagsbildung, Algenbewuchs u.ä.) sollten 1-Liter-Probenahmegefäße befüllt werden.

#### **4.3.4 Abstriche**

Abstriche von Oberflächen sind dort sinnvoll, wo eine qualitative oder semi-quantitative Aussage über den hygienischen Zustand eines wasser- oder luft-berührten Anlagenelementes hilfreich ist für die Einschätzung einer Legionellen-Befallssituation. Für den Abstrich werden in der Regel sterile Wattestäbchen benutzt (Bezugsquelle: medizinische Diagnostik-Produkte).

Nachdem das Auslaufarmaturende oder der Duschkopf abgeschraubt wurde, wird das Wattestäbchen in die Öffnung eingeführt. Unter leichtem Druck gegen die innere Oberfläche wird es vier Mal gedreht und wenn möglich soll Biofilm entnommen werden. Das Wattestäbchen kann in ein Reagenzglas mit 10 ml sterilem Wasser oder ein übliches feuchtes Transportmilieu (verschiedene Typen) gegeben werden oder direkt auf ein Selektivmedium ausgestrichen werden.

Es ist auch möglich, das Wattestäbchen nach dem Abstrich unter sterilen Bedingungen abzuschneiden und in dieselbe Flasche zu geben wie die Wasserprobe. Allerdings ist dann keine Aussage mehr möglich, welche Konzentration von Legionellen im Leitungswasser vorhanden ist. Abstrichproben dieser Art werden eher bei gezielten Abklärungen von Verdachtsfällen eingesetzt als bei Routinekontrollen.

Bei raumluftechnischen Anlagen erfolgt die Legionellenkontrolle oftmals als Kombination von Abstrichen und Wasserproben mit Beprobung von Kondenswasser, Berieselungswasser, Befeuchtungsbekken und luftberührten Oberflächen.

#### **4.3.5 Luftproben**

Die Beprobung von feuchter Luft zur Bestimmung der darin enthaltenen Legionellenkonzentration ist aufwendig und schwierig durchzuführen. Sie kann bei raumluftechnischen Anlagen, Kühl- oder Befeuchtungssystemen aber ergänzend zu der Entnahme von Wasserproben von Bedeutung sein. Nebst der spezifischen Bestimmung von Legionellen in einem Luftvolumen kommen zur Qualitätskontrolle auch weitere etwas weniger anspruchsvolle mikrobiologische Parameter in Frage. Wenn die Untersuchung eine erhöhte unspezifische bakterielle Belastung ergibt oder/und ein Befall mit Schimmelpilzen festgestellt wird, ist dies ein Alarmzeichen für mangelhafte Anlagenhygiene, die auch für die Legionellensituation relevant sein kann.

Das Vorgehen zur Beprobung von Luft wird in einem separaten Modul beschrieben: Modul 16.



#### **4.3.6 Sonstige Umgebungsproben**

Die Entnahme von sonstigem feuchtem bis flüssigem Umgebungsmaterial ist eine weitere Möglichkeit, im Rahmen gezielter Abklärungen Anlagenbereiche auf deren Hygienezustand zu überprüfen. Es kann sich dabei beispielsweise um Sedimente, Schlamm, den Inhalt eines Siphons oder Material aus feuchten Nischen handeln. Als Gefässe für solche Materialproben sind generell kleinere Behälter mit Schraubverschluss empfehlenswert. Der Entscheid über die Eignung solcher Proben, zweckmässige Probenahmegefässe und Probenvolumina erfolgt aber am besten in Rücksprache mit dem Diagnostiklabor.

#### **4.3.7 Probenahme bei Vorhandensein von bioziden Substanzen**

Wenn eine Wasserprobe ein Biozid (z.B. Desinfektionsmittel) enthält oder ein Verdacht darauf besteht, muss vor oder während der Probenentnahme eine Substanz zu seiner Neutralisierung im Überschuss dem Behälter zugegeben werden. Chlor und andere Oxydationsmittel werden durch die Zugabe von Kalium- oder Natriumthiosulfat inaktiviert. Zur Inaktivierung anderer chemischer Substanzen muss der Hersteller befragt werden, da es noch kein universelles Neutralisationsmittel gibt.

Das Vorhandensein von bioziden Substanzen oder sonstiger Zusätze zur Konditionierung des Wassers müssen dem Labor mitgeteilt werden, da solche Angaben für den Ablauf der Untersuchung nützlich sind.

#### **4.3.8 Dokumentation der Probenahme**

Nebst den grundlegenden Angaben wie Probeninhaber, Datum, Uhrzeit, Probenehmer, sollen auch folgende Angaben auf dem Probenahmerapport enthalten sein:

- Art des Gebäudes (z.B. Wohngebäude, Kulturzentrum ...)
- Bezeichnung des Gebäudeteils (z.B. Obergeschoss, Hobbyraum ...)
- Lokale Lage der Entnahmestelle (z.B. Lavabo im Badezimmer, Dusche Herrengarderobe ...)
- Art der Entnahmestelle (z.B. Einhebel-Mischarmatur, Armatur mit Verbrühungsschutz ...)
- Angaben zum Wasser (z.B. Warmwasser, enthärtet; das Vorhandensein von bioziden Substanzen oder sonstiger Zusätze zur Konditionierung des Wassers sollten ebenfalls notiert werden)

#### **4.3.9 Transport und Lagerung**

Vor der Probenahme soll das Labor kontaktiert werden, damit der Zeitpunkt und die Modalitäten des Transports abgesprochen werden können. Die Proben sollen dem Labor bevorzugt innerhalb 24 Stunden und geschützt gegen Temperaturschwankungen zukommen. Falls die Analyse nicht am Tag der Probenahme durchgeführt werden kann, sollten die Proben vor Licht geschützt bei 5 (+/- 3) °C aufbewahrt werden, sodass keine Vermehrung allfällig enthaltener Legionellen stattfindet. Die Proben dürfen nicht eingefroren werden.

Die Lagerung von Proben lichtgeschützt bei Raumtemperatur kann bewirken, dass sich Legionellen aus dem nicht kultivierbaren Zustand (VBNC) regenerieren und dadurch im Kulturverfahren nachweisbar werden. Für Proben, die im Zusammenhang mit Erkrankungsfällen oder aus anderen epidemiologischen Gründen entnommen werden, ist dies von Vorteil. Wenn solche Proben nicht gleichentags angesetzt werden, sollten sie deshalb lichtgeschützt bei Raumtemperatur gelagert werden, damit die bestmögliche Sensitivität erreicht wird.

Die Zeit zwischen Probenentnahme und Ansetzen darf höchstens 48 Stunden betragen.

Für den Versand von Membranen zwecks Nachweis, Bestätigung oder Differenzierung von (präsumtiven) Legionellen sollen genug grosse und absolut dichte Röhrchen von 20-50 ml Volumen verwendet werden, idealerweise mit 2-3 cm Durchmesser.

## **5 Interpretation der Resultate**

Die Laborergebnisse der Beprobungen müssen immer im Gesamtkontext der Untersuchung beurteilt werden. Isoliert betrachtete Einzel-Messungen haben nur eine beschränkte Aussagekraft.

Bei der Interpretation der Resultate aus Wasser- resp. Umgebungsuntersuchungen sind folgende Gegebenheiten zu berücksichtigen:

- Die infektiöse Dosis von Legionellen und der Zusammenhang zwischen dem Ausmass der Kontamination und dem Erkrankungsrisiko sind nicht bekannt. Legionellen sind zudem je nach Art, Status ihres Stoffwechsels und den unmittelbaren Umgebungsbedingungen (z.B. Biofilm-Eigenschaften oder Amöben-Passage) unterschiedlich infektiös. Dies erschwert das Festlegen von abgestuften, dem Gesundheitsrisiko angemessenen Massnahmen.
- Legionellen sind weder im Biofilm, noch im Leitungslumen homogen verteilt. Die Konzentration von Legionellen kann in einem Wassersystem auf engstem Raum stark variieren.
- Wegen Schwierigkeiten in der Diagnostik, insbesondere den Problemen bezüglich lebensfähigen (und infektiösen?), aber nicht kultivierbaren Legionellen und teilweise starkem Begleitwachstum, sind falsch-negative Resultate möglich. Je nach Labortechnik ergibt die Quantifizierung unterschiedliche Resultate.
- Systeme mit einer Rezirkulation von Wasser machen die Verhältnisse hinsichtlich einer Lokalisation der Kontamination komplex.
- Ein allfälliger kausaler Zusammenhang kann in der Regel nicht geklärt werden, weil nur in Ausnahmefällen ein Legionellen-Isolat zu einem Legionellose-Erkrankungsfall (Patientenstamm) für den Vergleich mit dem Isolat aus der Umweltprobe zur Verfügung steht.
- Die Beschaffenheit des Aerosols ist vermutlich ebenso wichtig wie die darin befindliche Menge der Legionellen, aber dies lässt sich bei den Untersuchungen praktisch nicht abbilden.



21.08.2018

## **Modul 11 Sanitäre Installationen: Planung, Betrieb, Renovation, Legionellen-Höchstwerte, Sanierung**

(weiterführende, betriebsspezifische Informationen siehe Module 12 - 15)

### **Inhalt**

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Praktische Anweisungen</b> .....	<b>3</b>
2.1	Planung.....	3
2.1.1	Nutzungsvereinbarung .....	3
2.1.2	Wassertemperaturen .....	3
2.1.3	Leitungsanordnung und –dimensionierung .....	4
2.1.4	Versorgungsschächte .....	4
2.1.5	Realisierung.....	4
2.1.6	Wassererwärmer .....	5
2.1.7	Wärmedämmung .....	5
2.1.8	Bezugsstellen .....	5
2.1.9	Ausstossleitungen .....	5
2.1.10	Materialeigenschaften .....	5
2.1.11	Betriebssicherheit .....	5
2.1.12	Enthärtungsanlagen und andere Trinkwassernachbehandlungsapparate.....	6
2.1.13	Energieeffizienz .....	6
2.1.14	Vorwärmssysteme .....	6
2.1.15	Mischventile zur Temperaturbegrenzung .....	6
2.1.16	Automatische Spüleinrichtung (Hygienespülung).....	7
2.2	Bei Gebäudeerneuerungen speziell beachten .....	7
2.2.1	Betriebstemperaturen .....	8
2.2.2	Vorwärmesysteme .....	8
2.2.3	Enthärtungsanlagen und andere Trinkwassernachbehandlungsapparate.....	8
2.2.4	Veraltete Gebäudetechnikanlagen .....	9
2.2.5	Mengenbegrenzer/Wasserspardüsen .....	9
2.2.6	Inbetrieb-/Wiederinbetriebnahme .....	9
2.3	Periodische Kontroll- und Wartungsarbeiten .....	9
2.3.1	Temperaturkontrolle .....	9
2.3.2	Armaturenaufsätze / Duschbrausen .....	10
2.3.3	Wenig benutzte Bezugsstellen .....	10
2.3.4	Enthärtungsanlagen .....	10
2.3.5	Besondere Apparate.....	10
<b>3</b>	<b>Legionellen-Höchstwerte</b> .....	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Betriebsmanagement bei Legionellen-Kontamination</b> .....	<b>12</b>
4.1	Punktuelle oder systemische Legionellen-Kontamination .....	12
4.2	Betriebsmanagement bei punktueller Kontamination .....	12
4.3	Betriebsmanagement bei systemischer Kontamination .....	13
<b>5</b>	<b>Massnahmen zur Legionellenbekämpfung, Sanierungsoptionen</b> .....	<b>14</b>
5.1	Sofortmassnahmen .....	15

1/24

5.1.1	Mechanische Massnahmen.....	15
5.1.2	Thermische Schockdesinfektion.....	15
5.1.3	Chemische Schockdesinfektion mit Chlor oder Chlordioxid.....	15
5.1.4	Physikalische Massnahmen / Einsatz von Filtern .....	16
5.2	Nachhaltige Massnahmen .....	17
5.2.1	Anpassung an Stand der Technik .....	17
5.2.2	Kontinuierliche oder periodische chemische Desinfektion .....	17
5.2.3	Automatisierte Spülung .....	17
5.2.4	Neukonzeptionierung.....	18
5.3	Massnahmen von untergeordneter praktischer Bedeutung .....	18
5.3.1	Ultraviolett (UV)-Bestrahlung.....	18
5.3.2	Ozonung .....	18
5.3.3	Chlorgas .....	18
5.4	Weitere Massnahmen / Wirkstoffe / Verfahren.....	19
5.5	Überblick über Vor- und Nachteile der praxisüblichen Massnahmen .....	20
5.5.1	Sofortmassnahmen .....	20
5.5.2	Nachhaltige Massnahmen .....	21
<b>Referenzen .....</b>		<b>23</b>

## 1 Einleitung

Die beste Prävention von Legionellenverkeimungen der Trinkwasserinstallation lässt sich mit einer Sanitärplanung erreichen, die den Aspekten der Wasserhygiene optimal Rechnung trägt. Das beinhaltet insbesondere die Einhaltung der gängigen Normen und Fachempfehlungen bezüglich Temperatur- und Leitungsführung, Dimensionierung/Wasserumsatz und Dämmung der Kalt- und Warmwasser führenden Anlagenteile. Auch der sachgerechte Betrieb der Anlagen leistet einen wichtigen Beitrag zur Vorbeugung von Legionellenproblemen. Dazu zählen der ausreichend häufige Bezug von Kalt- und Warmwasser an allen Dusch- oder sonstigen aerosolbildenden Armaturen, das regelmässige Entkalken von Wassererwärmungsanlagen und Armaturenaufsätzen und die gründliche Spülung vor Inbetrieb- resp. Wiederinbetriebnahme der Kalt- und Warmwasserinstallationen nach längerer Benutzungspause.

Nicht nur bei der Sanitärplanung für Neubauten, sondern auch bei Gebäude-Erneuerungen (Renovationen) muss der Vorbeugung von Legionellenvermehrungen die nötige Beachtung zukommen. Oftmals lassen sich Verbesserungen der hygienischen Absicherung der Wasserqualität im Rahmen von anderweitigen Erneuerungsarbeiten deutlich einfacher unterbringen, als wenn sie nachträglich und ausserplanmässig erfolgen müssen.

Wenn bei einer Überprüfung der Wasserqualität Legionellen in zu hoher Konzentration festgestellt werden, müssen die Mikroorganismen mit geeigneten Desinfektionsverfahren aus der kontaminierten Anlage entfernt und die hygienische Wasserqualität mit weiterführenden Massnahmen nachhaltig abgesichert werden. Der Beizug von Fachpersonen ist empfehlenswert.

## 2 Praktische Anweisungen

Trinkwasserinstallationen, die nach den aktuellen technischen Regelwerken und Fachempfehlungen geplant, betrieben und instandgehalten werden, bieten gute Voraussetzungen für einen dauerhaft hygienischen Zustand der gebäudeinternen Kalt- und Warmwasserversorgung. Als anerkannte technische Regelwerke und Fachempfehlungen gelten insbesondere SIA 385/1, SIA 385/2, SIA Dokumentation D 0244 und SVGW Richtlinie W3.

Im örtlichen Wasserreglement können Vorgaben der Gemeinde resp. der kommunalen Wasserversorgung enthalten sein, welche auch die sanitären Haustechnikanlagen betreffen, beispielsweise Vorgaben zu Material-Zertifikaten oder Netztrennsystemen. Diese Vorgaben sind bei der Planung zu berücksichtigen und bei der Ausführung einzuhalten.

Wenn Trinkwasserinstallationen in Abweichung von den aktuellen technischen Regelwerken und Fachempfehlungen geplant, betrieben und instandgehalten werden, ist mit einem erhöhten Risiko für Legionellenbefall zu rechnen. Für solche Installationen sind deshalb zusätzliche Absicherungsmaßnahmen empfehlenswert, damit die hygienisch einwandfreie Wasserqualität ebenso zuverlässig gewährleistet ist, wie bei Anlagen nach den heutigen anerkannten Regeln der Technik. Für öffentlich zugängliche Dusch- und Badewasseranlagen ist die Einhaltung des Legionellenhöchstwertes rechtlich vorgeschrieben.

Folgende Punkte sind bei der Planung und beim Betrieb besonders zu beachten:

### 2.1 Planung

#### 2.1.1 Nutzungsvereinbarung

Die haustechnische Wasserversorgung muss spezifisch auf die voraussichtliche Nutzung der Installationen ausgelegt sein, damit die gewünschten hygienischen Grundvoraussetzungen für den künftigen Betrieb geschaffen werden (betrifft Wassererwärmer, Leitungsanordnung und -dimensionierung, Eigenschaften der verwendeten Materialien etc.).

Damit die nötige diesbezügliche Verbindlichkeit zwischen Auftragnehmer und Auftraggeber besteht, muss der Projektverfasser die voraussichtliche Nutzung der zu erstellenden Wasserversorgung mit der Bauherrschaft besprechen und sie in Form einer Nutzungsvereinbarung schriftlich festhalten (Nutzungsvereinbarung gemäss SIA 385/2 (Anhang F) und SIA Dokumentation D0244). In dieser sollen unter anderem die Entnahmestellen für Kalt- und/oder Warmwasser definiert werden. Es sollen möglichst nur dort Entnahmestellen vorgesehen werden, wo ein regelmässiger Wasserbezug zu erwarten ist.

Wenn ein Vorwärmssystem geplant wird, ist das Konzept der Vorwärmung ebenfalls in der Nutzungsvereinbarung festzuhalten (siehe Abschnitt «Vorwärmssysteme»).

Auch wenn seitens Bauherrschaft Wassersparvorrichtungen in Duschbrausen gewünscht werden oder entgegen den Empfehlungen eine periodische Temperaturabsenkung warmgehaltener Leitungen gewünscht wird, soll dies in der Nutzungsvereinbarung festgehalten werden.

#### 2.1.2 Wassertemperaturen

Die Kaltwasserversorgung ist so auszulegen, dass im gesamten Kaltwasserverteilsystem eine Temperatur von max. 25 °C eingehalten wird.

Die Warmwasserversorgung ist so auszulegen, dass folgende Temperaturen erreicht werden können:

- Am Austritt des Speichers bzw. des Wärmeübertragers: 60 °C
- Warmgehaltene Leitungen (z.B. Zirkulation, Warmhaltebänder): 55 °C
- Entnahmestelle: 50 °C

Auch Durchflusswassererwärmer müssen so ausgelegt werden, dass an jeder Entnahmestelle 50 °C nach kurzer Vorlaufzeit erreicht werden.

Warmwasserversorgungsanlagen mit einer Zirkulationsleitung sind so zu planen, dass die Temperaturdifferenz zwischen Speicheraustritt und Speichereintritt max. 5 K beträgt. Es ist eine impulsarme Einströmung zu wählen.

Für Vorwärm Speicher ist die Möglichkeit zur vorbeugenden, periodischen Temperaturerhöhung auf 60 °C (thermische Desinfektion) mittels Zusatzenergie vorzusehen, siehe Abschnitt 2.1.14 «Vorwärm Systeme».

Zu beachten ist hinsichtlich Planung des Warmwasserverteilsystems zudem, dass für eine thermische Schockdesinfektion (Bekämpfungsmassnahme bei einem Legionellenbefall der Installationen; von Fachpersonen durchzuführen) Wasser mit einer Temperatur von mind. 70 °C bereitgestellt werden resp. zum Einsatz kommen muss.

### **2.1.3 Leitungsanordnung und –dimensionierung**

Hohe Wassertemperaturen verstärken die Kalk-Ausfällung. Durch Kalkablagerungen entstehende Unebenheiten in den Rohren sowie stagnierendes Wasser begünstigen die Bildung von Biofilmen, in denen sich Legionellen gerne einnisten und vermehren, sei es freilebend oder im Zellinnern von Amöben und anderen Protozoen. Bei der Leitungsanordnung, Dimensionierung und Materialwahl ist diesem Aspekt Rechnung zu tragen.

Die trinkwasserführenden Anlageteile (z.B. Wassererwärmer, Wassernachbehandlung, Leitungen) sind so zu dimensionieren und anzuordnen, dass ein regelmässiger Umsatz des Leitungsinhaltes und angemessene Strömungsgeschwindigkeiten entstehen. Toträume sind zu vermeiden.

Ausstossleitungen sollen so schnell wie möglich auf Raumtemperatur auskühlen, damit das Wasser nur kurz im kritischen Bereich zwischen 25 °C und 50 °C verweilt. Eine verbrauchergerechte Kombination von Verschlaufung und Einzelzapfstellen tragen der Hygiene besser Rechnung als ein reines Einzelzapfstellensystem.

Wassertemperaturen zwischen 25 °C und 50 °C sind hygienisch heikel, vor allem bei geringem oder unregelmässigem Durchfluss. Die Leitungsführung ist deshalb so zu planen, dass Bereiche mit diesen Wassertemperaturen weitgehend vermieden werden. Durchflusswassererwärmer können eine vorteilhafte Option zur Vermeidung von stagnierendem Wasser darstellen.

Trinkwasserinstallationen sind so zu planen und zu installieren, dass bei einer Stilllegung von Anlagenteilen der vollständige Rückbau bis zu den in Betrieb befindlichen Installationen möglich ist.

### **2.1.4 Versorgungsschächte**

Durch thermisch getrennte Versorgungsschächte (kalte Zone und warme Zone) können die jeweiligen Temperaturen besser gehalten werden.

Zum Beispiel:

Warme Zone (Leitungen mit Mediumstemperaturen  $\geq 25$  °C): Warmwasser, Heizung und Lüftung (wenn Luftheizung);

Kalte Zone (Leitungen mit Mediumstemperaturen  $< 25$  °C): Abwasser, Kaltwasser, Kühlung und Lüftung (wenn keine Luftheizung)

### **2.1.5 Realisierung**

Lange Stagnationszeiten müssen nicht nur bei Betrieb, sondern bereits ab Erstbefüllung der Installation vermieden werden. Die Stagnationsdauer zwischen Erstbefüllung und Beginn der regulären Nutzung sollte nicht mehr als 72 Stunden betragen. Die Spülung vor Inbetriebnahme muss in den Planungsunterlagen festgehalten sein (Feinverteilung miteinbeziehen).

### **2.1.6 Wassererwärmer**

Das Speichervolumen ist anhand der SIA 385/2 zu bestimmen. Das Bereitschaftsvolumen eines Wassererwärmers sollte mindestens einmal pro Tag erneuert werden.

Der Ladeprozess (Schicht- oder Stufenladung) muss unter Berücksichtigung der Auswirkungen auf die Wasserhygiene geplant werden. Die diesbezüglichen Empfehlungen der SIA 385/1 sollen umgesetzt werden.

Wenn mehrere Wassererwärmer nötig sind, sollte eine serielle Installation vorgesehen werden. Dabei ist darauf zu achten, dass durch Umgehungen (Bypass) keine schlecht durchspülten Leitungsteilstrecken entstehen.

### **2.1.7 Wärmedämmung**

Nicht nur aus energietechnischen Gründen, sondern auch aus Gründen der Wasserhygiene müssen trinkwasserführende Anlagenteile gegenüber der Umgebung nach den aktuellen Vorschriften wärmedämmend sein. Nur so lässt sich eine unerwünschte und hygienisch problematische Abkühlung des Warmwassers einerseits und Erwärmung des Kaltwassers andererseits verhindern. Ausgenommen sind Ausstossleitungen, die rasch auf Zimmertemperatur abkühlen sollen.

### **2.1.8 Bezugsstellen**

Die Wasserentnahmestellen sollen auf ein notwendiges Minimum beschränkt werden. Warmwasserzugänge sollen zudem nur dort geplant werden, wo ein reger Gebrauch zu erwarten ist. Es ist zu berücksichtigen, dass der Leitungsinhalt von nicht regelmässig benutzten Entnahmestellen mindestens zweimal wöchentlich erneuert werden muss, damit eine ausreichende Wasserhygiene aufrechterhalten werden kann.

### **2.1.9 Ausstossleitungen**

Die Installationen sind so zu planen, dass die Empfehlungen der SIA 385/1 hinsichtlich Ausstosszeit an allen Warmwasserzapfstellen eingehalten werden. Lange Vorlaufzeiten von lauwarmem statt heissem Wasser an Bezugsarmaturen sind nicht nur ein Ärgernis für die Benutzer, sondern können ein Hinweis auf Hygieneschwachstellen der Installation sein. Lange Vorlaufzeiten von lauwarmem statt kaltem Wasser im Kaltwasser-führenden Teil der Installationen weisen ihrerseits auf Hygieneschwachstellen hin. In den Ausstossleitungen soll das Wasser möglichst kurz im kritischen Bereich zwischen 25 °C und 50 °C verweilen. Sie dürfen deshalb nicht warmgehalten werden.

### **2.1.10 Materialeigenschaften**

Für Hausinstallationen kommen nur Sanitärprodukte resp. Trinkwasserkontaktmaterialien in Frage, die hinsichtlich ihrer hygienischen Eigenschaften für den vorgesehenen Verwendungszweck nachweislich geeignet sind. Wichtig diesbezüglich sind der Temperaturaspekt (Kalt-, Warmwasser) und die Eigenschaften des Materials bezüglich Abgabe von unerwünschten Stoffen an das Trinkwasser. Legionellen können ein sehr breites Spektrum an organischen Stoffen als Nährstoffe nutzen. Entsprechend stark erhöhen Materialien mit ungenügenden hygienischen Eigenschaften das Verkeimungsrisiko. Wasserberührende Anlagenteile müssen zudem aus Material bestehen, das bei einer thermischen Schockdesinfektion (mind. 70 °C) oder einer chemischen Desinfektion (meistens auf Chlorbasis) keinen Schaden nimmt.

### **2.1.11 Betriebssicherheit**

Die Kalt- und Warmwasserversorgung innerhalb des Gebäudes stellt eine wichtige Infrastrukturanlage dar. Bei installations-technischen Mängeln oder Funktionsstörungen können massive Unannehmlichkeiten für die betroffenen Personen und oftmals auch hohe Instandstellungskosten entstehen. Die Anlagen sind deshalb so zu planen, dass sie nebst den Anforderungen an die Hygiene gemäss der Le-

bensmittelgesetzgebung auch die allgemein anerkannten technischen Anforderungen bezüglich Betriebssicherheit und weiteren technisch-funktionellen Eigenschaften erfüllen (Energieeffizienz, Schallschutz).

### **2.1.12 Enthärtungsanlagen und andere Trinkwassernachbehandlungsapparate**

Wird der Einbau einer zentralen Enthärtungsanlage oder eines anderen Gerätes zur Trinkwassernachbehandlung in der Liegenschaft vorgesehen, so muss sich der Planer vergewissern, dass durch das vorgesehene Gerät nicht die Vermehrung von Legionellen oder eine anderweitige Verkeimung des Wassers begünstigt wird. Dies bezieht sich auch auf allfällige organische Stoffe, die aus Gerätebestandteilen in das Trinkwasser übertreten, als Nährstoffe von Bakterien verwertet werden und dadurch zu einer Keimbelastung in den nachfolgenden Anlagenteilen führen können.

Enthärtungsanlagen sind mittels Zwangsregeneration regelmässig zu spülen. Das Intervall für die Zwangsregeneration darf maximal 7 Tage betragen, wobei aus hygienischer Sicht ein Intervall von 3 Tagen optimaler ist. Weitere Empfehlungen zu Aufstellungsort, Einbau, Kontrolle, Wartung etc. von Enthärtungsanlagen mit Ionenaustauschern können SVGW W10027 «Enthärtungsanlagen – Ionenaustauscher» entnommen werden. Werden mehrere Harzbehälter verwendet, ist dafür zu sorgen, dass alle Behälter gleichmässig durchspült und regeneriert werden.

### **2.1.13 Energieeffizienz**

Massnahmen zur Vermeidung von Legionellenwachstum im Warmwassersystem fördern teilweise die Energieeffizienz (z. B. wenig Speichervolumen, ausreichende Dämmung, periodische Entkalkung), teilweise sind sie neutral bezüglich Energieeffizienz (z. B. Materialwahl von Leitungen und Armaturen) und teilweise stehen sie im Zielkonflikt (Temperatur im Speicher und Verteilsystem).

Bei der Sanitärplanung und dem Betrieb der Warmwasserbereitstellung ist daher zu beachten, dass alle Massnahmen, die nicht in Konflikt mit der Energieeffizienz stehen, prioritär umgesetzt werden. Die Temperatur in Speicher und Verteilsystem ist adäquat auszulegen und das System muss korrekt in Betrieb genommen werden. Eine regelmässige Überprüfung der Funktionstüchtigkeit und der Wasserqualität ist in privaten Liegenschaften empfehlenswert und in öffentlich zugänglichen Anlagen rechtlich vorgeschrieben. Die Energieeffizienz der Warmwasserversorgung darf nicht zu Lasten der Warmwasserhygiene gehen. Eine ungenügende hygienische Absicherung gegen Legionellenbefall bringt Gesundheitsrisiken für die Personen mit sich, welche die Installationen benutzen.

### **2.1.14 Vorwärmssysteme**

Mit Vorwärmssystemen können erneuerbare oder alternative Energien oder nicht anderweitig verwertbare Abwärme für die Warmwasserversorgung nutzbar gemacht werden.

Das vorgewärmte und das nachgewärmte Trinkwasser-Volumen bilden aus hygienischer Sicht ein Gesamtsystem. Trinkwasser-Vorwärmstufen/-zonen, in denen aufgrund der Wassertemperatur, des Volumenanteils, der Verweildauer, Anordnung etc. eine massgebliche Legionellenvermehrung stattfinden kann, müssen einmal wöchentlich während einer Stunde auf 60 °C erwärmt werden. Um die periodische Erwärmung (wöchentliche thermische Desinfektion) dieser Zonen vorzunehmen, braucht es entweder eine zu diesem Zweck geeignete hydraulische Verbindung zwischen dem Nachwärmer und dem Vorwärmvolumen oder eine zusätzliche Energiequelle.

Aus hygienischen Gründen sollte im Vorwärmvolumen in erster Linie Betriebswasser eingesetzt werden. Vorwärm- und Mitteltemperaturzonen sowie Nachwärm- resp. Bereitschaftsvolumen werden mit Vorteil in einem einzigen Speicher eingebracht. Wenn Vorwärm- und Bereitschaftsvolumen in verschiedenen Speichern eingebracht sind, sind diese in Serie zu schalten.

### **2.1.15 Mischventile zur Temperaturbegrenzung**

Der Einbau einer installationstechnischen Begrenzung auf eine Warmwassertemperatur von weniger als 50 °C an der Entnahmestelle, ist aus Sicht des Legionellen-Managements problematisch. Wo eine



solche Temperaturbegrenzung mittels thermischer Mischarmaturen aus anderen Gesichtspunkten unverzichtbar scheint (Verbrühungsschutz, Energiebilanz o.ä.), ist eine entsprechend intensive Legionellen-Überwachung vorzusehen. Das Gesamtsystem inklusive Thermomischer/Mischventile muss zudem so geplant und installiert werden, dass alle Anlagenteile bei Bedarf thermisch oder chemisch desinfizierbar sind.

Weitere Informationen können SVGW W10002 «Legionellen in Trinkwasser-Installationen – was muss beachtet werden» entnommen werden.

### **2.1.16 Automatische Spüleinrichtung (Hygienespülung)**

Die gebäudetechnische Wasserversorgung muss spezifisch auf die voraussichtliche Nutzung der Installationen ausgelegt sein, damit die gewünschten hygienischen Grundvoraussetzungen für den künftigen Betrieb geschaffen werden. In einigen Fällen ist es allerdings nicht möglich, den bestimmungsgemässen Betrieb exakt vorauszusehen und zu planen. In solchen Fällen oder bei langen Nutzungsunterbrüchen (z.B. in Ferienwohnungen oder in Schulhäusern bei Schulferien usw.) kann eine automatische Spüleinrichtung den bestimmungsgemässen Betrieb aufrechterhalten und so für den regelmässigen Wasseraustausch sorgen.

## **2.2 Bei Gebäudeerneuerungen speziell beachten**

- Vor einer Gebäudeerneuerung ist eine gesamtheitliche Überprüfung der Sanitärinstallationen sehr empfehlenswert. Wenn die Überprüfung nur punktuell erfolgt oder lediglich die dringendsten oder augenfälligsten Mängel behoben werden, besteht das Risiko, dass grundlegende Hygiene Probleme erst nach der Renovationsetappe erkannt werden und teure Nachbesserungen nötig sind.
- Bei Leitungen, die korrodiert sind oder aus anderen Gründen nicht mehr dem Stand der Technik entsprechen (z.B. Dimensionierung), ist der Leitungsersatz aus hygienischer Sicht die beste Lösung, insbesondere wenn in der betreffenden Liegenschaft eine thermische oder chemische Desinfektion der Warmwasserinstallation nur unter erschwerten Bedingungen durchgeführt werden kann. Zu bedenken ist diesbezüglich, dass Rost und andere Verkrustungen sowie übermässige Kalkablagerungen die Wirksamkeit von Spülmassnahmen und Desinfektionsschritten verringern.
- Nicht mehr benötigte Trinkwasserinstallationen sollen nicht nur von der verbleibenden Wasserversorgung getrennt, sondern bis zu den in Betrieb befindlichen Installationen rückgebaut werden.
- Das Verfahren der Rohrrinnensanierung ist für die Renovation von Wasserleitungen in Gebäuden zulässig unter der Voraussetzung, dass alle lebensmittelrechtlichen Anforderungen eingehalten werden. Bezüglich Legionellen besonders heikel ist die Auswaschung von organischen Stoffen aus mangelhaftem Beschichtungsmaterial. Solche Qualitätsmängel können entweder in Zusammenhang mit einer ungenügenden Qualität des Ausgangsmaterials stehen oder durch eine fehlerhafte Anwendung des Beschichtungsproduktes vor Ort entstehen. Bereits geringste Konzentrationen solcher ins Trinkwasser übertragener Stoffe können Legionellen 'anfüttern' und zu einer massiven Legionellen-Vermehrung führen.

Bei Renovationen dieser Art sollte der Bauherr deshalb bei der Rohrsanierungsfirma eine Bestätigung einholen, dass sie die lebensmittelrechtlichen Anforderungen erfüllt. Zudem sollten bei der Firma auch schriftliche Informationen verlangt werden, wie eine Desinfektion der beschichteten Leitungen durchgeführt werden kann (Maximaltemperatur für thermische Schockdesinfektion, geeignete Wirkstoffe für die chemische Desinfektion inkl. deren Höchstkonzentration). Diese Informationen sollen über einen ausreichend langen Zeitraum aufbewahrt werden, damit sie zur Verfügung stehen, falls zu einem späteren Zeitpunkt ein Legionellenbefall auftritt und Massnahmen zur Sanierung getroffen werden müssen. Weitere Informationen können dem suissetec-Merkblatt „Rohrrinnensanierungsverfahren bei Trinkwasserinstallationen“ (2016) entnommen werden.

Armaturen oder Apparate älteren Datums, welche in die Trinkwasserinstallation eingebaut sind, sollten im Zuge einer Renovation ersetzt oder gegebenenfalls revidiert werden, wenn deren Weiterbetrieb nicht

mit der erforderlichen hygienischen Sicherheit gewährleistet werden kann. Beim Ersatz sind Produkte mit einwandfreien hygienischen Materialeigenschaften und Funktionen zu wählen.  
Betrieb

### **2.2.1 Betriebstemperaturen**

Hygienisch optimale Betriebstemperaturen sind:

- Am Austritt des Speichers bzw. des Wärmeübertragers: 60 °C
- Warmgehaltene Leitungen (z.B. Zirkulation, Warmhaltebänder): 55 °C
- Entnahmestelle: mindestens 50 °C (nach kurzem Vorlauf)
- Kaltwasser: höchstens 25 °C

Warmwasserversorgungen mit vollständiger Wassererneuerung innert maximal 24 Stunden können gegebenenfalls mit etwas tieferen Temperaturen betrieben werden, allerdings nur, solange gewährleistet ist, dass die Warmwassertemperatur an allen Entnahmestellen nach kurzer Vorlaufzeit mindestens 50 °C beträgt.

Die Einhaltung der hygienisch optimalen Temperatur von mindestens 50 °C an jeder Entnahmestelle ist auch beim Betrieb von Durchflusswassererwärmern wichtig.

Das System soll so ausgerüstet sein, dass die Temperatur des Wassers im Speicher, beim Rücklauf der Zirkulationsleitung resp. innerhalb von Bereichen mit Warmhalteband sowie an allen andern für die Betriebseinstellungen relevanten Stellen jederzeit abgelesen werden kann.

Aus Komfortgründen sollten warmgehaltene Leitungen in Wohnbauten durchgehend (24 h/Tag) warmgehalten bleiben.

Werden die empfohlenen Warmwassertemperaturen unterschritten, besteht ein erhöhtes Risiko für einen Legionellenbefall in einzelnen Anlageteilen oder im Gesamtsystem.

Die Temperaturempfehlungen gelten für Warmwasserversorgungen, die nach dem aktuellen Stand der Technik geplant, ausgeführt und betrieben werden. Wenn durch Abweichungen von den heutigen technischen Standards zusätzliche Risikofaktoren für Legionellenvermehrung vorhanden sind, können striktere Betriebsbedingungen mit höheren Warmwassertemperaturen nötig sein. Die zweckmässige Temperaturführung und allfällige weitere hygiene-fördernde Massnahmen sollten in diesen Fällen mit einer Fachperson besprochen und festgelegt werden.

### **2.2.2 Vorwärmesysteme**

Bei Anlagen mit Vorwärmung des zufließenden Kaltwassers durch Wärmepumpen, Abwärme, Solarwärme, Fernwärme u.ä. kann die Einbindung in die periodische thermische Desinfektion für einen hygienisch korrekten Betrieb erforderlich sein. Die mindestens wöchentliche Erwärmung des Wassers auf 60 °C während einer Stunde ist bei den betreffenden Anlagen konsequent sicherzustellen. Falls die Temperatur im Vorwärmer durch die Vorwärmenergie auf 60 °C oder mehr steigt (zum Beispiel bei Solarthermie), ist innerhalb dieser Woche keine zusätzliche thermische Desinfektion nötig.

### **2.2.3 Enthärtungsanlagen und andere Trinkwassernachbehandlungsapparate**

Enthärtungsanlagen und andere Geräte zur Trinkwassernachbehandlung dürfen nicht die Vermehrung von Legionellen oder eine anderweitige Verkeimung des Wassers begünstigen. Zu den korrekten Betriebsvoraussetzungen bezüglich Wasserhygiene zählen ein konstanter kühler Aufstellungsort (max. 25 °C), der fachgerechte Einbau, die regelmässige Kontrolle und die periodische Instandhaltung gemäss den Herstellerangaben.

Wenn die Instandhaltungsarbeiten bei Enthärtungsanlagen mit Ionenaustauscher vernachlässigt werden, führt dies zu Verkeimung und Fremdgeruch des Trinkwassers. Die mangelhafte Wasserhygiene erhöht in diesem Fall auch das Risiko für das Auftreten oder das Verstärken von Legionellen-Problemen.

## **2.2.4 Veraltete Gebäudetechnikanlagen**

Der Betrieb von sanitären Gebäudetechnikanlagen, die nicht nach den aktuellen Normen und Richtlinien (SIA, SVGW) ausgelegt sind oder in anderen Punkten vom Stand der Technik abweichen, kann mit einem erhöhten Risiko für Legionellen-Befall verbunden sein.

Die aktuelle hygienische Betriebssituation sollte durch eine Beprobung des Warmwassersystems sorgfältig überprüft werden. Solange die Wasserhygiene einwandfrei ist, ist der Weiterbetrieb solcher Installationen bei angemessener Häufigkeit von Legionellen-Kontrollmessungen unproblematisch. Allerdings kann eine frühzeitige, präventive Anpassung der Anlagen einen deutlich kleineren Aufwand bedeuten, als wenn bei erhöhten Legionellen-Werten unter grossem Zeitdruck Massnahmen zur Reduktion der Legionellen nötig werden.

## **2.2.5 Mengenbegrenzer/Wasserspardüsen**

Wenn im Betrieb einer Trinkwasserversorgung (Kalt- und Warmwasser) an den Bezugsarmaturen Wassersparvorrichtungen angebracht werden, kann dies die Wasserhygiene negativ beeinflussen. Sowohl der verringerte Wasserumsatz wie auch die veränderte Strömung führen zu einer schlechteren Durchspülung der Armatur und der Armatur-nahen Bereiche. Wassersparende Duschbrausen erzeugen zudem je nach Produkt einen vergleichsweise hohen Anteil kleiner, lungengängiger Wassertropfen. Wenn Wassersparvorrichtungen zum Einsatz kommen, sollte diese deshalb auf Installationen beschränkt sein, an denen durch regen Wasserbezug eine rasche Erneuerung des Leitungsinhaltes gewährleistet ist, generell gute wasserhygienische Voraussetzungen gegeben sind, ein entsprechend geringes Legionellen-Befallsrisiko besteht und keine sonstigen negativen hygienischen Auswirkungen zu erwarten sind.

## **2.2.6 Inbetrieb-/Wiederinbetriebnahme**

Vor einer Inbetriebnahme oder bei einer Wiederinbetriebnahme der Wasserversorgung nach längerer Standzeit (mehr als 1 Monat) in Ferienhäusern, Hotels mit Saisonbetrieb, leerstehende Wohnungen etc. muss die gesamte Installation gründlich gespült werden. Dazu wird an allen Armaturen reichlich Kalt- und Warmwasser ablaufen gelassen (für Warmwasser Armatur in Heisswasserposition stellen, Temperatur am Erwärmeraustritt  $\geq 60$  °C). Eine Aerosolbildung muss dabei vermieden werden. Wenn dies nicht möglich ist, müssen die durchführenden Personen mit einer geeigneten Atemmaske vor einer Infektion geschützt sein. Gegebenenfalls sind die Armaturenaufsätze (Perlatoren) vor der Spülung zu entfernen und separat zu reinigen und zu spülen. Dies empfiehlt sich vor allem in Gebäuden mit älteren (korrodierten) Eisenleitungen. Verkrustete Duschköpfe sollten zudem vor der Spülung entkalkt werden.

Wenn die Wassertemperatur während der Standzeit in einzelnen Abschnitten oder im ganzen Wassersystem im kritischen Bereich lag (25 °C bis 50 °C), ist eine umgehende Kontrolluntersuchung des Wassers auf Legionellen sinnvoll.

## **2.3 Periodische Kontroll- und Wartungsarbeiten**

### **2.3.1 Temperaturkontrolle**

Zur Überprüfung des korrekten Betriebes ist die Einhaltung der Mindesttemperatur für das Warmwasser und der Höchsttemperatur für das Kaltwasser an Entnahmestellen regelmässig mit einem Thermometer zu kontrollieren. Auch die Einhaltung der anlagenspezifischen Soll-Temperaturen im Erwärmer und in den warmgehaltenen Leitungen sollen kontrolliert werden. In diesem Zusammenhang ist allerdings zu beachten, dass standardmässig eingebaute Temperaturanzeigen zum Teil unpräzise Messinstrumente sind. Die Temperaturanzeige sollte deshalb periodisch durch eine Gegenmessung von Wasserproben mit einem kalibrierten Thermometer überprüft werden.

Zur Temperaturkontrolle an der Wasserentnahmestelle wird das Warmwasser bis zur Temperaturkonstanz laufen gelassen. Üblicherweise ist die Konstanz nach ca. 2 Minuten erreicht. Je nach Installation kann aber auch eine deutlich kürzere oder deutlich längere Vorlaufzeit resultieren. Eine Protokollierung der genannten Temperaturen ca. alle 3 Monate ist empfehlenswert.

### 2.3.2 Armaturenaufsätze / Duschbrausen

An Armaturenaufsätze (z. B. Perlator) bilden sich Verkrustungen aus Kalk, weiteren Ausfällungen und Spritzwasser. Die raue Oberfläche solcher Beläge, die strömungsarmen Nischen und Nährstoffe bieten Bakterien Schutz und Vermehrungsmöglichkeiten. Armaturenaufsätze müssen deshalb regelmässig gepflegt werden. Sie werden dazu entfernt, gereinigt und entkalkt.

### 2.3.3 Wenig benutzte Bezugsstellen

Werden Entnahmestellen wie Duschen oder andere aerosolbildende Armaturen länger als eine Woche lang nicht benutzt, sollte sie vor einem erneuten Einsatz gespült werden. Eine Warmwasser-Entnahmestelle ist vor der erneuten Benutzung mit Warmwasser zu spülen (Armatur in Heisswasserposition stellen). Dies betrifft insbesondere Duschen in Hotelzimmern, Zweit- und Ferienwohnungen, gegebenenfalls auch Schulen mit reduzierter Nutzung während Ferienzeiten. Zum Vorgehen nach Standzeiten von mehr als einem Monat siehe obiger Abschnitt «Inbetrieb-/Wiederinbetriebnahme».

Kalt- und Warmwasser-Bezugsstellen, die üblicherweise länger als 3 Tage nicht benutzt werden, sollten in einem Spülplan aufgeführt und mindestens zweimal wöchentlich gründlich gespült werden. Dasselbe gilt auch für wenig benutzte Kaltwasserbezugsstellen an Leitungsabschnitten, an denen das Wasser während der Stagnation eine Temperatur von 25 °C oder mehr annimmt.

Bei wenig benutzten Duschen oder anderen wenig benutzten aerosolbildenden Armaturen sind regelmässige Erneuerungen des Wassers im Rahmen eines Spülplans besonders wichtig. Wenn die Umsetzung eines Spülplans für solche aerosolbildenden Bezugsstellen unrealistisch scheint, sind sie umzurüsten auf Armaturen ohne Aerosolbildung oder grundlegend neu zu konzipieren.

### 2.3.4 Enthärtungsanlagen

Enthärtungsanlagen mit Ionentauscherkartusche oder Osmose müssen periodisch regeneriert und periodisch von einem Servicetechniker gemäss den Herstellerangaben gewartet werden.

Die Zwangsregeneration zur ausreichenden Durchspülung der Kartusche sollte nach den Fachempfehlungen eingestellt sein (vgl. z.B. SVGW W10027 «Enthärtungsanlagen mit Ionentauscher»). Wenn die Unterhalt- und Servicearbeiten bei Enthärtungsanlagen mit Ionentauscher vernachlässigt werden, führt dies zu Verkeimung und Fremdgeruch des Trinkwassers. Die mangelhafte Wasserhygiene erhöht in diesem Fall auch das Risiko für das Auftreten oder das Verstärken von Legionellenproblemen.

### 2.3.5 Besondere Apparate

Apparate mit geschlossenem Wasserkreislauf (z.B. Zierbrunnen) erfordern eine regelmässige gründliche Reinigung aller Anlagenteile und eventuell die Zugabe eines Desinfektionsmittels.

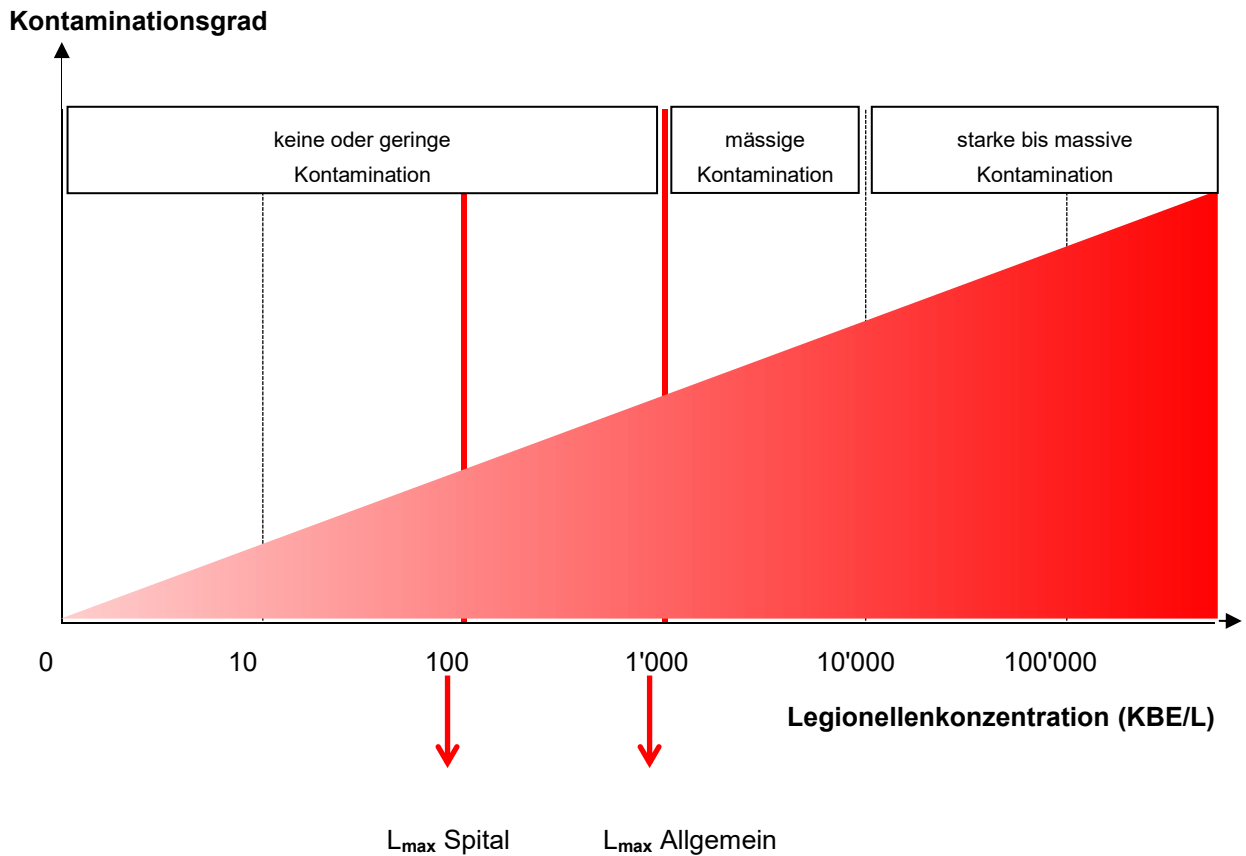
## 3 Legionellen-Höchstwerte

Gemäss den rechtlichen Bestimmungen über Lebensmittel und Gebrauchsgegenstände ist in Duschwasser aus öffentlich zugänglichen Duschanlagen ein Legionellen-Höchstwert von 1'000 KBE/L einzuhalten. Als öffentliche Anlagen gelten alle Anlagen, die der Allgemeinheit oder einem berechtigten, nicht ausschliesslich privaten Personenkreis zugänglich sind.

Auf der Grundlage epidemiologischer Kenntnisse über Legionellose und den Erfahrungen von ESGLI (ESCMID Study Group for Legionella Infections, vormals EWGLI European Working Group for Legionella Infections) ist die Einhaltung der nachstehenden Legionellen-Höchstkonzentrationen ( $L_{max}$ ) generell in allen sanitären Installationen empfehlenswert.

Mit zunehmendem Kontaminationsgrad erhöht sich das Risiko einer Legionellose-Erkrankung von exponierten Personen.

Empfehlungen zu Probenahme und Analytik finden sich in den Modulen 10 und 16.



#### **$L_{\max}$ Spital:**

Für Spitäler und Pflegeheime empfohlene maximale Legionellenkonzentration in Duschwasser und Wasser aus anderen aerosolbildenden Armaturen. Auch in weiteren Wohnbauten oder Betreuungssituationen empfehlenswert, wenn darin geschwächte Personen durch Aerosole exponiert sein könnten. Dazu zählen insbesondere Personen, bei welchen wegen Bettlägerigkeit, einer Grunderkrankung oder einer vorübergehenden Beeinträchtigung der Immunfunktionen eine erhöhte Anfälligkeit für Lungenerkrankungen besteht.

#### **$L_{\max}$ Allgemein:**

Einzuhaltende maximale Legionellenkonzentration in Duschwasser öffentlich zugänglicher Anlagen, sowie empfohlene max. Legionellenkonzentration generell in sanitären Installationen.

Anforderungswerte für Badewasser siehe Modul 13

KBE: Koloniebildende Einheit

## 4 Betriebsmanagement bei Legionellen-Kontamination

- Für Spitäler und Pflegeheime siehe Modul 12
- Für Schwimmbäder siehe Modul 13
- Für lüftungstechnische Anlage siehe Modul 14

### 4.1 Punktuelle oder systemische Legionellen-Kontamination

Wenn Legionellen an einer Bezugsstelle (Wasserentnahmearmatur, Dusche) nachgewiesen werden, während in den zentralen Anlagenteilen sowie in Wasserproben aus warmgehaltenen Leitungen und anderen Bezugsstellen (Kalt- und Warmwasser) keine Legionellen nachweisbar sind, handelt es sich um eine punktuelle Kontamination.

Wenn Legionellen im gesamten Warmwassersystem oder im Warm- und Kaltwassersystem, d.h. insbesondere auch in Wasser der Zirkulationsleitung bei Rücklauf in den Wassererwärmer oder im Inhalt des Wassererwarmers nachweisbar sind, handelt es sich um eine systemische Kontamination.

Ob lediglich eine punktuelle Kontamination besteht oder das Gesamtsystem befallen ist, kann nur ausgehend von einer aussagekräftigen Beprobung der Warmwasserversorgung (siehe Modul 10) beurteilt werden.

### 4.2 Betriebsmanagement bei punktueller Kontamination

Die nachfolgende Tabelle enthält nach Kontaminationsgrad abgestufte Empfehlungen für das Betriebsmanagement bei punktueller Legionellen-Kontamination.

Kontaminationsgrad	Massnahmen zum Legionellen-Management	Weiterbetrieb der Dusche während Massnahmen-umsetzung möglich <sup>1)</sup>
keine oder geringe Kontamination ( <i>Legionella spp.</i> <1'000 KBE/l)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Routinebetrieb und –instandhaltung wie bisher</li> <li>• Bedarf für mikrobiologische Kontrollen an weiteren Messstellen prüfen</li> <li>• Regelmässige Kontrolle der Temperaturen</li> <li>• Legionellen-Analyse nach Änderung von Betriebsbedingungen, Versorgungsuberbruckungen, grösseren Reparaturen u. a., sowie in grösseren Abständen auch bei Normalbetrieb</li> </ul>	ja
mässige Kontamination ( <i>Legionella spp.</i> 1'000 bis 10'000 KBE/l)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abnehmbare Armaturenaufsätze lösen, reinigen und entkalken; Duschbrause (Handbrause) reinigen und entkalken; sonstige Duschköpfe oder nicht demontierbare Aufsätze durch Aufsprühen entkalken</li> <li>• Hygienisch problematische Materialien (z.B. Duschschauch, Dichtungen) ersetzen. Festinstallierte Armatur nach Entfernen der Aufsätze durch Aufsprühen von Reinigungs- und Entkalkungsmittel behandeln</li> <li>• Nach Anbringen der gereinigten Armaturenaufsätze auf der Heisswasserposition einen schwachen Warmwasserstrahl einstellen und mindestens 5 Minuten laufen lassen</li> <li>• Einen mindestens zweimal wöchentlichen Bezug von Kalt- und Warmwasser sicherstellen.</li> </ul>	i. d. R. ja, sofern vor dem Duschen für einen Wasservorlauf ohne relevante Aerosolbildung gesorgt werden kann. Die Reinigung, Entkalkung, Materialersatz und Spülung sollen aber zeitnah vorgenommen werden.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikrobiologisch nachkontrollieren innert 2 Monaten</li> </ul>	
starke bis massive Kontamination ( <i>Legionella spp.</i> >10'000 KBE/l)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abnehmbare Armaturenaufsätze lösen, reinigen und entkalken; Duschbrause (Handbrause) reinigen und entkalken; sonstige Duschköpfe oder nicht demontierbare Aufsätze durch Aufsprühen entkalken</li> <li>• Hygienisch problematische Materialien (z.B. Duschschlauch, Dichtungen) ersetzen. Festinstallierte Armatur nach Entfernen der Aufsätze durch Aufsprühen von Reinigungs- und Entkalkungsmittel behandeln</li> <li>• Nach Anbringen der gereinigten Armaturenaufsätze auf der Heisswasserposition einen schwachen Warmwasserstrahl einstellen und mindestens 5 Minuten laufen lassen</li> <li>• Einen mindestens zweimal wöchentlichen Bezug von Kalt- und Warmwasser sicherstellen.</li> <li>• Mikrobiologisch nachkontrollieren innert 2 Monaten</li> </ul>	i.d.R. nein. Fallweise kann ein Weiterbetrieb mit Sterilfilteraufsatz auf der Bezugsarmatur in Frage kommen bis zum Abschluss der Reinigung, Entkalkung, Materialersatz und Spülung.

1) gilt auch für andere aerosolbildende Armaturen

#### 4.3 Betriebsmanagement bei systemischer Kontamination

Die nachfolgende Tabelle enthält nach Kontaminationsgrad abgestufte Empfehlungen für das Betriebsmanagement bei systemischer Legionellen-Kontamination.

Kontaminationsgrad	Massnahmen zum Legionellen-Management	Weiterbetrieb der Duschen während Massnahmen-umsetzung möglich <sup>1)</sup>
keine oder geringe Kontamination ( <i>Legionella spp.</i> <1'000 KBE/l)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Routinebetrieb und –instandhaltung wie bisher</li> <li>• Bedarf für mikrobiologische Kontrollen an weiteren Messstellen prüfen</li> <li>• Regelmässige Kontrolle der Temperaturen</li> <li>• Bei vorhandener geringer Kontamination in zentralen Anlageteilen Kontrollmessung nach ca. 6 bis maximal 12 Monate. Wenn keine Legionellen nachweisbar sind, Kontrollmessungen in grösseren Abständen</li> <li>• Legionellen-Analyse nach Änderung von Betriebsbedingungen, Versorgungsüberbrückungen, grösseren Reparaturen u. ä.</li> </ul>	ja
mässige Kontamination ( <i>Legionella spp.</i> 1'000 bis 10'000 KBE/l)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hauptbefallsherd(e) mit gezielten Beprobungen eruieren</li> <li>• Auf die Befallsherde ausgerichtete Hygienemassnahmen treffen</li> </ul>	i.d.R. ja, sobald die Temperatur am Austritt des Erwärmers mindestens 60 °C beträgt und der Leitungsinhalt des Verteilsystems

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatur am Austritt des Erwärmers auf konstant mindestens 60 °C einstellen. Die Temperatur des Rücklaufes aus der Zirkulationsleitung muss 55 °C erreichen</li> <li>• Thermische Schockdesinfektion vornehmen, unter Beizug einer Fachperson</li> <li>• Betriebsbedingungen dauerhaft verbessern (Temperaturen und gegebenenfalls weitere)</li> <li>• Nachkontrolle innert 2 Monaten und nach weiteren ca. 6 Monaten zur Überprüfung der Massnahmenwirkung</li> </ul>	vollständig erneuert ist. Fallweise nein, z.B. wenn trotz Sofortmassnahmen eine weitere Vermehrung der Legionellen zu befürchten ist.
starke bis massive Kontamination ( <i>Legionella spp.</i> >10'000 KBE/l)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unter Beizug einer Fachperson eine sanitärtechnische Beurteilung der Wasserversorgungsanlagen und der derzeitigen Betriebsbedingungen machen</li> <li>• Anpassungen an den Stand der Technik vornehmen soweit machbar</li> <li>• Sanierung des Gesamtsystems durchführen einschliesslich Wassererwärmer und Vorwärmersystem (falls vorhanden).</li> <li>• Mikrobiologische Kontrolle unmittelbar nach Abschluss der Sanierungsarbeiten zur Überprüfung der Massnahmenwirkung</li> <li>• Nachbeprobung innert 2 Monaten und nach weiteren ca. 6 Monaten zur Verlaufskontrolle</li> </ul>	i.d.R. nein, solange die Massnahmen zur Inaktivierung der Legionellen noch nicht abgeschlossen sind. Fallweise kann ein Weiterbetrieb mit Sterilfilteraufsatz auf der Bezugsarmatur in Frage kommen bis zum Abschluss der Sanierungsarbeiten.

1) gilt auch für andere aerosolbildende Armaturen

## 5 Massnahmen zur Legionellenbekämpfung, Sanierungsoptionen

Die vollständige Elimination von Legionellen in einem kontaminierten Leitungsnetz ist nur selten möglich. Meist muss man sich damit begnügen, die Besiedlung auf ein akzeptables Niveau zu reduzieren und die Situation unter Kontrolle zu halten. Selbst nach massiven Behandlungen können Legionellen erneut Leitungen besiedeln, sei es aus Toträumen oder Nischen (Verkalkungen, Oxidationsschäden, Reparaturstellen) oder durch das zufließende Kaltwasser aus dem Verteilnetz der Trinkwasserversorgung.

Um Legionellen unter Kontrolle zu bringen resp. einen Befall zu verringern, gibt es mechanische, physikalische und chemische Verfahren resp. Verfahrenskombinationen. Sie haben unterschiedliche Wirkungsspektren, Vor- und Nachteile. Deshalb müssen von Fall zu Fall eine oder mehrere Methoden gewählt werden, welche für die Anlage (z.B. Berücksichtigung der installierten Materialien) und die spezifische Problemstellung geeignet sind.

Während einer chemischen oder thermischen Dekontamination muss gewährleistet sein, dass die Benutzer vor Vergiftungs- und/oder Verbrühungsgefahr geschützt werden, zum Beispiel indem die Entnahmestellen unzugänglich gemacht werden.



## 5.1 Sofortmassnahmen

### 5.1.1 Mechanische Massnahmen

Legionellen sind an wässrige Umgebungen angepasst und können sich in nährstoff- und bakterienhaltigen Schleimschichten (Biofilmen) besonders gut einnisten. Biofilme und schlecht durchströmte Nischen bieten Bakterien zudem Schutz gegen hohe Temperaturen oder chemische Wirkstoffe. Verkalkungen und korrodiertes Material in Hausinstallationen bieten raue Oberflächen, die den Durchfluss behindern und Ablagerungen sowie die Bildung von Biofilm begünstigen. Diesbezügliche Verbesserungs- und Instandstellungsarbeiten sollten im Falle eines Legionellenproblems immer als Erstes in Betracht gezogen werden.

Die mechanische Reinigung, welche aus Entkalkung, Entfernung von Verkrustungen und von Biofilm besteht, sowie Renovationen (Ersatz von korrodierten Teilen, Aufhebung von Totleitungen und Wasserstagnationen) vermindern die Zahl von Mikroorganismen beträchtlich.

### 5.1.2 Thermische Schockdesinfektion

Ein Legionellenbefall kann mit einem thermischen Schock reduziert werden, wobei das Mass der Reduktion von der Höhe der Temperatur und der Dauer der Temperatureinwirkung abhängt. Das empfohlene Verfahren besteht aus einer Erhöhung der Wassertemperatur auf mindestens 70 bis 80 °C. Bei Liegenschaften mit Zirkulationsleitung ist dabei wichtig, dass die hohe Temperatur (>70 °C) im ganzen Zirkulationssystem erreicht wird (keine Wasserentnahme in dieser Zeit). Erst danach werden alle Bezugspunkte (Auslaufarmaturen, Duschen) nacheinander während mindestens drei Minuten laufen gelassen. Wichtiger als die Wassermenge ist dabei die hohe Temperatur. Es empfiehlt sich deshalb, die Armaturen nur wenig zu öffnen, sodass die Wassertemperatur hoch bleibt und sich auf das Leitungs- und Armaturen-Material überträgt.

Wenn Ventile zur Temperaturbegrenzung eingebaut sind müssen diese vor der Durchführung eines thermischen Schocks ausgebaut bzw. über einen Bypass umgangen werden. Der Mischer selbst muss in einem separaten Arbeitsschritt gereinigt und desinfiziert werden, bevor er wieder in Betrieb genommen werden kann.

Die thermische Schockdesinfektion ist die Methode der Wahl in relativ kleinen haustechnischen Warmwasserversorgungen (Ein- bis Mehrfamilienhäuser, kleinere gewerbliche Liegenschaften u.ä.). Sie kann vergleichsweise rasch aufgegleist und durchgeführt werden. Die Behandlung des befallenen Systems lässt sich bei Bedarf auch wiederholen, vorausgesetzt, dass die installierten Materialien gut temperaturbeständig sind. Dieses Verfahren kommt deshalb als Sofort-/Notmassnahme in Frage.

In grossen Warmwasserversorgungen mit vielen Bezugsstellen (Überbauungen, grössere Hotels oder Sportanlagen etc.) ist der thermische Schock hingegen wegen des organisatorischen Aufwandes für die gestaffelte Armaturen-Behandlung und teilweise auch wegen des grossen Heisswasservolumens, das dazu benötigt wird, nur bedingt durchführbar resp. geeignet.

### 5.1.3 Chemische Schockdesinfektion mit Chlor oder Chlordioxid

Für die chemische Bekämpfung von Legionellen dürfen nur Wirkstoffe verwendet werden, welche über eine Zulassung für diesen Zweck (Trinkwasser-Desinfektion) verfügen. Die Anforderungen an solche Wirkstoffe resp. Biozid-Produkte und an deren Zulassung durch das Bundesamt für Gesundheit (BAG) ist in der eidgenössischen Biozidverordnung geregelt. Vor dem Einsatz des chemischen Behandlungsmittels müssen folgende Punkte gewährleistet sein:

- Das Produkt muss vom BAG zugelassen sein.
- Die Materialien des betreffenden Leitungssystems dürfen durch die Behandlung nicht geschädigt werden. Die Materialverträglichkeit gegenüber der vorgesehenen Wirkstoffkonzentration muss deshalb vorgängig abgeklärt werden.
- Das System muss während der Anwendung für Benutzer gesperrt werden, da während der Behandlung eine Gefährdung für die Benutzer entsteht.

- Eine Spülphase muss der Desinfektion folgen.
- Die Entsorgung des Wassers und der Filter, die Chemikalien und Metalle enthalten, muss nach den Vorgaben der Umweltschutzbestimmungen erfolgen.

### ***Einsatz von Natriumhypochlorit-Lösung (Javelwasser)***

Die Behandlung von Wasser mit Natriumhypochlorit-Lösung im Rahmen der Aufbereitung zu Trinkwasser ist zulässig und wird häufig angewendet. Der Toleranzwert für freies Chlor in Trinkwasser beträgt 0.1 mg pro Liter. Diese Konzentration verringert bei Anwendung über einen längeren Zeitraum (Monate) die Biofilme in Wasserleitungen und entzieht dabei den Legionellen auch einen Teil der Lebensgrundlage.

Als Einmal-Anwendung im Sinne einer Sofortmassnahme vermag eine Chlorkonzentration von 0.1 mg/L gegen Legionellen hingegen nichts auszurichten. Für eine Schockbehandlung zur Legionellenbekämpfung kommt nur die Behandlung mit hoher Chlordosis mittels Zudosierung von Natriumhypochlorit-Lösung in Frage. Chlorkonzentration und Einwirkzeit, die gewährleistet werden müssen, sind entscheidend für den Behandlungserfolg. Als Richtwerte finden sich in der Literatur Angaben von 15 mg/l freiem Chlor während 24 Stunden, 50 mg/l während 12 Stunden, 50 mg/l während einer Stunde, 20 mg/l während 2 Stunden, 3-6 mg/l während mehreren Tagen. Die Empfehlungen widerspiegeln nebst studienspezifischen Unsicherheitsfaktoren und Variabilitäten teilweise auch die unterschiedlichen Ansprüche der Autoren hinsichtlich Vollständigkeit der Abtötung von freilebenden und intrazellulär lebenden Legionellen (intrazellulär z.B. in Amöben).

Details der Desinfektion von Trinkwasserleitungen (benötigte Menge von Chlor, Verdünnung des Javelwassers, Einwirkzeit, Neutralisierung und Spülung) sind in SVGW W1000 beschrieben. Diese beziehen sich in erster Linie auf erdverlegte Leitungen, geben aber Anhaltspunkte für Leitungen in Gebäuden.

### ***Einsatz von Chlordioxid***

Bei Verwendung von Chlordioxid bei der Legionellenbekämpfung muss eine Konzentration von 0.3 bis 0.5 mg Chlordioxid pro Liter erreicht werden. Auch diese Konzentration liegt weit über dem für Trinkwasser zulässigen Wert.

Chlordioxid ist ein giftiges Gas. Es wird in der Regel vor Ort aus Natriumchlorit hergestellt und nachfolgend in Form einer wässrigen Lösung zudosiert. Ab einer Konzentration von >10 Vol.-% ist gasförmiges Chlordioxid explosiv. Dies muss vor allem beim Umgang mit Chlordioxid in wässriger Lösung von mehr als 8 g/L beachtet werden.

Die Anwendung von Chlordioxid als Sofortmassnahme zur Eindämmung von Legionellen im Wasserleitungssystem hat vor allem in Schwimmbädern und in Spitälern eine gute Wirksamkeit gezeigt.

### ***Ausführung einer chemischen Schockdesinfektion***

Allen angegebenen Behandlungen auf Chlor-Basis gemeinsam ist die hochgradig korrosive Schädigung von metallischen Installationen und natürlich der Umstand, dass das Wasser während der Behandlung ungeniessbar und gesundheitsschädlich ist. Auch bei Anlagenteilen aus Kunststoff, Werkstoff-Beschichtungen u.ä. kann es bei chemischen Schockdesinfektionen zu starken Schädigungen kommen. Abwasserseitig sind Massnahmen zur Neutralisation des behandelten Wassers zwingend, bevor es in die Schmutzwasserkanalisation eingeleitet werden darf. Die chemische Schockdesinfektion darf im Übrigen nicht gleichzeitig mit einer Hitzebehandlung angewendet werden.

Aus diesen Angaben ist ersichtlich, dass eine Legionellenbekämpfung mittels Chlor oder Chlordioxid nur durch entsprechend qualifizierte und erfahrene Fachpersonen ausgeführt werden kann.

## **5.1.4 Physikalische Massnahmen / Einsatz von Filtern**

Als weitere Sofortmassnahme kommen Filter in Frage, welche Bakterien zurückhalten. Sie werden in Form spezieller Duschbrausen, Armaturaufsätze für Lavabos oder Filtereinsätze zur Montage zwischen dem Wandanschluss und dem Duschschauch angeboten. Das gefilterte Wasser ist ganz oder nahezu keimfrei. Im belasteten Warmwassersystem werden hingegen keine Verbesserungen erzielt. Sterilfilter

verringern den Durchfluss resp. die Durchspülung der Armatur und –Zuleitung. Dies ist für die hygienische Stabilität eher ein Nachteil. Legionellen-Filter müssen periodisch ersetzt werden, da ihre Filterkapazität beim üblichen Gebrauch relativ rasch erschöpft ist (je nach Produkt bis zu einmal monatlich).

Endständige Filter haben sich im Spitalbereich etabliert. In Wohngebäuden kommt die Filtration aber aus Kostengründen zurzeit primär als Sofort- resp. Überbrückungsmassnahme zur Anwendung und nicht für den Dauerbetrieb.

## **5.2 Nachhaltige Massnahmen**

Der gewünschte Effekt der Legionellenreduktion ist nach einer thermischen oder chemischen Schockbehandlung oft nur vorübergehend vorhanden. Wenn die Wasserversorgung ohne Änderungen gegenüber dem vorgängigen Betriebszustand weitergeführt wird, findet häufig innert weniger Monate eine erneute Legionellenvermehrung und problematische Belastung des Wassers statt. Sofortmassnahmen sind deshalb in der Regel vor allem ein Instrument, um den Gesundheitsschutz raschmöglichst zu gewährleisten und Zeit für Abklärungen, die Planung und die Umsetzung von nachhaltig wirksamen Verbesserungsmassnahmen zu gewinnen.

### **5.2.1 Anpassung an Stand der Technik**

Durch Anpassung des Wasserleitungssystems und des Betriebes der Anlage an den Stand der Technik können entscheidende Schritte zur Bereitstellung von Kalt- und Warmwasser unternommen werden, das hygienisch einwandfrei ist.

Mögliche Anpassungen betreffen z.B. Änderungen der Temperaturführung, Anpassungen hinsichtlich Dimensionierung/Heizleistung/Wasserumsatz, Entfernen von Leitungsstücken, die nicht mehr in Gebrauch sind (Totleitungen), verbesserte Wärmedämmung der Kalt- und Warmwasserleitungen und andere mehr.

### **5.2.2 Kontinuierliche oder periodische chemische Desinfektion**

Eine Anpassung der Installationen und des Betriebes an den Stand der Technik ist immer das optimalste Vorgehen zur nachhaltigen Absicherung der Wasserqualität. Grundlegende baulich-technische Änderungen der Wasserversorgung sind aus Gründen der Finanzierbarkeit und der Praktikabilität dennoch nicht in jedem Fall innert nützlicher Frist machbar. In solchen Situationen kann die Inbetriebnahme einer kontinuierlichen oder periodischen Zudosierung von Desinfektionsmittel eine Option darstellen, mit der auch in suboptimalen Wasserversorgungen der Gesundheitsschutz für die Benutzer des Warmwassers gewährleistet werden kann. Eine kontinuierliche oder periodische chemische Desinfektionsmittel-Zudosierung sollte aber nur dann erwogen werden, wenn mit anderen betrieblichen Massnahmen kein ausreichendes Legionellenmanagement möglich ist.

Für die kontinuierliche oder periodische chemische Desinfektion kommen sowohl Anlagen zur Chlorung wie auch Anlagen zur Zudosierung von Chlordioxid in Frage. Im Gegensatz zu den Schockbehandlungen müssen bei kontinuierlichen oder periodischen Desinfektionsmittelanwendungen aber die Anforderungswerte an Trinkwasser jederzeit eingehalten sein: max. 0.1 mg freies Chlor pro Liter resp. max. 0.05 mg Chlordioxid pro Liter).

Ziel der Wasserbehandlung in diesem Konzentrationsbereich ist die Reduktion der Biofilme und damit der teilweise Entzug von Vermehrungshabitat der Legionellen. Für eine unmittelbare Reduktion der Legionellen um mehrere Zehnerpotenzen wären viel höhere Desinfektionsmittel-Dosierungen nötig.

### **5.2.3 Automatisierte Spülung**

Wenn zu vermuten ist, dass die Legionellenbelastung massgeblich mit einem diskontinuierlichen oder insgesamt zu geringen Wasserverbrauch zusammenhängt, kann die Inbetriebnahme einer automatischen Spüleinrichtung (Hygienespülung) Abhilfe schaffen und den bestimmungsgemässen Betrieb gemäss Nutzungsvereinbarung sicherstellen, bis grundlegende Änderungen der Nutzung oder der baulich-technischen Installationen vorgenommen werden können.

## **5.2.4 Neukonzeptionierung**

Massnahmen zur Sanierung mit anschliessendem korrektem Legionellenmanagement sind nur dann nachhaltig und ausreichend, wenn sie über einen längeren Zeitraum ihre Wirksamkeit beibehalten. Dies ist mit regelmässigen Kontrolluntersuchungen zu belegen.

Wenn eine Reinfektion der Installationen mit Legionellen und eine erneute Wasserkontamination in problematischem Mass auftritt, bleibt letztendlich nur die Neukonzeptionierung der Wasserversorgung. Dabei wird das ganze Wassersystem inkl. der thermischen Regelung komplett ersetzt.

## **5.3 Massnahmen von untergeordneter praktischer Bedeutung**

### **5.3.1 Ultraviolett (UV)-Bestrahlung**

UV-Strahlen mit einer Wellenlänge zwischen 220 und 280 nm (UV-C) haben eine bakterizide Wirkung, aber nur in klarem, wenig turbulentem Wasser und auf kurze Distanz (Reichweite <3 cm).

Die UV-C-Strahlen zur Desinfektion von Trinkwasser sind wirksam gegen Legionellen, erreichen diese aber im Biofilm nicht. Im Gegensatz zu Chlor und anderen chemischen Produkten wirken UV-C-Strahler nur lokal und haben keine anhaltende Wirkung. Sobald das Wasser nicht mehr bestrahlt wird, kann es erneut Legionellen aufnehmen und mitführen.

Zur zweckmässigen Hygienisierung des Wassers kann die Bestrahlung deshalb nur dann dienlich sein, wenn sie so nahe wie möglich beim Bezugspunkt angebracht ist. Vor dem UV-C Strahler muss ein Filter installiert werden, welcher Kalkablagerungen reduziert und dafür sorgt, dass die Strahlung möglichst unvermindert auf die Bakterien einwirken kann. Zeitgemässe Systeme messen kontinuierlich die Trübung des Wassers, damit der Desinfektionsschritt unter kontrollierten Bedingungen erfolgt und die erforderliche minimale Bestrahlungsdosis gewährleistet ist (weitere Angaben zur korrekten UV-Desinfektion siehe SVGW W13).

Die Desinfektion von Trinkwasser mittels UV-Bestrahlung ist ein wichtiges und gut etabliertes Verfahren in der Trinkwasseraufbereitung. Dieses Verfahren wird sehr geschätzt, da der Geruch und Geschmack des Wassers im Gegensatz zur chemischen Desinfektion unverändert bleibt. Im Bereich des Legionellenmanagements ist die UV-Bestrahlung aber aus obengenannten Gründen kaum von Bedeutung (allenfalls als Ergänzung in Verfahrenskombinationen).

### **5.3.2 Ozonung**

Ozon ist ein weiteres zulässiges und zuverlässig wirksames Desinfektionsmittel. Die Ozonung von Wasser wird jedoch wegen der Kosten, der technisch anspruchsvollen Anwendung und der begrenzten chemischen Stabilität von Ozon primär in Verfahrenskombinationen eingesetzt. Namentlich sind dies Verfahrenskombinationen von Flockung, Oxidation, Filtration, Desinfektion in mehrstufigen Trinkwasseraufbereitungen, in der Aufbereitung von Badewasser, im Abwasserbereich oder in medizinischen und pharmazeutischen Spezialbereichen. Im Übrigen ist die zur Legionellenbekämpfung erforderliche Ozon-Konzentrationen von 1-2 mg/l ebenfalls nicht vereinbar mit dem Anforderungswert für Trinkwasser gemäss der Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV) (max. 0.05 mg/L).

### **5.3.3 Chlorgas**

Chlorgas ist grundsätzlich zur Desinfektion äusserst wirksam. Der Umgang mit Chlorgas ist aber hinsichtlich Schutz der Bevölkerung vor einem Störfall mit drastischen Gesundheitsschädigungen viel zu problematisch als dass es für die Legionellenbekämpfung in Hausinstallationen in Frage käme.

#### **5.4 Weitere Massnahmen / Wirkstoffe / Verfahren**

Bei Trinkwasserinstallationen gelten für die Desinfektion von Warmwasser dieselben lebensmittelhygienischen Anforderungen wie für Kaltwasser. Deshalb kommen nur die obengenannten drei Verfahren in Frage (UV-Bestrahlung, Desinfektion auf Basis von freiem Chlor oder Ozonung, entsprechend den Vorgaben der Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV)). Die Anwendung anderer Stoffe und Verfahren zur Desinfektion wie beispielsweise Kupfer- oder Silberionen aus Ionisation, Monochloramin, Wasserstoffperoxid oder Gemische von Bioziden, wie sie bei der elektrochemischen Aktivierung von Wasser entstehen, stehen im Widerspruch zu den lebensmittelrechtlichen Bestimmungen. Wenn solche Stoffe und Verfahren ausserhalb des Lebensmittelbereiches gute Ergebnisse für die Desinfektion erbracht haben, darf daraus nicht geschlossen werden, dass sie auch für den Lebensmittelbereich geeignet sind.



## 5.5 Überblick über Vor- und Nachteile der praxisüblichen Massnahmen

### 5.5.1 Sofortmassnahmen

Massnahme	Prinzip	Vorteile	Nachteile	Erfahrungen/Hinweise
mechanische Massnahme	Ablösung von Belägen und Verkrustungen. Biofilme werden relativ effizient mitentfernt. Ersatz/Instandstellung schlecht reinigbarer oder defekter Anlagenteile	Rohrleitungs- und Tankreinigungen sind relativ rasch durchführbar, ohne Rückstandsproblematik, verfahrenstechnisch erprobt und etabliert. Bei ausgeprägtem Biofilmbewuchs hilfreich als Vorbehandlung vor einer thermischen oder chemischen Behandlung.	Nur in Kombination mit weiteren Massnahmen ausreichend wirksam gegen Legionellen. Kein nachhaltiger Schutz der Installation.	Je nach Intensität/Radikalität der mechanischen Behandlung und Reinigungsverfahren werden korrodierte Leitungsabschnitte durch die Behandlung strapaziert, bis hin zu Leckagen.
thermische Schock-desinfektion	Schwächung oder Abtötung von Legionellen und weiteren Mikroorganismen durch hitzebedingte Denaturierung von Eiweissen	Rasch durchführbar, ohne Rückstandsproblematik. Bei korrekter Durchführung gute Effizienz.	Verbrühungsgefahr für Personen während der Durchführung. Hoher Energiebedarf. Je nach Nutzungssituation im betroffenen Gebäude aufwändig in der organisatorischen Vorbereitung.	In grossen Warmwasserversorgungen mit vielen Bezugsstellen (Überbauungen, grössere Hotels oder Sportanlagen etc.) wegen des organisatorischen Aufwandes und grossen Bedarfs an Heisswasser nur bedingt durchführbar resp. geeignet.
chemische Schock-desinfektion	Schwächung oder Abtötung von Legionellen und weiteren Mikroorganismen durch schädigende (oxidative) Einwirkung auf die Funktion und die	Bei korrekter Durchführung sehr gute Effizienz. Günstige Auswirkung auch auf Biofilmbeläge und Amöbenpopulation.	Die erforderliche Wirkkonzentration führt zu korrosiven Vorgängen in der Installation. Der Leitungsinhalt weist während und bei Abschluss der	Das behandelte Wasser muss i.d.R. vor der Einleitung in die Kanalisation neutralisiert werden. Diesbezügliche Abklärungen gehören zur Planung.

Massnahme	Prinzip	Vorteile	Nachteile	Erfahrungen/Hinweise
	Konstruktion der Poren- und Zellwandbausteine.		Behandlung gesundheitsgefährdende Eigenschaften auf.	Auch die Verträglichkeit/Korrosionsbeständigkeit der Installationen muss vorgängig abgeklärt werden. Für die Planung und Durchführung einer chemischen Schockbehandlung kommt nur eine ausgewiesene Fachfirma in Frage.
physikalische Massnahmen / Einsatz von endständigen Filtern	Mechanisches Zurückhalten von Bakterienzellen in einem feinporigen Filtrationsmaterial	Sehr rasch umsetzbar. Ermöglicht sofortigen sicheren Weiterbetrieb von betroffenen Armaturen/Duschen	Relativ kostspielig. Nur für einen Teil der Standardarmaturen verfügbar (Waschtisch, Duschbrause, Wand-dusche). Durch Filtrationswiderstand bedingte verringerte Durchflussrate an der Endarmatur. Kein Nutzen gegen systemischen Legionellenbefall	Die Filter müssen konsequent gemäss den Herstellervorgaben gewechselt werden. Andernfalls können Filterdurchbrüche zu Legionellose-Risiken führen.

### 5.5.2 Nachhaltige Massnahmen

Massnahme	Prinzip	Vorteile	Nachteile	Erfahrungen / Hinweise
Anpassung an Stand der Technik	Veraltete oder unsachgemäss angebrachte Installationen werden so geändert, dass sie dem heutigen Stand der Technik entsprechen	Anpassungen können auf die problematischen Bereiche beschränkt werden. Je nach Umfang der technischen Anpassung kann der Betrieb ohne grössere Beeinträchtigungen weitergeführt werden.	Unerkannte hygienische Schwachstellen bleiben unverändert. Wenn hinsichtlich der Hygieneaspekte zu grosse Kompromisse zugunsten des Weiterbetriebs der bestehenden Anlage gemacht werden, ist die Nachhaltigkeit der Massnahme gefährdet.	Diese Massnahme ist vor allem dann empfehlenswert, wenn sich die Ursache einer Legionellen-Verkeimung auf einzelne problematische Anlagenbereiche eingrenzen lässt.

<b>Massnahme</b>	<b>Prinzip</b>	<b>Vorteile</b>	<b>Nachteile</b>	<b>Erfahrungen / Hinweise</b>
Kontinuierliche oder periodische chemische Desinfektion	Ständige oder periodische chemische Schädigung von Legionellen und Biofilmen	Bei zweckmässiger Auslegung und Umsetzung dauerhafter Schutz gegen das unkontrollierte Aufkeimen von Legionellen-Populationen	Dem Wasser werden chemische Stoffe zugesetzt. Es bilden sich unerwünschte Reaktionsprodukte.	Die Massnahme dient der hygienischen Absicherung in suboptimalen Versorgungssystemen. Sie darf nicht dazu missbraucht werden, zunehmende Verkeimungsprobleme in Anlagenteilen in Kauf zu nehmen (z.B. durch Temperatursenkung) oder zu kompensieren. Die Materialverträglichkeit gegenüber oxidativen Substanzen muss vorgängig abgeklärt werden.
Neukonzeptionierung	Der Legionellenbefall wird behoben, indem das problematische befallene System ganzheitlich durch eine Neuanlage nach dem heutigen Stand der Technik ersetzt wird.	Die Wasserversorgung im Gebäude wird von Grund auf so ausgelegt, dass das Risiko von Beeinträchtigungen der Wasserqualität minimiert ist.	i.d.R. mit hohen Kosten und der vorübergehenden Ausserbetriebnahme der Versorgung verbunden.	Sinnvoll bei Gebäuden, deren Hausinstallationen mehrere gewichtige hygienische Schwachstellen aufweisen, die eine nachhaltige Verbesserung der Wasserhygiene als unwahrscheinlich erscheinen lassen.





## Referenzen

- Bartram J, Chartier Y, Lee JV, Pond K, Surman-Lee S. Legionella and the prevention of legionellosis. Chapters 3 & 4. 39-68. 2007. WHO.
- Direction générale de la santé, Direction de l'hospitalisation et de l'organisation des soins. CIRCULAIRE DGS/SD7A/SD5C-DHOS/E4 n° 2002/243 du 22/04/2002 relative à la prévention du risque lié aux légionelles dans les établissements de santé. 2002.
- Haas R. Legionellen. Bekämpfung ihrer Verbreitung in Hausinstallationen. GWA 2003;(1):15-24.
- Hubert B, Infuso A, Ledrans M. Guide d'investigation d'un ou plusieurs cas de légionellose. Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire 1997; (20-22):83-105.
- International Organization for Standardization. Water quality -- Detection and enumeration of Legionella -- Part 2: Direct membrane filtration method for waters with low bacterial counts. ISO 11731-2:2004 ed. 2004.
- Kim BR, Anderson JE, Mueller SA, Gaines WA, Kendall AM. Literature review -- efficacy of various disinfectants against Legionella in water systems. 1. Water Res 2002; 36(18):4433-4444.
- Kool JL. Control of Legionella in drinking water systems: impact of monochloramine. In: ASM Press, editor. Legionella. Washington, D.C.: 2002: 411-418.
- Kool JL, Carpenter JC, Fields BS. Effect of monochloramine disinfection of municipal drinking water on risk of nosocomial Legionnaires' disease. Lancet 1999; 353:272-277.
- Lin YS, Stout JE, Yu VL, Vidic RD. Disinfection of water distribution systems for Legionella. Semin Respir Infect 1998; 13(2):147-159.
- Lin YS, Vidic RD, Stout JE, Yu VL. Negative effect of high pH on biocidal efficacy of copper and silver ions in controlling Legionella pneumophila. Appl Environ Microbiol 2002; 68(6):2711-2715.
- Members of the European surveillance scheme for travel associated Legionnaires' disease, European Working Group for Legionella Infections. European guidelines for control and prevention of travel associated Legionnaires' disease. 2005.
- Mietzner S, Schwille RC, Farley A, Wald ER, Ge JH, States SJ et al. Efficacy of thermal treatment and copper-silver ionization for controlling Legionella pneumophila in high-volume hot water plumbing systems in hospitals. Am J Infect Control 1997; 25(6):452-457.
- Muraca P, Yu VL, Goetz A. Disinfection of water distribution systems for Legionella: a review of application procedures and methodologies. Infect Control Hosp Epidemiol 1990; 11:79-88.
- Rogers J, Dowsett AB, Dennis PJ, Lee JV, Keevil CW. Influence of temperature and plumbing material selection on biofilm formation and growth of Legionella pneumophila in a model potable water system containing complex microbial flora. Appl Environ Microbiol 1994; 60(5):1585-1592.

- Rohr U, Senger M, Selenka F, Turley R, Wilhelm M. Four years of experience with silver-copper ionization for control of legionella in a German university hospital hot water plumbing system. Clin Infect Dis 1999; 29(6):1507-1511.
- Rohr U, Weber S, Selenka F, Wilhelm M. Impact of silver and copper on the survival of amoebae and ciliated protozoa in vitro. Int J Hyg Environ Health 1999; (203):87-89.
- Schwartz T, Hoffmann S, Obst U. Formation and bacterial composition of young, natural biofilms obtained from public bank-filtered drinking water systems. Water Res 1998; 32(9):2787-2797.
- Schweizerische Eidgenossenschaft. Verordnung des EDI vom 26. Juni 1995 über Fremd- und Inhaltsstoffe in Lebensmitteln (Stand am 27. Dezember 2005) (Fremd- und Inhaltsstoffverordnung, FIV). SR 817.021.23. 26-6-1995.
- Schweizerischen Eidgenossenschaft. Verordnung über den Inverkehrbringen von und den Umgang mit Biozidprodukten vom 18. Mai 2005 (Biozidprodukteverordnung, VBP), SR 813.12.
- Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW). Qualitätsüberwachung in der Trinkwasserversorgung. Regelwerk W1d. Ausgabe 2005.
- Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW). Empfehlungen für den Einsatz von Chlorgas in der Trinkwasserversorgung. W1001d. 2000.
- Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW). Empfehlungen für die Reinigung und Desinfektion von Trinkwasserleitungen. W1000d. 2000.
- Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW). Legionellen in Trinkwasserinstallationen - Was muss beachtet werden? Merkblatt SVGW. W 10002; 2005.
- Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW). Enthärtungsanlagen – Ionentauscher . Merkblatt SVGW. W 10 027; 2015
- Sidari FP, Stout J, VanBriesen JM, Bowman AM, Grubb D, Neuner A et al. Keeping Legionella out of water systems. AWWA 2004; 96(1):111-119.
- Stout JE, Yu VL. Experiences of the first 16 hospitals using copper-silver ionization for Legionella control: implications for the evaluation of other disinfection modalities. Infect Control Hosp Epidemiol 2003; 24(8):563-568.
- van der Kooij D, Veenendaal HR, Slaats NP, Vonk D. Biofilm formation and multiplication of Legionella on synthetic pipe materials in contact with treated water under static and dynamic conditions. In: ASM Press, editor. Legionella. Washington, D.C.: 2002: 176-180.
- Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA): Norm SIA 385/1:2011 «Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden – Grundlagen und Anforderungen»
- Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA): Norm SIA 385/1-C1:2011 «Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden – Grundlagen und Anforderungen – Korrigenda C1 zur Norm SIA 385/1:2011»
- Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA): Norm SIA 385/2:2015 «Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden – Warmwasserbedarf, Gesamtanforderungen und Auslegung»

#### **Andere Informationsquellen (laufend überarbeitet)**

World Health Organization. WHO Guidelines for Drinking Water Quality, third Edition, incorporating first addendum. ed. 2006.

Fachinformationen des Schweizerischen Vereins des Gas- und Wasserfaches (SVGW): [www.svgw.ch](http://www.svgw.ch)



20.08.2018

---

## Modul 12 Spitäler und Pflegeheime

### Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Grenzwerte</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Präventionsmassnahmen</b> .....	<b>2</b>
3.1	Wassertemperatur .....	2
<b>3.2.</b>	<b>Wasserprobenentnahmen für mikrobiologische Untersuchungen</b> .....	<b>2</b>
<b>3.3.</b>	<b>Häufigkeit der Probenentnahme aus dem Wasserleitungssystem</b> .....	<b>3</b>
<b>3.4.</b>	<b>Nachweis von <i>Legionella</i> spp. in Wasser und klinischen Proben</b> .....	<b>3</b>
<b>3.5.</b>	<b>Verwendung und Unterhalt von Material</b> .....	<b>3</b>
<b>3.6.</b>	<b>Installation von Filtern</b> .....	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Korrekturmassnahmen</b> .....	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Uberwachungsdispositiv</b> .....	<b>4</b>
<b>6</b>	<b>Referenzen</b> .....	<b>6</b>

### 1 Einleitung

Die kontinuierliche Überwachung und effektive Erkennung von nosokomialen Legionellen ist ein anerkannter Qualitatsmarker. Das Auftreten von nosokomialen Legionellen bedeutet, dass in einer Institution des Gesundheitswesens ein wirksames Dispositiv für ihre Entdeckung vorhanden ist.

Da *Legionella* spp. ubiquitär im Wasser vorkommt, müssen sich die Verantwortlichen dieser Institutionen der Gefahr bewusst sein, welche diese Bakterien für die Menschen in ihrer Obhut und für das Personal darstellen.

Als erstes soll eine Risikobeurteilung gemacht werden (Zustand der Installationen, Häufigkeit ihres Gebrauchs, Wasserumsatz, Wassertemperatur, Aerosolbildung etc.). In einem zweiten Schritt werden die Kontrollparameter und die am besten geeigneten Zeitpunkte für Probenentnahmen bestimmt. Die Temperatur des warmen und kalten Wassers und die Konzentration von *Legionella* spp. müssen in Risikoinstallatione n regelmässig gemessen werden.

Man muss sich aber bewusst sein, dass Testen nicht im eigentlichen Sinn eine präventive Massnahme ist. Es dient vielmehr dazu, die Wirksamkeit der Massnahmen des Unterhalts zu überprüfen, welche aufgrund der generellen Risikobeurteilung getroffen werden.

### 2 Grenzwerte

Das Risiko einer Legionelleninfektion gilt für Immunkompetente als gering, wenn die Konzentration dieser Bakterien weniger als 1000 KBE/L beträgt. Gewisse Abteilungen (Onkologie, Transplantation, Intensivstation) streben jedoch deutlich tiefere Konzentrationen an (<100 KBE/l oder nicht nachweisbar).

In Spitälern sind manchmal andere Legionellenarten als *L. pneumophila* die Ursache von Legionelleninfektionen, bei denen das Sterberisiko bis 30% betragen kann, und somit deutlich über jenem bei im Alltag erworbenen Pneumonien liegt. Deshalb basieren die Massnahmen auf der Gesamtzahl aller Legionellenarten sowie auf dem Anteil der positiven Proben mit einem Grenzwert von 30%. Dieser Grenzwert wurde als wenig sensitiv und spezifisch kritisiert. Er ist jedoch nach wie vor für eine Gesamtbewertung des Legionellenrisikos nützlich. Die Methodik der Probenentnahme ist in Modul 10 beschrieben.

**Tabelle 12-A. Grenzwerte für Legionellen im Leitungswasser von Spitälern**

Legionellenkonzentration in Trinkwasser	< 100 KBE/L	1000 KBE/L	>1000 – ≤10'000 KBE/l und/oder ≤30% der Proben positiv	>10'000 KBE/l und/oder >30% der Proben positiv
<b>Interpretation</b>	Legionellen „in der untersuchten Probe nicht nachweisbar“.  Dieser Wert ist auf Abteilungen mit Hochrisiko-patient/innen anzustreben (Intensivstation, Transplantation, Onkologie, Station für schwere Verbrennungen, Neonatologie usw.).	<b>Höchstwert*</b>	<b>Kontamination</b>	<b>Massive Kontamination</b>
<b>Massnahmen</b>	Präventionsmassnahmen (s. Modul 11)	Präventionsmassnahmen (s. Modul 11)	Massnahmen nach Abbildung 12-A	Wasser ungeeignet zur Verwendung im Spital Korrekturmassnahmen (s. Modul 11)

**Adaptiert** nach Ruef C, Pagano E, Raeber PA, Gaia V, Peduzzi R. Legionellen im Spital. Praktische Hinweise für das Screening. Swiss-Noso 1998; 5(2):12-14. Tabelle 2 S. 13.

\*Gemäss Art. 9 der Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV)

### 3 Präventionsmassnahmen

#### 3.1 Wassertemperatur

Die empfohlenen Temperaturen sind in Modul 11 angegeben.

#### 3.2. Wasserprobenentnahmen für mikrobiologische Untersuchungen

Zurzeit empfiehlt das BAG eine aktive Suche nach Legionellen in den Wasserleitungssystemen der Spitäler, insbesondere in den Hochrisikoabteilungen. Zudem muss bei jeder nosokomialen Pneumonie nach dem Krankheitserreger gesucht und gegebenenfalls eine Umgebungsuntersuchung durchgeführt werden (siehe «Gezielte Abklärungen», Modul 10, Punkt 3 D). Wie erwähnt sind aber mikrobiologische Untersuchungsergebnisse nur eine Momentaufnahme. Ihre Interpretation kann nur erfolgen, wenn eine Methode systematisch (Reproduzierbarkeit der Analysemethoden) und dynamisch (zeitlich und räumlich) angewandt wird (siehe Modul 10).

Arbeiten am Trinkwasserversorgungsnetz einer Institution des Gesundheitswesens oder in seiner Nähe können die Wasserqualität beeinflussen und eine neue Risikobeurteilung mit zusätzlichen punktuellen mikrobiologischen Untersuchungen nötig machen.

### 3.3. Häufigkeit der Probenentnahme aus dem Wasserleitungssystem

Sowohl Spitäler wie Pflegeheime haben Anlagen oder Bäder, die «einem berechtigten Personenkreis» zugänglich und «nicht zur Nutzung in einem familiären Rahmen» bestimmt sind (Art. 7 Buchstabe h TBDV). Daher sind sie den offiziellen Kontrollen der Kantonalen Laboratorien unterstellt. Die Häufigkeit dieser Kontrollen wurde in der Gesetzgebung nicht festgehalten. Der Akzent liegt auf der Selbstkontrolle: Die Häufigkeit und Orte der Probenentnahmen werden vom Spitalhygieneteam zusammen mit dem technischen Dienst definiert. Sie sollen in erster Linie auf der Risikobeurteilung basieren. Die Inhalte von Modul 10 sollen für die Auswahl und Entnahme der Proben sowie die Interpretation der Resultate berücksichtigt werden.

Die folgenden Häufigkeiten sollen als Orientierung dienen:

1. **Spitäler mit Abteilungen für Intensivpflege, Transplantationen, schwere Verbrennungen, Onkologie oder Neonatologie:** Probenentnahme mindestens zwei Mal jährlich in den erwähnten Abteilungen. Wenn das Resultat nach zwei Untersuchungsreihen negativ bleibt, können die Kontrollen auf einmal jährlich reduziert werden. Das übrige Leitungsnetz des Spitals sollte mindestens einmal jährlich beprobt werden.
2. **Spitäler ohne Abteilungen für Intensivpflege, Transplantationen, Onkologie, grosse Verbrennungen oder Neonatologie:** Das Leitungsnetz sollte mindestens einmal jährlich beprobt werden.
3. **Langzeitinstitutionen:** Das Leitungsnetz sollte mindestens einmal jährlich beprobt werden. Wenn die Resultate in zwei Serien von Analysen negativ geblieben sind, können die Kontrollen auf einmal alle 2 Jahre reduziert werden.

### 3.4. Nachweis von *Legionella* spp. in Wasser und klinischen Proben

Für Spitalhygieniker ist es wichtig, durch eine aktive Überwachung die Spezies und Serogruppen der Legionellenstämme im betreffenden Wasserleitungssystem zu kennen (siehe Modul 16). Das Anlegen von Kulturen zum Nachweis von Legionellen in Patientenumaterial wird dringend empfohlen, weil damit auch andere Legionellenarten als *L. pneumophila* nachgewiesen werden können, die eventuell nosokomiale Epidemien verursachen (z.B. *L. anisa*). Die PCR ist wegen ihrer Spezifität, Sensitivität und Schnelligkeit ebenfalls empfehlenswert. Die Notwendigkeit einer Probenentnahme aus dem Respirationsstrakt (BAL, Biopsie, Sputum) kann jedoch ihre routinemässige Durchführung einschränken (siehe Modul 4).

### 3.5. Verwendung und Unterhalt von Material

Es wird empfohlen, für das Spülen und die Anwendung von respiratorischen Geräten, naso-gastrischen Sonden, Schläuchen und Drainagen, Luftbefeuchtern und Ultraschall-Wasserzerstäubern steriles Wasser zu verwenden. Das Spülen erfolgt im Allgemeinen nach einem Reinigungsschritt mit oder ohne Desinfektion. Wenn kein steriles Wasser verfügbar ist, wird die Verwendung von filtriertem Wasser empfohlen (Filterporen von max. 0,2 µm Durchmesser). Befeuchter, die heissen Dampf verwenden, sind mikrobiologisch am sichersten.

Aufsätze an den Auslaufarmaturen zur Luftbeimischung sind auf Abteilungen mit immunsupprimierten Patientinnen und Patienten wegen des Risikos der Aerosolbildung umstritten.

### 3.6. Installation von Filtern

Auf Abteilungen oder in Zimmern mit besonders infektionsanfälligen Patienten kann das Risiko einer Infektion durch die Installation von endständigen Filtern (0,2 µm) an Wasserhähnen und Duschen reduziert werden. Diese müssen nach den Empfehlungen des Herstellers und/oder den Weisungen des Spitalhygieneteams gereinigt und ersetzt werden.

## **4 Korrekturmassnahmen**

Siehe Modul 11

Der Gebrauch der Duschen, insbesondere durch Patientinnen und Patienten mit geschwächtem Immunsystem, kann beim Nachweis von Legionellen im Leitungssystem vorübergehend eingeschränkt werden.

Bei Epidemien in Spitälern hat sich die Verschreibung von Makroliden zur Prävention einer Legionärskrankheit bei immunsupprimierten Patientinnen und Patienten als wirksam erwiesen. Diese Notmassnahme scheint bei einer Bevölkerungsgruppe mit einem hohen Komplikationsrisiko vernünftig zu sein.

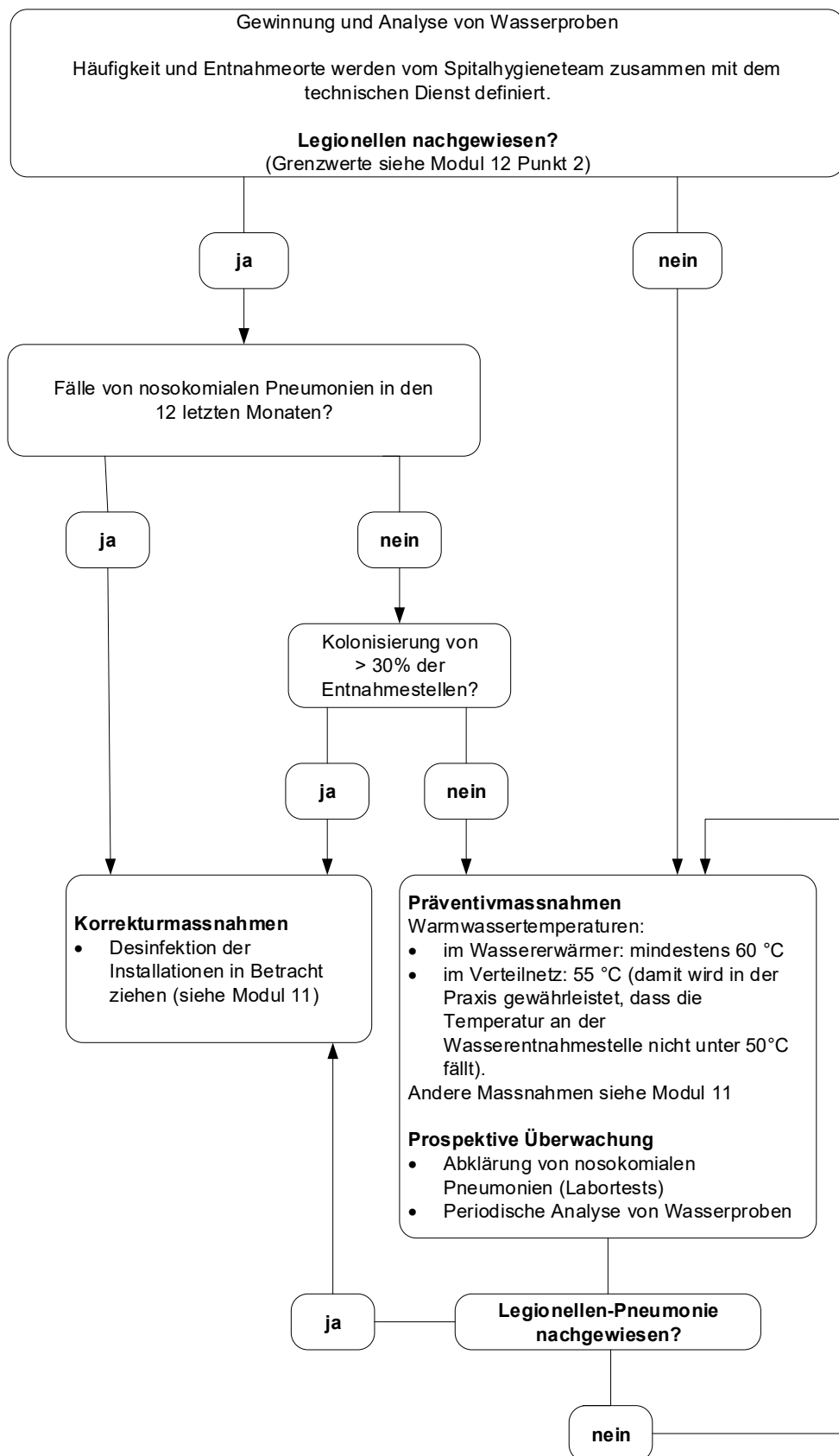
## **5 Überwachungsdispositiv**

Systematische Suche nach Legionellen in Patientenproben bei nosokomialen Pneumonien; bei bestätigter Legionellose Untersuchung der Orte, an denen sich die betroffene Person aufgehalten hat, und der verwendeten Geräte (Exposition gegenüber kontaminierten Aerosolen?).

Regelmässige Probenentnahme nach Massgabe von Punkt 3.3 dieses Moduls.

Das folgende Schema fasst diese beiden Punkte zusammen:

**Abbildung 12-A Empfehlungen für Spitäler**



**Adaptiert nach:** Ruef C. Nosocomial Legionnaires' disease - strategies for prevention. J Microbiol Methods 1998; 33:81-91 und Yu VL. Resolving the controversy on environmental cultures for Legionella: a modest proposal. Infect Control Hosp Epidemiol 1998; 19(12):893-897.

## 6 Referenzen

- Allen JG, Myatt TA, MacIntosh DL et al. Assessing risk of health care-acquired Legionnaires' disease from environmental sampling: the limits of using a strict percent positivity approach. *Am J Infect Control* 2012; 40(10): 917–21.
- Allegheny county health department. Approaches to prevention and control of Legionella infections in Allegheny county health care facilities. 1997.
- Demirjian A, Lucas CE, Garrison LE et al. The importance of clinical surveillance in detecting legionnaires' disease outbreaks: a large outbreak in a hospital with a Legionella disinfection system-Pennsylvania, 2011-2012. *Clin Infect Dis* 2015; 60(11): 1596–602.
- Direction générale de la santé, Direction de l'hospitalisation et de l'organisation des soins. CIRCULAIRE DGS/SD7A/SD5CDHOS/E4 n° 2002/243 du 22/04/2002 relative à la prévention du risque lié aux légionelles dans les établissements de santé. 2002.
- Greub G, Raoult D. Biocides currently used for bronchoscope decontamination are poorly effective against free-living amoebae. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2003; 24(10):784-786.
- La Scola B, Boyadjiev I, Greub G, Khamis A, Martin C, Raoult D. Amoeba-resisting bacteria and ventilator-associated pneumonia. *Emerg Infect Dis* 2003; 9(7):815-821.
- Mandell GL, Bennett JE, Dolin R. Mandell, Douglas, and Bennett's principles and practice of infectious diseases. 7. Aufl. Philadelphia, PA. Churchill Livingstone/Elsevier, 2010.
- Ruef C. Nosocomial Legionnaires' disease - strategies for prevention. *J Microbiol Methods* 1998; 33:81-91.
- Ruef C, Francioli P. Prävention der nosokomialen Legionelleninfektion. *Swiss-Noso* 4, 9-12. 1997.
- Ruef C, Pagano E, Raeber PA, Gaia V, Peduzzi R. Legionellen im Spital. Praktische Hinweise für das Screening. *Swiss-Noso* 1998; 5(2):12-14.
- Sabria M, Yu VL. Hospital-acquired legionellosis: solutions for a preventable infection. *Lancet Infect Dis* 2002; 2(6):368-373.
- Tablan OC, Anderson LJ, Besser R, Bridges C, Hajjeh R. Guidelines for preventing health-care--associated pneumonia, 2003: recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. *MMWR Recomm Rep* 2004; 53(RR-3):1-36.
- Widmer AF, Blanc D, Francioli P, Troillet N. Trinkwasserversorgung in Spitälern. *Swiss-Noso* 2002; 9(1):4-7.
- Yu VL. Resolving the controversy on environmental cultures for Legionella: a modest proposal. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1998; 19(12):893-897.
- Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV). SR 817.022.11





15.08.2018

---

## Modul 13 Schwimmbäder und Sprudelbecken

### Inhalt

1	Einleitung .....	1
2	Höchstwerte .....	1
3	Präventionsmassnahmen .....	2
4	Überwachungsmassnahmen .....	3
5	Korrekturmassnahmen (gemäss der SIA-Norm 385/9, 2011) .....	4
6	Verantwortlichkeiten .....	4
7	Referenzen .....	4

### 1 Einleitung

Badebecken stellen kein bedeutendes Legionellose-Risiko dar, wenn die Qualität des zugeführten Wassers, dessen Zirkulation, der pH-Wert, der Desinfektionsmittelgehalt (z. B. an aktivem Chlor) sowie der Unterhalt von Filter und Wasserbecken in Ordnung sind. In diesem Fall bleibt das Wasser mikrobiologisch unter Kontrolle.

Das Risiko, bei Aktivitäten in Schwimmbädern mit Legionellen infiziert zu werden, wird daher als gering betrachtet, da dabei nur wenig Wassertröpfchen eingeatmet werden. Es sei daran erinnert, dass das Schlucken von Wasser, auch von legionellenkontaminiertem Wasser, keine Legionärskrankheit verursacht.

Hingegen ist anzunehmen, dass Badeanlagen, in denen Aerosole erzeugt werden, Ursache für Infektionen durch Inhalation sein können und daher entsprechend gewartet und regelmässig auf das Vorhandensein von Legionellen kontrolliert werden müssen. In Erlebnisbädern mit Fontänen und Wasserfällen sowie in Sprudelbecken (Jacuzzis, Spas, Whirlpools) mit Luftzufuhr sind die Bedingungen für eine Legionellenvermehrung und die Bildung von Aerosolen günstig. Diese können folglich von den Badenden eingeatmet werden. Die Temperatur in allen diesen Wassersystemen ist für eine Legionellenvermehrung optimal. Der Wartung der Filter und Wasserleitungen kommt daher entscheidende Bedeutung zu. Wenn in einem Schwimmbecken Legionellen nachgewiesen werden, müssen diese vorrangig behandelt werden.

Hammams, in denen Dampf durch kochendes Wasser erzeugt wird (unter Druck stehender Dampf) und die jede Nacht getrocknet werden, sind unproblematisch. Hammams, in denen die Dampferzeugung auf andere Art erfolgt, müssen von Fall zu Fall beurteilt werden.

### 2 Höchstwerte

Die Verordnung über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV SR 817.022.11) schreibt folgende Höchstwerte vor:

Kategorie	Untersuchungskriterien	Höchstwerte:	Bemerkung
Wasser in Sprudelbädern oder über 23 °C warmen Becken mit einem der Aerosolbildung förderlichen Wasserkreislauf	<i>Legionella</i> spp.	100 KBE/l	Gilt auch für Badeanlagen mit biologischer Wasseraufbereitung
Dampfbad: Wasserherstellung mit Aerosolbildung	<i>Legionella</i> spp.	100 KBE/l	
Wasser in Duschanlagen	<i>Legionella</i> spp.	1000 KBE/l	

### 3 Präventionsmassnahmen

Korrekte Installation und Betrieb der Warmwasserinstallation: siehe Modul 11.

Die Installation der Filter und ihr Betrieb sind in der SIA-Norm 385/9 beschrieben. Bei Becken mit einer hohen Wassertemperatur sind zur Vermeidung einer Filterkontamination kurze Filterlaufzeiten nötig. Warmsprudelbecken mit eigener Aufbereitung erfordern eine tägliche Filterspülung. Die korrekte Chlorung des Spülwassers ist entscheidend für den Schutz des Filters vor übermässigem mikrobiologischen Bewuchs der Filterschichten. Das Spülwasser wird zu diesem Zweck entsprechend den betrieblichen Anforderungen mit einem Überschuss an Desinfektionsmittel versetzt (mindestens 1 mg/l freies Chlor).

Aktivkohle weist sehr gute Eigenschaften zur Adsorption unerwünschter organischer Stoffe auf. Die Desinfektion eines Aktivkohlefilters oder einer Aktivkohleschicht in einem Mehrschichtfilter ist hingegen schwierig, da Chlor und andere oxidativ wirkende Desinfektionsmittel durch die Reaktion mit der Aktivkohle inaktiviert werden. Die Desinfektion eines aktivkohlehaltigen Mehrschichtfilters zur Bekämpfung von Legionellen erfordert dementsprechend eine sehr hohe Desinfektionsmittelkonzentration im Spülwasser (z.B. mehrere mg/l freies Chlor), eine optimale Anhebung des Filterbettes und intensive Durchmischung des Filtermaterials. Regelmässige Rückspülungen mit hoher Desinfektionsmittelkonzentration verkürzen die Nutzungsdauer der Aktivkohle stark.

Reine Sandfilter bieten bessere Voraussetzungen für eine effiziente Behandlung mit Desinfektionsmitteln. Wenn auf aktivkohlehaltige Mehrschichtfilter verzichtet werden kann, ist dies aus Sicht der Legionellen-Prophylaxe und -Sanierung von Vorteil.

- Bei Thermalwasser ist die Frischwasserdesinfektion aufgrund des natürlichen Legionellenvorkommens ein kritischer Kontrollpunkt (CCP = Critical Control Point). Es ist ein entsprechender kritischer Lenkungspunkt erforderlich und gegebenenfalls eine Redundanz der Desinfektionsanlage.
- Wenn mit Geräten Aerosole zur Raumbefeuchtung (z. B. Ruheräume usw.) erzeugt werden, ist ein Desinfektionsschritt (UV-Strahlung) empfehlenswert beziehungsweise zwingend, sofern die einwandfreie Wasserqualität nicht mit anderen Massnahmen gewährleistet werden kann.
- Das Reinigungskonzept muss eine regelmässige, wirksame Biofilmentfernung in allen zugänglichen Anlageteilen (inkl. Fugen) gewährleisten. Gegebenenfalls sind auch Rohrleitungen im CIP-Verfahren zu unterhalten (Clean-in-Place-Verfahren oder ortsgebundenes Reinigungssystem).
- Um das Stagnieren von lauwarmem Wasser zu verhindern, müssen regelmässig Hilfskreisläufe eingeschaltet werden (mindestens einmal pro Tag).
- Aufgrund ihrer besonderen Bau- und Funktionsweise bilden sich in Sprudelbecken und Erlebnis- oder Therapiebecken leichter Biofilme. Deshalb sind hier eine besondere Auslegung und Wartung erforderlich. Mehrere Kapitel der SIA-Norm 385/9 befassen sich mit diesen Anlagen. Das zu erneuernde Volumen hängt von der Anzahl Besucher und der Temperatur ab

(Warmsprudelbecken mit kombinierter Nutzung: Umwälzung mindestens 15-facher Beckenin- halt, Warmsprudelbecken mit begrenzter Nutzung: pro Benutzer 2m<sup>3</sup> aufbereitetes Wasser; für hochbelastete Bäder: 6m<sup>3</sup> pro Stunde und Platz). Die Filter müssen täglich gespült werden.

- Die Arbeitsgruppe ESCMID Study Group for Legionella Infections (ESGLI) empfiehlt, in öffent- lichen Sprudelbädern täglich die Hälfte des Wassers zu ersetzen. Die Wartung eines Systems wird durch Bestandteile erleichtert, die zugänglich sind und aus einem leicht zu reinigendem Material bestehen.
- Betriebsunterbrüche müssen verhindert werden. Bei langen Unterbrüchen müssen das Becken, die Wasserspeicher, die Leitungen und die Luftkanäle vollständig geleert werden. Die Filter müssen gespült und in hochkonzentriertem Desinfektionsmittel aufbewahrt werden. Bei der Wiederinbetriebnahme ist während mehreren Tagen eine starke Desinfektion erforderlich.

## 4 Überwachungsmassnahmen

Es wird nur das Wasser der Becken und der Spiel- / Erholungsbereiche auf Legionellen untersucht und dies nur, wenn Aerosole erzeugt werden. Vierteljährliche Kontrolle des Wassers; bei einwandfreien Er- fahrungswerten halbjährlich bis jährlich. Der Nachweis von Legionellen im Badewasser lässt auf eine Vermehrung in den Filtern schliessen (siehe Kapitel 5).

Wird in Thermalbädern ein CCP nachgewiesen, muss eine kontinuierliche Überwachung mittels geeig- neter Sollwerte des Desinfektionsschrittes durchgeführt werden.

In der Verordnung über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV SR 817.022.11) sind die Mindest- und Höchstwerte für Desinfektionsmittel in Beckenwasser fest- gelegt.

### Höchst- und Mindestwerte für Desinfektionsmittel und die für eine gute Desinfektion geltenden Parameter.

Produkt	Untersuchungs- kriterien	Mindestwerte	Höchstwerte
<b>Wasser in öffentlich genutzten Schwimmbädern und Thermal-/Mineralbädern</b>			
<b>Desinfektion auf Chlorbasis</b>			
Schwimmer- und Nichtschwimmerbecken	Freies Chlor	0,2 mg/l	0,8 mg/l
	pH	6,8	7,6
Sprudelbecken	Freies Chlor	0,7 mg/l	1,5 mg/l
<b>Desinfektion auf Brombasis (1)</b>			
Schwimmer- und Nichtschwimmerbecken	Freies Brom	0,5 mg/l	1,4 mg/l
	Freies Brom	1,2 ml/min	2,2 mg/l
	pH	6,8	7,2 (2)

Das freie Brom wird mithilfe von DPD gemessen, das die Werte in Form des Äquivalents an freiem Chlor angibt. Die Werte an freiem Brom wurden berechnet, indem die Mindest- und Höchstwerte für freies Chlor mit 2,5 multipliziert wurden. Dieses Verhältnis ist auf die Molekulargewichte von Br<sub>2</sub> und Cl<sub>2</sub> zurückzuführen (159,8 / 70,9 = 2,25).

(2) Ein pH-Wert über 7,2 generiert mehr Bromat.

## 5 Korrekturmassnahmen (gemäss der SIA-Norm 385/9, 2011)

Wird bei der betrieblichen Selbstkontrolle auf Legionellen eine Legionellenbelastung im Badewasser festgestellt, müssen geeignete Korrekturmassnahmen getroffen werden. In der SIA-Norm 385/9, Version 2011, sind Korrekturmassnahmen in Abhängigkeit der Legionellenkonzentration angegeben. Mit diesen schrittweisen Korrekturen kann der Gesundheit der Badenden und den Interessen der Betreiber in angemessener Weise Rechnung getragen werden.

Ergebnisse der Analysen im Badewasser (Becken oder Spiel- oder Erholungsbereiche) und zu ergreifende Massnahmen:

Anzahl <i>Legionella</i> spp. im Beckenwasser	Korrekturmassnahmen
10–100 KBE/1000 ml	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filterspülung mit hoch gechlortem Spülwasser (&gt; 20 mg/l)</li> <li>• Wasseraufbereitung auf Funktionsmängel überprüfen, insbesondere bei automatischen Programmen</li> <li>• Erneute Analyse in 4 Wochen</li> </ul>
> 100 KBE/1000 ml	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aerosolbildende Einrichtungen abschalten</li> <li>• Filterspülung mit hoch gechlortem Spülwasser (&gt; 20 mg/l)</li> <li>• Entleerung, Reinigung und Desinfektion der Sprudelbecken</li> <li>• Erneute Analyse nach 10 Tagen im Beckenwasser und Filtrat</li> <li>• Wenn erneut Legionellen im Becken nachweisbar sind, ist eine Stufenuntersuchung nötig, um die Kontaminationsquelle zu lokalisieren</li> </ul>
> 10 000 KBE/1000 ml	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Becken für Badebetrieb schliessen</li> <li>• Stufenuntersuchung / Kontaminationsquelle lokalisieren</li> <li>• Rinnenablaufleitungen, Ausgleichs- und Spülwasserbecken reinigen und desinfizieren</li> <li>• Filtration und Spülung überprüfen, hauptsächlich bei automatischen Programmen</li> <li>• Kontaminationsquelle beseitigen</li> <li>• Wiederinbetriebnahme</li> <li>• Spülung mit gechlortem Wasser</li> <li>• Analyse im Beckenwasser und Filtrat</li> <li>• Bei Legionellen im Becken &lt; 10 KBE/100 ml Becken für Badebetrieb freigeben</li> <li>• Untersuchungen wöchentlich wiederholen, bis ein stabiler Betrieb bestätigt ist</li> </ul>

## 6 Verantwortlichkeiten

Die Betreiber sind dafür verantwortlich, dass Ihre Systeme hygienisch einwandfrei in Betrieb sind und die Legionellen-Höchstwerte gemäss TBDV jederzeit eingehalten sind. Dies bedingt, dass auch die Anlagenplaner und -hersteller ihre Verantwortung bezüglich Auslegung, Funktionalität und Verlässlichkeit ihrer Systeme wahrnehmen. Zu beachten ist, dass für die Desinfektion von Badewasser nur für Badewasser bewilligte Biozide und bewährte Desinfektionsverfahren angewendet werden dürfen.

## 7 Referenzen

- Members of the European surveillance scheme for travel associated Legionnaires' disease, European Working Group for Legionella Infections. European guidelines for control and prevention of travel associated Legionnaires' disease. 2005.
- Rogers J, Dowsett AB, Dennis PJ, Lee JV, Keevil CW. Influence of temperature and plumbing material selection on biofilm formation and growth of *Legionella pneumophila* in a model potable water system containing complex microbial flora. Appl Environ Microbiol 1994; 60(5):1585-1592.
- Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA). Wasser und Wasseraufbereitungsanlagen in Gemeinschaftsbädern. Norm SIA 385/9. 2011.



20.8.18

---

## **Modul 14 Kühlsysteme, Raumluftechnik und Befeuchtungsanlagen**

### **Inhalt**

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Beschreibung</b> .....	<b>3</b>
2.1	Raumluftechnische Anlagen (RLT-Anlagen) .....	3
2.1.1	Zentrale Luftbefeuchtung mittels RLT-Anlage .....	3
2.1.2	Dezentrale Luftbefeuchtung ohne RLT-Anlage .....	3
2.2	Verdunstungskühlanlagen (Rückkühlwerke) .....	4
2.2.1	Verdunstungskühlanlagen ≤200 MW .....	4
2.2.2	Verdunstungskühlanlagen >200 MW .....	4
<b>3</b>	<b>Anforderungswerte</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Eintrag von Legionellen, Risiken, Emissionen</b> .....	<b>7</b>
4.1	bei Raumluftechnischen Anlagen (RLT-Anlagen) .....	7
4.2	bei Verdunstungskühlanlagen (Kühltürme) .....	7
<b>5</b>	<b>Präventive und betriebliche Massnahmen bei Luftbefeuchtungsanlagen</b> .....	<b>8</b>
5.1	Zentrale Luftbefeuchtung mittels RLT-Anlage .....	8
5.1.1	Aussenluftfassung und Filtration .....	8
5.1.2	Wahl der Materialien .....	8
5.1.3	Wahl der Luftbefeuchtungsart .....	8
5.1.4	Wasserqualität .....	8
5.1.5	Inbetriebnahme oder Wiederinbetriebnahme .....	9
5.1.6	Behandlungsverfahren für Befeuchtungswasser .....	9
5.1.7	Instandhaltung und Überwachung .....	10

1/17

5.1.8	Korrekturmassnahmen .....	10
5.2	Dezentrale Luftbefeuchtung .....	10
5.3	Wahl des Standorts .....	11
5.4	Qualität der zugeführten Luft .....	11
5.5	Wahl der Materialien.....	12
5.6	Qualität des zugeführten Wassers .....	12
5.7	Inbetriebnahme oder Wiederinbetriebnahme .....	12
5.8	Behandlungsverfahren für Kühlwasser .....	12
5.9	Instandhaltung und Überwachung.....	13
5.10	Korrekturmassnahmen .....	13
<b>6</b>	<b>Präventive und betriebliche Massnahmen bei Verdunstungskühlanlagen &gt;200 MW .....</b>	<b>13</b>
6.1	Standort .....	14
6.2	Auslegung, Material .....	14
6.3	Betrieb der Anlage .....	14
6.3.1	Normalbetrieb .....	14
6.3.2	Stillstand .....	15
6.3.3	Revision / Instandhaltung .....	15
6.3.4	Inbetriebnahme / Störungsbetrieb .....	15
6.3.5	Überwachung.....	15
6.3.6	Korrekturmassnahmen .....	16
	<b>Referenzen .....</b>	<b>17</b>

# 1 Einleitung

Systeme zur Verdunstungskühlung oder zur Luftkonditionierung können der Ursprung von Legionellen sein, entweder im Gebäude selbst oder in einiger Entfernung davon. Hinsichtlich Hygiene sind nur luftgekühlte Verfahren von Interesse, bei denen Wasser in direkten Kontakt mit der Luft gebracht wird. Sowohl so genannt "offene" Kühltürme als auch "geschlossene" Kühlsysteme produzieren Aerosole, welche Legionellen und andere Bakterien, Sporen, Schimmelpilze sowie organische und chemische Substanzen in der Umgebung verteilen können.

Der Eintrag von einzelnen Legionellen in wasserführende Anlagen kann nicht verhindert werden. Zur Verringerung eines Infektionsrisikos kommt daher der Minimierung der Legionellenvermehrung und der Verringerung des Aerosolaustrags eine besondere Bedeutung zu.

Auch Befeuchtungsanlagen bergen Risiken einer Legionellenvermehrung und Legionellose-Erkrankungen von exponierten Personen. Es gibt eine grosse Vielfalt von Anwendungen in diesem Bereich wie beispielsweise aerosolbildende Luftbefeuchter in Wohnräumen, Sprühnebel-Anlagen in Gewächshäusern oder Nutztierställen, Zerstäuber-Installationen zur Frischhaltung von Früchten in Verkaufsauslagen oder dekorative Wasservernebelung in Zimmerzierbrunnen.

In diesem Modul behandelte Anlagen sind:

- Raumluftechnische Anlagen
  - Zentrale Luftbefeuchtung mittels RLT-Anlage (für Menschen, Tiere, Pflanzen)
  - Dezentrale Luftbefeuchtung ohne RLT-Anlage
- Verdunstungskühlanlagen (Rückkühlwerke)
  - Grössere Anlagen ( $\geq 200$  MW Kühlleistung)
  - Kleinere Anlagen ( $< 200$  MW Kühlleistung)

## 2 Beschreibung

### 2.1 Raumluftechnische Anlagen (RLT-Anlagen)

Zu raumluftechnischen Anlagen (RLT-Anlagen) gehören sämtliche Bauelemente, welche zur ventilatorgestützten Lüftung eines oder mehrerer Räume erforderlich sind. RLT-Anlagen haben die Aufgabe, Aufenthalts-/Wohnräume, Arbeits- oder Produktionsräume mit Zuluft zu versorgen, welche bezüglich Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Partikelgehalt auf die Bedürfnisse von Personen, von Geräten oder Arbeitsprozessen abgestimmt sind. Den RLT-Anlagen kommen folgende Funktionen zu: Zu- und Abluftförderung, Wärmerückgewinnung, Filtrieren, Heizen, Kühlen, Befeuchten und Entfeuchten. Anlagen, deren Betrieb den Einsatz und/oder die Abscheidung von Wasser beinhaltet wie z. B. bei Luftbefeuchtern, Luftwäschern oder Entfeuchtern (Kondenswasserbildung) neigen ohne Augenmerk auf die Hygienebelange zu Verkeimung durch Bakterien und Schimmelpilze.

#### 2.1.1 Zentrale Luftbefeuchtung mittels RLT-Anlage

In RLT-Anlagen enthaltene Geräteteile zur zentralen Luftbefeuchtung können nach dem Prinzip der Verdampfung, Zerstäubung oder Verdunstung konzipiert sein. Aerosol-bildende Komponenten sind hygienegerecht zu betreiben. An den Luftauslässen dürfen keine lungengängigen, legionellenhaltigen Aerosole (Tropfen-Durchmesser  $< 5 \mu\text{m}$ ) vorhanden sein.

#### 2.1.2 Dezentrale Luftbefeuchtung ohne RLT-Anlage

Es gibt weitere, dezentrale Befeuchtungsanlagen, welche im Zusammenhang mit der Prävention von Legionellose-Erkrankungen von Bedeutung sind:

- Luftbefeuchter in Wohnräumen (Stand-alone-Geräte)
- Sprühnebel-Anlagen in Gewächshäusern oder Nutztierställen
- Zerstäuber-Installationen zur Frischhaltung von Früchten und Gemüsen in Verkaufsauslagen
- Dekorative Wasservernebelung in Zimmerzierbrunnen
- Befeuchtungsanlagen an Arbeitsplätzen

## 2.2 Verdunstungskühlanlagen (Rückkühlwerke)

Verdunstungskühlanlagen werden als Rückkühler für Kälteanlagen (Klimakälte, technische Kälte, gewerbliche Kälte, Eisherzeugung) eingesetzt, um Wärmelasten an die Umgebung abzuführen. Es existiert eine Vielzahl von Verdunstungskühlanlagen, welche sich in Bauweise und Betrieb deutlich voneinander unterscheiden. Gemeinsam an diesen Anlagen ist, dass sie Wasser und Luft für die Abführung von Wärme aus einem System an die Umgebung verwenden.

Das verdunstete Kühlwasser wird mit einem Luftzug (mechanischer Luftzug mit einem Ventilator oder Naturzugkühlturm) in die Umgebung eingebracht. Dabei kann sich eine sichtbare Dampffahne bilden. Bei starker Ventilation kann die Bildung von sichtbaren Tropfen unterdrückt werden. Im Dauerbetrieb muss mehr Wasser nachgespiesen werden als verdunstet.

Die Betriebsweise, welche sich z.B. in der Eindickungszahl des Kühlwassers widerspiegelt, hat einen grossen Einfluss auf die Leistung, den Wasserverbrauch, betriebliche Risiken (Korrosion, Verkalkung, Verschlammung) und die Strategie der Behandlung. Beim Einsatz von Chemikalien unterscheiden sich der Zweck, die Menge und die Dosierhäufigkeit von Anlage zu Anlage sehr deutlich.

Grundsätzlich kann zwischen folgenden hygienisch relevanten Betriebsarten unterschieden werden:

- Adiabate Vorkühlung der Umgebungsluft
- Abkühlung am Wärmeübertrager (geschlossener Kreislauf) durch Verdunstung
- Abkühlung des offenen Kreislaufes durch Verdunstung

Bei diesen Kühlverfahren kommt Wasser in unmittelbarem Kontakt mit der Luft. Luftgekühlte Verfahren, bei denen Wasser in direkten Kontakt mit der Luft kommt, sind hinsichtlich der Hygiene bzw. Legionellose-Prävention von grossem Interesse.

Hingegen besteht bei Rückkühlwerken mit Trockenbetrieb (sensibel), mit denen ohne Einsatz von Wasser gekühlt wird, kein hygienisches Risiko.

### 2.2.1 Verdunstungskühlanlagen $\leq 200$ MW

Kleinere Verdunstungskühlanlagen mit einer Leistung von max. 200 MW werden typischerweise zum Abführen von Wärme aus gewerblich genutzten Liegenschaften eingesetzt. Sie werden sowohl in der Industrie und Energiewirtschaft als auch im Handel, der Gastronomie sowie in Hotel- oder Bürogebäuden genutzt. Ein erhöhtes Risiko besteht nur bei Rückkühlwerken, die durch Verdunstung oder adiabate Umlaufwasser Wärme an die Umgebungsluft abführen. Bei Rückkühlwerken, die kein Umlaufwasser einsetzen, sondern immer Frischwasser bereitstellen, besteht nur ein geringes hygienisches Risiko.

### 2.2.2 Verdunstungskühlanlagen $> 200$ MW

Grossanlagen mit einer Kühlleistung über 200 MW je Luftaustritt stehen typischerweise in der Energiewirtschaft im Einsatz. Besonders markant sind Naturzugkühltürme von Kernkraftwerken. Aerosole entweichen bei diesen auf einer Höhe von über 100 m über Terrain.



### 3 Anforderungswerte

Anforderungswerte für Wasser in Kühlsystemen, Raumluftechnik und Befeuchtungsanlagen sind aus der Tabelle 14 A ersichtlich.

Sie basieren auf SWKI BT102-01 und SWKI VA104-01 und berücksichtigen die Empfehlungen der ESGLI (ESCMID Study Group for Legionella Infections – ESGLI, vormals EWGLI).

**Tabelle 14A Anforderungswerte für Wasser in Kühlsystemen, Raumluftechnik und Befeuchtungsanlagen**

Aerobe und fakultativ anaerobe mesophile Keime (AMK)* [KBE/ml]	Legionella spp. ** [KBE/l]	Notwendige Massnahmen ***
≤ 10 <sup>3</sup>	≤ 10 <sup>3</sup>	Das System ist unter Kontrolle. Routine-Instandhaltung weiterführen
> 10 <sup>3</sup> und ≤ 10 <sup>6</sup>	> 10 <sup>3</sup> und ≤ 10 <sup>4</sup>	Umgehend eine erneute Beprobung durchführen. Oftmals ist eine Erweiterung der Probenahmestellen sinnvoll, um die Aussagekraft der Ergebnisse zu verbessern und die Interpretation der Befunde zu erleichtern. Wenn sich die Legionellen-Kontamination des Wassers im Kühl- resp. Befeuchtungssystem bestätigt, müssen die Ursachen für die verminderte Wasserhygiene abgeklärt und eine auf den Gesundheitsschutz ausgerichtete Risikoabwägung durchgeführt werden (evtl. Stossdosierung Biozid). Nachfolgend Korrekturmassnahmen definieren und umsetzen. Deren Wirksamkeit muss durch erneute mikrobiologische Analysen überprüft werden.
> 10 <sup>6</sup>	> 10 <sup>4</sup>	Stilllegung der Anlage so schnell wie möglich, falls eine unmittelbare Gesundheitsgefährdung von Personen besteht oder durch den Weiterbetrieb entstehen kann.  Sofortige erneute Beprobung mit einem erweiterten Umfang an Proben/Probenahmestellen durchführen. Anhand der Ergebnisse eine (erneute), auf den Gesundheitsschutz ausgerichtete Risikoabwägung durchführen. Die Ursachen für die verminderte Wasserhygiene abklären. Die Sanierungs-massnahmen planen und umsetzen (Entleerung, Reinigung, Desinfektion, betriebliche Anpassungen). Wiederaufnahme des Betriebs, wenn einwandfreie Untersuchungsergebnisse für <i>Legionella</i> spp. vorliegen. Festlegen von notwendigen Korrekturmassnahmen, um die Keimzahl längerfristig auf akzeptabel niedrigem Niveau zu halten. Deren Wirksamkeit muss durch erneute mikrobiologische Analysen überprüft werden.
<p>* Kolonienzahlbestimmung nach SN EN ISO 6222:1999 Wasserbeschaffenheit - Quantitative Bestimmung der kultivierbaren Mikroorganismen - Bestimmung der Koloniezahl durch Einimpfen in ein Nähragarmedium</p> <p>** Bestimmung nach ISO 11731: 2017 Wasserbeschaffenheit - Zählung von Legionellen</p> <p>*** Die Massnahmen richten sich nach dem jeweils höchsten Grad der Kontamination (AMK oder <i>Legionella</i> spp.)</p>		

Es gibt zwar verschiedene Methoden zum Nachweis von Keimen in der Luft und Geräte zur Luftkeimsammlung sind kommerziell gut erhältlich. Im Gegensatz zur Messung von Keimzahlen im Wasser gibt es aber kein standardisiertes Verfahren für die quantitative Bestimmung der Legionellen-Keimzahl in der Luft. Keimzahlbestimmungen für feuchte Luft und grössere Luftvolumina sind zudem besonders

aufwendig und schwierig durchzuführen. Die Ergebnisse sind in der Regel nur beschränkt reproduzierbar. In Risikoanlagen und bei offensichtlicher Verkeimung (Keimzahl im Wasser  $>10^4$  KBE/l für AMK und/oder  $>10^3$  KBE/l für *Legionella* spp.) kann die Luftanalyse aber eine nützliche Entscheidungshilfe für präventive oder korrektive Massnahmen bieten (siehe Modul 17).

## 4 Eintrag von Legionellen, Risiken, Emissionen

### 4.1 bei Raumluftechnischen Anlagen (RLT-Anlagen)

Hinsichtlich Legionellenproblematik im Vordergrund steht die zentrale Luftbefeuchtung mittels RLT-Anlagen, namentlich die zentrale Verdunstungsbefeuchtung oder Zerstäubung. Nur wenn das Befeuchtungswasser und alle weiteren luftberührten Oberflächen eine einwandfreie Hygiene aufweisen, ist der Gesundheitsschutz von exponierten Personen gewährleistet.

### 4.2 bei Verdunstungskühlanlagen (Kühltürme)

Verdunstungskühlanlagen werden häufig in einem Temperaturbereich von 25 bis 45 °C betrieben. In diesem Temperaturbereich bestehen für Legionellen gute Wachstumsbedingungen. Legionellen kommen ubiquitär in der Umwelt vor. Es ist zwar sinnvoll, den Eintrag von Legionellen, anderen Mikroorganismen aber auch Nährstoffen zu minimieren, soweit dies im Rahmen der guten Verfahrenspraxis mit vertretbarem Aufwand machbar ist. Ihr Eintrag in eine offene Verdunstungskühlanlage wird sich indes nie vollständig verhindern lassen.

Da die meisten Verdunstungskühlanlagen im Betrieb Aerosole an die Umgebung abgeben, ist vom Prinzip her nicht auszuschliessen, dass sie eine Quelle für Legionellose-Erkrankungen darstellen. In engen Siedlungsräumen besteht zudem die Gefahr, dass sich Legionellen über unterschiedliche Systeme ausbreiten können und eine Vielzahl von Verdunstungskühlanlagen mit Legionellen belastet werden.

Ein Kühlturm auf einem Gebäudedach kann eine Dampffahne von über 1500 m Höhe erzeugen. Je höher eine Emission steigt, desto weiter ist ihre Verbreitung, vor allem wenn keine nahegelegenen Hindernisse wie zum Beispiel Gebäude im Weg stehen. Abklärungen von Legionellose-Epidemien haben gezeigt, dass die Dampffahne eines kontaminierten Kühlturms über eine Distanz von mehr als 10 km von der Emissionsquelle Infektionen verursachen kann. Bei sehr kaltem Wetter mit Temperaturen unter dem Gefrierpunkt kann es zu einer Gefriertrocknung kommen. Legionellen können in diesem Fall länger überleben. Das Verteilungsmuster einer Dampffahne hängt von der Leistungsfähigkeit der Anlage, der Höhe und dem Durchmesser des Fortluftsystems, von der Geschwindigkeit des aufsteigenden Luftstroms (Stärke des Abzugs) ab. Die geographische Verteilung der Emissionen hängt auch von meteorologischen Faktoren (Wind, Wolken, Dunst, Nebel) und der örtlichen Topographie ab. Deshalb sind meteorologische Karten ganzer Regionen nützlich für Umgebungsuntersuchungen nach Auftreten von Legionellosefällen.

Eine kartographische Darstellung aller in einer Gegend vorhandenen Kühltürme ist für die epidemiologische Überwachung sehr hilfreich. Geographisch und administrativ sind die Kantone dafür in der Schweiz am ehesten geeignet. In manchen Städten werden die Standorte von Verdunstungskühlanlagen in Katasterplänen festgehalten.

Der Austrag von Legionellen aus einer Verdunstungskühlanlage kann über die Luft und/oder die Abflut erfolgen (Abflut = Abwasser aus dem Kühlsystem, welches z.B. in das Fliessgewässer eingeleitet wird, aus dem das Rohwasser stammt). Das Einleiten der Abflut in ein Fliessgewässer stellt nicht ein unmittelbares Risiko für die Umgebung dar, kann jedoch dazu führen, dass sich stromabwärts vermehrt Legionellen einnisten. Durch die Behandlung des abgeführten Wassers kann dieses Risiko nötigenfalls reduziert werden. Die kontinuierliche Behandlung der Abflut mit Bioziden ist bei grossen Anlagen aufgrund der Menge und der Risiken für die Umwelt hingegen nicht vorgesehen.

## **5 Präventive und betriebliche Massnahmen bei Luftbefeuchtungsanlagen**

### **5.1 Zentrale Luftbefeuchtung mittels RLT-Anlage**

#### **5.1.1 Aussenluftfassung und Filtration**

Bei der Planung einer Lüftungs- oder Klimaanlage ist der Ort der Aussenluftfassung entscheidend. Er muss von der vorherrschenden Windrichtung abgekehrt und vor allfälligen Quellen biologischer und/oder chemischer Belastung geschützt sein. Aussenluft-Durchlässe mehrere Meter über dem Boden sind weniger exponiert als ebenerdige (Schadstoffansammlung).

Vor ihrem Eintritt in die Befeuchtungsanlage muss die frische (oder rückgeführte) Luft gefiltert werden (Feinstaubfilter gegen Bakterien und Schimmelpilze, mindestens Filter der Filterklasse ePM1 ( $\geq 50\%$ ) nach EN / ISO 16890 mit starren Metall- oder Holzrahmen). Es ist darauf zu achten, dass die Montage der Filter ordnungsgemäss erfolgt ist (ohne Luftverlust) und dass Vorgaben zum regelmässigen Ersatz dieser Filter erteilt werden (Empfehlungen des Herstellers oder SWKI VA104-01).

Eine hohe Konzentration von Mikroorganismen in der Umgebungsluft (üppige Vegetation und hohe Luftfeuchtigkeit) kann eine Verstopfung und Beschädigung der Filter sowie eine Besiedlung mit Bakterien und/oder Pilzen zur Folge haben. Der Endfilter muss hoch wirksam sein (mindestens Filterklasse ePM1  $\geq 50\%$  nach SN EN ISO 16890-1) und so endständig platziert sein wie möglich.

#### **5.1.2 Wahl der Materialien**

Es sind bevorzugt Materialien zu wählen, die kein Wachstum von Mikroflora begünstigen, die für die Instandhaltung pflegeleicht sind, die nicht anfällig für Korrosion sind und hohen Temperaturen und für die Desinfektion eingesetzten Mikrobioziden gegenüber resistent sind. Zudem dürfen keine gesundheitsschädlichen chemischen Stoffe an die Luft abgegeben werden. Deshalb wird rostfreier Stahl für die kritischen Komponenten wie Wannen und Sprühkammern empfohlen.

Maschinen und Leitungen brauchen genügend Platz für ein einwandfreies Funktionieren und für Kontrollen, d. h. ein sicherer Zugang muss gewährleistet sein. Die Materialien, die Oberflächengestaltung und die geometrischen Formen der Anlagenkomponenten sollen einer Anhaftung und Ablagerung von Verunreinigungen vorbeugen.

#### **5.1.3 Wahl der Luftbefeuchtungsart**

Bei der Luftaufbereitung ist die Befeuchtungsphase am heikelsten, weil dort für das Wachstum von Bakterien, Schimmel und Algen günstige Verhältnisse herrschen (Temperatur, Feuchtigkeit, Dunkelheit). Aus hygienischer Sicht bieten Verdampfer Vorteile. Dagegen können Sprühsysteme wie Zerstäuber, Sprühdüsen-Luftwäscher, Hochdruck-Düsenvernebler und Ultraschallsysteme im Falle einer Kontamination ein Risiko darstellen. Alle Hygienemassnahmen in Befeuchtungsanlagen sollen auf eine Keimzahl zielen, die unter den Anforderungswerten gemäss Tabelle 15A liegt.

Werden adiabatische Luftbefeuchter in RLT-Anlagen geplant, muss die Befeuchtungsstrecke kürzer sein als die Distanz zwischen Befeuchter/Tropfenabscheider und den Luftauslässen im Raum.

#### **5.1.4 Wasserqualität**

Trinkwasser ist aus mikrobiologischer Sicht die beste Lösung. Oberflächenwasser, Wasser aus einer Zisterne und/oder sonstiges nicht trinkbares Wasser muss zuerst physikalisch, chemisch und mikrobiologisch kontrolliert und allenfalls behandelt werden.

Regenwasser ist zwar ökologisch unbedenklich, erfordert aber besondere Vorsichtsmassnahmen (Lagerung bei einer Temperatur von  $<18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Filtration und Schutz vor Licht sowie mikrobiologische Absicherung mittels Aufbereitung).

Auch bei adiabatischen Luftbefeuchtern sollte auf eine gute Wasserhygiene geachtet werden. Diese Empfehlung ergibt sich aus dem Umstand, dass bei adiabaten (wärmedichten) Bedingungen das Wasser zur Befeuchtung der Luft ohne Energiezugabe zugeführt wird. Das Wasser wird dazu in feine Aerosole zerstäubt und von der Luft aufgenommen. Es findet somit keine Verdampfung, sondern eine Verdunstung des Wassers statt. Aus Gründen der Gesundheitsvorsorge und zur Wahrung guter hygienischer Verhältnisse ist innerhalb der Befeuchtungsanlage die Einhaltung der Anforderungswerte gemäss Tabelle 15A für das Befeuchterwasser unverzichtbar. Weiterführende Informationen zur geeigneten Wasserbeschaffenheit für Gebäudetechnik-Anlagen sind in SWKI BT102-01 zu finden.

### **5.1.5 Inbetriebnahme oder Wiederinbetriebnahme**

Vor der Inbetriebnahme jeder RLT-Anlage muss eine Hygiene-Erstinspektion nach SWKI VA104-01 durchgeführt werden.

Das Risiko einer Streuung von Mikroorganismen ist besonders nach einem Stillstand des Systems erhöht (intermittierender Betrieb, Wochenendpause). Verschlackungen, Verkalkungen, Vermehrung von Biosubstanzen und Wasserstagnation müssen aufs Möglichste verhindert werden. Während den Arbeitsschritten Leerung, Reinigung und Desinfektion muss so weitgehend wie immer möglich eine Verunreinigung und/oder Kontamination der Tropfwanne vermieden werden.

Saisonal betriebene Systeme müssen geleert, von Sedimenten, Verkalkungen und Schlamm befreit und getrocknet werden. Vor der Wiederinbetriebnahme muss das System desinfiziert und gespült und der Zustand der Filter kontrolliert werden.

Durch Instruktion der Geräteverantwortliche ist sicherzustellen, dass Wannen und Luftbefeuchtersysteme mindestens einmal pro Jahr sowie nach jedem Unterbruch von einem Monat oder mehr geleert sowie gereinigt und desinfiziert werden.

Auch die Vorsichtsmassnahmen, die bei den betreffenden Arbeiten für den Gesundheitsschutz des Personals nötig sind, sollen festgelegt und instruiert werden. Das Wiederanfahren einer Anlage ist ein sehr hygiene-kritischer Prozess! Es sind mehrere Legionellose-Epidemien nach dem Wiederanfahren aufgetreten. Angesichts dessen ist eine mikrobiologische Wasserkontrolle vor dem Wiederanfahren empfehlenswert.

Für den Betrieb und die Wiederinbetriebnahme sollten auch die Angaben in SWKI VA104-01 beachtet werden. Bei Inbetriebnahme einer neuen Anlage, nach Reparaturen oder nach Änderungen von Einstellungen eines Systems sind nebst den Wasserkontrollen eventuell auch Luftkontrollen sinnvoll (Durchführung von Luftkontrollen siehe SWKI VA104-01 sowie Modul 17).

### **5.1.6 Behandlungsverfahren für Befeuchtungswasser**

Dem Wasser von Luftbefeuchtern dürfen im Normalbetrieb keine chemischen Desinfektionsmittel zum Niedrighalten der Keimzahl zugesetzt werden. Solche Produkte und deren Reaktionsprodukte können beim Austreten in der Raumluft zu Belästigungen und Reizungen der Schleimhäute führen oder Allergien auslösen. Je nach Gerätetyp kommt zur Absicherung des hygienischen Betriebs eine Desinfektion mittels UV-C-Bestrahlung in Frage. Wenn die UV-Bestrahlung eingesetzt wird, soll sie unmittelbar vor der Luftbefeuchtung installiert werden, da es sich um ein Verfahren ohne desinfizierende Depotwirkung handelt.

### **5.1.7 Instandhaltung und Überwachung**

Die periodische Kontrolle von RLT-Anlagen ist unabdingbar. Ein Instandhaltungsprotokoll muss das Datum der vorgesehenen Kontrollen (Inspektionen, Probenentnahmen etc.) und die auszuführenden Arbeiten festhalten. Bei der Inspektion wird von Auge der Zustand der Kammern, Batterien, Siphons und Abflusskanäle geprüft. Sie erlaubt augenfällige Verkalkungen, Biofilm-Beläge und Schlamm festzustellen und die Trübung und Farbe des Wassers zu beurteilen.

Qualifiziertes Personal ist für die Instandhaltung von RLT-Anlagen unabdingbar. Wenn spezifische Probleme zu lösen sind, empfiehlt es sich, das Instandhaltungspersonal des Herstellers oder eine Spezialfirma beizuziehen.

Es sind regelmässige Hygienekontrollen und Hygieneinspektionen nach SWKI VA104-01 durchzuführen. Hygienekontrollen umfassen mindestens eine Sichtprüfung der RLT-Anlage, eine orientierende mikrobiologische Prüfung und die Dokumentation der Hygienekontrolle. Hygieneinspektionen umfassen mindestens eine erweiterte Sichtprüfung der RLT-Anlage, mikrobiologische Untersuchungen und die Dokumentation der Hygieneinspektion.

Erhöhte Keimzahlen oder eine erhöhte Konzentration von organischen Substanzen sind Indikatoren für Hygiene- und/oder Instandhaltungsprobleme. Mikrobiologische Analysen auf Legionellen ersetzen aber keinesfalls ein Instandhaltungsprogramm, sondern dienen lediglich zu dessen Überprüfung.

Es besteht keine Korrelation zwischen der Gesamtkeimzahl und der Konzentration von Legionellen im Wasser eines Kühlturms oder eines Befeuchters. Deshalb ist es sinnvoll, parallel zur Konzentration der Legionellen auch die Keimzahlen der aeroben und fakultativ anaeroben mesophilen Bakterien zu bestimmen.

### **5.1.8 Korrekturmassnahmen**

Wenn bei der Überwachung Auffälligkeiten mit möglicher Relevanz für die Hygiene der Anlage festgestellt werden oder wenn eine Anlage als Quelle eines Ausbruchs von Legionellen verdächtigt wird, braucht es eine detaillierte Inspektion und mikrobiologische Abklärungen. Vor der Entleerung und Reinigung des Systems müssen Proben aus den Wasserbehältern, den hygienerlevanten Feuchtzonen (Abstriche) und aus den Biofilm-reichen Anlagenteilen entnommen werden. Die Eruiierung der Ursachen der Kontamination erlaubt es, einen Sanierungsplan zu erstellen. Generell ist eine möglichst vollständige Entfernung von Schlamm, Sedimenten und organischen Substanzen vor der Desinfektion vorzunehmen, siehe auch Modul 11.

## **5.2 Dezentrale Luftbefeuchtung**

Allen Anlagen/Geräten dieser Kategorie (Luftbefeuchter in Wohnräumen (Stand-alone-Geräte), Sprühnebel-Anlagen in Gewächshäusern oder Nutztierställen etc.) ist gemeinsam, dass sie in der Regel mit Wasser im kritischen Temperaturbereich zwischen 25 und 45 °C betrieben werden. Für die Anwender solcher Geräte wird es kaum möglich sein, selbst eine Bewertung vorzunehmen, ob ein erhöhtes Risiko für eine Legionellenvermehrung besteht und welche Massnahmen gegebenenfalls für den hygienisch korrekten Betrieb erforderlich sind. Hingegen darf jeder Anwender erwarten, dass der Gerätehersteller oder Lieferant alle benötigten Informationen zur Verfügung stellt, damit das Gerät vom Kunden hygienisch sicher betrieben werden kann. Leider ist in der Praxis aber nicht immer gewährleistet, dass die Auskünfte und Instruktionen schriftlich mitgeliefert werden. Es ist in solchen Fällen empfehlenswert, dass der Kunde/Betreiber des Gerätes sich beim Gerätehersteller oder Lieferant schriftliche Informationen darüber einholt,

- mit welchen Massnahmen seitens Hersteller dafür gesorgt wurde, dass vom Gerät kein erhöhtes Legionellenrisiko ausgeht
- welche Vorkehrungen bei Betrieb und Pflege/Instandhaltung des Gerätes getroffen werden müssen, damit kein erhöhtes Legionellenrisiko entstehen kann (welche Tätigkeiten, wie oft, welche Reinigungsmittel, Desinfektionsmittel?). Zudem ist in Erfahrung zu bringen, ob resp. welche dieser Arbeiten von einem Servicefachmann ausgeführt werden sollten und welche Arbeiten durch den Kunden erledigt werden können.

Generell sind schleimige Beläge auf wasserberührten und luftberührten Teilen eines Gerätes ein Warnzeichen, bei dem eine Vermehrung von Legionellen zu befürchten ist. Auch ein muffiger Geruch des Gerätes oder einzelner Elemente kann auf eine mangelhafte Hygiene und massive Bakterienvermehrung hinweisen. Das Gerät sollte bei solchen Feststellungen ausser Betrieb genommen, gründlich gereinigt und allenfalls desinfiziert werden (Reinigung und Desinfektion gemäss Herstellerangaben).

Präventive und betriebliche Massnahmen bei Verdunstungskühlanlagen  $\leq 200$  MW

Hierfür sollte folgende Richtlinie des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) beachtet werden: VDI 2047 Blatt 2 «Rückkühlwerke - Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von Verdunstungskühlanlagen». Diese Richtlinie macht Vorgaben für bestehende und neu zu errichtende Verdunstungskühlanlagen und -apparate, bei denen Wasser verrieselt oder versprüht wird oder anderweitig in Kontakt mit der Atmosphäre kommen kann, mit Ausnahme von Naturzugkühltürmen mit einer thermischen Leistung von mehr als 200 MW. Dabei ist es unerheblich, ob das Kühlwasser als Kühlmedium im Prozess direkt eingesetzt wird oder die Prozesswärme über Wärmeübertrager aus einem Primärkühlkreislauf auf einen Wasserkühlkreislauf übertragen wird. Die Richtlinie VDI 2047 Blatt 2 beschreibt nicht nur die Hygieneaspekte in Planung, Ausführung und Betrieb von Verdunstungskühlanlagen, sondern legt auch ein Konzept für eine Schulung der verantwortlichen Personen dar.

Spezifische Empfehlungen zur Beprobung von Kühltürmen finden sich auch in folgender Broschüre:

Ministerium für nachhaltige Entwicklung, Umwelt, Fauna und Parks der Provinz Quebec, 2013: Protocole d'échantillonnage de l'eau du circuit des tours de refroidissement pour la recherche des légionelles, Québec, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec.  
<http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/echantillonnage.htm>

### 5.3 Wahl des Standorts

Teil der Planung eines Kühlsystems ist die Prüfung der Umweltverträglichkeit. Allgemein gilt, dass die Fortluft bis über das Niveau des Dachs geführt werden muss und zwar so, dass sie nicht wieder ins Gebäude oder in ein Nachbargebäude eintreten kann. Sie darf auch nicht in eine in irgendeiner Form geschlossene Umgebung, an einen häufig frequentierten Ort oder in die Nähe eines Lufteintritts für ein weiteres Belüftungssystem abgeleitet werden.

### 5.4 Qualität der zugeführten Luft

Bei der Planung einer Belüftungs- oder Klimainstallation ist der Ort der Luftzufuhr entscheidend. Er muss von der vorherrschenden Windrichtung abgekehrt und vor allfälligen Quellen biologischer und/oder chemischer Belastung geschützt sein. Ansaugstutzen mehrere Meter über dem Boden sind weniger exponiert als ebenerdige (Schadstoffansammlung).

Vor ihrem Eintritt in die Befeuchtungsanlage muss die frische (oder rückgeführte) Luft gefiltert werden (Aktivfilter gegen Bakterien und Schimmelpilze, mindestens Filter der Filterklasse F7 nach EN 779 resp. ePM1 ( $\geq 50\%$ ) nach ISO 16890 mit starren Metall- oder Holzrahmen). Es ist darauf zu achten, dass die

Montage der Filter ordnungsgemäss erfolgt ist (ohne Luftverlust) und dass Vorgaben zum regelmässigen Ersatz dieser Filter erteilt werden (Empfehlungen des Herstellers oder des Schweizerischen Vereins von Gebäudetechnik-Ingenieuren (SWKI)).

Eine hohe Konzentration von Mikroorganismen in der Umgebungsluft (üppige Vegetation und hohe Luftfeuchtigkeit) kann eine Verstopfung und Beschädigung der Filter sowie eine Besiedlung mit Bakterien und/oder Pilzen zur Folge haben. Der Endfilter muss hoch wirksam sein (mindestens Filterklasse ePM1 ( $\geq 50\%$ ) nach ISO 16890 ) und so endständig platziert sein wie möglich.

## **5.5 Wahl der Materialien**

Schon in der Planungsphase sollen Materialien vorgesehen werden, die kein Wachstum von Mikroflora begünstigen, die für die Instandhaltung pflegeleicht sind, die nicht anfällig auf Korrosion sind und hohen Temperaturen und Desinfektionsmitteln gegenüber resistent sind. Für die kritischen Komponenten wie Wannen und Sprühkammern wird rostfreier Stahl empfohlen.

Maschinen und Leitungen brauchen genügend Platz für ein einwandfreies Funktionieren und für Kontrollen; ein sicherer Zugang muss gewährleistet sein.

## **5.6 Qualität des zugeführten Wassers**

Hierfür sollte folgende Richtlinie des Schweizerischen Vereins von Gebäudetechnik-Ingenieuren (SWKI) beachtet werden:

BT102-01 Wasserbeschaffenheit für Gebäudetechnik-Anlagen

Trinkwasser ist aus mikrobiologischer Sicht die beste Lösung. Oberflächenwasser, Wasser aus einer Zisterne oder sonstiges nicht trinkbares Wasser muss zuerst physikalisch, chemisch und mikrobiologisch kontrolliert und allenfalls aufbereitet werden. Regenwasser ist zwar ökologisch unbedenklich, aber mikrobiologisch in der Regel hoch belastet, auch mit potentiellen Krankheitserregern. Es erfordert deshalb besondere Vorsichtsmassnahmen: Lagerung bei einer Temperatur von  $<18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Schutz vor Licht sowie Filtration und mikrobiologische Aufbereitung.

## **5.7 Inbetriebnahme oder Wiederinbetriebnahme**

Hierfür sollte die Richtlinie des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) VDI 2047 Blatt 2 «Rückkühlwerke - Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von Verdunstungskühlanlagen» beachtet werden.

Die Wannen und Luftbefeuchtersysteme müssen mindestens einmal pro Jahr sowie nach jedem Unterbruch von einem Monat oder mehr geleert und gereinigt werden.

## **5.8 Behandlungsverfahren für Kühlwasser**

Tabelle 14B gibt eine Übersicht über Empfehlungen, welche die Behandlung von Wasser in Verdunstungskühlanlagen betreffen.



**Tabelle 14B Allgemeine Empfehlungen**

<b>Verfahren</b>	<b>Empfehlung</b>
Anwendung chemischer Produkte zur Bekämpfung der Mikroflora	Auf die Verwendung von Bioziden ist wenn immer möglich zu verzichten. Falls unvermeidlich, permanente oder intermittierende Biozide-Zudosierung  (oxidierende und/oder nicht oxidierende Biozide)
Permanente UV-Desinfektion	Je nach Anlage möglich/sinnvoll. Die Desinfektion mittels UV-C-Bestrahlung soll in diesen Fällen unmittelbar vor der Luftbefeuchtung installiert werden
Desinfektion in Rahmen von Reinigungs- und Instandhaltungsarbeiten	auf Chlorbasis
Kalkentferner und -verhüter	Auf Vereinbarkeit der Produkte mit dem System der kontinuierlichen Desinfektion achten

## **5.9 Instandhaltung und Überwachung**

Die periodische Kontrolle von Verdunstungskühlanlagen ist unabdingbar. Wenn Auffälligkeiten oder spezifische Probleme zu lösen sind, empfiehlt es sich, das Servicepersonal des Herstellers oder eine Spezialfirma beizuziehen.

Erhöhte Keimzahlen oder eine erhöhte Konzentration von organischen Substanzen sind Indikatoren für Hygiene- und/oder Instandhaltungsprobleme. Mikrobiologische Analysen auf Legionellen ersetzen aber keinesfalls ein Instandhaltungsprogramm, sondern dienen lediglich zu dessen Überprüfung.

## **5.10 Korrekturmaßnahmen**

Wenn bei der Überwachung Auffälligkeiten mit möglicher Relevanz für die Hygiene der Anlage festgestellt werden oder wenn eine Anlage als Quelle eines Ausbruchs von Legionellen verdächtigt wird, braucht es eine detaillierte Inspektion und mikrobiologische Abklärungen. Vor der Entleerung und Reinigung des Systems müssen Proben aus den Wasserbehältern, den hygienerlevanten Feuchtzonen (Abstriche) und aus den Biofilm-reichen Anlagenteilen entnommen werden. Die Eruiierung der Ursachen der Kontamination erlaubt es, einen Sanierungsplan zu erstellen. Generell ist eine möglichst vollständige Entfernung von Schlamm, Sedimenten und organischen Substanzen vor der Desinfektion vorzunehmen, siehe auch Modul 11.

## **6 Präventive und betriebliche Massnahmen bei Verdunstungskühlanlagen >200 MW**

Für den Betrieb von Verdunstungskühlanlagen mit einer Kühlleistung von mehr als 200 MW sollte folgende Richtlinie des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) beachtet werden:

VDI 2047 Blatt 3 «Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von Verdunstungskühlanlagen Kühltürme über 200 MW Kühlleistung».

In Frankreich wurde zudem auf nationaler Ebene ein Handbuch über die gute Praxis bezüglich Legionellen in Kühltürmen erstellt, welches ebenfalls Hilfestellungen gibt: «Guide de bonnes pratiques / Legionella et Tours aéroréfrigérantes; Ministère de l'économie, des finances et de l'industrie; Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement; Ministère de l'emploi et de la solidarité: Juin 2001).

## **6.1 Standort**

Der Standort einer leistungsstarken Verdunstungskühlanlage (>200 MW) ist meist durch gesamtbetriebliche Aspekte vorgegeben. Jedoch sind die nähere Umgebung hinsichtlich möglicher Eintragsquellen von Nährstoffen und Legionellen, sowie die möglichen sensiblen Bereiche (enge Gassen mit vielen Personen, Krankenhäuser etc.) bei der Planung, beim Betrieb und der Überwachung zu beachten.

## **6.2 Auslegung, Material**

Die Auslegung des Systems und die Wahl des Materials sind wichtige Faktoren, um dem Wachstum von Mikroorganismen entgegenzuwirken. Häufig sind es allerdings wirtschaftliche Aspekte, welche den Einsatz von hygienisch optimalsten Werkstoffen in grossen Systemen limitieren. Zudem ist der Betrieb ausserhalb des Temperaturbereiches von 25 bis 45 °C nicht effizient, bzw. mit einer Erhöhung des ohnehin erheblichen Wasserverbrauchs verbunden.

Das System sollte so ausgelegt sein, dass es möglichst keine schlecht durchströmte bzw. schlecht behandelbare Nebenleitungen/Systeme aufweist. Zudem ist bei der Planung darauf zu achten, dass Instandhaltungs- und Reinigungsarbeiten gut und effizient durchgeführt werden können. Die Tropfenabscheider und das Strömungsprofil im Kühlturm bzw. der Abzug sollen so ausgelegt werden, dass der Austrag von Aerosolen und Tröpfchen minimiert wird.

## **6.3 Betrieb der Anlage**

Die Betriebsweise der Verdunstungskühlanlage ist ein wichtiger Faktor, um das Legionellenrisiko einer Anlage zu minimieren. Der Betrieb einer Anlage gliedert sich in verschiedene Phasen:

- Leistungsbetrieb/Normalbetrieb: Die Anlage erfüllt ihre vorgesehene Aufgaben
- Stillstand/Standby: Die Anlage ist nicht in Betrieb, kann aber jederzeit wieder in Betrieb genommen werden.
- Revision/Instandhaltung: Die Anlage ist entleert und kann gereinigt werden. Komponenten und Maschinen werden revidiert.
- Sonderbetrieb/Transienten: Die Anlage wird ausserhalb des normalen Leistungsbetriebes betrieben. Teilsysteme stehen nicht zur Verfügung (z.B. Inbetriebnahme der Anlage, Störungen).

### **6.3.1 Normalbetrieb**

Die wichtigsten Betriebsparameter sollten idealerweise mit online-Instrumenten bzw. Messgeräten mit Datenlogger überwacht werden. Eine solide Datengrundlage hilft, das Verhalten der Anlage, aber auch das Wachstumsmilieu hinsichtlich Biofilmen und Mikroorganismen zu verstehen. Anhand der Auswertungen lassen sich für die Anlage Betriebsrichtwerte herleiten. Im Gegensatz zu einfach bestimmbar Parametern wie Temperatur, Leitfähigkeit, Trübung, pH-Wert, Redoxpotential stellt die Überwachung der Mikroorganismen grössere Herausforderungen an den Anlagebetreiber. Zuverlässige Resultate

können nur von qualifizierten Labors und Firmen geliefert werden. Wie aus Ringversuchen und Vergleichsmessungen bekannt ist, ist die Bestimmung von Legionellen im Vergleich zu anderen Bakterien aber leider mit relativ grossen Unsicherheiten behaftet. Erschwerend für aussagekräftige Messungen und die Schaffung einer robusten Datengrundlage kommt hinzu, dass in einem grossdimensionierten Verdunstungskühlsystem mit stattlichen mikrobiologischen Inhomogenitäten der verschiedenen Wasserpflanzen gerechnet werden muss. Eine solide Überwachung der Legionellenkonzentrationen im Kühlwasser basiert zwangsläufig auf Mehrfachbestimmungen (z.B. 3-fach-Bestimmung) und Probenahmen zu unterschiedlichen Zeitpunkten an unterschiedlichen Orten.

Die Probenahmehäufigkeit soll an das Legionellenrisiko angepasst sein. Ist bekannt, dass sich Legionellen im System einfach einnisten und vermehren können und eine Gefährdung der Umgebung entstehen kann, ist eine erhöhte Analysefrequenz notwendig. Geringere Analysefrequenzen als viermal pro Jahr (quartalsweise) für die Kontrolle der Legionellen und aeroben mesophilen Keime im Kühlwasser bedürfen einer fundierten Erklärung resp. sorgfältigen vorgängigen Abklärung. Bei grossen Verdunstungskühlanlagen mit Kühltürmen sind wöchentliche oder zumindest monatliche Legionellenkontrollen etabliert und sinnvoll. Im Normalbetrieb ist eine Behandlung des Kühlwassers notwendig, um das Wachstum von Legionellen kontrollieren zu können (siehe Korrekturmassnahmen).

### **6.3.2 Stillstand**

Im Stillstand besteht die Gefahr, dass der Zustand des Systems nicht mehr gut überwacht wird. Es ist jedoch wichtig, auch im Stillstand das Wachstumspotential von Mikroorganismen und Legionellen möglichst klein zu halten. Die Kühlwassertemperaturen sollten so gering wie möglich gehalten werden. Mit zusätzlichen Reinigungen und Grunddesinfektionen kann ein guter Hygienezustand des Systems erreicht werden.

### **6.3.3 Revision / Instandhaltung**

Jede Verdunstungskühlanlage ist periodisch zu warten und komplett zu reinigen. Eine jährliche komplette Entleerung und Reinigung der Anlage hat sich unabhängig von der Grösse und Art der Anlage etabliert. Zudem dient die Instandhaltung auch der Kontrolle der Materialien und Einbauten bzw. dem Austausch von fehlerhaften Komponenten. Bei der Reinigung ist darauf zu achten, dass alle Systeme entleert und gereinigt werden. Eine rasche Wiederverkeimung von verschlammten Leitungen, Absperungen oder Schächten ist durchaus möglich. Während der Instandhaltung ist es wichtig, die Tropfenabscheider und Einbauten zu inspizieren.

### **6.3.4 Inbetriebnahme / Störungsbetrieb**

Eine Anlage sollte nur in Betrieb genommen werden, wenn sie sich in einem hygienisch einwandfreien Zustand befindet. Während der Inbetriebnahme oder während Störungen im Betrieb können gewisse Systeme nicht optimal funktionieren und zu einem ungewohnten Anlageverhalten führen. Je nach Art und Dauer des Sonderbetriebes ist es sinnvoll, den hygienischen Zustand der Anlage mittels zusätzlicher Kontrollmessungen zu überwachen.

### **6.3.5 Überwachung**

Aufgrund von Schwierigkeiten der Probenahme und Analyse von Legionellen stellt die Überwachung der Legionellen in der Schwadenluft oder der Fortluft keinen sicheren Nachweis dar, dass von der Verdunstungskühlanlage kein Legionellen-Risiko für die Umgebung ausgeht.

Die Emissionen werden durch den Tropfenmitriss und die Geschwindigkeit des Luftzuges bestimmt. Wie sich dies jedoch im Einzelnen auf die Legionellengehalte in der Fortluft und das Infektionsrisiko

auswirken, ist unbekannt. Verlässliche Daten, welche eine spezifische Handlungsweise erzwingen würden, fehlen. Es ist daher auch schwierig, eine sinnvolle Behandlung der Fortluft z.B. mit UV, Filter oder andern Mittel vorzuschlagen.

Bei grossen Naturzugkühltürmen ist die Behandlung der Fortluft aufgrund des Volumenstroms technisch nicht machbar. Der Fortluft-Volumenstrom kann bei solchen Anlagen 25'000 m<sup>3</sup>/s oder mehr betragen.

### 6.3.6 Korrekturmassnahmen

Im Normalbetrieb bieten sich für das Management der hygienischen Kühlwasserqualität zwei Strategien an, welche auch alternierend eingesetzt werden können:

a) Mit einer kontinuierlichen Zudosierung von Bioziden kann die Legionellenkonzentration und Keimbelastung im Kühlwasser tief gehalten werden. Je nach Art und Konzentration des Produktes wird auch der Aufbau von Biofilmen an den Systemoberflächen behindert. Bei grossen Anlagen wird dieser Ansatz des Legionellenmanagements durch die erheblichen Biozidmengen und die geltenden Einleitbedingungen stark eingeschränkt.

b) Durch den Einsatz von Stossdosierungen insbesondere von oxidierenden Bioziden (Hypochlorite, Chlorgas, Ozon, Peroxide) können bei geschlossener Abflut deutlich höhere Biozidkonzentrationen im System erreicht werden. Solche Dosierungen erfordern eine gute Überwachung und Vorbereitung.

Beispiel „Javel“: Beim Einsatz von Natriumhypochlorit-Lösung (Javel-Lösung) ist der pH-Wert des Kühlwassers während der Behandlungsdauer möglichst auf 7.0 einzustellen, um eine bessere Wirksamkeit der Stossdosierung zu erzielen. Tiefere pH-Werte sind aufgrund der Bildung von flüchtigen Chlorverbindungen (z.B. Chlorgas) nicht ratsam und zielführend. Höhere pH-Werte verringern die Effektivität der Behandlung.

Die Überwachung der Abbaurate des Aktivchlors dient einerseits dazu, die Einleitbedingungen in die Kanalisation oder den Vorfluter einzuhalten, andererseits gibt die Chlorzehrung eine wertvolle Information über den Zustand des Systems. Bei sauberen Systemen ist die Chlorzehrung deutlich kleiner als bei Systemen, die mit Schlamm und Organika belastet sind.

Leistungsstarke Verdunstungskühltürme können sich in ihrer Bau- und Funktionsweise stark voneinander unterscheiden. Weil zudem Sedimente und Biofilme komplexe Gebilde sind und Interaktionen zwischen den verschiedenen Komponenten (Materialien, gelöste Substanzen, pH-Wert des Wassers, Zumischungen) vorkommen, ist es nicht möglich, einen allgemein gültigen Standard von Korrekturmassnahmen zu definieren. Zwar gibt es Richtgrössen für effektive Legionellen-bekämpfungsmassnahmen aus anderen Anwendungsbereichen, beispielsweise eine Behandlung des Wassers mit mind. 5 mg/l freiem Chlor während 5 Stunden oder mit 25 mg/l während 2 Stunden. Für die Kühlwasserbehandlung in grossen Verdunstungskühlanlagen mit offenem Kühlwasserkreislauf können sie aber nicht oder nur bedingt herangezogen werden. Bei solchen Anlagen sind nämlich nicht nur die Produktwahl, sondern auch die Dosierung und die Aufrechterhaltung der Betriebskonzentration delikate.

Die Korrosivität und Toxizität der verwendeten Substanzen inkl. deren Reaktionsprodukte müssen beachtet und die rechtlichen Anforderungen bezüglich Abgabe/Einleitung in die Umwelt jederzeit eingehalten werden. Die entsprechend geeigneten Behandlungsschemen müssen deshalb immer Anlagenspezifisch ermittelt und festgelegt werden.

## Referenzen

- Bentham RH. Routine sampling and temporal variation of Legionella concentrations in cooling tower water systems. In: ASM Press, editor. Legionella. Washington, D.C.: 2002: 321-324.
- Health and Safety Executive. Legionnaires' Disease: The control of Legionella bacteria in water systems. Approved code of practice and guidance. L8. HSE Books, 2000.
- Members of the European surveillance scheme for travel associated Legionnaires' disease, European Working Group for Legionella Infections. European guidelines for control and prevention of travel associated Legionnaires' disease. 2005.
- Ministère de l'emploi et de la solidarité, Ministère de l'économie d'edl, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement. Guide des bonnes pratiques: Legionella et tours aëroréfrigérantes. 1-48. 2001.
- Miquel PH, Haeghebaert S, Che D, Campese C, Guitard C, Brigaud T et al. Epidémie communautaire de légionellose, Pas-de-Calais, France, novembre 2003-janvier 2004. Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire 2004;(36-37):179-181.
- Rouil L, Gardenas G, Marcel F. Evaluation de la dispersion atmosphérique d'aérosols potentiellement contaminés lors de l'épidémie de légionellose de la région de Lens. Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire 2004;(36-37):182-184.
- Schweizerischer Verein von Gebäudetechnik-Ingenieuren (SWKI): Richtlinie SWKI BT102-01:2012 «Wasserbeschaffenheit für Gebäudetechnik-Anlagen»
- Schweizerischer Verein von Gebäudetechnik-Ingenieuren (SWKI): Richtlinie SWKI VA104-01:2006 «Hygiene-Anforderungen an Raumluftechnische Anlagen und Geräte»
- Verein Deutscher Ingenieure (VDI): Richtlinie VDI 2047 Blatt 2:2015 « Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von Verdunstungskühlanlagen».

Verein Deutscher Ingenieure (VDI): Richtlinie VDI 2047 Blatt 3:2018 « Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von Verdunstungskühlanlagen Kühltürme über 200 MW Kühlleistung»



15.06.2018

---

## Modul 15 Hotels und andere vorübergehende Übernachtungsorte

### Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Konzept für Legionellen-Management .....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Referenzen .....</b>	<b>3</b>

### 1 Einleitung

Hotels sind oft grosse Gebäude mit komplexen Sanitärinstallationen, die intermittierend gebraucht werden (je nach Auslastung der Zimmer und/oder dem saisonalen Charakter der Tourismusaktivität). Dies macht die Wasserversorgung besonders anfällig für eine Legionellen-Kolonisierung. Hinzu kommt, dass die Versorgungskapazität der Warmwasserbereitstellung auf die intensivste Hotelbelegung ausgerichtet sein muss. In der Nebensaison reduziert sich der Wasserumsatz stark, was in grossdimensionierten Systemen die Legionellenvermehrung begünstigt. Zudem sind Hotels oft klimatisiert und weisen Erholungszonen auf (Sprudelbäder, Schwimmbäder).

Sprudelbäder sowie Luftaufbereitungsanlagen stellen besondere Risiken einer Verbreitung von Legionellen dar. Auch Zierbrunnen in Empfangshallen von Hotels oder andere dekorative Wasserinstallationen in Hotelanlagen können zu Infektionsherden für Legionellose-Erkrankungen von Gästen oder Personal werden. Deshalb hat die EWGLI (European Working Group for Legionella Infections) eine spezifische Checkliste für die Prävention von Reise-Legionellosen publiziert.

### 2 Konzept für Legionellen-Management

Inhaber von Duschanlagen und von Badeanlagen in Hotels sind verpflichtet, die einwandfreie Qualität des bereitgestellten Dusch- resp. Badewassers zu gewährleisten. Hierfür ist ein betriebliches Selbstkontrollkonzept gemäss den Bestimmungen des Bundesgesetzes über Lebensmittel und Gebrauchsgegenstände zu erstellen und umzusetzen (siehe auch Modul 10).

Angesichts der vielfältigen Wasserinstallationen, die in Hotels hygienisch sicher betrieben und unterhalten werden müssen, ist es ratsam, darüber hinaus ein Gesamtkonzept für das Legionellen-Management zu erstellen, welches auch das Management der weiteren Anlagen abdeckt, die für den Gesundheitsschutz von Gästen und Personal von Bedeutung sind (z.B. Raumluftechnik). Es ist eine Person zu bestimmen, welche die Verantwortung für die Umsetzung und Einhaltung der im Legionellen-Konzept festgelegten Massnahmen trägt.

Diese Person muss die nötigen Kenntnisse über Legionellen haben oder sich umgehend aneignen. Allen Mitgliedern des Hotelteams, muss die Wichtigkeit des Legionellen-Managements und ihre Rolle beim Umsetzen des Konzeptes bewusst sein.

In einem ersten Schritt werden alle Bereiche des Hotelbetriebes bezeichnet, welche mit Wasser betrieben werden, in dem sich Legionellen vermehren können.

Dazu zählen insbesondere:

- Wasserbehälter, in denen das Wasser zwischen 25 °C und 45 °C verbleibt. Das können drucklose Behälter sein, z.B. Warmwassertanks oder Behälter in Luftbefeuchtern, oder Druckbehälter, z.B. bei Druckerhöhungsanlagen.
- Leitungen mit geringer oder fehlender Wassererneuerung, z.B. in wenig gebrauchten Räumen oder in Installationen mit grossdimensionierten Warmwasserleitungen.
- Anlagenteile, die Nährstoffe abgeben (z.B. Duschschräuche), oder durch Verkrustung strömungsarme Nischen bieten (z.B. verkalkte Perlatoren/Strahlregler oder Duschköpfe)

Innerhalb dieser Bereiche werden diejenigen identifiziert, bei denen fein versprühte Wassertröpfchen (Aerosole) entstehen. Das sind typischerweise:

- Duschen
- Schwimmbecken mit Sprudelattraktionen
- Sprudelbäder (Jacuzzis, Whirlpools)
- Türkische Bäder und Saunen
- Kühlaggregate, auch wenn diese auf dem Dach oder in Bodennähe lokalisiert sind
- Klima- und Belüftungsanlagen
- Zierbrunnen, insbesondere im Gebäudeinnern
- Lebensmittelauslagen oder jegliche andere Installation mit einem Vernebler oder Befeuchter
- Arbeitsgeräte mit Versprühung oder Vernebelung des Wassers

Für alle identifizierten Bereiche werden Massnahmen für das Legionellen-Management festgelegt. Diese Massnahmen werden als Bestandteil des Legionellen-Management-Konzepts koordiniert umgesetzt und deren Wirksamkeit regelmässig mit der mikrobiologischen Legionellen-Untersuchung von Wasserproben überprüft.

Die Massnahmen zur Prävention von Legionellen-Problemen, zur Überwachung auf Legionellen und gegebenenfalls auch für die Bekämpfung im Sanierungsfall sollen sich nach den Vorgaben richten, die spezifisch für die einzelnen Bereiche formuliert sind:

- Sanitäre Installationen → Modul 12
- Schwimmbäder und Sprudelbäder → Modul 14
- Kühlsysteme, Raumluftechnik und Befeuchtungsanlagen → Modul 15
- Risikobeurteilung, Selbstkontrolle, Probenentnahme, Interpretation der Resultate → Modul 10

Wenn ein Legionellenbefall in den Hausinstallationen auftritt und Sanierungsmassnahmen nötig werden, stellt sich immer auch die Frage nach den Massnahmen, die während der Sanierungsphase zum Gesundheitsschutz von Gästen und Angestellten zu treffen sind. Ein Massnahmenkatalog, der im Ereignisfall beigezogen werden kann, ist ein wertvolles Hilfsmittel für die Entscheide, die in einer solchen Situation mit hoher Dringlichkeit gefällt werden müssen. Es ist deshalb wichtig, ihn im Rahmen des Selbstkontrollkonzeptes zu erstellen.

Einige Massnahmen, welche für die Wasserqualität des Leitungswassers in Hotels besonders wichtig sind, sind nachfolgend auf Basis einer Risikoanalyse aufgeführt:

- Die Einhaltung der Soll-Temperaturen von Warmwasser und Kaltwasser an repräsentativ ausgewählten Stellen mindestens alle zwei Monate kontrollieren. In warmgehaltenen Leitungen mind. 55 °C; an der Entnahmemarmatur mind. 50 °C nach kurzem Vorlauf; Kaltwassertemperatur max. 25 °C (im gesamten Leitungssystem)
- Duschköpfe regelmässig entkalken, um die Kalkablagerungen möglichst gering zu halten.

- Nicht benutzte Duschen und Lavaboarmaturen 2-mal wöchentlich mit Kalt- und mit Warmwasser (auf Heisswasserposition) gründlich spülen.

Eine weitere Möglichkeit kann die Verwendung einer Zimmer-Buchungs-Software sein, die anhand der Dauer des leerstehenden Hotelzimmers die Gäste zuteilt, um so den regelmässigen Wasserbezug der einzelnen Hotel-Nasszellen zu verbessern.

### 3 Referenzen

- Bartram J, Chartier Y, Lee JV, Pond K, Surman-Lee S. Legionella and the prevention of legionellosis. Chapter 8. 2007. WHO.
- Hlady WG, Mullen RC, Mintz CS, Shelton BG, Hopkins RS, Daikos GL. Outbreak of Legionnaire's disease linked to a decorative fountain by molecular epidemiology. Am J Epidemiol 1993; 138(8):555-562.
- Members of the European surveillance scheme for travel associated Legionnaires' disease, European Working Group for Legionella Infections. European guidelines for control and prevention of travel associated Legionnaires' disease. 2005.
- Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW). Filter in Hausinstallationen. Merkblatt TPW 2003/1.





15.08.2018

---

## Modul 16 Isolierung und quantitativer Nachweis von Legionellen in Umweltproben

### Inhalt

<b>1</b>	<b>Probeentnahme</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Referenzmethode</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Andere Methoden</b> .....	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>Referenzen</b> .....	<b>2</b>

In diesem Modul werden die für die Isolierung und den quantitativen Nachweis von Legionellen in Umweltproben empfohlenen Methoden sowie einige Punkte, die bei der Entnahme von mikrobiologischen Umweltproben berücksichtigt werden müssen, präsentiert.

Das Nationale Referenzzentrum für Legionellen kann mit der Probenanalyse beauftragt werden und steht dem Laborpersonal auch für zusätzliche praktische Informationen zur Verfügung.

### 1 Probeentnahme

Das Vorgehen für die Entnahme von Umweltproben (Wasser, Abstriche, Biofilme) ist im Modul 10 beschrieben. Die Analyse der Proben sollte wenn möglich innerhalb von 24 Stunden (max. 48h) nach der Entnahme erfolgen.

Die Probenahmen für mikrobiologische Untersuchungen in Wasser auf einer Anlage (VKA, zentrale und dezentrale Luftbefeuchter, Sanitäranlagen usw.) sollte gemäss SN EN ISO 19458 «Wasserbeschaffenheit – Probenahme für mikrobiologische Untersuchungen (ISO 19458:2006)» erfolgen.

Für die reibungslose Durchführung der Analyse ist es nützlich, dem Labor Informationen bezüglich Datum und Zeit der Entnahme, Temperatur, Herkunft der Probe (Trinkwasser, Warmwasser, Brauchwasser, Badewasser etc.) und allfälliger Gehalt an Bioziden mitzuteilen.

### 2 Referenzmethode

Als Analysemethode für den quantitativen Nachweis von Legionellen in Umweltproben wird das in ISO 11731 beschriebene Kulturverfahren empfohlen.

In der Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV) sind die mikrobiologischen Anforderungen im Zusammenhang mit Legionellen in koloniebildenden Einheiten pro Liter (KBE/l) angegeben (Art. 9, Anhang 5 TBDV) und beziehen sich ausschliesslich auf das Kulturverfahren. Diese Werte können nicht auf andere Nachweismethoden übertragen werden (z.B. Molekularbiologie oder Zytometrie).

Da einer Koordination zwischen den schweizerischen und europäischen Labors grosse Bedeutung zukommt, wird der Einsatz eines Verfahrens gemäss ISO 11731 dringend empfohlen.

### 3 Andere Methoden

Legionellen lassen sich auch mit anderen Verfahren nachweisen. In den vergangenen Jahren wurde für diesen Zweck eine grosse Zahl genetischer und immunologischer Methoden entwickelt.

Eine der am häufigsten eingesetzten Methoden für den quantitativen Nachweis von Legionellen ohne Kulturverfahren ist der molekularbiologische Ansatz (qPCR). Dies ist möglich dank der Verwendung von Standards mit bekannten Mengen des Bakteriengenoms.

Verschiedene Hersteller haben mehrere Tests auf den Markt gebracht. Die Standardisierung der Methode ist in der ISO/TS-Norm 12869:2012 „Wasserbeschaffenheit - Nachweis und Quantifizierung von *Legionella* und/oder *Legionella pneumophila* durch Konzentration und genische Verstärkung mittels Polymerase-Kettenreaktion (RT-PCR)“ geregelt.

Die qPCR kann für die Abklärung möglicher Infektionsquellen und das Monitoring von Korrekturmassnahmen (z.B. nach Desinfektion) nützlich sein. Die Resultate werden in Genomeinheiten pro Liter (GE/l) angegeben. Mehrere Studien haben gezeigt, dass die Korrelation der Ergebnisse zwischen qPCR (GE) und Kultur (KBE) gering ist. Die anhand von qPCR ermittelten Konzentrationen sind oft höher als diejenigen, die mittels Kultur ermittelt wurden.

Dieser Unterschied ist möglicherweise auf das Vorhandensein von lebensfähigen, aber nicht kultivierbaren (VBNC) Legionellen und/oder auf tote Bakterien zurückzuführen, die im Kulturmedium nicht wachsen aber molekularbiologisch nachgewiesen werden können. Bei Epidemie-Abklärungen ist jedoch die qPCR ein geeignetes Mittel, um potenzielle Quellen anhand negativer Ergebnisse rasch auszuschliessen.

### 4 Referenzen

- European Working Group for Legionella Infections. European Study Group for Legionella Infections (ESGLI) Technical Guidelines for the Prevention, Control and Investigation of Infections Caused by *Legionella* species, Version 1.1, June 2017
- International Organization for Standardization. Water quality -- Detection and quantification of *Legionella* spp. and/or *Legionella pneumophila* by concentration and genic amplification by quantitative polymerase chain reaction (qPCR). ISO/TS 12869:2012
- R. Boss, A. Baumgartner, S. Kroos, M. Blattner, R. Fretz and D. Moor (2018) Rapid detection of viable *Legionella pneumophila* in tap water by a qPCR and RT-PCR-based method. Journal of applied microbiology. ISSN 1364 - 5072.



15.06.2018

---

## Modul 17 Mikrobiologische Untersuchungen

### Inhalt:

<b>1</b>	<b>Mikrobiologische Untersuchung von Aerosolen .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Mikrobiologische Untersuchung von Luft in Gebäuden mit Luftaufbereitung .....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Referenzen .....</b>	<b>2</b>

### 1 Mikrobiologische Untersuchung von Aerosolen

Der Nachweis von Legionellen in aerosolhaltiger Luft ist noch nicht mit einer zufriedenstellenden Empfindlichkeit und Robustheit der Analysenmethode möglich. Zwar gibt es Fortschritte bei Nachweisen mittels Zyklonabscheidern (z.B. Wetted-wall Air Samplers für Bioaerosol Beprobungen) oder mittels Impinger-Verfahren in Kombination mit molekularbiologischer Detektion. Es ist aber nach wie vor nicht möglich, anhand von Legionellenanalysen aus Luftproben zuverlässige Aussagen über das Infektionsrisiko von exponierten Personen zu machen. Die spezifische mikrobiologische Untersuchung von Luftproben auf Legionellen kann deshalb allenfalls die Untersuchung von Wasserproben ergänzen. Sie kann aber zurzeit nicht als Alternative dazu angewendet werden. Die Bewertung von Legionellen-Keimzahlen pro Luftvolumen ist zudem schwierig, da nur für Dusch- und Badewasser in öffentlich zugänglichen Anlagen gesetzliche Legionellen-Höchstwerte festgelegt sind, nicht aber für aerosolhaltige Luft.

### 2 Mikrobiologische Untersuchung von Luft in Gebäuden mit Luftaufbereitung

Die Luftaufbereitung in Gebäuden ist ein Beitrag zum Komfort, wenn sie gut eingestellt und regelmässig kontrolliert wird. Falls aber Mängel irgendwo in der Kette der Aufbereitungsmassnahmen bestehen, insbesondere bei Instandhaltung und Reinigung, wird der Komfort zum Risiko für Mensch und Material. Auch in Aufenthalts- oder Produktionsräumen mit erhöhten Anforderungen an die Luftqualität bezüglich Schadstoffen oder Mikroorganismen ist die Funktionalität der Luftaufbereitung in technischer und gesundheitlicher Sicht essentiell.

Systematisch durchgeführte, wiederholte Kontrollen sind notwendig, wenn ein repräsentatives Bild des hygienischen Zustands der Installationen gewonnen und situativ angepasste Korrekturmassnahmen ermöglicht werden sollen.

Qualitative und quantitative mikrobiologische Untersuchungen von Luftproben, die standardisiert in den verschiedenen Prozessschritten der Luftaufbereitung erhoben werden, können Probleme aufbereiteter Zuluft erfassen. Die Beurteilung der mikrobiologischen Qualität von Raumluft wird auf Mikroorganismen abgestützt, für die es etablierte Nachweisverfahren und Beurteilungswerte gibt<sup>1</sup>. Das sind in erster Linie Schimmelpilze bzw. deren Sporen und andere filamentös wachsende Hyphenpilze oder Bakterien, die für Personen oder das Material im belüfteten Bereich von Bedeutung sind.

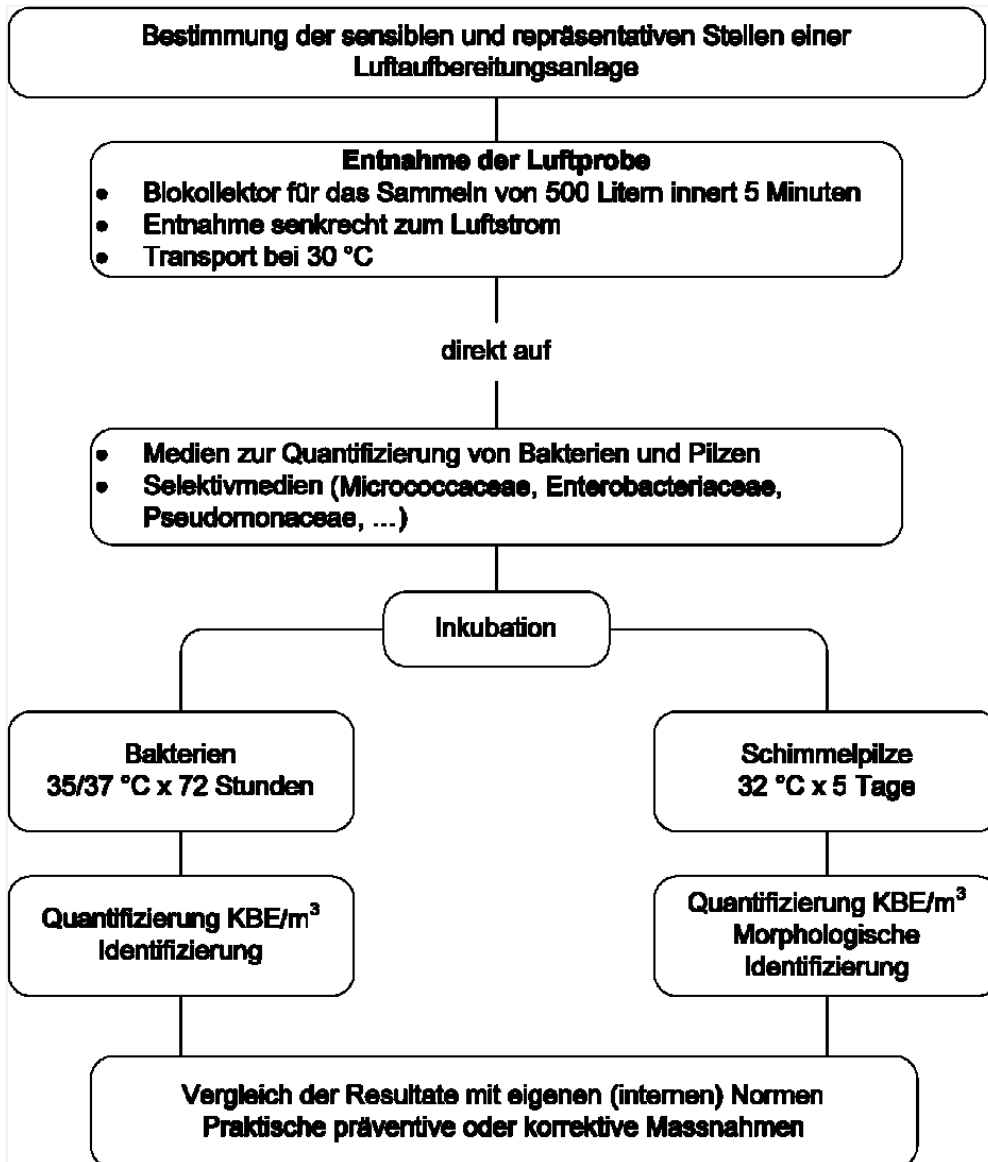
Ein Vergleich der Keimzahlen an verschiedenen Stellen derselben Anlage erlaubt es, hygienisch schlecht funktionierende Komponenten zu eruieren.

---

<sup>1</sup> ISO 16000-16 bis -18 resp. DIN ISO 16000-16 bis -18 oder IFA-Arbeitsblatt Nr. 9420 (Schimmelpilze) und Nr. 9430 (Bakterien) oder gleichwertig standardisierte Methoden-Vorgaben.

Menschen und ihre Aktivitäten in Büros, Wohnräumen, Produktionshallen, Cafeterias etc. übertragen Keime in die Raumluft. Diese Einträge dürfen nicht dem Einfluss der Luftaufbereitung zugerechnet werden. Mikrobiologische Untersuchungen von Raumluft zur Kontrolle der Luftaufbereitung sollen deshalb zu einem Zeitpunkt möglichst geringer Aktivitäten von Personen und Geräten/Maschinen durchgeführt werden.

Abbildung 17-A. Mikrobiologische Untersuchung von Luft in Gebäuden



### 3 Referenzen

- Schweizerischer Verein von Gebäudetechnik-Ingenieuren (SWKI): Richtlinie SWKI VA104-01:2006 «Hygiene-Anforderungen an Raumlufttechnische Anlagen und Geräte»



15.08.2018

---

## Modul 18 Nationales Referenzzentrum für Legionellen

Das Kantonale Institut für Mikrobiologie des Kantons Tessin erhielt 1997 vom BAG das Mandat als Nationales Referenzzentrum für Legionellen (NRZL). Seit 2013 ist das NRZL Teil des mikrobiologischen Dienstes der Abteilung für Labormedizin des Kantonsspitals Tessin (EOC) und arbeitet zusammen mit der Abteilung Übertragbare Krankheiten des BAG an der Eindämmung der Legionellen in der Schweiz.

Das NRZL repräsentiert die Schweiz labortechnisch und mikrobiologisch-methodisch und sichert den Kontakt zu den nationalen Labors anderer Länder und den internationalen Überwachungssystemen.

Die Aufgaben des NRZL sind:

- Beitrag zur Überwachung der Legionellose
- Unterstützung der verschiedenen Akteure bei der Abklärung von Ausbrüchen
- Aktualisierung der Informationen zur Biologie der Legionellen, zur Prävention der Infektion und zur Sanierung von Installationen
- Erarbeitung von technischen Weisungen wie Protokollen der Probenentnahme, der Isolierung und der Quantifizierung von Legionellen
- Sammlung, Serotypisierung und Charakterisierung der Stämme je nach Bedarf
- Vertretung der Schweiz auf internationaler Ebene für Fragen der Mikrobiologie der Legionellen

Die Benutzer des NRZL sind:

- Mikrobiologische Spitallaboratorien für die Serotypisierung, Identifizierung und molekulare Typisierung von Isolaten für epidemiologische Zwecke
- Kantonale Labors für die Entnahme von Wasserproben und die Identifizierung von Isolaten
- Einige Spitäler für die Bestimmung des Urin-Antigens für *L. pneumophila*
- Private Kliniken, Labors, Hotels und Pflegeheime für die Analyse von Legionellen im Leitungswasser

Das NRZL unterhält eine Homepage (<http://www.legionelle.ch>) mit Informationen zur Legionellose und zu den Dienstleistungen des NRZL sowie mit den schweizerischen und europäischen Analyseprotokollen und Empfehlungen.

Adresse:

Nationales Referenzzentrum für Legionellen  
Mikrobiologischer Dienst EOLAB  
Via Mirasole 22A  
6500 Bellinzona

Kontaktperson:

Dr. Valeria Gaia  
[valeria.gaia@eoc.ch](mailto:valeria.gaia@eoc.ch)  
Tel: +41 91 811 17 18  
Fax: +41 91 811 17 19



29.06.2018

---

## Modul 19 Wörterbuch und Abkürzungen

### Inhalt

1	<b>Wörterbuch</b> .....	1
2	<b>Abkürzungen</b> .....	2

## 1 Wörterbuch

### Aerosol

Flüssige oder feste Partikel, die in einem Gas fein verteilt sind.

### Bezugspunkt

Ort, an dem Wasser zum Verbrauch entnommen wird (Konsum, Hygiene, Arbeit etc.).

### Biofilm

Die Gesamtheit organischer Substanzen (besonders Schleim) und Mikroorganismen, die sich auf feuchten Oberflächen bilden und als Belag darauf haften. Biofilm ist eine ökologische Nische für Legionellen, indem sie dort Nahrung und Schutz haben.

### Entnahmepunkt

Ort, an dem Wasser für Proben entnommen wird.

### Epidemie

Häufung von Krankheitsfällen über das normalerweise erwartete Mass hinaus in einer bestimmten Region. Bei Infektionskrankheiten kann eine Epidemie auf eine gemeinsame Ansteckungsquelle (Bsp. Legionellose) oder auf eine Übertragung zwischen Menschen (Bsp. Grippe) zurückzuführen sein. Bei gehäuftem Auftreten von Fällen spricht man von epidemisch auftretenden Fällen, bei einzelnen Fällen von sporadischen.

### Epidemiologie

Wissenschaftszweig, der sich mit dem Auftreten und der Verteilung von Krankheiten in Bevölkerungen, ihrer Übertragungswege, Risikofaktoren und Bekämpfungsmöglichkeiten befasst. Die deskriptive Epidemiologie beschreibt die betroffenen Personen und die Verteilung der Fälle in Raum und Zeit. Die analytische Epidemiologie sucht nach kausalen Zusammenhängen.

### Keimzahl und Kolonie-bildende Einheit (KBE)

Masszahl der Bakteriologie für den Gehalt an Bakterien in einer Probe. Die Konzentration wird pro Liter (KBE/l) oder pro Milliliter (KBE/ml) ausgedrückt.

### Kühlturm

Installation auf der Aussenseite von industriellen oder kommerziellen Kühlaggregaten und Klimaanlage. Beim Wärmeaustausch zwischen Luft und Wasser ist das zu kühlende Wasser in direktem Kontakt mit der Umgebungsluft. Das warme Wasser wird dabei im oberen Teil des Kühlturms pulverisiert und rieselt dann über den Wärmeaustauschkörper. Die Luft fließt durch das Berieselungssystem und wird wieder in die Umgebung ausgestossen. Der Kühleffekt kommt durch den Verlust von Verdampfungswärme zustande.

(Referenz: Ministère de l'emploi et de la solidarité, Ministère de l'économie, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement. Guide des bonnes pratiques: Legionella et tours aérorefrigérantes. 2001).

### **Legionella**

Aerobes GRAM negatives Bakterium aus der Familie der Legionellaceae. Diese Familie umfasst mehr als 60 Spezies, die überall in der Umwelt vorkommen und aus vielen natürlichen oder künstlichen, feuchten oder nassen Milieus isoliert werden können.

### **Luftaufbereitungssystem**

Luftaufbereitungssysteme sind Installationen, die die Umgebungsluft so verändern, dass bestimmte Parameter konstant gehalten werden (Temperatur, relative Feuchtigkeit, Luftbewegung, Staubgehalt).

### **Mikroorganismen**

Mikroskopisch kleine Organismen wie Bakterien, Viren, Protozoen (z.B. Amöben), Algen, Pilze und Schimmelpilze.

### **Nosokomiale Infektion**

Infektionskrankheit, welche während eines Spital- oder Pflegeaufenthalts erworben wurde.

**Schwellenwert:** Empfohlene Höchstwert

## **2 Abkürzungen**

- CCP: Critical Control Point.
- CIP: Cleaning in place
- DPD : diethyl paraphenylene diamine. La méthode la plus rapide et la plus facile pour tester la présence de chlore résiduel est le test DPD
- FFP : Filtering Facepiece Particles. Le port d'un masque de protection ultrafiltrant (FFP2 ou FFP3)
- ESGLI: ESCMID Study Group for Legionella Infections
- ELDSNet: European Legionnaires' Disease Surveillance Network.
- ECDC: European Centre for Disease Prevention and Control
- RLT-Anlagen: Raumluftechnische Anlagen
- SIA: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein.
- SVGW: Schweizerisches Verband des Gas- und Wasserfaches
- SWKI: Schweizerischen Vereins von Gebäudetechnik-Ingenieuren
- TALD : travel-associated Legionnaires' diseases
- VDI: Vereins Deutscher Ingenieure (VDI).



15.8.2018

## Modul 20 Nützliche Adressen

### **Bundesamt für Gesundheit (BAG)**

Direktionsbereich Öffentliche Gesundheit  
Abteilung Übertragbare Krankheiten  
3003 Bern  
Tel: +41 (0)58 462 95 86  
Fax: +41 (0)31 322 95 74  
[www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch)

### **Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV)**

Abteilung Lebensmittel und Ernährung  
3003 Bern  
Tel: +41 (0)58 463 31 05  
[www.blv.admin.ch](http://www.blv.admin.ch)

### **Bundesamt für Energie (BFE)**

Postfach  
3003 Bern  
Tel: +41 (0)31 322 56 11  
Fax: +41 (0)31 323 25 00  
[www.suisse-energie.ch](http://www.suisse-energie.ch)

### **Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA)**

Überlandstr. 129  
8600 Dübendorf  
Tel: +41 (0)58 765 11 11  
Fax: +41 (0)58 765 11 22  
[www.empa.ch](http://www.empa.ch)

### **H+ Die Spitäler der Schweiz**

Lorrainestrasse 4A  
3013 Bern  
Tel: +41 (0)31 335 11 11  
Fax: +41 (0)31 335 11 70  
[www.hplus.ch](http://www.hplus.ch)

### **Nationales Referenzzentrum für Legionellen (NRLZ)**

Servizio di microbiologia EOLAB  
Centro Nazionale die Referenza per Legionella  
via Mirasole 22A  
6500 Bellinzona  
Tel: +41 (0)91 811 17 18  
Fax: +41 (0)91 811 17 19  
<http://microbiologia.eoc.ch/en/Legionella/CNRL-deutsch.html>

### **Schweizerischer Verein von Gebäudetechnik-Ingenieuren (SWKI)**

Solothurnstrasse 13  
3322 Schönbühl  
Tel: +41 (0)31 852 13 00  
Fax: +41 (0)31 852 13 01  
[www.swki.ch/](http://www.swki.ch/)

### **Schweizerische Gesellschaft für Arbeitsmedizin (SGARM)**

<http://sgarm.ch/wordpress/>

### **Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (sia)**

Generalsekretariat  
Selnaustrasse 16  
8039 Zürich  
Tel: +41 (0)44 283 15 15  
Fax: +41 (0)44 283 15 16  
[www.sia.ch](http://www.sia.ch)

### **Schweizerische Normen-Vereinigung**

Bürglistr. 29  
8400 Winterthur  
Tel: +41 (0)52 224 54 54  
Fax: +41 (0)52 224 54 74  
[www.snv.ch](http://www.snv.ch)

### **Schweizerisch-Liechtensteinischer Gebäudetechnikverband suissetec**

Auf der Mauer 11  
Postfach  
8023 Zürich  
Tel: +41 (0)43 244 73 00  
Fax: +41 (0)43 244 73 79  
[www.suissetec.ch](http://www.suissetec.ch)

### **Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW)**

SVGW Zürich  
Grütlistrasse 44  
Postfach 2110  
8027 Zürich  
Tel: +41 (0)21 310 48 60  
Fax: +41 (0)21 310 48 61  
[www.svgw.ch](http://www.svgw.ch)

### **Schweizerische Unfallversicherung (Suva)**

Fluhmattstrasse 1  
Postfach  
1001 Lausanne  
Tel: +41 0848 820 820  
Fax: +41 0848 820 821  
[www.suva.ch](http://www.suva.ch)

### **swissnoso**

Nationales Zentrum für Infektionsprävention  
Aktuelle Erkenntnisse im Bereich nosokomiale  
Infektionen und Spitalhygiene  
[www.swiss-noso.ch/](http://www.swiss-noso.ch/)



**Vereinigung Schweizerischer Sanitär- und  
Heizungsfachleute (VSSH)**

Radgasse 3

8005 Zürich

Tel: +41 (0)43 366 66 77

Fax: +41 (0)43 366 66 01

[www.vssh.ch](http://www.vssh.ch)



15.08.2018

---

## Modul 21 Gesetzliche Grundlagen, Normen, Richtlinien und Empfehlungen

### Inhalt

<b>1</b>	<b>Gesetzliche Grundlagen .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Normen .....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Richtlinien &amp; Merkblätter .....</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>Empfehlungen.....</b>	<b>2</b>
<b>5</b>	<b>Empfehlungen anderer Länder .....</b>	<b>2</b>

### 1 Gesetzliche Grundlagen

- Bundesgesetz über die Bekämpfung übertragbarer Krankheiten des Menschen (Epidemiengesetz (EpG) SR 818.101
- Bundeslebensmittelgesetz über Lebensmittel und Gebrauchsgegenstände (LMG) SR 817.0
  - Lebensmittel- und Gebrauchsgegenständeverordnung (LGV) SR 817.02
  - Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV) SR 817.022.11
- Bundesgesetz über den Schutz vor gefährlichen Stoffen und Zubereitungen (Chemikaliengesetz, ChemG) SR 813.1
- Bundesgesetz über Bauprodukte (Bauproduktengesetz, BauPG) SR 933.0
- Verordnung über den Schutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer vor Gefährdung durch Mikroorganismen (SAMV) SR 832 321

### 2 Normen

- SIA-Norm 385/1 «Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden – Grundlagen und Anforderungen», 2011
- SIA-Norm 385/2 «Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden - Warmwasserbedarf, Gesamtanforderungen und Auslegung», 2015
- SIA-Norm 385/9 «Wasser und Wasseraufbereitungsanlagen in Gemeinschaftsbädern», 2011
- ISO 6222; International Organization for Standardization. Water quality – enumeration of culturable microorganisms, 1999
- ISO 11731; International Organization for Standardization. Water quality — Enumeration of Legionella, 2017
- SWKI: BT102-01 Wasserbeschaffenheit für Gebäudetechnik-Anlagen
- SWKI: VA104-02 Hygiene-Anforderungen an raumluftechnische Anlagen und Geräte
- VDI: Richtlinie des VDI 2047 Blatt 2 «Rückkühlwerke - Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von Verdunstungskühlanlagen

### 3 Richtlinien & Merkblätter

- Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW); Richtlinie W13 über UV-Desinfektion in der Wasserversorgung. 2010
- Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW). Richtlinien für die Qualitätsüberwachung in der Trinkwasserversorgung. Regelwerk W1d. 2005.
- Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW). Leitsätze für die Erstellung von Trinkwasserinstallationen. Regelwerk W3d. 2000.
- Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW); Merkblatt „Legionellen in Trinkwasserinstallationen – Was muss beachtet werden?“ 2005.

#### **EU:**

Members of the European surveillance scheme for travel associated Legionnaires' disease, European Working Group for Legionella Infections. European guidelines for control and prevention of travel associated Legionnaires' disease. 2005.

#### **WHO:**

World Health Organization. WHO Guidelines for Drinking Water Quality, Fourth Edition, incorporating first addendum. ed. 2017.

### 4 Empfehlungen

- Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW). Empfehlungen für den Einsatz von Chlorgas in der Trinkwasserversorgung. W1001d. 2000.
- Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW). Empfehlungen für die Reinigung und Desinfektion von Trinkwasserleitungen. W1000d. 2000.
- Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW). Legionellen in Trinkwasserinstallationen - Was muss beachtet werden? Merkblatt W 10002; 2005.

### 5 Empfehlungen anderer Länder

#### **a. Deutschland:**

Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches. Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen; Technische Massnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen - Arbeitsblatt- Technische Regel, Arbeitsblatt W 551, Ausgabe 4/04.

#### **b. Frankreich:**

- Conseil supérieur d'hygiène publique de France. Le risque lié aux légionelles – Guide d'investigation et d'aide à la décision. 1-67. 2005. Conseil supérieur d'hygiène publique de France, Section des maladies transmissibles, Section des eaux.
- Direction générale de la santé, Direction de l'hospitalisation et de l'organisation des soins. CIRCULAIRE DGS/SD7A/SD5C-DHOS/E4, N° 2002/243 du 22/04/2002 relative à la prévention du risque lié aux légionelles dans les établissements de santé. 2002.

#### **c. Grossbritannien:**

Health and Safety Executive. Legionnaires Disease: The control of legionella bacteria in water systems. Approved code of practice and guidance. L8. HSEBooks, 2000.