

Legionellen (im Allgemeinen die Art *Legionella pneumophila*) sind Bakterien, die die Legionärskrankheit (=Legionellose) verursachen. Legionellen vermehren sich gern in von Menschen geschaffenen nassen oder feuchten Milieus.

Die Epidemiologie befasst sich mit den Beziehungen zwischen Infektionserreger, Wirt (dem betroffenen Menschen) und Umwelt. Das gesammelte Wissen in diesen drei Bereichen ermöglicht Massnahmen zur Verminderung des Auftretens der Krankheit in der Bevölkerung. Insbesondere betreffen die Massnahmen die Umwelt, welche das Legionellenwachstum möglichst nicht begünstigen soll. Die vorliegende Arbeit ersetzt die Broschüre «Legionellen und Legionellose» einer Arbeitsgruppe des BAG aus dem Jahr 1999. Der modulare Aufbau soll dem spezifischen Interesse der beteiligten Personen entsprechen (Ärzte, Techniker, Sanitärplaner und Installateure, Verantwortliche für Klimatechnik, Betriebsverantwortliche in Spitätern, Spitalinfektionsverantwortliche, Hotelbetreiber, Hausbesitzer etc.) und die nötigen Informationen liefern, damit praktische Situationen verstanden und bewältigt werden können.

Vorbemerkung:

Der Ausdruck *Legionella* spp. (Spezies) umfasst alle Arten der Gattung *Legionella*.

Zum vorliegenden Dokument haben folgende Personen betragen:

**Simone Graf, Karim Boubaker, Peter Helbling und Pierre-Alain Raeber**

Abteilung Übertragbare Krankheiten  
Bundesamt für Gesundheit, Bern

**Valeria Gaia und Raffaele Peduzzi**

Kantonales Institut für Mikrobiologie,  
Nationales Referenzzentrum für *Legionella*,  
Bellinzona

**Jean-Paul Albert und Jean-Marc Ruiz**

CEB-INDOOR SA, Lausanne

**Sylvia Gautsch**

Kantonales Laboratorium Basel-Stadt, Basel

**Nicolas Troillet**

Zentralinstitut der Walliser Spitäler, Sitten

**Philippe Sudre**

Direction générale de la santé, Genève

**Gilbert Greub, Dominique Blanc und Jacques Bille**

Centre hospitalier universitaire vaudois,  
Lausanne

**Peter Hohl**

Bug Doctors GmbH, Basel

**Christine Campese und Didier Che**

Institut de Veille sanitaire, Saint-Maurice,  
Frankreich

**Robert Haas\*, Pierre Gaille und Urs Kamm**

Wasserversorgung, Schweizerischer Verein des  
Gas- und Wasserfaches, Zürich

**Pierre Studer**

Sektion Lebensmittel und  
Gebrauchsgegenstände  
Bundesamt für Gesundheit, Bern

**Gérard Donzé**

Sektion Biozide & Pflanzenschutzmittel  
Bundesamt für Gesundheit, Bern

**Edgar Käslin**

Bereich Chemie  
Schweizerische Unfallversicherungsanstalt,  
Luzern

**Stefan Wiederkehr\***

Sektion Öffentliche Hand und Gebäude  
Bundesamt für Energie, Bern

**Eric Albers**

energho, Ecublens

**Bruno Stadelmann\***

Abteilung Heizung Lüftung Klima und  
Sanitärrinstallationen, Hochschule Technik und  
Architektur, Luzern

**David Burkhardt**

Schweizerischer Verein von Wärme- und Klima-  
Ingenieuren, Schönbühl

**Jürg Nipkow, Jean-Marc Suter, René Périsset und Peter Vogelsanger**

Kommission SIA 385, Zürich

\*ebenfalls Mitglied der Kommission SIA 385

## Inhalt

Inhalt .....	1-1
Modul 1 Einleitung .....	1-1
1. Geschichtliches .....	1-1
2. Mikrobiologie und Ökologie .....	1-1
Modul 2 Epidemiologie .....	2-1
1. Morbidität und Mortalität .....	2-1
2. Übertragungswege und Risikofaktoren .....	2-1
Modul 3 Klinik der Legionellenerkrankungen .....	3-1
1. Einleitung .....	3-1
2. Legionärskrankheit .....	3-1
3. Pontiac-Fieber .....	3-2
Modul 4 Labordiagnostik aus klinischen Proben .....	4-1
1. Kultur .....	4-1
2. Direkte Immunfluoreszenz .....	4-1
3. Nachweis des Antigens im Urin .....	4-1
4. Serologie .....	4-1
5. Genamplifikation .....	4-1
6. Typisierung .....	4-2
Modul 5 Überwachungssystem und Falldefinitionen .....	5-1
1. Epidemiologische Überwachung der Legionellose in der Schweiz .....	5-1
2. Falldefinitionen für die epidemiologische Überwachung .....	5-3
3. Datenpräsentation und Analyse .....	5-3
Modul 6 Prinzipien der epidemiologischen Abklärungen .....	6-1
1. Einleitung .....	6-1
2. Klassifizierung eines Legionellosefalles: „nosokomiale Legionellose – Reise-Legionellose – im Alltag erworbene Legionellose“ .....	6-1
3. Allgemeines zu den epidemiologischen Abklärungen .....	6-2
Modul 7 Nosokomiale Legionellose: Definition und Abklärungen .....	7-1
1. Definitionen .....	7-1
2. Einleitung .....	7-1
3. Abklärung einer nosokomialen Legionellose .....	7-1
Modul 8 Reise-assoziierte Legionellose (Reise-Legionellose): Definition und Abklärung .....	8-1
1. Definitionen .....	8-1
2. Einleitung .....	8-1
3. Untersuchung der Reise-Legionellose .....	8-1
Modul 9 Abklärung von im Alltag erworbenen Legionellosen („community-acquired legionellosis“) ..	9-1
1. Definition .....	9-1
2. Einleitung .....	9-1
3. Abklärung einer im Alltag erworbenen Legionellose .....	9-1
Modul 10 Suche nach Legionellen in der Umgebung – Wichtige Punkte für die Probenentnahme ..	10-1
1. Einleitung .....	10-1
2. Praktische Überlegungen .....	10-1
Modul 11 Legionellen in Gebäuden und sanitären Einrichtungen .....	11-1
1. Einleitung .....	11-1
2. Gesetzlicher Rahmen .....	11-1

Modul 12 Sanitäre Installationen .....	12-1
1. Einleitung .....	12-1
2. Grenzwerte .....	12-1
3. Prävention .....	12-2
4. Korrekturmassnahmen .....	12-5
5. Überwachungsdispositiv .....	12-10
6. Verantwortlichkeiten .....	12-10
Modul 13 Sonderfall Spitäler und Pflegeheime .....	13-1
1. Einleitung .....	13-1
2. Grenzwerte .....	13-1
3. Präventionsmassnahmen .....	13-1
4. Korrekturmassnahmen .....	13-2
5. Überwachungsdispositiv .....	13-2
Modul 14 Spezialfall Schwimmbäder und Sprudelbäder .....	14-1
1. Einleitung .....	14-1
2. Grenzwerte .....	14-1
3. Präventivmassnahmen .....	14-1
4. Korrekturmassnahmen .....	14-2
5. Überwachungsmassnahmen .....	14-2
6. Verantwortlichkeiten .....	14-2
Modul 15 Spezialfall lüftungstechnische Anlagen .....	15-1
1. Einleitung .....	15-1
2. Grenzwerte .....	15-1
3. Präventive Massnahmen .....	15-2
4. Korrekturmassnahmen .....	15-4
5. Überwachungsmassnahmen .....	15-4
6. Verantwortlichkeiten .....	15-4
Modul 16 Spezialfall Hotels und andere vorübergehende Übernachtungsorte .....	16-1
1. Einleitung .....	16-1
2. Grenzwerte .....	16-1
3. Massnahmen zur Prävention, zur Problembehebung und zur Überwachung .....	16-1
4. Überwachungsdispositiv .....	16-1
5. Verantwortlichkeiten .....	16-3
Modul 17 Spezialfälle von Installationen zum persönlichen Gebrauch .....	17-1
1. Einleitung .....	17-1
2. Grenzwerte .....	17-1
3. Präventionsmassnahmen .....	17-1
4. Korrekturmassnahmen .....	17-2
5. Verantwortlichkeiten .....	17-2
Modul 18 Isolierung und quantitativer Nachweis von Legionellen in Umweltproben .....	18-1
Modul 19 Mikrobiologische Untersuchungen von Luft .....	19-1
Modul 20 Nationales Referenzzentrum für Legionellen (NRL) .....	20-1
Modul 21 Wörterbuch .....	21-1
Modul 22 Nützliche Adressen .....	22-1

## Modul 1 Einleitung

### 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 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.

Im letzten Jahrhundert haben Hygienemassnahmen und der wissenschaftlich-technologische und medizinische Fortschritt auf spektakuläre Art die Anzahl tödlicher Epidemien vermindert. Andererseits hat der Mensch aber auch die Voraussetzungen für neue Arten von Infektionen geschaffen.

Das Auftauchen der Legionellen als Problem der öffentlichen Gesundheit ist ein Beispiel für negative Konsequenzen menschlicher Aktivität, mit denen wir uns heute, wo wir sie erkennen, befassen müssen. Solange sich die Legionellen in ihrem natürlichen Ökosystem befinden, verursachen sie keine besonderen Probleme. Aber als Nebeneffekt des gesteigerten Komforts (Warmwassersysteme, Klimaanlagen, Sprudelbäder usw.) hat der Mensch ökologische Nischen geschaffen, in denen Vermehrung und Verbreitung von Legionellen begünstigt werden.

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

### 2. Mikrobiologie und Ökologie

Die Legionellen sind gramnegative, strikt aerobe Stäbchen ohne Kapsel oder Sporenbildung. Sie können sich im Zellinnern, insbesondere in freien 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 bedeutend seltener Arten. Deren bekannteste sind (in alphabetischer Reihenfolge): *L. anisa*, *L. bozemanii*, *L. cincinnatensis*, *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, artesische Brunnen, Trinkwasserleitungen (Heiss- und Kaltwasser), Auslaufarmaturen, Duschköpfe, mit Wasser funktionierende Kühlseinrichtungen (Drehbänke, Werkzeugmaschinen etc.), Klimagesysteme, Verdampfer, Zierbrunnen, Sprudelbäder (Jacuzzi, Whirl Pools), Kreisläufe mit Wasserrückführung, industrielle Befeuchtungseinrichtungen mit Wassersprühern oder Luftwascheinrichtungen (z.B. Papierindustrie). Sporadisch werden Legionellen 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. Legionellen vermehren sich zwischen 25 °C und 45 °C (Optimum um 37 °C) und bei einem neutralen oder leicht sauren pH-Wert. Sie können aber auch zwischen 5 °C und 63 °C sowie einem pH-Wert zwischen 5,5 und 8,1 überleben.

Die Legionellen können sich innerhalb von frei lebenden Amöben (Acanthamoeba, Naegleria, Echinamoeba, Hartmannella etc.) sowie in bestimmten Ziliaten (Tetrahymena etc.) vermehren. Sie benützen andere Mikroorganismen als Nahrungsquelle und Enzymlieferanten. Trinkwasser-Leitungennetze 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 Amöbenzytosen, 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 abzutöten (siehe Modul 12 Punkt 4.3.1). Sogar unter Idealbedingungen vermehren sich Legionellen langsam: Die Verdoppelungszeit beträgt etwa vier Stunden und es sind zwei bis vier Tage Inkubationszeit nötig, um im Labor 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 Steenberg 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.

## Modul 2 Epidemiologie

### 1. Morbidität und Mortalität

Die epidemiologische Überwachung der Legionellose hat sich in den letzten Jahren verbessert, vor allem Dank der vermehrten Sensibilisierung der behandelnden Ärzteschaft auf das Problem und Dank einem einfachen und nicht-invasiven Test (Nachweis des löslichen Antigens im Urin, Modul 4 Punkt 3). Trotzdem bleibt die Legionellose eine zu selten diagnostizierte und unvollständig gemeldete Krankheit. Darum ist es in den meisten Ländern schwierig, die Morbidität und Mortalität genau zu beziffern. Im Jahr 2006 berichtete EWGLI (European Working Group for Legionella Infections) von 6280 gemeldeten Legionellosefällen in 35 europäischen Ländern mit einer Bevölkerung von 563 Millionen. Die gesamte Inzidenz lag damit bei 1,1 offiziell gemeldeten Fällen pro 100'000 Einwohner mit einer Letalität von 6,6%.

Nach den Meldungen an das BAG ist die Inzidenz der Legionellose in der Schweiz seit dem Jahr 2000 im Durchschnitt 2,0 Fälle pro 100'000 Einwohner mit einer Letalität von 6,5%. Genauere Angaben mit den neusten Daten sind auf der BAG-Homepage unter [www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch) abrufbar. Lediglich die sicheren und wahrscheinlichen Legionellenpneumonien (Definitionen siehe Modul 5 Punkt 2) werden in den Schweizer Daten aufgeführt, nicht aber die grippeähnlichen fieberhaften Legionellen-erkrankungen (Pontiac-Fieber) oder die extrapulmonalen Infektionen.

### 2. Übertragungswege und Risikofaktoren

Von Legionellen hervorgerufene Krankheiten können sporadisch (als isolierte Fälle), als Gruppen oder auch als echte Epidemien 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. Nur Partikel bis zu einem Durchmesser von 5 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 vom Fall 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 also eine infektiöse, aber keine ansteckende Krankheit.

Die wichtigsten Infektionsquellen sind Wasserleitungssysteme, lüftungstechnische Anlagen und Kühltürme. In Australien, Neuseeland, Japan und den USA wurden verschiedentlich Infektionen durch *Legionella longbeachae* beschrieben, die auf Humus oder Komposterde zurückgeführt wurden. In der Schweiz wurden im Jahr 2006 vom Nationalen Referenzzentrum in verschiedenen Pflanzenerden mehrere pathogene und nicht-pathogene Arten von Legionellen nachgewiesen (Simona Casati, Valeria Gaia, Publikation im Druck). Auch wenn bisher in der Schweiz noch kein Erkrankungsfall auf diese Exposition zurückgeführt werden konnte, wurde das Meldeformular 2008 angepasst (Pflanzenerde als mögliche Infektionsquelle).

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. Auf der Ebene der exponierten Person beeinflussen die natürlichen Abwehrkräfte und der Immunstatus das Erkrankungsrisiko. Bezüglich der infektiösen Dosis ergeben Umweltproben und Tierversuche wenig schlüssige bis widersprüchliche Ergebnisse. Eine interessante aber nicht unwidersprochene These geht dahin, dass eine klinisch manifeste Legionellose mit einer Exposition einer grossen Bakterienmenge oder Amöbenmenge zusammen hängt, da die Protozoen in der Umwelt als Vermehrungsreservoir und "trojanisches Pferd" für Legionellen dienen können.

Jedes Individuum kann von Legionellen infiziert werden. Die Legionärskrankheit trifft aber im Verhältnis 2:1 mehr bei Männern als bei Frauen auf 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 besonderen Fall der HIV-Infektion ist die Legionellose zwar eine mögliche, aber relativ seltene Komplikation.

## 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.
- 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.

## Modul 3 Klinik der Legionellenerkrankungen

### 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* (Modul 3 Punkt 2)
- Das Pontiac-Fieber, eine akute fiebrige Erkrankung ohne Lungenentzündung, verursacht durch *L. pneumophila*, aber auch durch andere Arten von Legionellen (Modul 3 Punkt 3).

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 oder von Tier zu Mensch konnte bisher noch nie nachgewiesen werden.

### 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 haben einen Anteil von 3,7-3,8 % Legionelleninfektionen sowohl bei ambulant als auch im Spital behandelten Pneumonien gefunden.

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

Andere Komplikationen bei schweren 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** – Gegen Legionellen als intrazelluläre Mikroorganismen sind nur Antibiotika mit einer guten intrazellulären Penetration wirksam. In-vitro-Studien in Zellkulturen zeigten Aktivität von Makroliden, Chinolonen, Rifampicin, Trimethoprim-Sulfamethoxazol und Tetrazyklinen. Erythromycin, lange Zeit das Antibiotikum der Wahl, ist weniger wirksam als neuere Substanzen und Unverträglichkeitsreaktionen und Interaktionen mit anderen Medikamenten sind häufiger. Im Klinikalltag sind die neuen Makrolide (Azithromycin oder Clarithromycin) und Chinolone (Ciprofloxacin oder Levofloxacin) die Antibiotika der Wahl.

Unter Behandlung tritt im Allgemeinen nach 3 bis 5 Tagen eine Besserung ein. Wegen der guten Bioverfügbarkeit kann nach einer deutlichen Besserung von der parenteralen auf die orale Antibiotikagabe umgestellt werden. Die Behandlung dauert 10 bis 21 Tage, letzteres bei Immunsupprimierten. Auch wenn zurzeit die wissenschaftliche Evidenz noch düftig ist, empfehlen einige Autoren in schweren Fällen die gleichzeitige Gabe von zwei Substanzen (Makrolid plus Rifampicin oder Makrolid plus Chinolon).

Auch wenn in vitro eine Empfindlichkeit des Stamms gegen Penicilline, Cephalosporine, Imipenem und Aminoglycoside nachgewiesen wird, sind diese Substanzen wegen fehlender intrazellulärer Aktivität nicht für die Behandlung der Legionellose geeignet.

### 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, Diarröh und eventuell einer Bewusstseinstrübung. 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.

### 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.
- Den Boer JW, Yzerman EP, Schellekens J, Lettinga KD, Boshuizen HC, Van Steenbergen 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.
- 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.
- 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, Mühlmann 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.
- 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.

## Modul 4 Labordiagnostik aus klinischen Proben

### 1. 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 Typisiermethoden 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.

### 2. 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.

### 3. 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, aber im Allgemeinen sucht man 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 innerhalb 3 Stunden ein Resultat und sind zuverlässig. Die Spezifitäten aller Testkits sind annähernd 100%. Die Sensitivität für Lp1 aller Testkits liegt bei 94%, während sie für die anderen Serogruppen nur zwischen 13 und 45% liegt. Für den Kliniker ist vor allem der positive prädiktive Wert wichtig. Bei mit Legionellen gut vereinbaren Symptomen spricht ein positives Testresultat stark für eine Legionellose, während ein negatives Resultat eine Legionellose nicht ausschliesst.

### 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 Unterguppen 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.

## Referenzen

- Cloud JL, Carroll 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, Bangsborg 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, Bangsborg 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, Bangsborg 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], Biostest EIA, and Binax NOW immunochemical 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, Pastoriza 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 Biostest 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, Jaton 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.

## Modul 5 Überwachungssystem und Falldefinitionen

### 1. Epidemiologische Überwachung der Legionellose 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 Legionellosen 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 ([www.ewgli.org](http://www.ewgli.org)). Die Ziele der Überwachung sind, die Häufigkeit der Legionellose im zeitlichen und räumlichen Verlauf zu verfolgen und ungewöhnliche Häufungen (Ausbrüche mit gemeinsamer Quelle, siehe Modul 5 Punkt 2.3) 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 Epidemiengesetz (SR 818.101, [www.admin.ch/ch/d/sr/c818\\_101.html](http://www.admin.ch/ch/d/sr/c818_101.html)) von 1970 mit der Meldeverordnung (SR 818.141.1, [www.admin.ch/ch/d/sr/c818\\_141\\_1.html](http://www.admin.ch/ch/d/sr/c818_141_1.html)). Die Details sind in der Verordnung über Arzt- und Labormeldungen aufgeführt ([www.admin.ch/ch/d/sr/c818\\_141\\_11.html](http://www.admin.ch/ch/d/sr/c818_141_11.html)). Letztere wird laufend auf ihre Aktualität geprüft und regelmässig aufdatiert.

Meldepflichtig ist jeder Laborbefund in Material von Patienten, der auf eine Legionellose hinweist -- Kultur, Urinantigen, direkte Immunfluoreszenz, Serologien, Genomamplifikation (PCR). Die Labormeldung geht vom Labor zum Kantonsarzt des Wohnorts des Patienten und parallel auch an das BAG. Der Kantonsarzt holt in der Folge innert der gesetzlichen Frist von 7 Tagen die Ergänzungsmeldung (Modul 5 Punkt 1.2) beim Auftrag gebenden Arzt ein.

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

Die jährlichen Analysen ergeben weitere epidemiologische Parameter, die für Massnahmen gegen das Legionellenproblem in der Schweiz nützlich sind (soziodemographische Daten, Risikofaktoren, Risikogruppen).

## 1.2. Abbildung 5 A Ergänzungsmeldung



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI  
**Bundesamt für Gesundheit BAG**  
Direktionsbereich Öffentliche Gesundheit

leer lassen

Diese Ergänzungsmeldung<sup>a</sup> bitte ausfüllen und innerhalb einer Woche an den/die Kantonsarzt/-ärztin und nicht direkt ans BAG senden.

### Legionellose

2009

Patient/in	Name/Vorname:	Geburtsdatum:	/ /	Geschlecht:	<input type="checkbox"/> w <input type="checkbox"/> m
Strasse:	PLZ/Wohnort:	Kanton:		Tel.:	
Nationalität:	<input type="checkbox"/> CH <input type="checkbox"/> andere:	Berufliche Tätigkeit:			
<b>Diagnostik</b>					
Legionella-Pneumonie:	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	Manifestationsbeginn, Datum:	/ /		
Risikofaktoren:	<input type="checkbox"/> Tabakrauchen	<input type="checkbox"/> Immunsuppression	<input type="checkbox"/> Krebs/Hämopathie	<input type="checkbox"/> Diabetes	
	<input type="checkbox"/> andere: _____		<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> unbekannt	
Labor:	Name/Tel.: _____				
	Entnahme: Datum: / / Material: _____				
	Methode: <input type="checkbox"/> Kultur <input type="checkbox"/> Urin-Antigen <input type="checkbox"/> Serologie <input type="checkbox"/> PCR <input type="checkbox"/> andere: _____				
<b>Verlauf</b>					
Hospitalisation:	<input type="checkbox"/> ja, Eintrittsdatum: / /	Austrittsdatum:	/ /	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> unbekannt
Zustand:	<input type="checkbox"/> geheilt <input type="checkbox"/> nicht geheilt	<input type="checkbox"/> Tod, Datum:	/ /		
Anderer Verlauf: _____					
<b>Exposition</b> Markieren Sie die Orte, an denen sich die Person während den <b>14 Tagen</b> vor Ausbruch der Krankheit aufgehalten hat, resp. die Installationen, denen Sie ausgesetzt war. Fügen Sie anschliessend die entsprechende Nummer (in Klammer) in die untere Tabelle ein und vervollständigen Sie diese.					
<input type="checkbox"/> Arbeitsplatz (Nr. 1)	<input type="checkbox"/> Altersheim (Nr. 6)	<input type="checkbox"/> Bronchoskop (Nr. 13)	<input type="checkbox"/> Sanitätarbeiten am Wohnort (Nr. 18)		
<input type="checkbox"/> Hotel <sup>a</sup> (Nr. 2)	<input type="checkbox"/> Thermalbad (Nr. 7)	<input type="checkbox"/> Springbrunnen (Nr. 14)	<input type="checkbox"/> Arbeiten mit Blumenerde (Nr. 19)		
<input type="checkbox"/> Zeltplatz <sup>a</sup> (Nr. 3)	<input type="checkbox"/> Sprudelbäder (Nr. 8)	<input type="checkbox"/> Kühlturn (Nr. 15)	<input type="checkbox"/> andere (z.B. Sportverein, Schulhaus-Duschen) (Nr. 20): _____		
<input type="checkbox"/> Ferienhaus (z.B. Chalet) (Nr. 4)	<input type="checkbox"/> Sauna (Nr. 9)	<input type="checkbox"/> Autowaschanlage (Nr. 16)			
<input type="checkbox"/> Spital:	<input type="checkbox"/> Zahnarzt/-ärztein (Nr. 10)	<input type="checkbox"/> Sprühanlagen:	<input type="checkbox"/> keine		
<input type="checkbox"/> Als Patient/in (Nr. 5a)	<input type="checkbox"/> Luftbefeuchter (Nr. 11)	<input type="checkbox"/> Garten (Nr. 17a)	<input type="checkbox"/> unbekannt		
<input type="checkbox"/> Als Besucher/in (Nr. 5b)	<input type="checkbox"/> Inhalationsgerät (Nr. 12)	<input type="checkbox"/> Supermarkt (z.B. Blumen, Früchte- und Gemüsestand) (Nr. 17b)			
Nr.	Datum	Ort/Name der Einrichtung	Genaue Adresse		
	von: / / bis: / /		Str.: _____	Nr.: _____	
	von: / / bis: / /		Ort: _____	Land: _____	
	von: / / bis: / /		Str.: _____	Nr.: _____	
	von: / / bis: / /		Ort: _____	Land: _____	

<sup>a</sup> Bei Reisen mit mehreren Etappen teilen Sie uns bitte die Details (Ort, Hotel, Daten) mit.

Andere bekannte Fälle?  ja, welche: \_\_\_\_\_ Anzahl: \_\_\_\_\_  nein  unbekannt

Arzt/Ärztin Name, Adresse, Tel., Fax (oder Stempel):

Bemerkungen

Datum: / / Unterschrift: \_\_\_\_\_

**Kantonsarzt/-ärztein**

Massnahmen:  nein  ja: \_\_\_\_\_ Datum: / / Unterschrift: \_\_\_\_\_

\* Aktuelle Formulare sind abrufbar unter <http://www.bag.admin.ch/infreporting>

2009V1, Form. Nr. 27

## 2. Falldefinitionen für die epidemiologische Überwachung

Je nach den erhaltenen Angaben werden die Fälle in verschiedene Kategorien eingeteilt, von denen letztlich nur zwei (sichere und wahrscheinliche Fälle) analysiert werden:

### 2.1. Sichere Fälle

Klinische und/oder radiologische Befunde einer Pneumonie zusammen mit mindestens einem der folgenden Laborbefunde:

- Isolierung und Identifikation von *Legionella* spp. in Kultur,
- Nachweis von spezifischem *Legionella pneumophila*-Antigen aus dem Urin,
- Erhöhung des Serum-Antikörpertiters gegen *Legionella pneumophila* sg1 um mindestens einen Faktor 4 (Serokonversion für Lp1) in zwei Proben im Abstand von 4 bis 12 Wochen. Zur Interpretation des Resultats muss auf das Labor abgestützt werden, das die Untersuchung durchgeführt hat.

### 2.2. Wahrscheinliche Fälle

Klinische und/oder radiologische Befunde einer Pneumonie zusammen mit mindestens einem der folgenden Laborbefunde:

- Einzelner hoher Antikörpertiter gegen *L. pneumophila* sg1 oder andere Serogruppen oder andere Legionellen-Spezies,
- Nachweis von Legionellen-Antigen in Atemwegssekreten,
- Nachweis von spezifischen Legionellen-Antigenen durch direkte Immunfluoreszenz in Atemwegssekreten oder in Lungengewebe,
- Mindestens vierfache Erhöhung des spezifischen Titers von Serum-Antikörpern gegen *L. pneumophila* einer anderen Serogruppe als sg1 oder einer anderen Legionellen-Spezies,
- positiver Genomnachweis durch eine Amplifikationstechnik (PCR).

Definitiv ausgeschlossen werden gemeldete Fälle, wenn die Falldefinition für sichere oder wahrscheinliche Fälle nicht erfüllt ist. Dies ist auch dann der Fall, wenn der Kantonsarzt keine Ergänzungsmeldung des Arztes einholen konnte, da dann die klinischen Angaben fehlen.

### 2.3. Gruppierte Fälle

Als "gruppierte" Fälle gelten Erkrankungen, die innerhalb 6 Monaten bei Personen auftreten, die sich innerhalb der gleichen Umgebung (z.B. Quartier, Firma, Verkaufszentrum etc.) aufgehalten haben. Gruppierte Fälle geben Anlass zu einer intensiveren Suche nach einer gemeinsamen Ansteckungsquelle.

## 3. Datenpräsentation und Analyse

Wöchentlich werden die Fallzahlen auf dem Internet provisorisch aufdatiert

([www.bag.admin.ch/infreporting/mv/d/index.htm](http://www.bag.admin.ch/infreporting/mv/d/index.htm)). Die Internetdarstellung berücksichtigt Fälle, die aufgrund aller eingegangener Information als sicher oder wahrscheinlich gelten, aber auch Fälle, die erst von Labors gemeldet, aber noch nicht definitiv klassifiziert sind, weil die Ergänzungsmeldung noch fehlt.

In den jährlichen definitiven Analysen des BAG werden nur die sicheren und wahrscheinlichen Fälle eines Kalenderjahres berücksichtigt. Die Vergleichbarkeit mit anderen Ländern Europas ist durch die Anwendung der gleichen Falldefinitionen gewährleistet ([www.ewgli.org](http://www.ewgli.org)). Zu berücksichtigen sind jedoch die unterschiedliche Qualität der nationalen Meldesysteme und das je nach Land unterschiedliche Ausmass der Diagnostik bei Pneumonien, so dass ein Vergleich der gemeldeten Inzidenzen nur beschränkt sinnvoll ist.

## Referenzen

Die Bundesbehörden der Schweizerischen Eidgenossenschaft. Bundesgesetz vom 18. Dezember 1970 über die Bekämpfung übertragbarer Krankheiten des Menschen (Epidemiengesetz). SR 818.101. 18-12-1970.

Die Bundesbehörden der Schweizerischen Eidgenossenschaft. Verordnung vom 13. Januar 1999 über die Meldung übertragbarer Krankheiten des Menschen (Melde-Verordnung). 818.141.1. 13-1-1999.

Die Bundesbehörden der Schweizerischen Eidgenossenschaft. Verordnung des EDI über Arzt- und Labormeldungen. 818.141.11. 13-1-1999.

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.

## Modul 6 Prinzipien der epidemiologischen Abklärungen

Dieses Kapitel richtet sich in erster Linie an die Kantonsärzte und weitere in der öffentlichen Gesundheit tätige Personen. Es legt die grundlegenden Denkschritte vor einer gezielten Abklärung dar, die das Bundesamt für Gesundheit (BAG) und die European Working Group for Legionella Infections (EWGLI) empfehlen.

### 1. Einleitung

Das Ziel der epidemiologischen Untersuchungen ist es, die Infektionsquelle ausfindig zu machen, um damit weiteren Infektionen vorzubeugen. Epidemien (Häufungen, "clusters") von Legionellosen 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. Zierbrunnen in Shopping Center). 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 (Stilllegung einer Installation, Sanierung etc.).

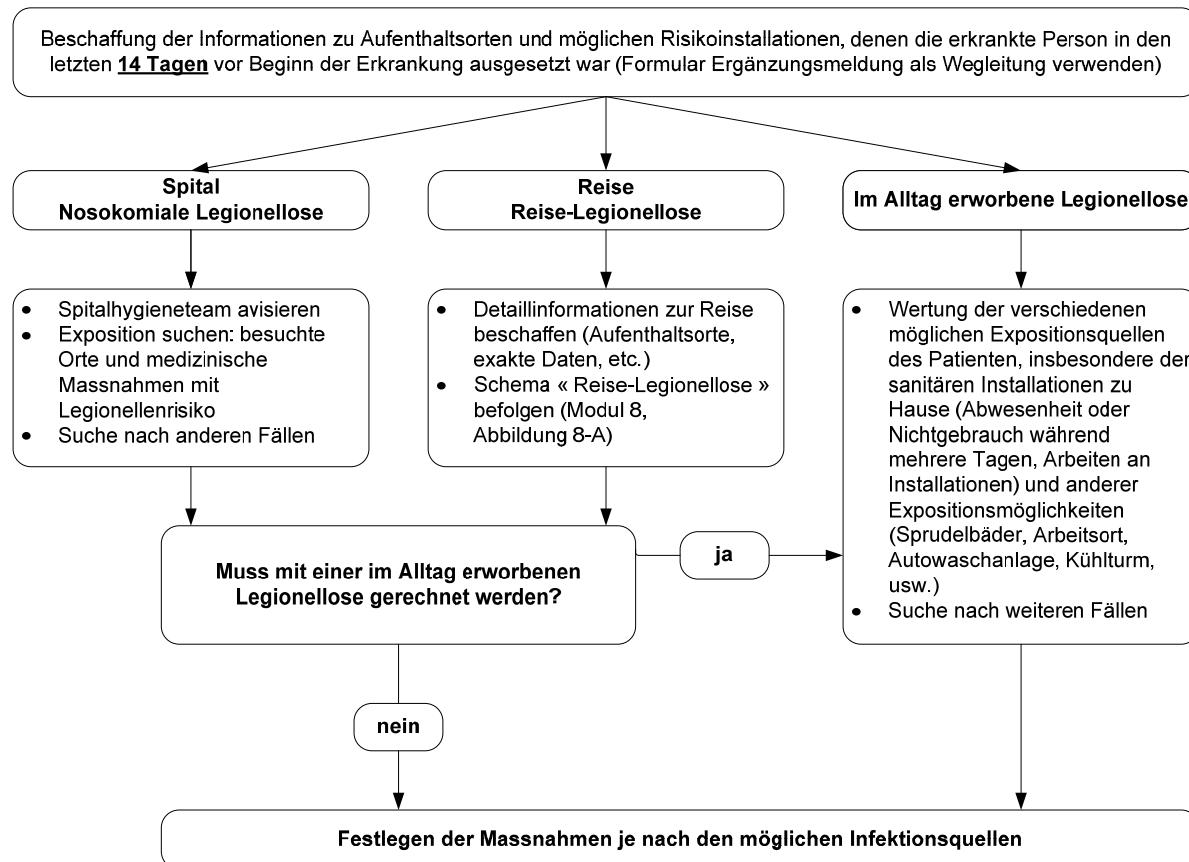
### 2. Klassifizierung eines Legionellosefalles: „nosokomiale Legionellose – Reise-Legionellose – im Alltag erworbene Legionellose“

Jeder Einzelfall wird von den Gesundheitsbehörden, welche die Meldung erhalten, nach dem Expositionsort klassifiziert. Dies dient in erster Linie dazu, eine erste grobe Triage des Falles im Hinblick auf die weitere Zuständigkeit zu erlauben. Damit können die notwendigen Massnahmen ergriffen oder an die zuständigen Personen delegiert werden.

Für die Klassifizierung werden zuerst alle aufgrund der Inkubationszeit und der bekannten Aufenthaltsorte in Frage kommenden Expositionsorte in Betracht gezogen. Die Aufenthaltsorte und Aktivitäten innerhalb der Inkubationszeit werden vom behandelnden Arzt auf der Ergänzungsmeldung angegeben und bei Bedarf vom Kantonsarztamt durch Rückfragen beim Arzt und dem Patienten ergänzt.

Das folgende Vorgehen zur Klassifizierung ist nach dem englischen Untersuchungsprotokoll adaptiert. An erster Stelle steht der Ausschluss eines Aufenthalts in einem Spital oder einer Pflegeinstitution. An zweiter Stelle steht die Frage nach einer Reise. An dritter Stelle stehen Expositionen im Alltag. Dabei steht die Frage nach den konkreten Legionellen streuenden Installation für diese erste grobe Klassifizierung in drei Kategorien noch im Hintergrund, auch wenn sich Hypothesen dazu schon abzeichnen.

### Abbildung 6 A Klassifizierung eines Legionellosefalles nach dem Ort der Exposition



Die Einteilung in eine dieser drei Kategorien ist nicht immer ganz eindeutig, soll aber die ersten Untersuchungen ermöglichen. Die wahrscheinlichste Exposition soll zuerst abgeklärt werden, aber auch die anderen während der Inkubationszeit möglichen Expositionen sollen gebührend berücksichtigt werden.

Eine im Alltag erworbene Legionellose kann auch als Alternative zu einer definitionsgemäss "wahrscheinlichen" nosokomialen Legionellose in Betracht kommen, falls nicht die ganze Inkubationszeit im Spital verbracht wurde. Ebenfalls kommt sie bei definitionsgemässen Reise-Legionellosen als Alternative in Betracht, wenn die Reise nicht die ganze Inkubationszeit von 2-10 Tagen umfasste (siehe Modul 8 Punkt 1).

### 3. Allgemeines zu den epidemiologischen Abklärungen

#### 3.1. Berücksichtigung der Streuquellen

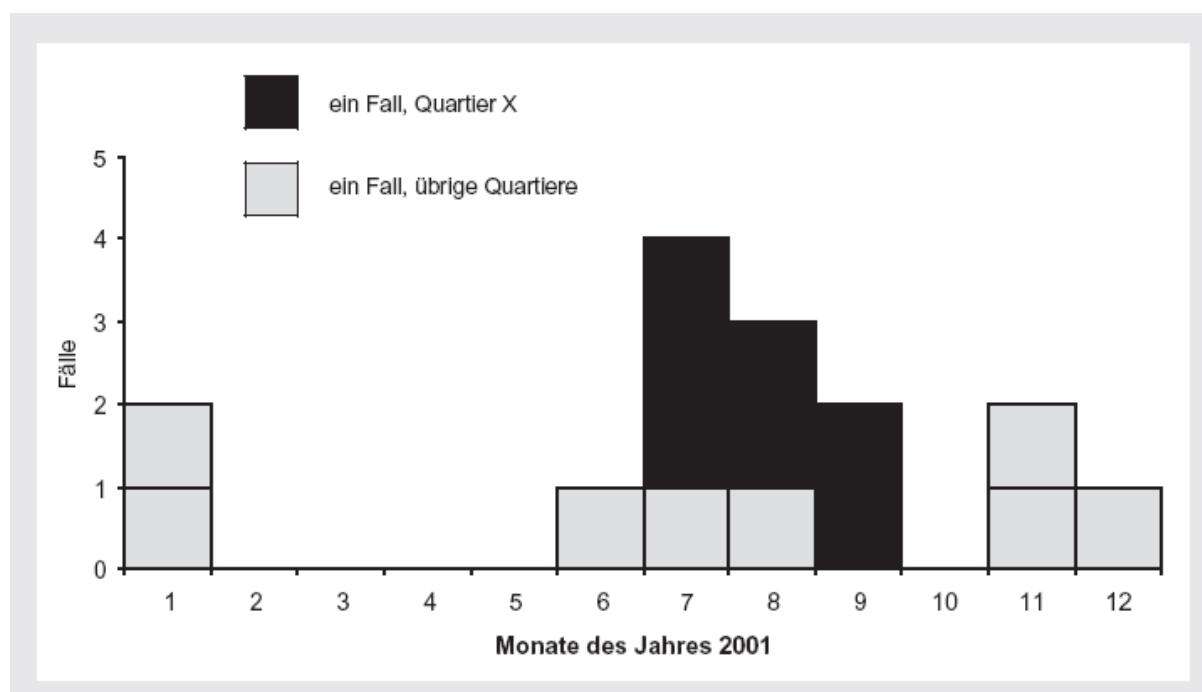
Mit den potentiell Legionellen streuenden Installationen als den eigentlichen Infektionsquellen befasst sich der nächste Abklärungsschritt nach der ersten Grobklassifikation "nosokomial – Reise – Alltag". Die Informationen zu den Streuquellen werden von den meldenden Ärzten ebenfalls auf der Ergänzungsmeldung vermerkt. Sie müssen jedoch je nach Vollständigkeit noch vom Kantonsarzt durch Nachfragen bei den Ärzten und allenfalls beim Patienten ergänzt werden. Auch kann die Information über mögliche Quellen für die weiteren Abklärungen entscheidender sein als die Einteilung in die drei Kategorien "nosokomial", "Reise" und "Alltag". So kann ein möglicher Fall von Reise-Legionellose (z.B. zwei Nächte in einem Hotel) trotz der Einteilung in diese Kategorie zu Abklärungen im Sprudelbad des Fitnessklubs am Wohnort führen, der ebenfalls besucht wurde. Wenn eine im Alltag erworbene Legionellose in Betracht kommt, werden die Abklärungen zu Expositionen im Alltag berücksichtigt. Die Abklärungen werden sich aber in ihrem Ausmass nach der Wahrscheinlichkeit der verschiedenen Expositionen als Ursache für den Fall richten.

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. Der Verdacht auf gruppierte Fälle eines in Klinik oder Praxis tätigen Arztes, aufgrund von eigenen Beobachtungen oder Diskussionen mit Kollegen, soll sofort an den Kantonsarzt gemeldet werden, am besten mit dem Formular "Arzt-Erstmeldung", das unter der Rubrik "Häufung von Beobachtungen oder besonderes Ereignis" abrufbar ist ([http://www.bag.admin.ch/k\\_m\\_meldesystem/00733/00814/index.html?lang=de](http://www.bag.admin.ch/k_m_meldesystem/00733/00814/index.html?lang=de) ).

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 in Form einer Epidemiekurve dargestellt.

**Abbildung 6 B 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 muss Umgebungsuntersuchungen an den vermuteten Orten gemeinsamer Exposition zur Folge haben. 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.

### 3.2. Zuständigkeit für Entscheide bezüglich einer Abklärung

Prinzipiell ist der Kantonsarzt/die Kantonsärztin zuständig für das Einholen der epidemiologischen Informationen der Fälle, die auf seinem Gebiet wohnen oder sich dort aufhalten. Er ist auch zuständig für die epidemiologischen Abklärungen bei Verdacht auf eine Streuquelle in seinem geographischen Gebiet.

Der Kantonsarzt informiert auch die Behörden eines anderen Kantons bzw. die regionalen Behörden des Auslands (mit Kopie an das BAG), 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 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 Kantonsarzt vom meldenden Arzt und allenfalls von der erkrankten Person die relevanten Informationen im Detail einholen.

Der Kantonsarzt koordiniert die Massnahmen in seinem Kanton und falls nötig auch in Absprache mit anderen Gesundheitsbehörden, vor allem wenn Grenzregionen betroffen sind. In bestimmten Fällen (nosokomiale Infektionen) kann der Kantonsarzt konkrete Aufgaben an Spezialisten (Spitalhygieniker der betroffenen Institution) delegieren. Er behält aber die Gesamtverantwortung für die Abklärung.

### 3.3. Informationsquellen

Das BAG stellt den Kantonsärzten jede Woche aktualisierte Informationen zur Verfügung ([www.bag.admin.ch/infreporting/mv/d/index.htm](http://www.bag.admin.ch/infreporting/mv/d/index.htm)) und berät sie auf Wunsch. Es teilt ihnen seine

eigenen Beobachtungen mit und koordiniert allenfalls überkantonale Massnahmen. Deshalb muss es über Informationen informiert sein, die schon an andere Behörden ergangen sind (Rubrik "Massnahmen des Kantonsarztes" auf der Ergänzungsmeldung, Modul 5 Punkt 1.2). Damit ein hoher Grad an Expertise zur Legionellenproblematik erhalten bleibt, hat das BAG ein nationales Referenzzentrum bezeichnet (Modul 20). 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).

## Referenz

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.

## Modul 7 Nosokomiale Legionellose: Definition und Abklärungen

### 1. Definitionen

- **Sicher nosokomiale Legionellose:** Der Patient hat die gesamten zehn Tage vor Ausbruch der Krankheit in einem Spital oder einer Pflegeinstitution verbracht.
- **Wahrscheinlich nosokomiale Legionellose:** Der Patient hat mindestens einen der zehn Tage vor Ausbruch der Krankheit in einem Spital oder einer Pflegeinstitution verbracht (allerdings ist die minimale Inkubationszeit von 2 Tagen zu beachten: Eine Legionellose mit Beginn innert 48 Stunden nach Spitaleintritt ist wahrscheinlich nicht nosokomial erworben).

### 2. Einleitung

Legionellosefälle werden manchmal aus Spitätern, Rehabilitationszentren und Alters- oder Behindertenheimen gemeldet. Gründe dafür sind, dass sich dort geschwächte Personen aufhalten (Immundefinition, 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 konkurrenzender 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 denjenigen für Dialyse, Organtransplantationen und Onkologie sowie auf Intensivstationen erhöht. Infektionen aufgrund der Verwendung von unsterilem Wasser für gewisse Massnahmen (Beatmung, Inhalation, Befeuchtung, naso-gastrische Sonden, Lavagen und Drainagen) oder für die Reinigung von Geräten (Bronchoskope, Inhalatoren etc) sind dokumentiert. Auch wenn das Alter (>40 Jahre) ein prädisponierender Faktor ist, wurde schon von seltenen Fällen auf pädiatrischen und neonatologischen Abteilungen berichtet.

### 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 Kantonsarzt die Federführung und Verantwortung für die Abklärung übernehmen. Sonst ist es Aufgabe des Kantonsarztes. Ein Fall von nosokomialer Legionellose sollte rasch zu Korrekturmaßnahmen führen.

#### 3.1 Abklärungsschritte bei nosokomialer Legionellose

- Die Kriterien für die Definition einer nosokomialen Legionellose müssen erfüllt sein.
- Bestätigung der Diagnose. Wenn möglich kulturelle Isolierung des Erregers, um eine genotypische Identifizierung zu ermöglichen. Auch bei antibiotisch behandelten Patienten soll eine Erregerisolation versucht werden.
- 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 von Legionellen mittels Kultur.
- Typisierung: Molekularer Vergleich der aus Patientenproben gewonnenen Stämme mit denjenigen aus Umgebungsproben. Dafür können die Isolate oder die frischen Proben an das nationale Referenzlabor 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 molekulare Analyse möglich ist.

In den Spitätern 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.

## Referenzen

- Bartram J, Chartier Y, Lee JV, Pond K, Surman-Lee S. *Legionella and the prevention of legionellosis*. Chapitre 6. 89-102. 2007. WHO.
- 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 Épidémiologique Hebdomadaire* 2003;(34):164.
- 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.
- 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.
- 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.

## Modul 8 Reise-assozierte Legionellose (Reise-Legionellose): Definition und Abklärung

### 1. Definitionen

- Reise-assozierte Legionellose (Reise-Legionellose): Legionellose bei einer Person, welche in den zehn Tagen vor Auftreten der Symptome eine oder mehrere Nächte an einem vorübergehenden Übernachtungsort verbracht hat.

**Isolierter Fall einer Reise-Legionellose:** Legionellose bei einer Person, welche in den zehn Tagen vor Auftreten der Symptome eine oder mehrere Nächte an einem vorübergehenden Übernachtungsort verbracht hat, ohne dass in den letzten 24 Monaten am gleichen Ort ein weiterer sicherer oder wahrscheinlicher Verdachtsfall von Legionellose aufgetreten ist.

**Gruppierte Fälle von Reise-Legionellose:** Legionellose bei zwei oder mehr Personen, welche in den zehn Tagen vor dem jeweiligen Auftreten der Symptome eine oder mehrere Nächte am gleichen vorübergehenden Übernachtungsort verbracht haben. Der Zeitabstand zwischen den Fällen soll weniger als 24 Monate betragen.

Diese Falldefinitionen wurden von den europäischen Richtlinien adaptiert, die auf Internet publiziert sind ([www.ewgli.org](http://www.ewgli.org)). Die Limite wurde auf zehn Tage angesetzt, damit die Spezifität der Abklärungen erhöht und die Zahl fälschlicherweise verdächtigter Übernachtungsorte tief gehalten wird.

### 2. Einleitung

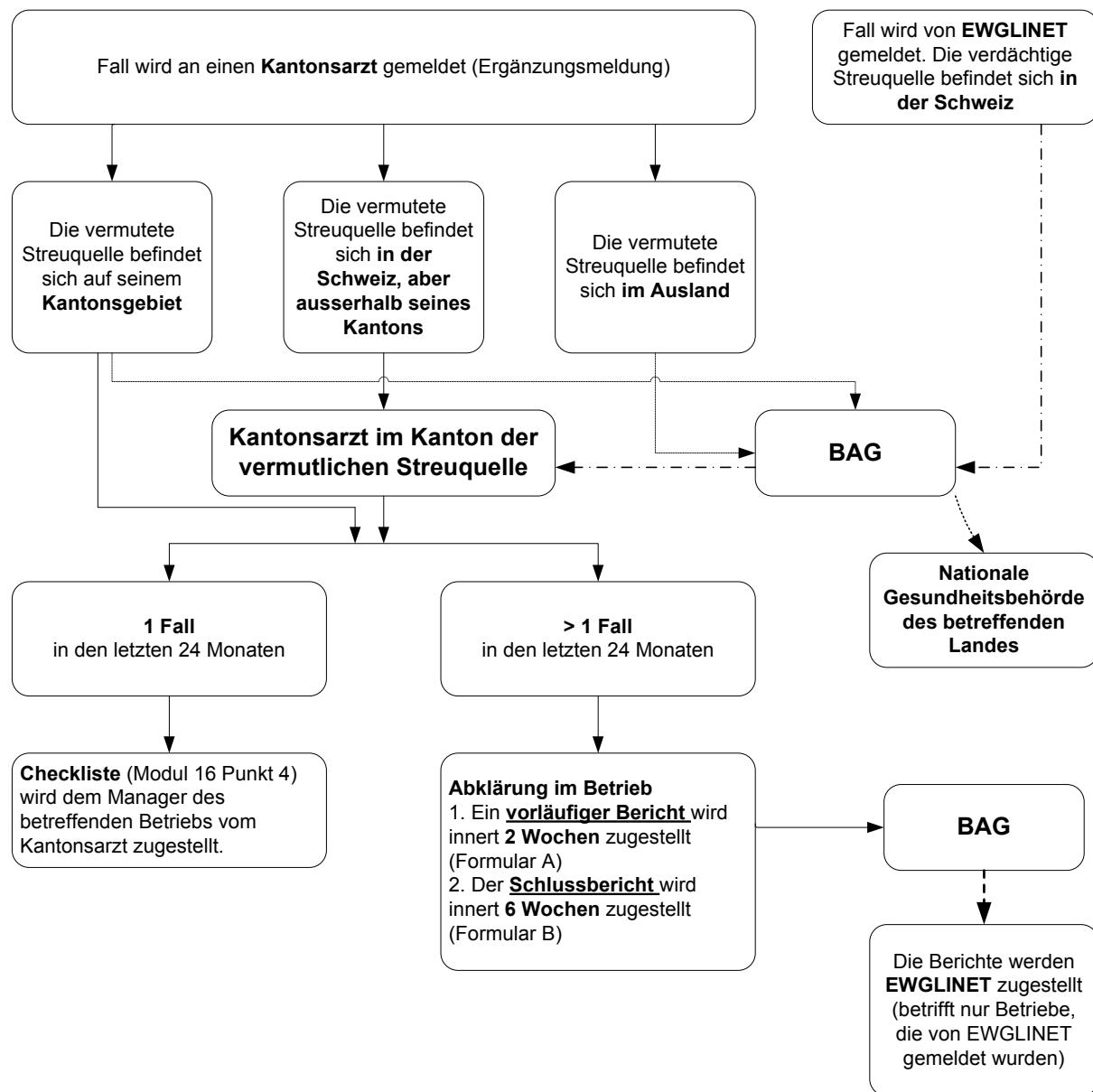
Isolierte oder gruppierte Reise-Legionellosen bleiben ein seltenes Ereignis in Anbetracht der Mobilität der Menschen und der Anzahl Übernachtungen an auswärtigen Orten aller Art. Die sanitären Einrichtungen, belüftungstechnischen Anlagen und Thermal- oder Sprudelbäder (Jacuzzis) sind im Allgemeinen die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

### 3. Untersuchung der Reise-Legionellose

Dem diagnostizierenden und behandelnden Arzt kommt bei der Meldung der Fälle und der Beschaffung der notwendigen Informationen (siehe Ergänzungsmeldung, Modul 5 Punkt 1.2) eine Schlüsselrolle zu. Genaue Informationen sind nötig:

- Liste aller Aufenthaltsorte (genaue Adressen, Aufenthaltsdaten, wenn möglich Zimmernummern der Hotels) des Patienten in den letzten 10 Tagen vor Ausbruch der Erkrankung (siehe Definitionen).
- Spezifische bekannte Expositionen des Patienten wie Duschen, Sprudelbäder, Thermalbäder, Luftbefeuchter etc., mit Angabe von Ort 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.

**Abbildung 8-A Reise-Legionellose - Informationsfluss und Massnahmen**

### 3.1. Netzwerk EWGLINET

**Einleitung.**- Im Jahr 1987 hat EWGLI ein Überwachungsprogramm für Reise-Legionellose ins Leben gerufen. Seit 2002 trägt es den Namen EWGLINET. Mehr als dreissig Länder machen bei diesem Netzwerk mit, das Fälle von Reise-Legionellose identifizieren und in einer einheitlichen Datenbank erfassen soll. Das Hauptziel ist die Entdeckung von für mehrere Fälle verantwortlichen Streuquellen, deren Sanierung und damit die Prävention weiterer Fälle. Tatsächlich tritt die Krankheit oft erst nach der Heimkehr auf. Die Fälle treten deshalb geographisch verstreut auf, obwohl sich die Personen am gleichen Ort aufgehalten haben (Hotel, Zeltplatz, Kreuzfahrtschiff etc.).

**Funktionsweise von EWGLINET.**- Wenn ein Fall einer Reise-Legionellose an EWGLINET gemeldet wird, werden eventuell mit ihm zusammenhängende Fälle in der Datenbank gesucht (gleiche Unterkunft in den letzten 24 Monaten). Falls es sich um einen Einzelfall handelt, orientiert EWGLI die zuständigen nationalen Behörden, in der Schweiz das BAG. Diese kontaktieren das Unternehmen, in der Schweiz via den Kantonsarzt, und schicken eine Checkliste (siehe Modul 16 Punkt 4). Besteht ein Verdacht auf einen Cluster, ergeht an alle an EWGLI teilnehmenden Behörden eine Information. In bestimmten Situationen publiziert EWGLINET 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 dann nur, wenn die standardisierten Prozesse (Umgebungsuntersuchungen, Berichte mit den Formularen A und B innert den vorgesehenen Fristen) nicht eingehalten werden.

**In der Schweiz.**- Die Schweizer Gesetzgebung erlaubt zwar den Austausch von Informationen (Epidemiengesetz, SR 818.101, [www.admin.ch/ch/d/sr/c818\\_101.html](http://www.admin.ch/ch/d/sr/c818_101.html)), jedoch nicht zur Publikation

(Datenschutzgesetz SR 235.1, [www.admin.ch/ch/d/sr/235\\_1/](http://www.admin.ch/ch/d/sr/235_1/)). Deshalb wird ein in der Schweiz durch das obligatorische Meldesystem dem BAG gemeldeter Fall von Reise-Legionellose im Detail an die betreffenden ausländischen Gesundheitsbehörden weitergemeldet, an EWGLINET jedoch nur zum Teil und ohne Angabe des Namens des Betriebs. Die Kantonsärzte informieren sich gegenseitig, wenn ein Fall nicht im Kanton wohnt, in dem sich die verdächtigte Unterkunft befindet.

Im Fall eines Verdachts gruppierter Erkrankungen müssen die kantonalen Gesundheitsbehörden eine Risikoanalyse durchführen (siehe Modul 12 Punkte 3.2 und 3.3), eine Inspektion der technischen Installationen vornehmen und eine Umgebungsabklärung durchführen. Die getroffenen Massnahmen müssen belegt werden können. Die Untersuchungsbehörde sind gebeten, dem BAG einen provisorischen Bericht innert 2 Wochen und einen definitiven vollständigen Bericht innert 6 Wochen nach der Warnung vor gruppierten Fällen abgeben (Formulare A und B in Modul 8 auf [www.bag.admin.ch/themen/medizin/00682/00684/01084/index.html?lang=de](http://www.bag.admin.ch/themen/medizin/00682/00684/01084/index.html?lang=de)). Die Berichte von Fällen, die dem BAG von EWGLINET gemeldet wurden, werden dorthin weitergeleitet. Wenn sie dort nicht innert der gesetzten Frist eintreffen, erscheint der Name des verdächtigten Betriebs auf der Internetseite von EWGLINET. Es ist deshalb im Interesse des Betriebs, aber auch der Tourismusindustrie überhaupt, dass die Gesundheitsbehörden so schnell wie möglich die Untersuchung durchführen und allenfalls die notwendigen Massnahmen treffen können.

## 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.  
Ricketts KD, Yadav R, Joseph CA. Travel-associated Legionnaires disease in Europe: 2006. Euro Surveill 2008; 13(29).  
Schweizerische Eidgenossenschaft. Bundesgesetz vom 18. Dezember 1970 über die Bekämpfung übertragbarer Krankheiten des Menschen (Epidemiengesetz). SR 818.101. 18-12-1970.  
Schweizerische Eidgenossenschaft. Bundesgesetz über den Datenschutz (DSG). SR 235.1. 19-6-1992.

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

## 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 Serogruppe 1, siehe Modul 4 Punkt 3) 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 bozemani* 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. Die Literatur zum Berufsrisiko ist jedoch spärlich. Die von der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt (SUVA) anerkannten Fälle von berufsbedingter Legionellose sind seltene Ausnahmen.

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 15 Punkt 6). 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. Der Schweizerische Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW) hat zu Sanitärinstallationen verschiedene Richtlinien publiziert. Der Schweizerische Verein von Wärme- und Klima-Ingenieuren (SWKI) hat 2003 die Richtlinie 2003-5 «Hygiene-Anforderungen an Raumlufttechnische Anlagen» publiziert, welche auf der in Deutschland gültigen VDI-Richtlinie 6022 basiert. Die Richtlinie regelt die Anforderungen an Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung von raumlufttechnischen Anlagen für Büro-, Versammlungs- und vergleichbare Aufenthaltsräume.

Eine Studie bei Zahnarzt-Praxispersonal hat 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 Patienten exponiert. Trotzdem ist das Risiko einer Legionellose nach Zahnarztbesuch sehr gering, und ein ursächlicher Zusammenhang konnte bisher nicht eindeutig nachgewiesen werden.

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 des Patienten gesucht werden. Das Formular der Ergänzungsmeldung (Modul 5 Punkt 1.2.) kann als Leitlinie für die Datenerhebung dienen. Wenn immer möglich sollen klinische Proben für eine genaue Identifizierung des Bakteriums (Kultur, Serotypisierung) entnommen werden.

Umgebungsuntersuchungen sind in jedem Fall indiziert bei:

- Beruflicher Exposition,
- Reinfektion,
- Verdacht auf einen Kühlturn 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 von verdächtigten Installationen.

Korrekturmassnahmen: Siehe folgende Module

## 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.
- 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.
- Pankhurst CL. Risk assessment of dental unit waterline contamination. *Prim Dent Care* 2003; 10(1):5-10.
- 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 Klimatechnikern (SWKI). Hygiene-Anforderungen an Raumlufttechnische Anlagen. 2003-5 ed. 2003.

## Modul 10 Suche nach Legionellen in der Umgebung – Wichtige Punkte für die Probenentnahme

### 1. Einleitung

Die Suche nach Legionellen im Wasser muss gezielt erfolgen. Da Legionellen überall in wässrigem Milieu vorkommen können, darf ein positives Resultat in einer Probe nicht überinterpretiert werden. Ebenso sind falsch negative Untersuchungen leicht möglich, da die kulturelle Isolierung von Legionellen schwierig ist.

Bei einer epidemiologischen Untersuchung muss man sich immer bewusst sein, dass die Suche nach Legionellen im Wasser keine Routineuntersuchung ist. Das Bakterium vermehrt sich auf gebräuchlichen Kulturmedien nicht und wird auch bei der Bestimmung der Gesamtkeimzahl oder der koliformen Bakterien nicht gezählt.

Im Allgemeinen genügt es nicht, bei Wasseranalysen nur das Vorhandensein von Legionellen zu bestätigen, sondern es sollen die Art und Serogruppe bestimmt werden. Ferner soll der Nachweis quantitativ sein, d.h. die Konzentration als Anzahl der Kolonie-bildenden Einheiten (KBE) pro Liter soll gemessen werden. Wenn verschiedene Orte in einem Wassersystem regelmäßig untersucht werden (z.B. in einem Spital), können die quantitativen Untersuchungen mit Abstrichen ergänzt werden (qualitatives Resultat, positiv oder negativ). Dieses Vorgehen kann wichtige Hinweise auf den Zustand der sanitären Installationen geben. Dies ist jedoch nur sinnvoll, wenn die Methodik genau dokumentiert wird und bei Routineuntersuchungen im Detail eingehalten wird (Reproduzierbarkeit). Prinzipiell werden die Legionellen unter normalen Betriebsbedingungen untersucht, d.h. an den Entnahmestellen (Duschen, Auslaufarmaturen) sowie an kritischen Punkten (Orte einer Wasserstagnation, z.B. Wassererwärmer). Das Modul 18 zeigt die Entnahmemethoden und Untersuchungsschritte auf, die für die Suche nach Legionellen im Wasser empfohlen werden. Der jeweilige Punkt 2 der Module 12, 13 (Spitäler), 14 (Schwimm- und Sprudelbäder) und 15 (belüftungstechnische Anlagen) fasst die jeweils akzeptablen Resultate zusammen. Mikrobiologische Untersuchungen der Umgebungsluft (Modul 19) sind zwar schwierig, aber manchmal ebenfalls angebracht.

### 2. Praktische Überlegungen

Bei Umgebungsuntersuchungen müssen folgende Punkte beachtet werden:

- Allgemeinzustand des Gebäudes und der verdächtigten Installationen,
- Identifizierung der möglichen Legionellenquellen: Sanitäre Wasserinstallationen, Wasserreservoirs, Wasserzerstäuber und Luftaufbereitungsanlagen, medizinisches Gerät, Sprudelbäder, Zierbrunnen etc.,
- Prüfung der Installationen: Bau- und Konstruktionspläne, Art und Zustand der Materialien, Stillstand- und Betriebspérioden, Wartung und Unterhalt (Serviceunterlagen prüfen, sofern vorhanden), Reparatur- und Renovationsarbeiten, Berichte von eventuellen Pannen, Vorhandensein von stagnierendem Wasser, Aerosolbildung, Verkalkungen und Verkrustungen, Biofilm, Anwendung und Konzentration von Desinfektionsmitteln etc.,
- Messung und Festhalten der Wassertemperaturen sowohl des Kalt- wie des Warmwassers in den Reservoirs und an den Entnahmestellen.

Aufgrund der Situationsanalyse können die Stellen für eine Probenentnahme und die Anzahl der für bakteriologische Untersuchungen notwendigen Proben bestimmt werden (Modul 18).

#### 2.1 Interpretation der Resultate

Der Nachweis von Legionellen im Wasser kann den Ursprung einer Infektion beweisen, falls es sich nicht um einen sehr verbreiteten Legionellenstamm oder eine sehr verbreitete Art handelt, der oder die schon in mehreren Gebäuden oder Kühltürmen oder in der ganzen Region gefunden wurde.

Tatsächlich ist es möglich, mit der Serotypisierung (Modul 4 Punkt 6.1) und heutigen molekularen Techniken (Modul 4 Punkt 6.2) die in der Umgebung nachgewiesenen Legionellenarten zu identifizieren und zu charakterisieren. Der Vergleich mit Legionellenstämmen aus Patientenproben wird damit zu einem essentiellen Instrument der Epidemiologie.

Die Interpretation der Resultate ist aus folgenden Gründen heikel:

- Die infektiöse Dosis von Legionellen und der Zusammenhang zwischen dem Ausmass der Kontamination und dem Erkrankungsrisiko sind nicht bekannt.
- Die bakteriologische Analyse ergibt nur eine punktuelle Einschätzung der Situation. Tatsächlich kann in ein und demselben Wassersystem die Konzentration von Legionellen je nach Moment und Ort der Messung variieren.

- Sauberes Wasser, speziell auch Trinkwasser, kann Legionellen enthalten, ohne dass es je zu Erkrankungen kommt.
- Legionellen, die im Wasser gefunden werden, gehören nicht unbedingt zu pathogenen Arten.
- Während die Infektion beim Menschen von einer Mikroaspiration oder einem Aerosol (in der Einatmungsluft suspendierte infizierte Wassertröpfchen) ausgeht, werden für die Analysen aus praktischen Gründen fast immer Flüssigkeiten verwendet.
- Die Beschaffenheit des Aerosols ist vermutlich ebenso wichtig wie die Menge der Legionellen, aber dies ist für die Untersuchung von wenig praktischer Konsequenz.
- Wegen Problemen in der Diagnostik, insbesondere dem Problem der lebensfähigen, aber nicht kultivierbaren Legionellen, sind falsch-negative Resultate möglich. Je nach Labortechnik ergibt die Quantifizierung unterschiedliche Resultate. Eine Standardisierung (z.B. ISO-Norm) und Massnahmen der Qualitätssicherung sind deshalb essentiell.

Der Schwellenwert, ab dem Massnahmen getroffen werden müssen, ist deshalb situationsabhängig. Die Module 12 (Leitungswasser S.12-1), 13 (Spitäler S.13-1), 14 (Schwimmbäder S.14-1) und 15 (lufttechnische Installationen S.15-2) gehen weiter ins Detail.

## Referenzen

- Greub G, Raoult D. Microorganisms resistant to free-living amoebae. Clin Microbiol Rev 2004; 17(2):413-433.  
Rowbotham TJ. Isolation of *Legionella pneumophila* serogroup 1 from human feces with use of amebic cocultures. Clin Infect Dis 1998; 26(2):502-503.

# Modul 11 Legionellen in Gebäuden und sanitären Einrichtungen

## 1. Einleitung

Gegen Legionellen gibt es Präventivmassnahmen (damit keine für Legionellen günstigen Bedingungen entstehen), Korrekturmassnahmen (Eliminierung von Legionellen oder zumindest Reduktion ihrer Anzahl auf ein akzeptables Niveau) und Überwachungsmassnahmen (frühzeitiges Entdecken eines Problems).

Risiken für eine Legionellenexposition bestehen bei

- Installationen für Warm- und Kaltwasser (Modul 12),
- Thermalquellen oder Warmwasserbäder (Sprudelbäder, Jacuzzis; Modul 14),
- Kühltürmen oder Ablufttürmen von Luftaufbereitungsanlagen mit oder ohne Befeuchtern (Modul 15),
- allgemein jedem Apparat und jeder Installation, welche Aerosole generiert (Beispiele Modul 17).

Eine nahe liegende Schutzmassnahme besteht darin, die Installation von Klimaanlagen, Luftbefeuchtern, Aerosol bildenden Apparaten und Warmwasseranlagen aufs Notwendige zu beschränken.

## 2. Gesetzlicher Rahmen

Die Lebensmittel- und Gebrauchsgegenständeverordnung (SR 817.02, [www.admin.ch/ch/d/sr/817\\_02/](http://www.admin.ch/ch/d/sr/817_02/)), die Hygieneverordnung (SR 817.024.1, [www.admin.ch/ch/d/sr/c817\\_024\\_1.html](http://www.admin.ch/ch/d/sr/c817_024_1.html)), und die Verordnung über Trink-, Quell- und Mineralwasser (SR 817.022.102, [www.admin.ch/ch/d/sr/c817\\_022\\_102.html](http://www.admin.ch/ch/d/sr/c817_022_102.html)) legen die physikalischen, chemischen und biologischen Anforderungen an das Trinkwasser fest. Legionellen sind darin aber nicht erwähnt. Trinkwasser wird in der Letzteren durch seinen Verwendungszweck als Wasser für den menschlichen Konsum (Getränke und Lebensmittel) definiert und, im Gegensatz zur deutschen Trinkwasserverordnung ([http://bundesrecht.juris.de/trinkwv\\_2001/\\_3.html](http://bundesrecht.juris.de/trinkwv_2001/_3.html)), nicht als Wasser für andere häusliche Zwecke (Duschen, Kleiderwäsche etc.).

Tatsächlich kann Wasser der öffentlichen Wasserversorgung Legionellen enthalten, aber ihre Menge ist vernachlässigbar gering und stellt kein Problem für den Gebrauch als Trinkwasser dar. Ein Problem entsteht erst, wenn den Legionellen in einem für sie günstigen Milieu (günstige Temperaturen, Stagnation des Wassers, schlechter Zustand der Leitungen und/oder freie Amöben oder Nährstoffe) die Gelegenheit geboten wird, sich zu vermehren, und wenn sie anschliessend aerosolisiert werden.

## Andere Informationsquellen

- Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA). Warmwasserversorgungen für Trinkwasser in Gebäuden. SIA-Norm 385/3. SN 565 385/3, 1-20. 1991 (in Überarbeitung).
- Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW). Richtlinien für die Qualitätsüberwachung in der Trinkwasserversorgung. Regelwerk W1d. Ausgabe 2005.
- Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW). Leitsätze für die Erstellung von Trinkwasserinstallationen. Regelwerk W3d. Ausgabe 2000.
- Merkblatt „Legionellen in Trinkwasserinstallationen – Was muss beachtet werden?“ SVGW. 2005. ([www.svgw.ch/deutsch/filesPR/v700.pdf](http://www.svgw.ch/deutsch/filesPR/v700.pdf))

## Empfehlungen anderer Länder

- **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 ed. Arbeitsblatt W 551, Ausgabe 4/04.
- **Frankreich:** Conseil supérieur d'hygiène publique de France. Le risque lié aux légionnelles – 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.
- **Grossbritannien:** Health and Safety Executive. Legionnaires Disease: The control of legionella bacteria in water systems. Approved code of practice and guidance. L8. HSEBooks, 2000.

## Modul 12 Sanitäre Installationen (Sonderfall "Sanitäre Installationen in Spitätern und Pflegeheimen: siehe Modul 13)

### 1. Einleitung

Mit mikrobiologischen Analysen kann die Belastung des Wassers mit Legionellen bestimmt werden, was je nach Resultat Massnahmen zur Folge hat. Solche Analysen sind für das Risikomanagement wichtig, aber die Interpretation der Resultate ist nicht einfach und kann nur im Kontext erfolgen (Modul 10 Punkt 2.1). Weil die grosse Mehrheit der Legionellosen durch *Legionella pneumophila* verursacht wird, richtet sich die Interventionsschwelle nach der Quantität der gefundenen Legionellen dieser Spezies. Ein allgemein gültiges Schema zum Vorgehen gibt es nicht, das allen anderen Situationen gerecht würde, in denen Legionellen einer anderen Spezies als *L. pneumophila* nachgewiesen werden. In solchen Fällen hängt das Vorgehen 1) von der Pathogenität der Spezies (siehe Modul 1 Punkt 2) und 2) vom Kontext ab, z.B. ob es klinische Fälle gegeben hat oder ob es sich um einen Zufallsbefund im Labor handelte.

Im Modul 18 ist die Vorgehensweise bei der Probenerhebung und der Laboranalyse des Nationalen Referenzzentrums für Legionellen (Bellinzona) beschrieben.

### 2. Grenzwerte

Auf der Grundlage der Erfahrungen von EWGLI (European Working Group for Legionella Infections) und der englischen Gesundheitsbehörden schlägt das BAG folgende Vorgehensweise vor:

**Tabelle 12-A Konzentration von *L. pneumophila* im Wasserleitungssystem und daraus folgende Massnahmen** (für die Grenzwerte in Spitälern siehe Modul 13 Punkt 2)

Konzentration von <i>L. pneumophila</i> [KBE/l]	Massnahmen
< 1000 (Zielwert)	Routinewartung wie bisher. Geringes Risiko einer Legionellose.
1000 – 10'000 (Kontamination)	<p><b>Wenn eine oder zwei Proben positiv ausfallen,</b> nochmals Proben entnehmen und untersuchen. Wenn die Resultate mit den ersten vergleichbar sind, erneute Beurteilung des vorhandenen Dispositivs und des Risikos, um zusätzliche Schutz- und Korrekturmassnahmen einzuleiten (Modul 12 Punkt 4). Wirksamkeit der Korrekturmassnahmen mit Wasserproben überprüfen.</p> <p><b>Wenn die Mehrheit der Proben positiv ist,</b> ist eine geringe Besiedlung mit <i>L. pneumophila</i> möglich. Das vorhandene Dispositiv und das Risiko müssen dringend beurteilt werden. Eine Desinfektion des Leitungssystems muss in Betracht gezogen werden. Wirksamkeit der Korrekturmassnahmen mit Wasserproben überprüfen.</p>
> 10'000 (hochgradige Kontamination)	Entnahme neuer Wasserproben zur Untersuchung und sofortige Risikoabschätzung und Überprüfung des Dispositivs, damit Korrekturmassnahmen getroffen werden können, insbesondere die Desinfektion des Systems. Wirksamkeit der Korrekturmassnahmen mit Wasserproben überprüfen.

### 3. Prävention

#### 3.1. Risikoeinschätzung

Die Sanitärinstallationen in Gebäuden sind oft komplex und manchmal schlecht dokumentiert. Die Risikoeinschätzung ist deshalb ohne Bezug eines Spezialisten (z.B. Sanitärfachmann) schwierig.

**Tabelle 12-B Parameter für die Risikoeinschätzung (nicht abschliessende Liste)**

Parameter	Zweck
<b>Aktueller Plan des Leitungssystems (Installationsplan und Funktionsschema)</b>	Aufzeigen der Leitungsführung, der Toträume und der Leitungsteile mit Stagnationsmöglichkeiten. Bestimmung der repräsentativsten und der bezüglich Legionellen am ehesten anfälligen Stellen des Systems für die Probenentnahme.
<b>Kenntnis der verwendeten Materialien</b>	Bestimmte Materialien begünstigen die Bildung von Biofilm (Modul 12 Punkt 3.4.).
<b>Daten zur Funktionsweise des Systems</b>	Wichtig sind die Messung der Temperaturen und der Wasserkirculation (Warm- und Kaltwasser). Die Temperatur gibt einen Hinweis auf die Vermehrungsmöglichkeit von Legionellen.
<b>Informationen zur Wartung, zu Desinfektionsmitteln und zu Entkalkungsmitteln</b>	Bisherige Erfahrungen sind für die Bewältigung eines aktuellen Problems nützlich (Datum, Produktname, Dosierung, Einwirkungszeit, Korrosionsbehandlung, Entkalkung)
<b>Auflistung aller Stellen, wo sich Aerosole bilden können</b>	Rasche Massnahmen (Beispiel: Verzicht auf den Gebrauch von Duschen durch gefährdete Personen)
<b>Messung der Temperaturen, der Entnahmemengen und der Häufigkeit des Gebrauchs der Entnahmestellen</b>	Aufzeigen von Perioden, während denen die Temperaturen nicht genügen, um die Vermehrung von Legionellen zu verhindern

### 3.2. Art der Gebäude und Risikostufen

Die folgende Tabelle unterscheidet drei Risikostufen, die mit verschiedenen Gebäudetypen assoziiert sind, und nennt die Massnahmen gegen die Vermehrung von Legionellen im Leitungswasser.

**Tabelle 12-C Gebäudetypen und Risikostufen**

Art des Gebäudes	Risikostufe	Massnahmen (Details in diesem Modul)
<b>Spitäler*</b> mit <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intensivpflegestationen</li> <li>• Transplantationsabteilung</li> <li>• Spezialabteilungen (Onkologie, Neonatologie)</li> </ul>	<b>Erhöhtes Risiko</b>	Massnahmen in Zusammenarbeit mit dem Spitalhygieneteam und dem technischen Dienst. * siehe Modul 13 (Spitäler und Pflegeheime S.13-1)
<b>Spitäler*</b> <b>Alters- und Pflegeheime*</b> <b>Hotels</b> <b>Sporthallen</b> <b>Gefängnisse</b> <b>Kasernen</b> <b>Mehrfamilienhäuser mit zentraler Wassererwärmung</b> <b>Schulen mit Duschen</b> <b>Schwimmbäder (wegen Duschen)</b>	<b>Mittleres Risiko</b>	* siehe Modul 13 (Spitäler und Pflegeheime S.13-1)  Das genutzte Warmwasser** muss in der Regel innerhalb 24 Stunden mindestens einmal während einer Stunde auf mindestens 60 °C aufgeheizt werden. Die Auslegung der Sanitäranlage erfolgt so, dass die Temperatur im warm gehaltenen Teil des Verteilnetzes <sup>#</sup> (also ohne die Anschlussleitungen) immer über 55 °C liegt. Damit wird in der Praxis gewährleistet, dass sie an der Wasserentnahmestelle nicht unter 50 °C fällt.  Die Temperatur an der Wasserentnahmestelle wird gemessen, nachdem das Wasser während 2 Minuten laufen gelassen wurde.  Temperaturkontrollen alle 2 Monate.
<b>Einfamilienhäuser und Mehrfamilienhäuser ohne zentralen Wassererwärmer</b> <b>Schulen ohne Duschen</b> <b>Verwaltungs- und Bürogebäude</b>	<b>Geringes Risiko</b>	Es wird empfohlen, das genutzte Warmwasser** täglich während einer Stunde auf 60 °C aufzuheizen.  Die Wassertemperatur im warm gehaltenen Teil des Verteilnetzes <sup>#</sup> sollte auf 55 °C ausgerichtet sein.  Die Minimaltemperatur im Verteilnetz sollte nicht unter 50 °C fallen.  Die Temperaturdifferenz von Anfang bis Ende des Zirkulationsrücklaufes sollte nicht mehr als 5 K betragen.  Die Temperatur an den Wasserentnahmestellen wird gemessen, nachdem man das Wasser während 2 Minuten hat laufen lassen.
Wenn die sicheren Temperaturen wegen technischen Problemen oder zum Energiesparen nicht eingehalten werden, müssen in Gebäuden mit mittlerem Risiko alternative Desinfektionssysteme (Ionisierung, Ozonisierung etc.) verwendet und/oder bakteriologische Kontrollen durchgeführt werden (siehe Modul 12 Punkte 3 und 4).		
** Unter „genutztem Warmwasser“ wird derjenige Anteil des Inhalts eines Wassererwärmers verstanden, der effektiv verbraucht wird.		
# Unter Verteilnetz werden die Verteil- und Steigleitungen gemäß SVGW W3 verstanden.		

### 3.3. Praktische Anweisungen

In der Planungsphase oder bei der Renovation von Anlagen sind folgende Punkte zu beachten:

- Toträume sind zu vermeiden. Nicht benötigte Leitungen sind vom Trinkwasserversorgungsnetz zu trennen. Stagnierendes Wasser begünstigt die Entstehung von Kalkablagerungen und von Biofilm, in dem sich Legionellen gerne einnisten und vermehren, sei es im Zellinnern von bestimmten Protozoen wie z.B. freien Amöben, sei es - wahrscheinlich - auch frei lebend.
- Den Wasserdurchlauf vermindern Massnahmen, wozu auch Wassersparvorrichtungen gehören, erhöhen das Legionellenrisiko.
- Richtig dimensionierte (=richtiger Durchmesser) Leitungsnetze mit kurzen Leitungen sind Installationen mit langen Leitungen vorzuziehen.
- Die Wasserentnahmestellen sollen auf ein notwendiges Minimum beschränkt werden. Nicht regelmässig benutzte Entnahmestellen sollen regelmässig gespült werden.
- Durchflusswassererwärmer an der Wasserentnahmestelle sind sicherer bezüglich Legionellen als zentrale Warmwasseraufbereitungen, vor allem bei grossen Distanzen zwischen Ort der Erwärmung und der Entnahmestellen.
- Die Kapazität des Wassererwärmers soll der Verbrauchsmenge angepasst sein. Sie sollte genügend hoch sein, dass Bedarfsschwankungen aufgefangen werden können, ohne dass die Wassertemperatur im Zirkulationsrücklauf unter 50 °C fällt. Wenn mehrere Wassererwärmer nötig sind, sollten sie seriell installiert werden. Das genutzte Warmwasser sollte täglich während mindestens einer Stunde auf 60 °C aufgeheizt werden. Nicht das ganze Volumen im Wassererwärmer wird jeweils aufgeheizt, weil der Anteil im untersten Bereich des Erwärmers ohne ein Ladesystem nicht aufheizbar ist. Diese Temperaturschichtung ist in den üblichen Systemen nicht vermeidbar und stellt bezüglich Legionellen ein potentielles Problem dar. In solar beheizten Wassererwärmern kann der nicht genügend aufheizbare Anteil zwei Drittel des Inhalts ausmachen, so dass die Kapazität eher grosszügig bemessen sein sollte.
- Die Planung eines Leitungssystems verlangt auch Überlegungen zu den Materialien von Röhren, Verbindungsstücken, Abstellarmaturen etc. Gewisse Materialien wie Kupfer können mittelfristig die Bildung von Biofilm verhindern, während Kunststoffe seine Bildung begünstigen können. Zudem sind gewisse Materialien widerstandsfähiger gegenüber erhöhten Temperaturen oder Korrosionseffekten durch chemische Behandlungen. Schliesslich können Materialien aus Eisensalzen, natürlicher Kautschuk, Fasern wie z.B. Hanf sowie Kunststoffe generell die Vermehrung von Bakterien allgemein begünstigen.
- Einwandfreies Funktionieren und Sauberkeit aller Wasser enthaltenden Installationen muss stets gewährleistet sein.
- Rost, Verkrustungen und Ablagerungen sind für die Vermehrung der Legionellen günstig, indem sie Nährstoffe liefern und Schutz gegenüber Desinfektionsmaßnahmen bieten.
- Apparate mit geschlossenen Wasserkreisläufen (z. B. Zierbrunnen) erfordern einen regelmässigen Unterhalt und eventuell die Zugabe eines Desinfektionsmittels.
- Nach mehr als einem Monat ausser Betrieb (Ferienhäuser, Hotels mit Saisonbetrieb, leer stehende Wohnungen) muss das System komplett gespült werden, indem reichlich Kalt- und Warmwasser aus allen Hähnen laufen gelassen wird, gleichzeitig aber die Bildung und das Einatmen von Aerosolen vermieden werden soll.
- Vor der Inbetriebnahme einer neuen Installation oder nach Arbeiten an einem Leitungsnetz sollte zur Vorsicht eine vollständige Spülung und eventuell eine Desinfektion (z.B. Chlorierung) durchgeführt werden, letztere nochmals gefolgt von gründlichem Spülen.

### 3.4. Temperatur von Leitungswasser

**Wassertemperaturen zwischen 20 °C und 45 °C sind besonders heikel, vor allem bei geringem oder unregelmässigem Durchfluss. Am Zuverlässigsten verhindern garantierter Temperaturen von mindestens 60 °C bei Austritt aus dem Wassererwärmer und 55 °C im Verteilsystem die Vermehrung von Legionellen. Zudem sollte die Temperatur des Kaltwassers 20 °C nicht übersteigen. Deshalb ist eine gute Dämmung zwischen den Warm- und Kaltwasserleitungen unerlässlich.**

**In der Praxis misst man die Temperaturen an den Entnahmestellen, nachdem das Wasser zwei Minuten gelaufen ist.**

Bei diesen Temperaturen handelt es sich nicht um zwingende Regeln, sondern Empfehlungen für eine gute Praxis. Im Übrigen ist die Suche nach Legionellen im Leitungswasser von Gebäuden – abgesehen von denjenigen der hohen Risikoklasse – nur im Rahmen von Umgebungsuntersuchungen

nach dem Auftreten von klinischen Fällen gerechtfertigt. Priorität haben die Risikoanalyse sowie das Erarbeiten und die Anwendung von praktischen Eindämmungsmassnahmen.

#### **4. Korrekturmassnahmen**

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), oder durch Wasser aus dem Versorgungsnetz.

Um Legionellen unter Kontrolle zu halten und Erkrankungsfälle zu verhindern, gibt es mechanische, physikalische und/oder chemische Verfahren. Leider haben diese zahlreiche Nachteile. Deshalb müssen von Fall zu Fall eine oder mehrere Methoden gewählt werden, welche für die Anlage geeignet sind.

Die Eliminierung der Keime (Dekontamination) hat im Allgemeinen nur einen Kurzzeiteffekt. Vorgängig müssen eine Beurteilung der sanitären Installation erfolgen und die Massnahmen festgelegt werden, die die Wiederbesiedlung auf längere Sicht verhindern sollen (siehe Massnahmen zur Prävention, Modul 12 Punkt 3). Während einer chemischen oder thermischen Dekontamination muss das System wegen Vergiftungs- und/oder Verbrühungsgefahr für die Benutzer unzugänglich sein. Die Wirksamkeit einer Dekontamination hängt nicht nur von ihrer Intensität, sondern auch von ihrer Einwirkdauer ab. Jede Korrekturmassnahme muss von einer Erfolgskontrolle mit neuen Probenentnahmen gefolgt sein.

##### **4.1. Mechanische Korrekturmassnahmen**

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. Verkalkungen und korrodiertes Material bieten auch rauе Oberflächen, die den Durchfluss behindern und Ablagerungen sowie die Bildung von Biofilm begünstigen. Verbesserungs- und Instandstellungsarbeiten sollten immer als Erstes in Betracht gezogen werden, weil sich dadurch auch Keime eliminieren lassen, welche sich hohen Temperaturen oder chemischen Produkten entziehen.

##### **4.2. Physikalische Korrekturmassnahmen**

###### **4.2.1 Thermischer Schock**

Die Elimination von Legionellen kann durch einen thermischen Schock ("superheat and flush") versucht werden. Das für die Desinfektion von Sanitärinstallationen empfohlene Verfahren besteht aus einer Erhöhung der Wassertemperatur auf 71 bis 80 °C. Wichtig ist dabei, dass die hohe Temperatur (>70 °C) im ganzen System erreicht wird (keine Wasserentnahme in dieser Zeit). Erst danach werden alle Bezugspunkte (Auslaufarmaturen, Duschen) nacheinander während mindestens fünf Minuten laufen gelassen. Die optimale Dauer ist nicht bekannt, so dass ein längeres Laufenlassen durchaus nötig sein kann. Wichtiger als die Wassermenge ist dabei die hohe Temperatur (Auslaufarmaturen nur so wenig öffnen, dass die Temperatur hoch bleibt).

Der thermische Schock ist sowohl ein Notverfahren im Fall einer Häufung von Legionellosefällen, welches bei Bedarf wiederholt werden kann, als auch ein Verfahren der Routinewartung. Es reduziert die Anzahl Legionellen punktuell und vermindert damit ihre Vermehrung.

- Der thermische Schock ist die Methode der Wahl in klein dimensionierten Installationen, während sie in grossen Systemen kaum durchführbar ist.
- Die Methode verbraucht viel Energie. Die Temperaturbeständigkeit der Produkte und Werkstoffe muss beachtet werden.
- Ihr Effekt ist oft vorübergehend.

###### **4.2.2 Ultraviolett-Strahlung**

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-Lampen nur lokal und haben keine nachhaltige Wirkung, weshalb sie so nahe wie möglich beim Bezugspunkt liegen sollten. Ein Filter muss vor der Lampe installiert werden, um Kalkablagerungen zu vermeiden, welche die Strahlung vermindern. Moderne Systeme messen kontinuierlich die Trübe, damit die Bestrahlung nur in Wasser ohne Verunreinigungen aktiv wird. Eine maximale Konzentration von Schwebstoffen von 1 TE/F (Trübungseinheiten bezogen auf Formazin-Standardsuspension) ist auch in der Verordnung über Fremd- und Inhaltsstoffe in Lebensmitteln (FIV) (SR 817.021.23, [www.admin.ch/ch/d/sr/c817\\_021\\_23.html](http://www.admin.ch/ch/d/sr/c817_021_23.html)) definiert. Die Wirksamkeit von UV-C-Geräten nimmt mit der

Gebrauchsduer ab; in der Regel sollten die Lampen nach maximal 5000 Stunden Betriebsdauer ersetzt werden. Gegen Legionellen werden manchmal UV-C-Strahlen als langfristige Massnahme nach einer thermischen Schockbehandlung oder als zusätzliche Massnahme in Institutionen mit hohem Risiko verwendet. Im Gegensatz zu Chlor und Hitze greift diese Methode zudem das Material der Leitungen nicht an und der Geschmack des Wassers bleibt unverändert.

**Tabelle 12-D Ultraviolett-Strahlen (UV-C)**

Vorteile	Nachteile	Wirksamer Bereich	Toleranzgrenze für Trinkwasser
Relativ einfache Installation	Keine dauerhafte Wirkung	Wellenlänge 220 bis 280 nm (UV-C)	Keine
Kein Schaden an Material der Leitungen	Nur wirksam, wenn nahe am Bezugspunkt installiert		
Keine Geschmacksveränderung			
Keine Abbauprodukte			

#### 4.3. Chemische Korrekturmassnahmen

Mehrere Keim abtötende Substanzen existieren auf dem Markt und einige haben eine anerkannte Wirksamkeit gegen Legionellen. Vor der Wahl einer chemischen Substanz müssen aber folgende Punkte gewährleistet sein:

- Das Produkt muss vom BAG (Abteilungen Chemikalien und Vollzug Lebensmittelrecht) bewilligt sein.
- Das Produkt muss mit den Materialien des betreffenden Leitungssystems kompatibel sein.
- Das System muss während der Anwendung für Benutzer gesperrt werden.
- 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.

##### 4.3.1 Chlorierung (Natrium-Hypochlorit, NaClO)

In der Schweiz wird das Trinkwasser meist nicht mit Desinfektionsmitteln aufbereitet. Die Toleranzgrenze für freies Chlor im Trinkwasser ist 0,1 mg pro Liter, was eine gegen Legionellen ungenügende Konzentration ist. Gegen Legionellen im Wasser kann Chlor auf zwei Arten verwendet werden:

• **Chlorschock oder temporäre Hyperchlorierung.**- Diese Methode ist nicht standardisiert und es gibt verschiedene Vorgehensweisen mit demselben Prinzip: Einleitung von Chlor in die Speicherbehälter bei einer Wassertemperatur unter 30 °C, gefolgt von der Öffnung aller Auslaufarmaturen und Duschen. Das Chlor wird als Javelwasser (Natrium-Hypochlorit (NaClO)) zugesetzt. Über die Konzentrationen von freiem Chlor und die Einwirkzeiten besteht kein Konsens:

- In Frankreich wird eine Konzentration von 15 mg/l freiem Chlor während 24 Stunden in kaltem Wasser oder 50 mg/l während 12 Stunden empfohlen. Dies erfordert besondere Massnahmen bezüglich Arbeitsschutz und Entsorgung. Die Werkstoffbeständigkeit muss ebenfalls beachtet werden.
- In Grossbritannien werden Konzentrationen von 50 mg/l freiem Chlor während einer Stunde oder 20 mg/l während 2 Stunden empfohlen.
- In den USA gilt die Expertenmeinung, dass eine konstante Menge von 2-4 mg/l freiem Chlor die Vermehrung von Legionellen verhindert und dass für ihre vollständige Eliminierung eine Konzentration von 3-6 mg/l notwendig ist.

Details der Desinfektion von Trinkwasserleitungen (benötigte Menge von Chlor, Verdünnung des Javelwassers, Einwirkzeit, Neutralisierung und Spülung) sind in den Empfehlungen (W 1000) des Schweizerischen Vereins des Gas- und Wasserfaches (SVGW) beschrieben. Diese beziehen sich in erster Linie auf erdverlegte Leitungen, geben aber Anhaltspunkte für Leitungen in Gebäuden.

Die Anwendung von Chlor hat den Nachteil, hochgradig korrosiv zu sein, deshalb die Leitungen massiv schädigen zu können und damit zu einem späteren Zeitpunkt das Wachstum von Legionellen zu fördern. Der Gebrauch von Chlor zur Desinfektion von Wasser wird zusätzlich wegen der Bildung von als karzinogenen betrachteten Abbauprodukten hinterfragt.

Die Hyperchlorierung darf nicht gleichzeitig mit einer Hitzebehandlung verwendet werden, weil die hohen Temperaturen zur Bildung von toxischen Substanzen (Trihalomethanen) führen. Der Vorteil von Chlor liegt in seiner systemischen Wirkung:

Wie andere chemische Massnahmen wirkt es im ganzen Leitungsnetz und mit einem längeren dauernden Effekt. Um ein erneutes Legionellenwachstum zu verhindern, ist aber anschliessend eine kontinuierliche Desinfektion nötig.

Für die Entsorgung sind kantonale Vorschriften und allenfalls diejenigen der örtlichen Abwasserreinigungsanlage zu beachten. Biologische Abbauprozesse können gestört werden.

- **Kontinuierliche Chlorierung** - Zugabe von gasförmigem Chlor (Cl<sub>2</sub>) oder Javelwasser (NaClO) mit Hilfe von Dosierpumpen; um eine Konzentration von freiem Chlor von 2 mg/l am Auslaufarmaturen zu garantieren. Legionellen sind gegenüber Chlor sehr resistent, vor allem im Innern von Amöbenzysten. Die Konzentration von 2 mg/l ist jedoch nicht mit dem aktuellen schweizerischen Grenzwert für Trinkwasser zu vereinbaren (0,1 mg/l). Deshalb wird jede Massnahme gegen Legionellen auf Chlorbasis Trinkwasser nach schweizerischen Normen ungenießbar machen.

**Tabelle 12-E Chlorierung mit NaClO (Natrium-Hypochlorit, Javelwasser)**

Vorteile	Nachteile	Wirksamer Bereich	Toleranzgrenze für Trinkwasser
Wirksam als punktuelle (Chlorschok) oder kontinuierliche Massnahme Nachwirkender Desinfektionseffekt	Korrosiv Bildung von Trihalomethanen (karzinogen) Geruch und Geschmack des Wassers	Chlorschok: 15-50 mg/l Kontinuierliche Chlorierung: 2-3 mg/l	0,1 mg/l

#### 4.3.2 Ozonbehandlung

Wie bei anderen Desinfektionsmitteln gibt es auch bei der Ozonbehandlung die Probleme, dass Legionellen im Innern von Amöben überleben und dass die Systeme erneut kolonisiert werden. Gemäss In-vitro-Studien liegt die zur Verhinderung der Legionellenvermehrung notwendige Konzentration von Ozon bei 1-2 mg/l. Bei der Aufbereitung von Trinkwasser wird manchmal die Ozonisierung mit anderen Reinigungsverfahren (Ausflockung, Filtrierung, UV-C-Bestrahlung usw.) kombiniert. Zusätzliche Ozonisierungsanlagen werden manchmal zur Wasserdesinfektion von bestimmten Spitalabteilungen eingesetzt. Ozon wird jedoch wegen der Kosten, der komplizierten Anwendung und seiner begrenzten Wirksamkeit (nur lokaler Effekt, keine nachhaltige Wirkung) wenig gegen Legionellen verwendet. Im Übrigen sind auch die Werte von 1-2 mg/l nicht vereinbar mit Trinkwasser nach der Verordnung über Fremd- und Inhaltsstoffe in Lebensmitteln (SR 817.021.23, [www.admin.ch/ch/d/sr/c817\\_021\\_23.html](http://www.admin.ch/ch/d/sr/c817_021_23.html)).

**Tabelle 12-F Ozon (O<sub>3</sub>)**

Vorteile	Nachteile	Wirksamer Bereich	Toleranzgrenze für Trinkwasser
Könnte gegen Legionellen wirksamer als Chlor sein, wissenschaftlich eindeutige Evidenz dafür ist aber nicht vorhanden.	Abbauprodukt Bromat (karzinogen im Tierversuch, Wirkung beim Menschen unbekannt) Hohe Kosten	Kontinuierliche Ozonisierung: 1-2 mg/l	0,05 mg/l

#### 4.3.3 Ionisierung

Bei der Ionisierung werden Elektroden verwendet, die Silber- (Ag<sup>+</sup>) und Kupferpartikel (Cu<sup>++</sup>) ins Wasser abgeben. Die positive Ladung der Ionen Ag<sup>+</sup> und Cu<sup>++</sup> soll mit negativ geladenen Stellen auf der Bakterienzellwand reagieren und damit deren Zerstörung bewirken.

- Die Ionisierung wird als intensive Anfangsbehandlung und/oder permanente Desinfektion in Sanitärsystemen und Luftaufbereitungsanlagen eingesetzt.

- Der Langzeiterfolg hängt davon ab, dass alle Keime in ihren Nischen erreicht werden. Dabei ist relevant, dass Silber und Kupfer auch gegen freie Amöben, Algen und andere Mikroorganismen wirken, die als Substrat oder Reservoir von Legionellen dienen.
- Die Ionisierung wurde vor allem in Sanitärsystemen von Spitätern getestet, wo sie gute Resultate gezeigt haben sollen. In einigen Studien wurde allerdings der Verdacht geäussert, dass Legionellen kurz- oder mittelfristig Resistzenzen auf Silberionen entwickeln könnten.
- Für eine adäquate Leistung müssen die Elektroden regelmässig gereinigt und ersetzt werden.
- Ein hoher pH-Wert (8,5-9,0) im zu behandelnden Wasser beeinträchtigt die Wirksamkeit dieser Methode.
- Systeme mit verzinkten Eisenröhren sind für die Ionisierung nicht geeignet, weil dieses Metall mit Silber eine Verbindung eingeht und es damit deaktiviert.
- Im Warmwasser lässt sich diese Methode unabhängig von der Temperatur einsetzen.
- Eine nachhaltigere Wirkung wird dadurch erreicht, dass die Legionellen zerstört und nicht nur in ihrem Wachstum behindert werden.
- Eine amerikanische Studie ergab, dass die Wirksamkeit der Ionisierung derjenigen der Hitzebehandlung überlegen ist, dass aber im Sediment der Wasserbehälter hohe Konzentrationen von Silber und Kupfer gefunden werden. Zudem wurden in 1,9% der peripheren Messungen Silberkonzentrationen über den erlaubten Werten gemessen.
- Die Menge der abgegebenen Ionen ist abhängig vom elektrischen Strom an den Elektroden. Die maximalen Toleranzwerte für Trinkwasser liegen in der Schweiz bei 0,1 mg/l für Silber und 1,5 mg/l für Kupfer. Das Ausmass der Kolonisierung durch Legionellen verringert sich ab einer Konzentration von 0,04 mg/l Silber und 0,4 mg/l Kupfer. Zur Prävention von nosokomialen Legionellosen werden dauernde Konzentrationen von 0,02–0,08 mg/l für Silber und 0,2–0,8 mg/l für Kupfer vorgeschlagen. Diese Konzentrationen liegen zwar deutlich unterhalb der Toleranzgrenze, müssen aber regelmässig kontrolliert werden, da Konzentrationsschwankungen möglich sind.

**Tabelle 12-G Kupfer-Silber Ionisierung**

Vorteile	Nachteile	Wirksamer Bereich	Toleranzgrenze für Trinkwasser
Keine Korrosion Deutliche Nachwirkung Wirksam bei hohen Warmwassertemperaturen	Schwankungen der Cu <sup>++</sup> - und Ag <sup>+</sup> -Konzentrationen Wirkung abhängig vom pH-Wert und von der Wasserhärte Verkalkung und Oxydation der Elektroden im Fall von ungenügender Wartung (regelmässige Reinigung und zeitgerechter Ersatz nötig) Mögliche Resistenzbildung der Legionellen gegenüber den Ionen	Silber 0,01-0,1 mg/l Kupfer 0,1-1 mg/l	Silber 0,1 mg/l Kupfer 1,5 mg/l

#### 4.3.4 Andere in der Literatur erwähnte biozide Substanzen (in der Schweiz nicht registriert und/oder nur mit einer Spezialbewilligung einsetzbar)

- **Monochloramin ( $\text{NH}_2\text{Cl}$ )**

Wird in einigen Gemeinden der USA für die Trinkwasserbehandlung verwendet. Die Inzidenzen von nosokomialen Legionellosen wurden in Bezug auf verschiedene Methoden der Aufbereitung des Wassers im Versorgungsnetz verglichen. Monochloramin scheint dem Chlor bezüglich des protektiven Effekts überlegen zu sein. Dieses Desinfektionsmittel ist jedoch in der Schweiz nicht zugelassen.

**Tabelle 12-H Monochloramin ( $\text{NH}_2\text{Cl}$ )**

Vorteile	Nachteile	Wirksamer Bereich	Toleranzgrenze für Trinkwasser
Bessere Penetration in Biofilm als Chlor Weniger Geschmacks- und Geruchsveränderungen als bei Chlor	Giftig für bestimmte Fische Noch unklarer Effekt von lang dauernder niedrig dosierter Exposition auf den Menschen	1-10 mg/l	In der Schweiz nicht zugelassen

- **Chlordioxid ( $\text{ClO}_2$ )**

Chlordioxid hat bei der Eindämmung von Legionellen im Wasserleitungssystem von Gebäuden, vor allem Spitäler, eine gute Wirksamkeit gezeigt. Die gegen Legionellen notwendige Konzentration übersteigt jedoch den in der Schweiz für diese Substanz geltenden Toleranzwert. Seine Anwendung ist auf Warmwasser beschränkt und erfordert noch eine Sonderbewilligung des BAG, bis ein neuer Toleranzwert definiert ist.

**Tabelle 12-I Chlordioxid ( $\text{ClO}_2$ )**

Vorteile	Nachteile	Wirksamer Bereich	Toleranzgrenze für Trinkwasser
Vermindert den Biofilm Weniger flüchtig als Chlor Nachhaltige Wirkung	Die Toxizität der Abbauprodukte von Chlordioxid (Chlorit und Chlorat) ist noch nicht geklärt	0,3-0,5 mg/l	0,05 mg/l

## 5. Überwachungsdispositiv

Siehe Punkte 1, 2 und 3 dieses Moduls.

## 6. Verantwortlichkeiten

Der Gebäudebesitzer ist dafür verantwortlich, dass die Installationen nach den anerkannten technischen Regeln konzipiert, gebaut, betrieben und unterhalten werden.

## 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 légionnelles 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.
- 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. 2005.
- 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.

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

World Health Organization. WHO Guidelines for Drinking Water Quality, third Edition, incorporating first addendum. ed. 2006.  
Homepage des Schweizerischen Vereins des Gas- und Wasserfaches (SVGW): [www.svgw.ch](http://www.svgw.ch)

## Modul 13 Sonderfall Spitäler und Pflegeheime

### 1. Einleitung

"Die Gesundheitsbehörden müssen die Öffentlichkeit und Medien informieren, dass die Entdeckung von nosokomialen Legionellosen (Erkrankungen nach Ansteckung im Spital) ein Qualitätsmerkmal ist. Es bedeutet nämlich, dass das Spital ein System zur Überwachung und Diagnose von Legionellosen hat." Der herausragende Legionellenspezialist Victor L. Yu beschreibt damit die Problematik der Legionellen aus der Sicht der Spitäler und Pflegeheime.

In diesem Kontext ergänzen sich mehrere Massnahmen:

- Systematische Suche nach Legionellen in Proben von Patienten mit nosokomialer Pneumonie
- Gabe eines die Legionellen abdeckenden Antibiotikums, solange die Untersuchungen laufen (siehe Modul 3, Behandlung).
- Wartung und Überwachung des Wasserleitungssystems der jeweiligen Institution (gegebenenfalls Kenntnis der vorhandenen Legionellenstämme)

### 2. Grenzwerte

In Spitäler sind manchmal andere Legionellenarten als *L. pneumophila* die Ursache von Infektionen. Deshalb basieren die Massnahmen auf der Gesamtzahl aller Legionellenarten. Die Methodik der Probenentnahme ist in Modul 18 (S.18 1) beschrieben.

**Tabelle 13-A. Grenzwerte für Legionellen im Leitungswasser von Spitäler**

Legionellen-konzentration (aller Spezies)	< 100 KBE/L	100 -10'000 KBE/L und/oder < 30% der Proben positiv	> 10'000 KBE/L und/oder ≥ 30% der Proben positiv
Interpretation	"Keine Legionellen": Dieser Wert ist auf Abteilungen mit Hochrisikopatienten für eine Legionellose anzustreben (Intensivstationen, Transplantationen, Onkologie, Neonatologie).	"Kontamination"	"Massive Kontamination" Wasser kann im Spital generell nicht verwendet werden.
Weitere Massnahmen	Präventionsmassnahmen (s. Punkt 3)	Massnahmen nach Abbildung 13-A (S.13-3)	Korrekturmassnahmen (s. Modul 12 Punkt 4)

### 3. Präventionsmassnahmen

#### 3.1. Wassertemperatur

Die empfohlenen Temperaturen sind in Modul 12 Punkt 3.4 angegeben.

#### 3.2. Mikrobiologische Wasserprobenentnahmen

**Kontroverse**.- Die Expertenmeinung bezüglich der systematischen Suche nach Legionellen im Wasserleitungssystem von Spitäler ist immer noch geteilt. Die Centers for Disease Control and Prevention (CDC) der USA konnten dazu bisher keine verbindliche Empfehlung abgeben, ausser für Spitäler mit Abteilungen mit besonders empfänglichen Patienten (Intensivstationen, Transplantationszentren, Onkologie, Neonatologie). Für solche Spitäler kann es laut CDC nützlich sein, Proben zu untersuchen, aber es werden weder zur Methode der Probenentnahme noch zu den Zeitintervallen Empfehlungen abgegeben. Einzelne Behörden wie diejenigen des Allegheny County (USA) oder auch verschiedene europäische Experten sind für eine aktive Suche nach Legionellen in den Wasserleitungssystemen der Spitäler.

Zurzeit empfehlen das BAG und die Gruppe Swiss-Noso eine aktive Suche nach Legionellen in den Wasserleitungssystemen der Spitäler. Wie erwähnt sind aber mikrobiologische Untersuchungsresultate nur eine Momentaufnahme. Ihre Interpretation kann nur erfolgen, wenn eine Methode systematisch (Reproduzierbarkeit der Analysemethoden) und dynamisch (zeitlich und räumlich) angewendet wird (siehe Modul 10 Punkt 2.1).

#### 3.3. Häufigkeit der Probenentnahme aus dem Wasserleitungssystem

- **Spitäler mit Abteilungen für Intensivpflege, Transplantationen, Onkologie oder Neonatologie:** Probenentnahme mindestens zwei Mal jährlich in den erwähnten Abteilungen. Wenn das Resultat nach zwei Serien von Proben negativ bleibt, können die Kontrollen auf ein Mal jährlich reduziert werden. Das übrige Leitungsnetz des Spitals sollte mindestens einmal jährlich beprobt werden.
- **Spitäler ohne Abteilungen für Intensivpflege, Transplantationen, Onkologie oder Neonatologie:** Das Leitungsnetz sollte mindestens einmal jährlich beprobt werden.
- **Spitäler für chronisch Kranke, Pflegeheime:** Das Leitungsnetz sollte systematisch beprobt werden, nachdem ein möglicherweise nosokomialer Legionellose-Fall aufgetreten ist.

### **3.4. Zuverlässigkeit der diagnostischen Methoden für Patientenproben** (siehe Modul 4)

Der Urin-Antigentest für *L. pneumophila* ist vor allem wegen seiner Spezifität praktisch. Hingegen schliesst ein negatives Resultat eine Legionellose durch *L. pneumophila* nicht aus. Ebenfalls gibt es Testkits, die nur die Serogruppe 1 nachweisen (siehe Modul 4 Punkt 3). Daher ist es wichtig, mit einer aktiven Überwachung die Serogruppen im betreffenden Wasserleitungssystem zu kennen. Das Anlegen von Kulturen zum Nachweis von Legionellen in Patientenmaterial ist mit Nachdruck empfohlen, um so mehr, als dies erlaubt, auch andere Legionellenarten nachzuweisen, die nosokomiale Epidemien verursachen können (z.B. *L. anisa*). Die PCR ist wegen ihrer Spezifität und Sensitivität ebenfalls eine empfehlenswerte Diagnosemethode. Die Notwendigkeit einer Probenentnahme aus dem Respirationstrakt (BAL, Biopsie, Sputum) limitiert jedoch manchmal ihre Routineverwendung.

### **3.5. Verwendetes Material und Unterhalt**

Die Verwendung von sterilem Wasser wird für das Spülen und die Anwendung von respiratorischen Geräten, naso-gastrischen sonden, Schläuchen und Drainagen und Luftbefeuern angeraten. 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). Befeuerter, die heissen Dampf verwenden, sind mikrobiologisch am sichersten.

Aufsätze an den Auslaufarmaturen zur Luftbeimischung sind auf Intensivstationen mit Immunsupprimierten wegen des Risikos der Aerosolbildung umstritten. Falls Legionellen gefunden werden, können endständige Filter (0,2 µm) installiert werden. Diese müssen nach den Empfehlungen des Herstellers und/oder den Weisungen des Spitalhygieneteams gereinigt und ersetzt werden.

## **4. Korrekturmassnahmen**

Siehe Modul 12 Punkt 4 für die Belange des Leitungswassers.

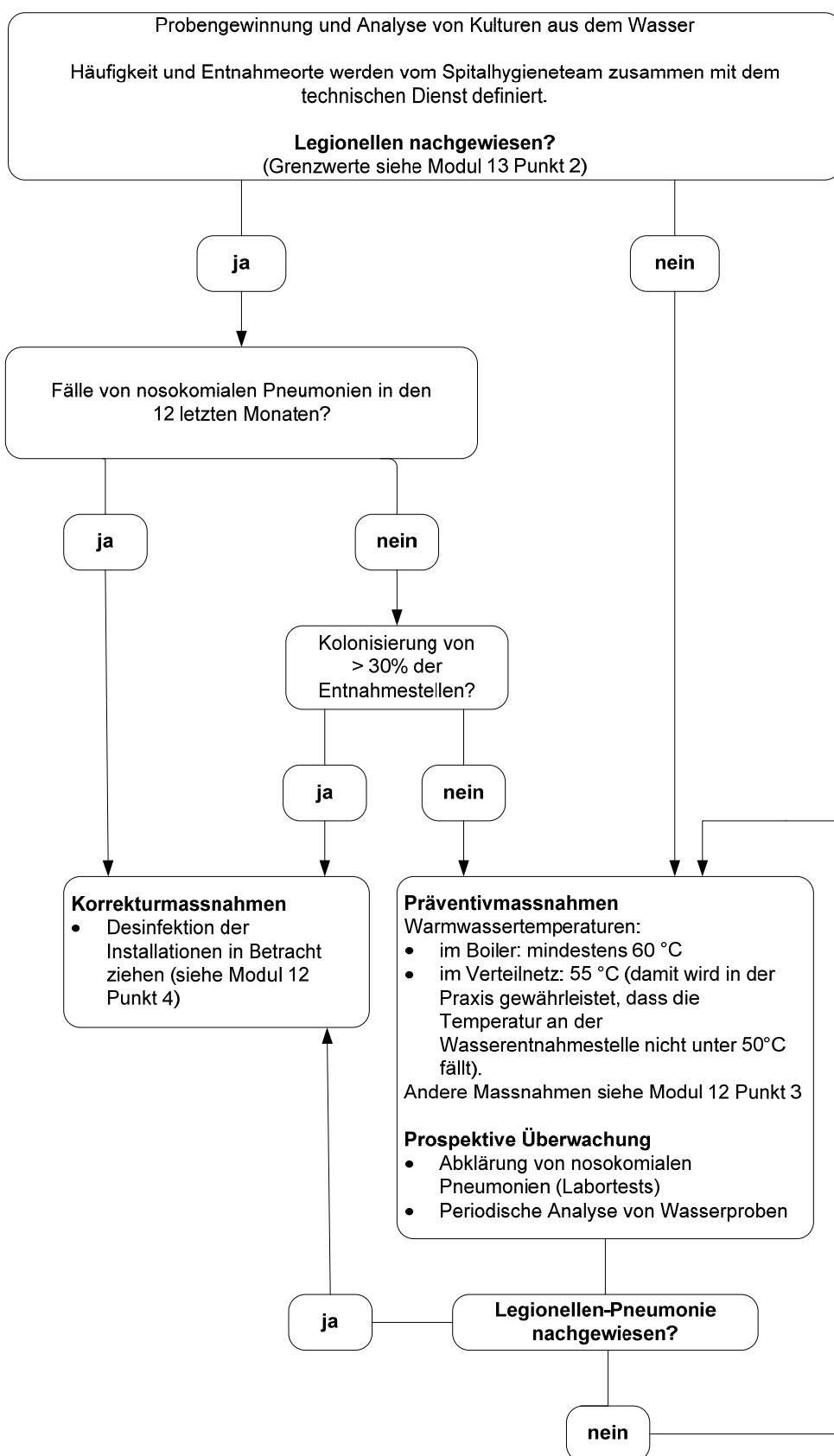
Der Gebrauch der Duschen, insbesondere durch Patienten mit geschwächtem Immunsystem, kann beim Nachweis von Legionellen im Leitungssystem vorübergehend eingeschränkt werden.

## **5. Überwachungsdispositiv**

- Regelmässige Probenentnahme nach Massgabe von Punkt 3.3 dieses Moduls.
- Systematische Suche nach Legionellen in Patientenproben bei nosokomialen Pneumonien.

Das folgende Schema fasst die Punkte 4 und 5 zusammen:

**Abbildung 13 A Empfehlungen für Spitäler**



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

## Referenzen

- Allegheny county health department. Approaches to prevention and control of Legionella infections in Allegheny county health care facilities. 1997.
- 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 légionnelles 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.
- 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 Spitätern. *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.

## Modul 14 Spezialfall Schwimmbäder und Sprudelbäder

### 1. Einleitung

Schwimmbäder stellen im Gegensatz zu Sprudelbädern kein bedeutendes Risiko dar, wenn die Qualität des zugeführten Wassers, dessen Zirkulation, der pH-Wert, die Chlorierung (oder ein anderes Desinfektionssystem) und der Unterhalt von Filter und Wasserbecken in Ordnung sind. In diesem Fall bleibt das Wasser mikrobiologisch unter Kontrolle. Weil das Risiko, Wasser zu schlucken, in Schwimmbecken relativ hoch ist, muss die Wasserqualität sehr nahe beim Trinkwasserstandard liegen, v.a. was die koliformen Bakterien betrifft.

Sprudelbäder (Jacuzzis, Whirlpools, Spas) erfordern vermehrte Aufmerksamkeit wegen ihrer höheren Wassertemperatur ( $>30^{\circ}\text{C}$ ) und der Kombination von Wasserbewegung mit Luftzufuhr unter Druck, womit günstige Bedingungen für eine Legionellenvermehrung und eine Aerosol-Bildung mit Inhalation durch die Badenden entstehen.

### 2. Grenzwerte

**Tabelle 14-A. Verschiedene Parameter, die nach der Norm SIA 385/1 (in Überarbeitung) zu überwachen sind**

Parameter	Einheit	Bassinwasser		Filtrat	Bemerkungen
		Referenzwert [min-max]	Toleranzwert		
<b>pH-Wert</b> <i>Automatisierte Messung (3x täglich) oder manuelle Messung (1x täglich)</i>	-	7.0-7.4	6.8-7.6		Je nach Desinfektionsmittel hängt die Wirksamkeit von einem konstanten pH-Wert ab.
<b>Freies Chlor</b> <i>Schwimmbad Geheiztes Sprudelbad Automatisierte (3x täglich) oder manuelle Messung (1x täglich)</i>	<b>mg/l</b> <b>mg/l</b>	0.2-0.4 0.7-1.0	0.1-0.8 0.7-1.5		
<b>Chlorverbindungen</b> <i>Automatisierte oder manuelle Messung (3x täglich)</i>	<b>mg/l</b>	0.2	0.3		
<b>L. pneumophila</b>	<b>1/ml</b>	-	Nicht nachweisbar		Für Warmsprudelbecken mit Aerosolbildung
<b>L. pneumophila</b>	<b>1/100ml</b>	-		Nicht nachweisbar	Für Warmsprudelbecken mit Aerosolbildung

### 3. Präventivmassnahmen

Die einfachsten Massnahmen sind in der Tabelle 14-A zusammengefasst (minimale Kontrollen). Weitere Hinweise finden sich in der Norm SIA 385/1 des Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Vereins. Sie hält auch fest, dass in Sprudelbädern ein Teil des Wassers täglich erneuert werden muss. Die zu erneuernde Menge hängt nach dieser Norm von der Anzahl Besucher und der Temperatur ab (mindestens 75 Liter täglich pro Benutzer eines Warmwasserbeckens). Da die

Legionellenmenge nicht von der Anzahl Besucher abhängt, reicht diese Menge eventuell nicht. EWGLI empfiehlt, die Hälfte des Wassers in einem öffentlichen Sprudelbad täglich zu ersetzen. Eine gute Wartung ist essentiell für die Verhütung von Legionellosen, aber auch von anderen bakteriellen, durch Wasser übertragbaren Krankheiten. Diesbezüglich müssen die Anlagen mikrobiologisch einwandfrei sein. Die Wartung eines Systems wird durch Bestandteile erleichtert, die zugänglich sind und aus einem leicht zu reinigendem Material bestehen. Das Risiko von Schwimmbädern kann, da Duschen vorhanden sind, in die gleiche Klasse eingeordnet werden wie ein Gebäude mit mittlerem Risiko.

#### **4. Korrekturmassnahmen**

Das Auftreten von Legionellosen, aber auch von anderen bakteriellen Krankheiten im Zusammenhang mit einer Badbenützung muss sofort zu Korrekturmassnahmen führen. Nebst der Reinigung und Desinfektion muss eine Abklärung und Aktualisierung der Bekämpfungsmassnahmen durch den Betreiber des Bads erfolgen (eventuell auf ausdrückliches Verlangen des Kantonsarztes oder Kantonschemikers), damit weitere Fälle vermieden werden.

#### **5. Überwachungsmassnahmen**

Siehe Tabelle 14-A.

#### **6. Verantwortlichkeiten**

In jedem Fall sind die Hersteller verantwortlich, dass ihre Systeme die geltenden Normen erfüllen, um damit privaten Betreibern und den technischen Diensten der öffentlichen Bäder einen einwandfreien Unterhalt zu erlauben.

#### **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 Architekten-Verein (SIA). Wasser und Wasseraufbereitungsanlagen in Gemeinschaftsbädern. SIA-Norm 385/1. 2000.

## Modul 15 Spezialfall lüftungstechnische Anlagen

### 1. Einleitung

Systeme zur Luftaufbereitung können der Ursprung von Legionellosen sein, entweder im Gebäude selbst oder in einiger Entfernung davon. Sowohl so genannte "offene" Kühltürme als auch "geschlossene" (Verdunstungsverflüssiger) produzieren Aerosole, welche Legionellen und andere Bakterien, Sporen, Schimmelpilze sowie organische und chemische Substanzen in der Umgebung verteilen können.

In letzter Zeit haben Epidemien gezeigt, dass die Dampffahne eines kontaminierten Kühlturms über eine Distanz von mehr als 10 km von der Emissionsquelle Infektionen verursachen kann. Das Verteilungsmuster einer Dampffahne hängt von der Leistungsfähigkeit der Anlage, der Höhe und dem Durchmesser des Abluftsystems und von der Geschwindigkeit des aufsteigenden Luftstroms (Stärke des Abzugs) ab. 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 Hindernisse wie zum Beispiel Gebäude im Weg stehen.

Eine vollständige und exakte kartographische Darstellung der in einer Gegend vorhandenen Kühltürme ist für die epidemiologische Überwachung wichtig. Geographisch und administrativ sind die Kantone dafür in der Schweiz am ehesten geeignet. Die geographische Verteilung der Emissionen hängt auch von meteorologischen Faktoren ab (Wind, Wolken, Dunst, Nebel). Deshalb sind meteorologische Karten ganzer Regionen nützlich für Umgebungsuntersuchungen nach Auftreten von Legionellosefällen.

### 2. Grenzwerte

Es besteht kein Zusammenhang zwischen der Konzentration der Gesamtzahl der Keime und *L. pneumophila* im Wasser eines Kühlturms oder eines Befeuchters. Deshalb müssen parallel zur Zahl der Legionellen auch die aeroben und fakultativ anaeroben Keimzahlen bestimmt werden.

Erhöhte Keimzahlen -- wie auch eine erhöhte Konzentration von organischen Substanzen -- sind Indikatoren für Hygiene- oder Unterhaltsprobleme. Mikrobiologische Analysen auf Legionellen ersetzen aber keinesfalls ein Wartungsprogramm, sondern dienen lediglich zu dessen Überprüfung. Die folgenden Grenzwerte und Vorschläge für Kühlsysteme sind nach englischen und EWGLI-Richtlinien adaptiert.

**Tabelle 15-A Grenzwerte für Kühlsysteme**

Aerobe und fakultativ anaerobe Keime* [KBE/ml]	<i>Legionella</i> spp.** [KBE/l]	Notwendige Massnahmen***
$\leq 10^4$	$\leq 10^3$	Das System ist unter Kontrolle. Weitere Wartung wie üblich.
$> 10^4$ und $\leq 10^5$	$> 10^3$ und $\leq 10^4$	Die Resultate sollten mit einer neuen Probenentnahme und sofortiger Untersuchung bestätigt werden. Falls die Keimzahl ähnlich ausfällt, müssen eine Risikoabwägung durchgeführt und weitere Parameter kontrolliert werden. Damit können Korrekturmassnahmen definiert und getroffen werden. Deren Wirksamkeit muss durch erneute mikrobiologische Analysen überprüft werden.
$> 10^5$	$> 10^4$	Sofortige neue Probenentnahme und Untersuchung. Stilllegung der Anlage so schnell wie möglich, Sanierung (Leerung, Reinigung, Desinfektion), spezifische Behandlung und Wiederaufnahme des Betriebs nach negativen Untersuchungsresultaten auf <i>Legionella</i> spp. Festlegen von notwendigen Korrekturmassnahmen, um die Keimzahl längerfristig auf akzeptabel niedrigem Niveau zu halten. Deren Wirksamkeit muss durch erneute mikrobiologische Analysen überprüft werden.

\* Kolonienzahlbestimmung nach ISO 4833 (2003) Mikrobiologie von Lebensmitteln und Futtermitteln - Horizontales Verfahren für die Zählung von Mikroorganismen - Koloniezählverfahren bei 30 °C [www.slmb.bag.admin.ch/slmb/methoden/index.html](http://www.slmb.bag.admin.ch/slmb/methoden/index.html)

\*\* Bestimmung nach ISO 11731: Water quality -- Detection and enumeration of Legionella

\*\*\* Die Massnahmen richten sich nach dem jeweils höchsten Grad der Kontamination (Aerobier + fakultative Anaerobier oder *Legionella* spp.)

Im Gegensatz zur Messung von Keimzahlen im Wasser gibt es keine Norm zur Identifizierung und Bestimmung der Keimzahl in der Luft. Diese Untersuchungen sind schwierig durchzuführen und zu interpretieren und sind auch nicht standardisiert. In Risikoanlagen und bei offensichtlicher Kontamination (Keimzahl im Wasser  $> 10^4$  KBE/l für fakultative anaerobe Keime und/oder  $> 10^3$  KBE/l für *Legionella* spp.) kann die Luftanalyse aber eine nützliche Entscheidungshilfe für präventive oder korrektive Massnahmen bieten (siehe Modul 19).

### 3. Präventive Massnahmen

**Wahl des Standorts eines Kühlturms.**- Teil der Planung eines Kühlsystems ist die Prüfung der Umweltverträglichkeit. Allgemein gilt, dass die Abluft 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. Die Eintrittsstelle der Luft und die Austrittsstelle der Abluft müssen so weit als möglich von einander entfernt sein.

**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 oder chemischer Belastung geschützt sein. Ansaugstutzen mehrere Meter über dem Boden sind weniger exponiert als ebenerdig. Vor ihrem Eintritt in die Befeuchtungsanlage muss die frische oder rückgeführte Luft einen für Bakterien undurchlässigen Filter passieren. Die Montage darf keinen Luftverlust zwischen Filter und dessen Rahmen erlauben. Die Filter müssen nach den Anweisungen des Herstellers oder des Schweizerischen Vereins von Wärme- und Klimatechnikern (SWKI) regelmäßig ersetzt werden. Eine hohe Konzentration von Mikroorganismen in der Umgebungsluft (üppige Vegetation und hohe Luftfeuchtigkeit) kann eine

Verstopfung der Filter und eine Besiedlung mit Bakterien oder Pilzen zur Folge haben. Der Endfilter muss hoch wirksam sein (Qualität F7 empfohlen) und so endständig platziert sein wie möglich.

**Wahl der Materialien.**- Schon in der Planungsphase sollen Materialien gewählt werden, die kein Wachstum von Mikroflora begünstigen (siehe auch Modul 12 Punkt 3.3), die für den Unterhalt pflegeleicht sind, die nicht anfällig auf Korrosion sind und hohen Temperaturen und Desinfektionsmitteln gegenüber resistent sind. 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 Wannen und Luftbefeuhtersysteme müssen mindestens einmal pro Jahr sowie nach jedem Unterbruch von einem Monat oder mehr geleert und gereinigt werden.

**Qualität des zugeführten Wassers.**- 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 behandelt werden. Regenwasser ist zwar ökologisch unbedenklich, erfordert aber besondere Vorsichtsmassnahmen: Lagerung bei einer Temperatur von < 18 °C, Schutz vor Licht sowie Filtration.

**Inbetriebnahme oder Wiederinbetriebnahme einer lüftungstechnischen Installation.**- Vor der Inbetriebnahme jeder neuen lüftungstechnischen Anlage muss eine gründliche mechanische Reinigung sowie eine Desinfektion stattfinden. Weiter muss vor dem Bezug der Räume die Belüftung während mindestens 48 Stunden laufen gelassen werden, damit Staub und andere unerwünschte Rückstände entfernt werden. Dies gilt auch nach Reparaturarbeiten. 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 Äußerste verhindert werden. Während den Arbeitsschritten Leerung, Reinigung und Desinfektion muss so weitgehend wie immer möglich eine Verunreinigung und Kontamination der Bassins 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 (verschiedene Legionellose-Epidemien traten nach dem Wiederanfahren einer Anlage auf).

**Kontinuierliche Behandlungen.**-

**Tabelle 15-B Allgemeine Empfehlungen**

	Befeuchtungsanlagen	Kühltürme
<b>Anwendung chemischer Produkte zur Bekämpfung der Mikroflora</b>	Nicht empfohlen	Empfohlen
<b>Desinfektion</b>	Ionisationsanlagen auf der Basis von Silber- oder besser Kupfer-Silber-Ionen und UV-C-Lampen	Ionisationsanlagen und chemische Behandlung (Chloroxide)
<b>Kalkentferner und -verhüter</b>	Nicht empfohlen	Auf Vereinbarkeit der Produkte mit dem System der kontinuierlichen Desinfektion achten

**Häufigkeit der Probenentnahmen.**- Der Schweizerische Verein von Wärme- und Klimatechnikern (SWKI) bestimmt die Anforderungen ans Wasser und die Häufigkeit von Kontrollen. Je nach Art der Installation sind mikrobiologische Routineuntersuchungen ein bis vier Mal jährlich (aerobe, fakultativ anaerobe und Legionellen) empfohlen. Bei Inbetriebnahme einer neuen Anlage, nach Reparaturen oder nach Änderungen von Einstellungen eines Systems sind Wasserkontrollen, eventuell auch Luftkontrollen, nötig (siehe Modul 19).

**Wahl der Art der Luftbefeuhtung.**- 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, Verdunster und Ultraschallsysteme Vorteile. Dagegen können Sprühsysteme wie Zerstäuber, Sprühdüsen-Luftwäscher und Hochdruck-Düsenvornebler im Falle einer Kontamination ein Risiko darstellen. Alle Massnahmen sollen auf eine Keimzahl <1000 KBE/ml Wasser und auf Abwesenheit von pathogenen Keimen und Schimmelpilzen zielen.

#### 4. Korrekturmassnahmen

Wenn eine Anlage als Quelle eines Ausbruchs von Legionellen verdächtigt wird, braucht es eine gründliche Inspektion und mikrobiologische Abklärungen. Vor der Entleerung und Reinigung des Systems müssen Proben aus den Bassins (siehe Modul 18), den verdächtigen Feuchtzonen (Abstriche) und aus dem Biofilm entnommen werden. Die Eruierung der Ursachen der Kontamination erlaubt es, einen Sanierungsplan zu erstellen. Das Unterhaltsprotokoll muss Inspektionen und mikrobiologische Wasserkontrollen (inklusive der spezifischen Suche nach Legionellen), eventuell auch der Luft, vorsehen.

Die Entleerung und Reinigung der Kammern und Leitungen mit Entfernung von Schlamm, Sedimenten und organischen Substanzen sind die wichtigsten Massnahmen. Nach der mechanischen Reinigung erfolgt eine intensive Dekontaminierung, mehrere Stunden Leerlauf und die Installation eines permanenten Desinfektionssystems (Kupfer-Silber-Ionisierung, UV-C-Lampen, regelmäßige Beimischung von Bioziden).

Eine kontinuierliche Behandlung gegen biologisches Wachstum, gegen Korrosion und Verkalkung kann nötig sein. Ein allgemein gültiger Standard kann nicht definiert werden, weil Sedimente und Biofilm komplexe Gebilde sind und Interaktionen zwischen den verschiedenen Komponenten (Materialien, gelöste Substanzen, pH-Wert des Wassers, Zumischungen) vorkommen. Nicht nur die Produktwahl, sondern auch die Dosierung und die Aufrechterhaltung der Betriebskonzentration sind delikat. Für letztere ist die kontinuierliche Anwendung einer Dosierpumpe der manuellen Beimischung vorzuziehen. Ebenfalls muss die Toxizität der verwendeten Substanzen beachtet werden, die in die Luft, ins Abwasser oder konzentriert in die Filter gelangen.

Für die Desinfektion des Wassers im System schlagen britische Spezialisten eine Konzentration von mindestens 5 mg/l Restchlor während 5 Stunden vor. Eine höhere Chlorkonzentration ist zur Verkürzung des Verfahrens möglich (25 mg/l während 2 Stunden), aber wegen der vermehrten Korrosion des Materials nicht empfohlen. Im Übrigen ist die Aktivität von Chlor im Wasser von Klimagesystemen wegen der hohen Konzentration von organischen Substanzen und dem hohen pH-Wert erniedrigt.

Andere Techniken können versucht werden, aber ihre Wirksamkeit ist unterschiedlich: Derivate von Chlor, Brom, Silber, Jod und anderen, ebenso Ozon, UV-C-Strahlen, Kupfer-Silber-Ionisierung, Erhöhung der Temperatur etc.

Qualifiziertes Personal ist für den Unterhalt der lufttechnischen Anlagen unabdingbar. Um spezifische Probleme zu lösen, empfiehlt es sich, das Servicepersonal des Herstellers oder eine Spezialfirma beizuziehen.

#### 5. Überwachungsmassnahmen

Die periodische Kontrolle der Anlagen ist unabdingbar. Ein Serviceprotokoll 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 eventuell schon, Verkalkungen, Biofilm und Schlamm festzustellen und die Trübung und die Farbe des Wassers zu beurteilen. Das Servicebuch der französischen Ministerien für Gesundheit, für Industrie und für Umwelt kann als Modell für die zu treffenden Massnahmen gelten ([www.sante.gouv.fr/htm/pointsur/legionellose/tours/car.pdf](http://www.sante.gouv.fr/htm/pointsur/legionellose/tours/car.pdf)).

#### 6. Verantwortlichkeiten

Die Verantwortung für das einwandfreie Funktionieren und den Unterhalt eines Kühlturms liegt beim Besitzer. Er ist ebenfalls dafür verantwortlich dass die mit dem Unterhalt und den Reparaturen betrauten Personen eine adäquate Ausbildung haben und sich bei der Arbeit korrekt schützen. Filternde Gesichtsmasken ("Filtermasken") der europäischen Klasse TH3 oder TM3 (Typ FFP2 oder FFP3, filtering face piece) sind empfohlen. Diese reduzieren die Aerosol-Inhalation um 95 bzw. 98%. Die Maske muss gut ans Gesicht angepasst werden. Vollmasken mit Helm und Haube und Zufuhr von gefilterter Frischluft oder komprimierter Luft bieten in Extremsituationen einen optimalen Schutz. Die Vorschriften bezüglich der korrekten Handhabung der Installationen (z.B. UV-C-Lampen), die Entsorgung von chemischen Produkten, dem Schutz der Umwelt und der Unfallvermeidung müssen dem Arbeitgeber und -nehmer bekannt sein und respektiert werden.

Jeder Kanton hat seine eigenen Gesetze, was die Errichtung eines neuen Kühlturms oder den Ersatz eines alten betrifft. Einige haben in ihrer Gesetzgebung Kontrollen und die Führung eines genauen Katasters vorgesehen, was sich bei epidemiologischen Abklärungen als nützlich erweist. Wie erwähnt schon bei der Planung wichtig ist die Positionierung eines Kühlturms, sowohl bezüglich Personengruppen -- besonders denjenigen in Spitäler und Altersheimen -- als auch bezüglich der vorherrschenden Winde. Sie sollte systematisch Gegenstand von Absprachen zwischen Architekten/Bauherrschaft, Klimaspezialisten und Gesundheitsbehörden sein.

## 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 dfedl, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement. Guide des bonnes pratiques: *Legionella et tours aéroréfrigérantes*. 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-janvier2004. *Bulletin Épidémiologique 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 Épidémiologique Hebdomadaire* 2004;(36-37):182-184.
- Schweizerischer Verein von Wärme- und Klimatechnikern (SWKI). *Luftbefeuchtung in lüftungstechnischen Anlagen*. 95-1 ed. 1995.
- Schweizerischer Verein von Wärme- und Klimatechnikern (SWKI). *Richtlinie für die Verwendung von Filtern in lufttechnischen Anlagen*. 96-4 ed. 1996.
- Schweizerischer Verein von Wärme- und Klimatechnikern (SWKI). *Wasserbeschaffung für Heizungs-, Dampf-, Kälte- und Klima-Anlagen*. 97-1 ed. 1997.
- Schweizerischer Verein von Wärme- und Klimatechnikern (SWKI). *Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlagen in Spitalbauten*. 99-3 ed. 1999.
- Schweizerischer Verein von Wärme- und Klimatechnikern (SWKI). *Hygiene-Anforderungen an Raumlufttechnische Anlagen*. 2003-5 ed. 2003.
- Schweizerischer Verein von Wärme- und Klimatechnikern (SWKI). *Rückkühlung*. 1-131. 2003.

# Modul 16 Spezialfall Hotels und andere vorübergehende Übernachtungsorte

## 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 verletzlich in Bezug auf eine Legionellen-Kolonisierung. Zudem sind Hotels oft klimatisiert und weisen Erholungszonen auf (Sprudelbäder, Schwimmbäder). Sprudelbäder sowie Luftaufbereitungsanlagen stellen besondere Risiken einer Verbreitung von Legionellen dar. Schliesslich waren auch schon Zierbrunnen in Empfangshallen von Hotels an Legionellenausbrüchen beteiligt.

Deshalb hat EWGLI (European Working Group for Legionella Infections) eine spezifische Checkliste für die Prävention von Reise-Legionellosen publiziert.

## 2. Grenzwerte

Da häufigste Risiko stellt das Leitungswasser dar (siehe Modul 12). Für Bäder siehe Modul 14. Modul 15 behandelt die Luftaufbereitungsanlagen.

## 3. Massnahmen zur Prävention, zur Problembehebung und zur Überwachung

Diese Massnahmen werden ebenfalls in den Modulen 12 (Leitungswasser), 14 (Schwimm- und Sprudelbäder) und 15 (Luftaufbereitungsanlagen) beschrieben.

## 4. Überwachungsdispositiv

Im Folgenden sind einige beachtenswerte Punkte der Checkliste für Manager von Hotels und anderen vorübergehenden Aufenthaltsorten erwähnt. Die komplette Checkliste für Hoteliers ist auf [www.bag.admin.ch/themen/medizin/00682/00684/01084/index.html?lang=de](http://www.bag.admin.ch/themen/medizin/00682/00684/01084/index.html?lang=de) abrufbar.

### Wo liegen die Risiken im Hotel?

Ein Infektionsrisiko besteht überall dort, wo sich feine Wasserpartikel (Tröpfchen) bilden können:

- Duschen und Auslaufarmaturen
- Sprudelbäder (Jacuzzis, Whirlpools)
- Türkische Bäder und Saunen
- Kühltürme, 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

### Wo vermehren sich Legionellen?

- In Behältern für Kalt- oder Warmwasser (Wassererwärmer)
- In Wasser zwischen 20 und 45°C
- In Leitungen mit geringer oder fehlender Wassererneuerung (Achtung bei nicht benutzten Zimmern)
- Im Biofilm (Gesamtheit der organischen Substanzen und Mikroorganismen, die auf feuchten Oberflächen eine haftende Schicht bilden), der sich in Wasserreservoirs und Leitungen von Duschen und Auslaufarmaturen bildet
- Auf Dichtungen aus Gummi oder natürlichen Fasern
- In Verkalkungen von Leitungen, Duschköpfen und Auslaufarmaturen.

Die beschriebenen Situationen und Orte begünstigen die Vermehrung von Legionellen, was das Infektionsrisiko von Gästen und Personal erhöht.

### Risikoreduktion

Die Legionärskrankheit kann verhindert werden, wenn bestimmte Massnahmen getroffen und eingehalten werden. Einem Hotelbetrieb kann Fahrlässigkeit vorgeworfen werden, wenn er nicht ein Wartungsprogramm zur Legionellenbekämpfung nachweisen kann. Dieses Programm sollte folgende Punkte beinhalten:

- Bestimmung einer für das "Legionellenprogramm" verantwortlichen Person

- Sicherstellen, dass diese Person die nötigen Kenntnisse für das Legionellenprogramm hat und dass andere Mitglieder des Hotelteams sich dessen Wichtigkeit und ihrer Rolle bewusst sind
- Das Warmwasser muss permanent zirkulieren und die Temperatur muss zwischen 55 und 60°C betragen (Hände ertragen diese Temperatur nur über wenige Sekunden.)<sup>1</sup>.
- Messung der Temperaturen des Warm- und Kaltwassers mindestens alle zwei Monate.
- Sicherstellen, dass das Kaltwasser im Kreislauf unter einer Temperatur von 20 °C bleibt <sup>1</sup>.
- Die Auslaufarmaturen und Duschen in den nicht gebrauchten Zimmern während mehreren Minuten laufen lassen, jede Woche und systematisch vor der Belegung durch einen Gast
- Die Duschköpfe und Auslaufarmaturen müssen frei von Verkalkungen sein.
- Reinigung und Desinfektion der Wassererwärmer mindestens einmal pro Jahr
- Desinfektion des Warmwassersystems während 2 bis 4 Stunden (mit einer Konzentration von 50 mg/l Chlor unter Berücksichtigung der Rohrleitungswerkstoffe, Armaturen etc.) nach jeder Reparatur- oder Wartungsarbeit am Wassererwärmer und am Anfang jeder Saison.
- Inspektion und Desinfektion des Innern von Kaltwasserzisternen mit einer Lösung von 50 mg/l Chlor mindestens einmal pro Jahr. Bei Verschmutzung oder Bildung von Ablagerungen müssen diese gereinigt werden.
- Die Kühltürme und Air-Conditioner-Systeme müssen regelmässig gereinigt und desinfiziert werden, mindestens zwei Mal jährlich.
- Alle Wasserfilter sollen regelmässig (mindestens alle 3 Monate) gereinigt und desinfiziert werden.
- Die Wasserreservoirs, Kühltürme und die einsehbaren Leitungen müssen monatlich inspiziert werden. Sicherstellen, dass alle Verschlüsse intakt und korrekt positioniert sind.
- Sicherstellen, dass Änderungen am Leitungsnetz oder neue Installationen keine Störungen des Systems (Luft in den Leitungen) verursachen.
- Wenn Sprudelbäder vorhanden sind: Sicherstellen, dass
  - das Wasser kontinuierlich mit 0,7 bis 1,5 mg/l Chlor behandelt wird. Messung der Konzentration drei Mal täglich (automatisiert) oder ein Mal pro Tag (manuell).
  - mindestens die Hälfte des Wassers täglich erneuert wird
  - die Sandfilter täglich regeneriert werden (Flussumkehr)
  - das ganze System einmal pro Woche gereinigt und desinfiziert wird.
- Alle erhobenen Daten (Temperaturen, Chlorkonzentrationen etc.) sollen schriftlich festgehalten und von der Hotelleitung regelmäßig kontrolliert werden.

Weitere technische Ratschläge zu spezifischen Kontrollen können bei Spezialisten eingeholt werden. Diese sind auch die kompetenten Ansprechpartner für eine komplette Analyse der Sanitärintallationen eines Betriebs.

## 5. Laboranalysen auf Legionellen

Die Untersuchung des Wassers auf Legionellen ist nicht obligatorisch. Sie ist beim heutigen Stand des Wissens weniger wichtig als ein gutes Wartungsprogramm. Die Probenerhebung muss durch qualifiziertes Personal durchgeführt werden und die Analyse in Labors, welche damit Erfahrung haben. Auch unter diesen Umständen bedeutet ein negatives Ergebnis nicht unbedingt, dass kein Risiko besteht.

## 6. Verantwortlichkeiten

Die Hotelbetreiber sind für den Unterhalt und die Sicherheit der Installationen verantwortlich, die sie ihren Gästen zur Verfügung stellen. Dieser Unterhalt verursacht Kosten, die sich in der Betriebsrechnung der Hotels niederschlagen. Das Auftreten einer oder mehrerer Legionellosen oder auch nur des Verdachts darauf im Zusammenhang mit einem Hotelbesuch kann jedoch den Ruf eines Hauses oder der ganzen Tourismusbranche schädigen.

---

<sup>1</sup> Wenn die Bedingungen vor Ort diese Temperaturen nicht erlauben, sollen alternative Desinfektionsmethoden angewandt werden. Dann sind zusätzlich regelmässige Untersuchungen auf Legionellen nötig (mindestens alle 4 Monate). Kupfer-Silber-Ionisierung und UV-C-Bestrahlung sind gebräuchliche Desinfektionsmethoden.

## 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.

# Modul 17 Spezialfälle von Installationen zum persönlichen Gebrauch

## 1. Einleitung

Gewisse Installationen und Apparate können eine Infektionsquelle darstellen, wenn sie mit Legionellen-kontaminiertem Wasser betrieben werden. Es kann sich dabei um Leitungswasser oder direkt aus der Natur bezogenes Wasser handeln, das zwischen 20 und 45 Grad stagniert, keinen Desinfektionszusatz enthält oder nicht täglich ausgetauscht wird. Zu diesen Installationen gehören:

- Luftbefeuchter
- Vernebler, z.B. für Auslagen von Gemüse oder Blumen in Supermärkten
- Zierbrunnen, vor allem im Gebäudeinnern
- Thermal- oder Sprudelbäder (siehe Modul 14 S.14-1)
- Autowaschanlagen
- Tropische Gartenanlagen mit Befeuchtungsanlagen

Luftbefeuchter können ein subjektiv angenehmeres Raumklima schaffen. Ebenso können sie aber eine potentielle Infektionsquelle darstellen. Aus gesundheitlichen Gründen sind sie selten notwendig. Krankheitserreger überleben vor allem in Kaltverdampfern (z.B. Ultraschall), während Heissverdampfer ein Risiko von Verbrühungen darstellen.

Saunen, in denen lediglich frisches kaltes Wasser aufgegossen und verdampft wird, sind bezüglich Legionellen ungefährlich, ebenso Geräte (auch Kühlaggregate), bei deren Betrieb kein Wasser oder allenfalls lediglich Kondenswasser entweicht. Das Wesentliche ist, dass sie kein Leitungssystem haben, in dem Wasser stagnieren und dann daraus entweichen könnte. Dies gilt für die meisten in individuellen Wohnhäusern oder in Fahrzeugen verwendeten Klimageräte ohne Luftbefeuchtung. Ebenso sind die heute gebauten zentralen Klimaanlagen keine Streuquellen für Legionellen (Ausnahme: in Modul 15 S.15-1 beschriebene Luftaufbereitungsanlagen).

Besondere Vorsicht ist bei Unterhalts- und Reparaturarbeiten oder bei der Inbetriebnahme von Anlagen geboten, in welchen für die Vermehrung von Legionellen günstige Bedingungen geherrscht haben (stagnierendes Wasser, Temperatur im Verteilnetz unter 55 °C, Biofilm).

## 2. Grenzwerte

Allgemein verbindliche Grenzwerte gibt es nicht. In den Modulen 12 (Leitungswasser S.12-1) und 14 (Schwimm- und Sprudelbäder S.14-1) sind für diese Anwendungen geltende Richtwerte aufgeführt.

## 3. Präventionsmassnahmen

Geschwächte Personen (Immunsupprimierte, Organtransplantierte, Diabetiker, Herzinsuffiziente etc.) sollten eher auf die Benutzung von Geräten verzichten, die anfällig auf eine Legionellenkontamination sind.

Es gibt keine Impfung gegen Legionellen. Auch eine prophylaktische Antibiotikagabe nach Exposition wird nicht empfohlen. Tatsächlich ist die Erkrankungsgefahr aber auch nach Risikoexpositionen gering.

Die Prävention beschränkt sich im Allgemeinen auf regelmässigen Wasseraustausch, Einhalten der empfohlenen Temperaturen und regelmässige Reinigung zur Vermeidung von Verkalkung und Biofilm. Eine zusätzliche Desinfektion (siehe Modul 12 Punkt 4 S.12-4) kann in bestimmten Fällen nützlich sein (Empfehlungen des Herstellers beachten).

Nebst diesen allgemeinen Empfehlungen können gefährdete Personen zusätzliche Vorsichtsmaßnahmen befolgen:

- Nach Nichtgebrauch einer Dusche während mehr als 7 Tagen (z.B. Ferienwohnung oder Rückkehr nach Hause) ist anzuraten, das Wasser ohne Aerosolbildung laufen zu lassen. Dies kann z.B. geschehen, indem die Duschbrause direkt auf den Ablauf gehalten oder in Wasser eingetaucht wird oder das Wasser eher via Wannenauslauf als via Duschbrause abgelassen wird. Sofern möglich sollte die Abluft eingeschaltet und draussen einige Minuten gewartet werden.
- In Inhalatoren und Verdampfern zum therapeutischen Gebrauch soll steriles oder abgekochtes Wasser verwendet werden.
- In privaten Sprudelbädern sollen die Anweisungen des Herstellers oder die Norm 385/1 der SIA genau befolgt werden (Reinigung, Wasseraustausch, Desinfektion, Spülung, Filterersatz) (siehe Modul 14).

- Im Falle von Reparatur- oder Unterhaltsarbeiten an möglicherweise kontaminierten Installationen soll wenn immer möglich eine Aerosolbildung verhindert werden. Bei berufsmässigem Arbeiten ist als Vorsichtsmassnahme das Tragen einer filtrierenden Maske empfehlenswert (siehe Modul 15 Punkt 6).

#### **4. Korrekturmassnahmen**

Bei Verdacht auf Legionellenkontamination sind die Erhöhung der Temperatur oder die Desinfektion der Installation nicht immer möglich.

Die Sanierung muss so erfolgen, dass Aerosol-Bildung vermieden wird. Empfehlungen des Herstellers sollen befolgt werden. Der Gebrauch von Filtermasken ist nahe liegend.

#### **5. Verantwortlichkeiten**

Prinzipiell sollen die Betreiber durch geeignete Wartung und Beachtung der üblichen Anleitungen dafür sorgen, dass ihre Anlagen und Geräte kein Risiko darstellen. Selten kann der Hersteller dafür haftbar gemacht werden. Die Hersteller geben meist spezifische Gebrauchsanweisungen.

Die Benutzer können von den Betreibern je nach Installation Einsicht ins Handbuch und in die Wartungsunterlagen verlangen, um z.B. den regelmässigen Austausch der Filter zu überprüfen.

#### **Referenz**

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.

# Modul 18 Isolierung und quantitativer Nachweis von Legionellen in Umweltproben

Dieses Modul beinhaltet einige Punkte, die bei der Entnahme von mikrobiologischen Umweltproben berücksichtigt werden müssen. Für die Analysemethode ist ein vollständiges und validiertes Vorgehen in der ISO-Norm 11731 beschrieben. Das Nationale Referenzzentrum für Legionellen kann mit der Probenanalyse beauftragt werden und steht dem Laborpersonal auch für zusätzliche praktische Informationen zur Verfügung.

## 1. Probenauswahl

Die technischen Details der Probenauswahl sind kontrovers. Deshalb werden verschiedene Methoden vorgeschlagen. Damit die Wirksamkeit der vorgenommenen Massnahmen kontrolliert werden kann, ist es wichtig, ein genaues Protokoll zu erstellen und immer dieselbe Technik für die Kontrollanalysen zu verwenden (Reproduzierbarkeit der Resultate).

### Orte der Probenentnahme

**1.1. Warmes Leitungswasser.** Die Orte mit dem grössten Bakterienwachstum sind die Auslaufarmaturen, Duschen und der untere Teil der Wassererwärmer. Die Entnahmestellen sollten repräsentativ für das ganze System sein. Die Anzahl Proben hängt von der Situation ab. Normalerweise werden die repräsentativen und kritischen Stellen von jemandem bestimmt, der die Installation gründlich kennt. Zum Beispiel wird es im Spital das Hygieneteam zusammen mit dem technischen Dienst sein, welches Anzahl, Art (quantitativ und/oder qualitativ) und Stelle der Entnahme bestimmt. Allgemein, und wenn dies technisch möglich ist, soll je eine Probe entnommen werden von

- Kaltwasser bei seinem Eintritt ins Gebäude
- Warmwasser beim Austritt aus dem Wassererwärmer
- Warmwasser beim Wiedereintritt in den Wassererwärmer, nachdem es im Gebäude zirkuliert ist
- Wasser aus dem Entleerungshahnen des Wassererwärmers
- Wasser von der weitesten vom Wassererwärmer entfernten Wasserentnahmestelle.

Falls die Untersuchung im Zusammenhang mit einem Fall von Legionellose durchgeführt wird, sollen ebenfalls Proben aus den Installationen entnommen werden, welche die erkrankte Person benutzt hat (Dusche, Sprudelbad etc.).

**1.2. Luftaufbereitungsanlagen.** - Abstriche oder Wasserproben werden bevorzugt aus folgenden Stellen entnommen: Kondenswasser, Berieselungswasser, Befeuchtungsbecken, Sedimente, Siphons, feuchte Nischen.

Die Suche nach Legionellen in der Luft ist schwierig durchzuführen. Wenn Bakterien und Schimmelpilze in der Luft aus einem Aufbereitungssystem festgestellt werden, ist dies jedoch ein Alarmzeichen und zeigt ein schlechtes Funktionieren an.

## 2. Methode der Probenentnahme

Die Proben müssen so entnommen werden, dass die Resultate mit denjenigen früherer oder späterer Untersuchungen verglichen werden können. Wenn die Besiedlung bei normalen Verbrauchsbedingungen kontrolliert werden soll, wird man den ersten Wasserstrahl bei Verbrauchstemperatur entnehmen, eventuell nach einem Stillstand während einer Nacht. Wenn auf eine zentrale Besiedlung untersucht wird, soll die Probe entnommen werden, nachdem das Wasser einige Minuten gelaufen ist und eine konstante Temperatur erreicht hat. Die Analyse kann quantitativ sein (Wasserproben) und/oder qualitativ (Abstrich). Auf dem Auftragsformular müssen angegeben sein: Datum und Zeit, Ort und Bedingungen der Entnahme, Art des Wassers (Heiss- oder Kaltwasser) und Temperatur.

**Entnahme eines Liters Wasser in einer sterilen Flasche.**- Dies ist die geeignete Methode, denn sie erlaubt es, die Resultate zu standardisieren (quantitative Analyse mit Angabe der Resultate in Anzahl KBE/l). Eine Probe von 100 ml ist leichter zu transportieren, aber weniger geeignet, denn sie bedeutet einen Verlust an Sensitivität und Repräsentativität.

**Abstriche aus dem Sanitärsystem.**- Nachdem das Auslaufarmaturenende oder der Duschkopf abgeschraubt wurde, werden die Wattestäbchen tief in die Öffnung eingeführt. Das Wattestäbchen soll vier Mal gedreht werden und wenn möglich soll Biofilm entnommen werden. Der Wattestab kann direkt auf ein Selektivmedium ausgestrichen oder in ein Reagenzglas mit 10 ml steriles Wasser oder

ein übliches feuchtes Transportmilieu (verschiedene Typen) gegeben werden. Dieses Vorgehen ist nicht explizit erwähnt in der ISO-Norm 11371.

**Abstrich und Wasser.**- Das Wattestäbchen mit dem so entnommenen Abstrich wird unter sterilen Bedingungen abgeschnitten und in dieselbe Flasche gegeben wie die Wasserprobe. Zuerst soll der Abstrich entnommen werden und erst danach die Wasserprobe.

Sedimente, Schlamm etc.: Die Menge und die Art der Entnahme (Flüssigkeit oder Abstrich) hängen von der Dichte und der Lokalisation ab.

**Sedimente, Schlamm etc.**- Die Menge und die Art der Entnahme (flüssig oder Abstrich) hängt von der Dichte des Materials und der Lokalisation ab.

### 3. Behälter für die Proben

Die Wasserproben (in der Regel 1 Liter) werden in sterilen Flaschen aus Plastik oder Glas gesammelt. Wenn sie schon einmal gebraucht wurden, müssen sie mit destilliertem und sterilem Wasser gespült werden. Für Materialien wie Sedimente, Biofilme und Ablagerungen werden kleinere Behälter mit Schraubverschluss empfohlen. Details zur Entnahmestelle und zum Volumen der Entnahme sowie zum eventuellen Vorhandensein von bioziden Substanzen müssen dem Labor mitgeteilt werden, da sie für den Ablauf der Untersuchung nützlich sind.

### 4. Probenentnahme 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.

### 5. Transport

Vor dem Probenversand soll das Labor kontaktiert werden, damit der Zeitpunkt und die Modalitäten des Transports abgesprochen werden können. Falls die Analyse verschoben wird, müssen die Proben vor Licht geschützt und zwischen 4 und 8 °C aufbewahrt werden. Sie dürfen nicht eingefroren werden. Die Proben sollen dem Labor bevorzugt innerhalb 24 Stunden und bei 6 bis 18 °C zukommen. Die Zeit zwischen Probenentnahme und Ausstrich darf höchstens 48 Stunden betragen.

Für den Versand von Membranen sollen genug grosse und absolut dichte Röhrchen von 20-50 ml Volumen verwendet werden, idealerweise mit 2-3 cm Durchmesser.

### Referenzen

International Organization for Standardization. Water quality - Detection and enumeration of Legionella. ISO [11731]. 1998.

## Modul 19 Mikrobiologische Untersuchungen von Luft

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 Wartung und Reinigung, wird der Komfort zum Risiko für Mensch und Material.

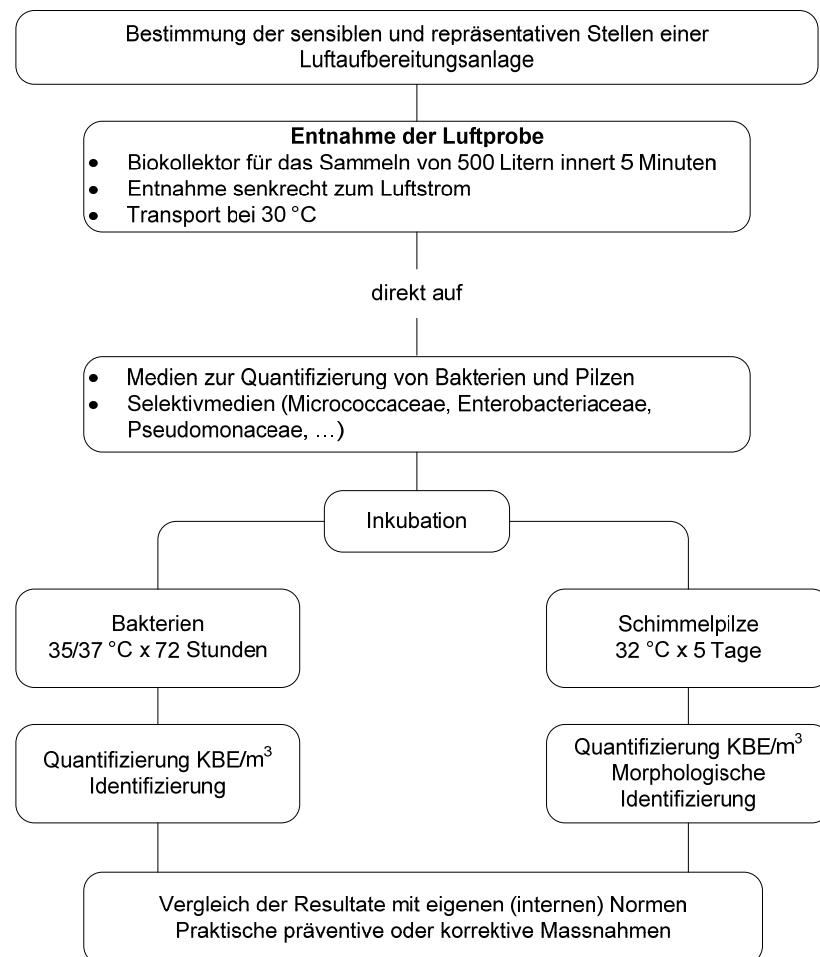
Systematisch durchgeführte wiederholte Kontrollen sind notwendig, wenn ein repräsentatives Bild des Zustands der Installationen gewonnen und situativ angepasste Korrekturmassnahmen ermöglicht werden sollen.

Qualitative und quantitative mikrobiologische Untersuchungen von Luftproben, die standardisiert in den verschiedenen Stadien der Luftaufbereitung erhoben werden, können Probleme aufbereiteter Gebäudeluft erfassen. Die Suche nach Bakterien wird allerdings nicht umfassend sein und die spezifische Kultivierung von Legionellen ist nicht Teil davon. Man wird nur auf Mikroorganismen abzielen, die sich auf den üblichen, nicht angereicherten Nährböden züchten lassen und die für das Personal oder das Material im belüfteten Bereich von Bedeutung sind.

Ein Vergleich der Resultate (identifizierte und quantifizierte Bakterien) an verschiedenen Stellen derselben Anlage erlaubt es, schlecht funktionierende Komponenten zu eruieren.

Allerdings haben die Resultate von Proben aus der Umgebungsluft (Büros, Fabrikhallen, Cafeterias) oft weniger mit der Qualität der Luftaufbereitung zu tun als mit den Menschen und ihren Aktivitäten am betreffenden Ort.

**Abbildung 19-A. Mikrobiologische Analyse bei lüftungstechnischen Anlagen**



CEB-INDOOR, 6 rue Mauborget, 1003 Lausanne

### Referenzen

Schweizerischer Verein von Wärme- und Klimatechnikern (SWKI). Hygiene-Anforderungen an Raumlufttechnische Anlagen. 2003-5 ed. 2003.

## Modul 20 Nationales Referenzzentrum für Legionellen (NRL)

Im Jahr 1997 erhielt das Kantonale Institut für Mikrobiologie des Tessins vom BAG das Mandat für ein Nationales Referenzzentrum für Legionellen (NRL). Es bearbeitet zusammen mit der Abteilung Übertragbare Krankheiten des BAG das Legionellenproblem in der Schweiz.

Das NRL unternimmt epidemiologisch orientierte Untersuchungen und Umweltuntersuchungen. Es bietet den öffentlichen und privaten Mikrobiologielabors seine Unterstützung an und beteiligt sich an der Erarbeitung von Empfehlungen. Es repräsentiert labortechnisch und mikrobiologisch-methodisch die Schweiz und sichert den Kontakt zu den nationalen Labors anderer Länder und den internationalen Überwachungssystemen.

Seine Aufgaben 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 NRL sind:

- Mikrobiologische Spitällaboratorien 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 NRL unterhält eine Homepage ([www.ti.ch/DSS/DSP/IstCM/legionelle/](http://www.ti.ch/DSS/DSP/IstCM/legionelle/)) mit Informationen zur Legionellose und zu den Dienstleistungen des NRL sowie mit den schweizerischen und europäischen Analyseprotokollen und Empfehlungen.

Adresse

NATIONALES REFERENZZENTRUM FÜR LEGIONELLEN  
Kantonales Institut für Mikrobiologie  
Dr. V. Gaia und Dr. Simona Casati  
Via Mirasole 22a  
6500 Bellinzona  
Tel 091 814 60 11  
Fax 091 814 60 19

## Modul 21 Wörterbuch

**Aerosol**

Flüssige oder feste Partikel, die in einem Gas suspendiert 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**

Zunahme von Krankheitsfällen über das normalerweise erwartete Mass hinaus, welches als Endemie bezeichnet wird. 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 zur Bestimmung des Gehalts an Bakterien in einer Probe. Die Konzentration wird pro Liter (KBE/l) oder pro Milliliter (KBE/ml) ausgedrückt

**Kühliturm**

Installation auf der Aussenseite von industriellen oder kommerziellen Kühlgregatten und Klimaanlagen. 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 aéroréfrigérantes. 2001.

**Legionella**

Aerobes Bakterium aus der Familie der Legionellaceae. Diese Familie umfasst mehr als 42 Arten, 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 Limite

**Toleranzwert**

Nach den Regeln der "guten Praxis" akzeptabler Wert

## Modul 22 Nützliche Adressen

**Bundesamt für Energie (BFE)**  
 3003 Bern  
 Tel: +41 (0)31 322 56 11  
 Fax: +41 (0)31 323 25 00  
[www.bfe.admin.ch/](http://www.bfe.admin.ch/)

**European Working Group for Legionella Infections (EWGLI)**  
 61, Colindale Avenue  
 London NW9 5EQ  
 Tel: +44 (0)20 8200 6868  
 Fax: +44 (0)20 8200 7868  
[www.ewgli.org/](http://www.ewgli.org/)

**Schweizerische Gesellschaft für Spitalhygiene**  
[www.sgsh.ch/](http://www.sgsh.ch/)

**Bundesamt für Gesundheit (BAG)**  
 Abteilung Übertragbare Krankheiten  
 3003 Bern  
 Tel: +41 (0)31 323 87 06  
 Fax: +41 (0)31 323 87 95  
[www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch/)

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

**Schweizerische Normenvereinigung (SNV)**  
 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/)  
**Swiss-Noso**  
 Nosokomiale Infektionen und Spitalhygiene: aktuelle Aspekte  
[www.swiss-noso.ch/](http://www.swiss-noso.ch/)

**Bundesamt für Gesundheit (BAG)**  
 Vollzug Lebensmittelrecht  
 3303 Bern  
 Tel: +41 (0)31 324 80 34  
 Fax: +41 (0)31 322 95 07  
[www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch/)

**Nationales Referenzzentrum für Legionella**  
 Kantonales Institut für Mikrobiologie  
 Dr. V. Gaia u. Dr. Simona Casati  
 Via Mirasole 22°  
 6500 Bellinzona  
 Tel: +41 (0)91 814 60 11  
 Fax: +41 (0)91 814 60 19  
[www.ti.ch/legionella](http://www.ti.ch/legionella)

**Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (SUVA)**  
 Postfach  
 6002 Luzern  
 Tel: +41 0848 830 830  
 Fax: +41 0848 830 831  
[www.suva.ch](http://www.suva.ch)

**EMPA Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt**  
 Überlandstr. 129  
 8600 Dübendorf  
 Tel: +41 (0)1 823 55 11  
 Fax: +41 (0)1 821 62 44  
[www.empa.ch/](http://www.empa.ch/)

**Schweizerische Gesellschaft für Arbeitsmedizin (SGARM)**  
[www.sgarm.ch](http://www.sgarm.ch)

**Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (SIA)**  
 Sekretariat  
 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)

<b>Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches</b> SVGW Zürich Grütlistrasse 44 Postfach 2110 8027 Zürich Tel: +41 (0)44 288 33 33 Fax: +41 (0)44 202 16 33 <a href="http://www.svgw.ch">www.svgw.ch</a>	<b>Staatssekretariat für Wirtschaft (seco)</b> Arbeitsnehmerschutz Effingerstrasse 1 CH-3003 Bern Tel: +41 (0)31 322 56 56 Fax: +41 (0)31 322 56 00 <a href="http://www.seco-admin.ch">www.seco-admin.ch</a>	<b>Verbindung der Schweizer Ärzte (FMH)</b> Elfenstrasse 18 Postfach 170 3000 Bern 15 Tel: +41 (0)31 359 11 11 Fax + 41 (0)31 359 11 12 <a href="http://www.fmh.ch/ww/de/pub/homepage.htm">www.fmh.ch/ww/de/pub/homepage.htm</a>
--	--	--

<b>Schweizerischer Verein von Wärme- und Klima-Ingenieuren (SWKI)</b> Solothurnstrasse 13 3322 Schönbühl Tel: +41 (0)31 852 13 00 Fax: +41 (0)31 852 13 01 <a href="http://www.swki.ch">www.swki.ch</a>	<b>suissetec</b> <b>Schweizerisch-Liechtensteinischer Gebäudetechnikverband</b> Auf der Mauer 11 Postfach 8023 Zürich Tel: +41 (0)43 244 73 00 Fax: +41 (0)43 244 73 79 <a href="http://www.suissetec.ch">www.suissetec.ch</a>
--	---