

Verhütung, Erkennung und Bekämpfung von Legionellen-Infektionen im Krankenhaus

M. Exner

1. Einleitung

Nach heutigem Kenntnisstand ist die Legionellose als die wichtigste ausschließlich umweltbedingte Infektionskrankheit mit immer noch weit unterschätzter volksgesundheitlicher Bedeutung anzusehen (6, 15, 19, 21, 31, 40, 72, 78). Während über die Erregercharakterisierung, Ökologie, Klinik und Therapie ausreichende und praxisrelevante Kenntnisse vorliegen, sind Fragen des strukturierten Vorgehens zur Verhütung und Bekämpfung von Legionelleninfektionen bislang unzureichend behandelt worden (19).

Die Legionellose ist *nicht* ein ausschließlich kurativ-medizinisches Problem, das durch Diagnostik und entsprechende Antibiotika-Therapie zu lösen ist. Da die Infektionsquellen für diese Erkrankung immer außerhalb des Menschen im technisch konditionierten Umfeld und insbesondere in Hausinstallationssystemen zu suchen sind, ist die Legionellose ein klassisches Beispiel für die Bedeutung von präventiv-medizinischen Aspekten. Maßnahmen zur Verhütung, Erkennung und Bekämpfung verlangen ein multidisziplinäres Vorgehen, wobei sowohl der klinisch tätige Arzt, der Hygieniker, der medizinische Mikrobiologe, der Arzt für öffentliches Gesundheitswesen, der Installationsingenieur, der Architekt, die Verwaltungsleitung sowie auch der Gesetzgeber gefordert sind. Dringend notwendig ist die Entwicklung klarer Handlungsstrukturen, die vorgeben, welche Maßnahmen zur Verhütung, Erkennung und Bekämpfung der Legionellose zu ergreifen sind. Entsprechende Handlungsstrukturen sind insbesondere mit Inkrafttreten der novellierten Trinkwasserverordnung vom 5. 12. 1990 notwendig geworden, worin nach § 8 auch Anlagen der Hausinstallation zu Wasserversorgungsanlagen im Sinne der Verordnung zählen, die auf Anordnung der zuständigen Behörde zu untersuchen sind. Nach derzeitigem Kenntnisstand kommt es erst innerhalb von Hausinstallationssystemen und anderen wasserführenden Systemen innerhalb von Gebäuden zu einer Massenvermehrung von Legionellen und damit zu einer Infektionsgefährdung. Maßnahmen zur Verhütung, Erkennung und Bekämpfung von Legionelleninfektionen müssen sich daher in erster Linie auf die Hausinstallation und nicht auf die zentrale Wasserversorgung konzentrieren.

Das epidemieartige Auftreten nosokomialer Legionellen-Infektionen kann gravierende Konsequenzen bis zur Schließung von Krankenhäusern haben.

In einer in Nordbayern 1989 in Betrieb genommenen Reha-bilitationsklinik kam es im Zeitraum von Dezember 1989 bis März 1990 zu einer epidemischen Häufung von Legionel-

len-Pneumonien mit insgesamt 10 Legionellen-Erkrankungen und 3 Todesfällen. Betroffen waren Patienten, deren Angehörige sowie eine Mitarbeiterin der Klinik. Die Erkrankungen wurden durch einen einheitlichen Erregertyp (*Legionella pneumophila*, Serogruppe 1, Subtyp Pontiac) ausgelöst, der ebenso im Warmwassersystem der Klinik nachgewiesen wurde. Die Krankenkassen und die BfA ließen daraufhin ihre Patienten in andere Häuser verlegen. Einer erneuten Einweisung von Patienten in die Reha-Klinik wurde erst nach umfangreichen Sanierungsmaßnahmen, Kontrollen und der Etablierung von intermittierenden Desinfektionsmaßnahmen zur Minderung der Legionellen-Konzentrationen im Hausinstallationssystem zugestimmt. Hierdurch kam es faktisch zu einer mehrwöchigen Schließung der Klinik. Über die Vorfälle wurde in den Medien zum Teil mit Balken-Schlagzeilen berichtet.

Bislang sind nach Angaben der Klinikverwaltung Kosten von mehr als 2 Millionen DM entstanden.

Mit zunehmender Verbesserung der zur Zeit immer noch unzureichenden Legionellen-Diagnostik muß damit gerechnet werden, daß Legionellen-Infektionen häufiger und rascher erkannt werden. Als Infektionsquellen für nosokomiale Legionellen-Infektionen muß in jedem Fall auch das Hausinstallationssystem bzw. RLT-Anlage der jeweiligen Klinik mit in Betracht gezogen werden.

Wegen der vielfältigen gravierenden Konsequenzen muß daher nach Wegen gesucht werden, um das Risiko des Auftretens von Legionellosen auf ein Mindestmaß zu reduzieren.

Auch die Verwaltungsleitung von Krankenhäusern muß sich daher intensiv mit dieser Thematik auseinandersetzen.

Im folgenden sollen daher die wichtigsten Fakten zum Verständnis der Legionellen-Problematik und Überlegungen zum strukturierten Vorgehen zur Verhütung, Erkennung und Bekämpfung von Legionellen-Infektionen dargestellt werden.

2. Charakteristika von Legionelleninfektionen

2.1 Erreger:

Legionellen sind gramnegative, stäbchenförmige Bakterien. Die Gattungsbezeichnung lautet *Legionella*. Zu den Arten zählen u. a. *Legionella pneumophila*, *bozemanii*, *dumoffii*, *micdadei*, *gormanii*, *long beachae*. Bis heute sind 33 verschiedene Arten bekannt, von denen 50 immunologisch unterschiedliche Typen nachgewiesen wurden. Die

epidemiologisch bedeutsamste Legionellenart ist *Legionella pneumophila*. Von den bei *Legionella pneumophila* bekannten Typen hat die Serogruppe 1 den höchsten Anteil an entsprechenden Legionelleninfektionen (3).

Die optimale Vermehrungstemperatur von Legionellen liegt etwa zwischen 35—42 °C. Temperaturen bis zu 50 °C können Legionellen über lange Zeit tolerieren. Unter Laborbedingungen werden Legionellen zwischen 50 und 60 °C innerhalb weniger Stunden, zwischen 60—70 °C innerhalb einiger Minuten und über 70 °C innerhalb von Sekunden abgetötet (61). Diese Ergebnisse sind in bezug auf die Verhältnisse in der Praxis zu relativieren, da häufig durch örtliche Gegebenheiten eine ungehinderte Einwirkung der Temperatur auf Legionellen nicht gewährleistet ist.

Die Generations- oder Verdopplungszeit ist vergleichsweise lang und beträgt unter optimalen Kulturbedingungen bei 37 °C 3,2 Stunden, kann sich jedoch auf bis zu 72 Stunden verlängern. Aufgrund der langen Generations- oder Verdopplungszeit ist mit einer starken Legionellenvermehrung und hieraus resultierender Infektionsgefährdung hauptsächlich nach *Perioden der Stagnation* zu rechnen.

Die Häufigkeitsverteilung der einzelnen Legionellentypen als Erreger menschlicher Erkrankungen weist darauf hin, daß zwischen den einzelnen Legionellentypen erhebliche Virulenzunterschiede bestehen. Die diesbezüglichen Fragen bedürfen noch weitergehender intensiver Bearbeitung. Die Serogruppe 1 von *Legionella pneumophila* ist — wie bereits erwähnt — der häufigste Erregertyp, der jedoch keinesfalls als einheitlich betrachtet werden darf. Aufgrund von Untersuchungen mit monoklonalen Antikörpern ergeben sich Hinweise, daß auch innerhalb der Serogruppe 1 Virulenzunterschiede festgestellt werden können. So zeigt sich, daß fast alle Patientensämme dem Subtyp Pontiac der Serogruppe 1 von *Legionella pneumophila* angehören, was darauf hinweist, daß bei Stämmen der Pontiac-Subgruppe eine besonders hohe Virulenz gegeben ist (15, 16). Dies kann bedeuten, daß bei Nachweis von diesem Subtyp von *Legionella pneumophila* z. B. in warmwasserführenden Systemen mit einem erhöhten Gefährdungspotential zu rechnen ist.

2.2 Ökologie und Infektionsquellen

Legionellen sind natürlicher Bestandteil der aquatischen Flora. Sie kommen auch in Flüssen, Seen, Teichen, Regenpfützen vor, erreichen jedoch hier nicht so hohe Konzentrationen wie in Installationssystemen großer Gebäude oder in medizinisch-technischen Geräten.

Es muß davon ausgegangen werden, daß Legionellen in Konzentrationen unterhalb der Nachweisbarkeitsgrenze mit dem Wasser in die Bereiche der zentralen Wasserversorgung eingeschwemmt werden. Im Hausinstallationssystem finden Legionellen dann eine ökologische Nische, um sich zu infektionsrelevanten Konzentrationen zu vermehren (21). Hierbei sind ähnliche Bedingungen wie auch bei atypischen Mykobakterien anzunehmen, die sich in gleicher Weise im Hausinstallationssystem nach zentraler Einschwemmung vermehren und zu respiratorischen Infektionen führen können, ohne jedoch bislang die gleiche epidemiologische Bedeutung wie Legionellen zu haben (82). Auch diese Krankheitserreger (atypische Mykobakterien) sind in der derzeit geltenden Trinkwasserverordnung unter § 13 ebenso wie Legionellen namentlich aufgeführt (84).

Tab. 1: Vorkommen von *Legionella pneumophila* in verschiedenen Habitaten nach Angaben verschiedener Autoren.

Habitat	n	pos.	%	Quelle
Grundwasser				
- Rohwasser	340	2	0,6	63
- Reirwasser	281	9	3,2	63
Talsperrenwasser (voraufbereitet)	19	0	0	63
	20	0	0	63
Uferfiltrate				
- Rohwasser	24	0	0	63
- Reirwasser	12	0	0	63
Oberflächenwasser	138	4	2,9	63
Trinkwasser				
- kalt	320	24	7,5	63
- warm	1097	534	48,7	63
Leitungswasser				
- Krankenhäuser ¹	103	72	70	34
- Hotels	62	11	18	34
- Krankenhäuser ²	53	37	69	53
- Krankenhäuser ¹ und - Altenheime	82	48	59	41
Kühlkreislaufwasser	15	9	60	63
Warmsprudelbecken	99	27	27	63
Schwimmbecken	29	4	14	63
- Abstriche aus Duschköpfen in Hallenbädern	26	13	50	3
- Duschwasser von Hallenbädern	25	19	77	44

¹ bezogen auf die Gesamtzahl der untersuchten Gebäude

² bezogen auf die Gesamtzahl der untersuchten Wasserproben

Faktoren, die die Vermehrung von Legionellen in Hausinstallationssystemen begünstigen, sind:

- Wassertemperatur (zwischen 35—42 °C)
- Stagnation
- Syntrophie mit anderen Mikroorganismen
- Werkstoffe
- Wasserqualität.

Unter günstigen Bedingungen kann es zu einer massiven flächendeckenden Wandbesiedlung der Leitungssysteme, von Kunststoffschläuchen und Gummidichtungen kommen (20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 59). Die Legionellen kommen ebenso wie andere Mikroorganismen (z. B. *Pseudomonas aeruginosa*) nicht als einzelne Bakterien vor, sondern hatten eingeschlossen in dichte Schleimmatrices auf den Oberflächen an, wobei es hierin zu extremen Bakterienkonzentrationen kommt. In Abb. 1 ist ein derartiger flächendeckender Belag auf der Innenwandung eines Silikon-schlauches, welcher 7 Tage lang mit Leitungswasser durchströmt wurde, dargestellt (26).

In diesen Schleimmatrices widerstehen Mikroorganismen auch extremen Bedingungen wie z. B. der Einwirkung von Desinfektionsmitteln und verbleiben auch an den Wandungen trotz Durchspülen des kontaminierten Leitungssystems mit hohem Wasserdruck. Beispielhaft für die Widerstandsfähigkeit von Legionellen und anderen Mikroorganismen ist die Innenwandung eines Kupferrohres einer zentralen Desinfektionsmitteldosieranlage dargestellt, in welchem es zu einer bakteriellen Massenvermehrung gekommen war (28).

Bei Abriß von derartigen bakterienhaltigen Schleimplaques sind durchaus infektionsrelevante Bakterienkonzentrationen vorhanden, die bei Einatmen zu Infektionen führen können (59).

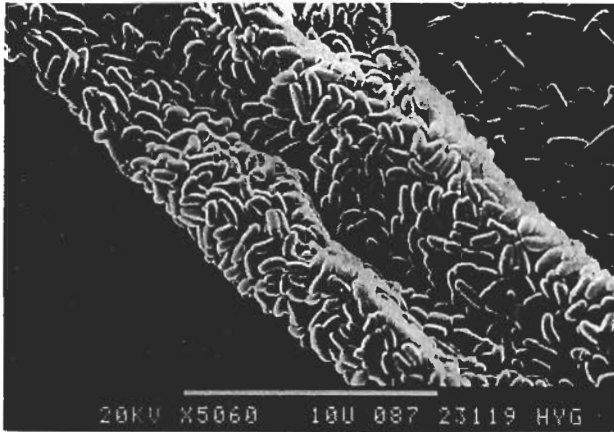


Abb.1: Innenwandung eines mit Leitungswasser durchströmten Silikonschlauches. Links ist die freie Oberfläche des Silikonschlauches erkennbar, rechts ist der wie ein Teppich aufgebrachte mikrobielle Belag mit zahlreichen stäbchenförmigen Mikroorganismen erkennbar. Vergr. 5060fach.

Die erhöhte Temperatur in warmwasserführenden Systemen ist als der entscheidende Selektionsvorteil für Legionellen gegenüber anderen Mikroorganismen anzusehen. Die Bedeutung der einzelnen wachstumsbegünstigenden Faktoren für Legionellen ist unklar und bedarf weiterer intensiver Bearbeitung.

Als Infektionsquellen für Legionelleninfektionen kommen grundsätzlich

- Warmwassersysteme, insbesondere in großen Gebäuden
 - Duschen
 - Wasserhähne
 - Rückkühlwerke
 - Umlaufsprühbefeuchter (z. B. von RLT-Anlagen)
 - Bäder, insbesondere bei Aerolisierung in Warmsprudelbecken
- in Frage.

Zu den genannten Infektionsquellen gibt es zahlreiche epidemiologisch gesicherte Hinweise (15, 18, 19, 21, 33, 37, 38, 43, 47, 66, 67, 72, 78). Grundsätzlich muß immer dann mit einem Infektionsrisiko gerechnet werden, wenn es bei bestehender Legionellenkontamination innerhalb des Hausinstallationsystems zur Entstehung kontaminierter Aerosolpartikel von $5 \mu\text{m}$ und kleiner kommt, da derartige Aerosolpartikel lungengängig sind. Dies ist durchaus bei feinstrahligen Duschen anzunehmen. Problematisch in diesem Zusammenhang sind die langen Stagnationszeiten von Wasser in Duschschläuchen in Patientenzimmern, wo lediglich ein Patient untergebracht ist. Nach Operationen können Patienten in der Regel erst nach 10 Tagen erneut duschen. Derartige Stagnationszeiten sind durchaus für eine Vermehrung von Legionellen zu infektionsrelevanten Konzentrationen ausreichend.

2.3 Infektionsübertragung

Bei der Infektionsübertragung kommen grundsätzlich folgende Möglichkeiten in Frage:

- Inhalation
- Immersion (Eintauchen, Kontakt) (29, 87)
- Ingestion (z. B. Trinken).

Nach heutigem Kenntnisstand ist davon auszugehen, daß der wichtigste Übertragungsweg die *Inhalation kontaminierter Aerosole* (insbesondere mit einer Partikelgröße $< 5 \mu\text{m}$) ist.

Neben der Inhalation von Legionellen muß nach einer Arbeit von Lowry et al. (87) auch die Immersion bzw. der entsprechende Kontakt mit legionellenhaltigem Wasser bei der Infektionsübertragung zukünftig berücksichtigt werden. Durch Restriktions-Endonuklease-Digestions-Analyse konnte gezeigt werden, daß es durch identische Stämme von *Legionella dumoffii* und *Legionella pneumophila* Serogruppe 1, die im Kalt- und Warmwassersystem einer Klinik vorkamen, zu Sternalwundinfektionen bei 3 Patienten gekommen war, wobei 2 dieser Patienten starben (1 Patient trotz 7tägiger Erythromycin-Therapie). Bei einem vierten Patienten konnte *Legionella dumoffii* aus der Pleuraflüssigkeit isoliert werden, ohne daß es zu einer Sternalwundinfektion gekommen war. Bezüglich dieser Infektionsübertragung wird davon ausgegangen, daß die Patienten mit dem legionellenkontaminierten Leitungswasser der In-

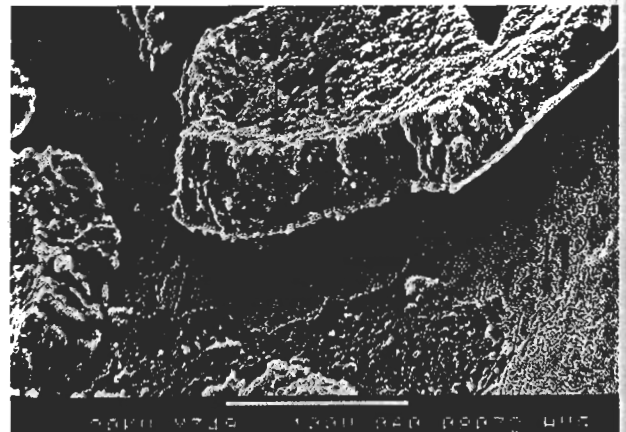


Abb. 2: Darstellung des der Innenwandung eines Kupferrohres einer zentralen Desinfektionsmitteldosieranlage aufliegenden mikrobiellen Belages: blanke Kupferoberfläche (1), unmittelbar dem Kupfer aufliegende Schicht (2a), Bakterien-schicht (2b). Der Belag hat sich während der Präparation teilweise vom Kupfer abgehoben. Vergr. 349fach, Balkenlänge $100 \mu\text{m}$.

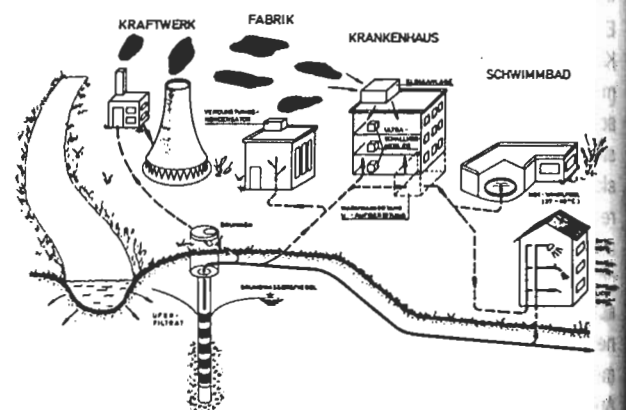


Abb. 3: Vermehrungsorte und Infektionsquellen von Legionellen, die z. Z. diskutiert werden.

tensivstation nach Aufnahme auf der Intensivstation postoperativ gewaschen wurden. Die Wundverbände saugen sich mit dem legionellenkontaminierten Wasser voll, wobei es zu einer weiteren Legionellenvermehrung und schließlich zu einer Wundinfektion bzw. bakteriämischen Streuung kommt. Die Autoren weisen darauf hin, daß bei Patienten, deren Sternalwundverband häufiger innerhalb der ersten postoperativen Woche gewechselt wurde, ein höheres Infektionsrisiko bestand, was mit der häufigeren Exposition gegenüber dem kontaminierten Leitungswasser beim Waschen der Patienten in Zusammenhang gebracht wird. Dabei wird diskutiert, daß insbesondere Fremdkörper wie Nähte oder Tuben Voraussetzung für das Angehen der Infektion ist. Fremdkörper sind auch für andere Infektionserreger wie insbesondere *Staphylococcus epidermidis* ein prädisponierender Faktor.

Die Autoren weisen darauf hin, daß bereits 7 Jahre zuvor in der gleichen Klinik gehäuft durch *Legionella dumoffii* verursachte Endokarditiden ausgelöst wurden. Es handelt sich um die identischen Legionellenspecies. Die Autoren führen dies darauf zurück, daß diese Legionellen das Hausinstallationsystem bzw. periphere Wasserentnahmestellen persistierend besiedelten.

Dieser Bericht zeigt, daß auch die extrapulmonale Legionellose von Bedeutung sein kann.

Es ist darüber hinaus ein Hinweis, daß Wundinfektionen auch hinsichtlich einer Legionellen-Kontamination untersucht werden müssen, was bislang nicht durchgeführt wird.

Die Übertragung wird durch

- erregerspezifische Faktoren
- Anzahl von Legionellen im Wasser bzw. Aerosol
- Art des Kontaktes
- wirtspezifische Faktoren maßgeblich bestimmt.

Für die Prävention von Legionelleninfektionen ist die Kenntnis infektionsrelevanter Konzentrationen von Legionellen von entscheidender Bedeutung. Prädisponierende Faktoren bei exponierten Personen müssen hierbei mit berücksichtigt werden. Es ist davon auszugehen, daß Gesunde höhere Konzentrationen von Legionellen als abwehrgeschwächte Personen tolerieren. Epidemiologische Untersuchungen zeigen, daß bei Ausbrüchen von Legionelleninfektionen, in den als Infektionsquelle festgestellten wasserführenden Systemen Legionellenkonzentrationen von > 1000 Legionellen/ml Wasser nachweisbar waren (1, 16, 19, 37, 68). Nach bisherigem Diskussionsstand müssen 1000 Legionellen/ml als infektionsrelevante Konzentration angenommen werden. Im Rahmen von Präventivstrategien muß erreicht werden, daß diese Konzentration in wasserführenden Systemen durch entsprechende Maßnahmen deutlich unterschritten wird. Aus diesem Grunde wird in den Empfehlungen des Bundesgesundheitsamtes zur Verminderung eines Legionella-Infektionsrisikos (77) eine drastische Reduzierung des Vorkommens von Legionellen in technischen Systemen gefordert, um damit eine Verminderung des Infektionsrisikos zu erzielen.

In Bereichen, wo sich prädisponierte Personen mit erhöhter Legionelleninfektionsanfälligkeit aufhalten, müssen die zulässigen Legionellenkonzentrationen noch weiter abgesenkt werden.

Patientenabhängige Risikofaktoren sind

- Geschlecht (Männer erkranken zwei- bis dreimal häufiger als Frauen)
- Alter (Personen über 40 Jahren)
- Nikotinabusus
- Alkoholabusus
- chronische Grundkrankheiten (Diabetes mellitus, Leberzirrhose, obstruktive Lungenerkrankung, Herzerkrankung, Niereninsuffizienz)
- Patienten nach Nierentransplantationen und anderen Organtransplantationen (Knochenmarkstransplantationen, Herztransplantationen, maligne haematologische Grundkrankheiten)
- Kortikoid-Therapie
- bestimmte Autoimmunkrankheiten (systemischer Lupus erythematoses, rheumatoide Arthritis, Multiple Sklerose etc.).

Insbesondere Patienten nach Transplantationen weisen ein besonders hohes Legionellen-Infektionsrisiko auf. Nach England et al. (18) wird das relative Risiko der Legionellen-Pneumonie bei Patienten mit Nierentransplantation mit 136,6 angegeben, verglichen mit einem relativen Risiko von 3,25 bei Patienten mit chronisch obstruktiven Lungenerkrankungen und 2,7 bei Patienten, die immunsuppressive Medikation erhalten.

Über die Häufigkeit der Legionärskrankheit bei Patienten nach Herztransplantation berichten Horbach und Fehrenbach (28). Während einer Zweijahresstudie konnten 20 Erkrankungen von Legionärskrankheit bei Herztransplantierten beobachtet werden. Die Erkrankungshäufigkeit betrug in dieser Patientengruppe 17 % (20 von 115 Herztransplantierten). Im Gegensatz dazu konnte bei herzoperierten Patienten ohne immunsuppressive Therapie nur eine Erkrankungshäufigkeit von 4,7 % (4 von 84) festgestellt werden. Die Diagnose der Legionellose konnte kulturell und/oder durch Antikörper-Nachweis nur bei 10 Patienten (20), jedoch durch Antigen-Nachweis im Urin bei 21 Patienten festgestellt werden.

2.4 Klinik

Das klinische Bild der Legionelleninfektion reicht von asymptomatischen mit lediglich identifizierbarer Antikörperserokonversion bis hin zu rasch progredient verlaufenden Pneumonien, die als Legionärserkrankung bezeichnet werden. Es wird unterschieden zwischen der

- Legionellenpneumonie
- nicht pneumonischen Form, dem sog. Pontiacfieber
- extrapulmonale Legionelleninfektionen (Endokarditis, Wundinfektionen) (88, 87).

2.4.1 Legionellen-Pneumonie

Die Legionellen-Pneumonie hat keine spezifischen Charakteristika, die sie von anderen Pneumonien unterscheidet.

Nach einer Inkubationszeit von ca. 2—10 Tagen, die insbesondere bei Personen mit schwerer Immunsuppression oder kortikosteroidbedingter Immunsuppression — wie bereits erwähnt — bis zu 4 Wochen betragen kann, kommt es zu abruptem Fieberanstieg mit Temperaturen von 39 bis 40 °C, Schüttelfrost, Myalgie, Unwohlsein und zu Beginn plötzlich auftretenden, intensiven Kopfschmerzen. Das Fieber ist auch durch Antipyretika kaum beeinflussbar. Der Husten ist anfänglich unproduktiv, gelegentlich besteht ei-

ne geringe Haemoptyse sowie Brustschmerzen. Ca. 1/3 der Patienten entwickeln eine Diarrhoe mit wäßrigen Stühlen ohne Blut oder Schleim Beimengungen, Übelkeit, Erbrechen sowie ggf. abdominalen Schmerzen. Neurologische Veränderungen sind charakterisiert durch Verwirrtheit, z. T. mit Halluzinationen, Desorientierung und Lethargie. Die Krankenhausaufnahme wird in der Regel nach 3—6 Tagen nach Auftreten der Symptome notwendig. Das Krankheitsbild ist häufig geprägt von Komplikationen. Die Kombination von Pneumonie und anderen Komplikationen führt bei 1/3 der Patienten zu intensiv-medizinischer Behandlung. In 15 bis 20 % ist eine Intubation und Beatmung notwendig. Weitere Komplikationen sind septischer Schock und Nierenversagen mit der Notwendigkeit einer Dialyse von Tagen bis Monaten. Bleibende neurologische Veränderungen sind ebenfalls möglich, wie nachlassendes Erinnerungsvermögen, Ataxie und periphere Neuropathien. Ebenso können sekundäre Infektionen, ausgelöst durch Viren und Bakterien, auftreten. Eine gleichzeitige Infektion mit verschiedenen Legionellen-Species ist nicht auszuschließen (6, 72).

Röntgenologisch dominieren die Unterlappen als Infiltrationsort. Es wird eine fleckige Infiltration der Lunge mit zunehmender, meist knotiger Verdichtung festgestellt.

Wegen der Schwierigkeiten einer schnellen diagnostischen und mikrobiologischen Sicherung einer Legionellenerkrankung und der klinischen Notwendigkeit zur akut wirksamen Therapie muß differentialdiagnostisch bei

- fulminant verlaufenden, atypischen oder haemorrhagischen Pneumonien,
 - Pneumonien männlicher älterer chronischer Bronchitiker oder herzinsuffizienter Patienten im Spätsommer oder Frühherbst, die mit Cephalgien, Verwirrtheit, Diarrhoe, wenig Husten und Auswurf sowie Schüttelfrösten und hohem Fieber beginnen,
 - Ausdehnung und lappenübergreifender Entwicklung der Pneumonie trotz Behandlung,
 - Therapieresistenz gegenüber Penicillin, Cephalosporinen und Aminoglykosiden, bei fehlender Frühsymptomatik seitens der oberen Luftwege, bei vor oder während der Pneumonie auftretenden Störungen anderer Organsysteme wie Leibschmerzen, Diarrhoe, Leber- und Nierenfunktionsstörung,
 - mäßiger Leukozytose mit Lymphopenie, Transaminasenerhöhung, Hypalbuminämie
- an eine Legionellose gedacht werden.

Von Lode et al. (85) wird über einen Patienten berichtet, der im Abstand von 8 Monaten zweimal an einer Legionärspneumonie erkrankte, was darauf hindeutet, daß eine durchgemachte Legionellen-Erkrankung *keine tragfähige, langdauernde Immunität* gegen Legionelleninfektionen bedingen muß.

Yu (72) weist ebenso darauf hin, daß Rückfälle von Legionellen-Infektionen berichtet werden, obwohl die kritische Durchsicht entsprechender Berichte vermuten läßt, daß es sich hierbei z. T. um Reinfektionen bei Patienten handelte, die kontinuierlich weiterhin *kontaminiertem Wasser exponiert waren*.

Die Letalität der pneumonischen Legionärerkrankung wird mit 5—20 % angegeben. Nach Beaty (6) ist eine Letalität bei Erkrankungsverlauf ohne Komplikation und sachge-

rechter Therapie mit Erythromycin von 6 % anzunehmen, wohingegen bei bestehender Immunsuppression ohne Therapie die Letalität auf bis zu 80 % ansteigen kann.

2.4.2 Pontiac-Fieber

Das Pontiac-Fieber ist eine weitere abgrenzbare Form von Infektionen durch *Legionella pneumophila*. Die Bezeichnung stammt von einer 1968 in einem Bürogebäude in Pontiac, Michigan, explosiv aufgetretenen, grippeartigen Epidemie, die retrospektiv auf eine *Legionella-pneumophila*-Infektion zurückzuführen war. Diese Infektion ist charakterisiert durch eine hohe Erkrankungsrate von bis zu 95 %. Hauptsymptome sind Fieber zwischen 39—40 °C, Schüttelfrost, Myalgie, Unwohlsein und Kopfschmerzen. Als zusätzliche Symptome können trockener Husten, geröteter Rachen, Augenreizung, Schwindel, Photophobie und Nackensteifigkeit ebenso auftreten. Das Routinelabor zeigt keine auffälligen Befunde mit Ausnahme einer transienten Leukozytose, der Röntgenthoraxbefund ist ebenfalls unauffällig. Die Dauer der Erkrankung liegt bei 2—5 Tagen. Die *Inkubationszeit* wird mit 4—60 Stunden, durchschnittlich 36—48 Stunden, angegeben (72).

Die Antibiotikagabe ist meist ohne Einfluß auf den Verlauf. Die Diagnose wird meist retrospektiv gestellt und ist klinisch nicht abgrenzbar von anderen influenzaähnlichen Erkrankungen.

Während die Legionärskrankheit jahreszeitlich hauptsächlich in epidemischer Form während des Spätsommers und Herbstes auftritt, kann das Pontiac-Fieber auch in der epidemischen Form ganzjährig auftreten. Wichtige Infektionsquellen sind u. a. Warmsprudelbecken.

2.5 Epidemiologie

Die *Inzidenz der Legionärskrankheit* in der pneumonischen Form ist bislang immer noch nicht abschließend anzugeben, da hierzu die diagnostischen Möglichkeiten unzureichend sind. Ein Großteil der Infektion bleibt sicher unerkannt und entgeht einer statistischen Erfassung. Nach US-amerikanischen Schätzungen wird von einer Inzidenz der Legionärskrankheit zwischen 12—58 Legionellen-Pneumonien pro 100 000 Einwohner pro Jahr ausgegangen. In der BRD erkranken schätzungsweise jährlich etwa 6000 bis 8000 Menschen an einer schweren Legionärskrankheit. Ca. 1000 bis 1500 Menschen sterben hieran. Diese Zahlen sind bislang jedoch nur Schätzungen (46). Die Inzidenz der nicht pneumonischen Legionellose (*Pontiacfieber*) in der Allgemeinbevölkerung ist vollkommen unbekannt. Es muß davon ausgegangen werden, daß die Häufigkeit des Pontiac-Fiebers etwa dem 100fachen der pneumonischen Verlaufsform entspricht (15).

2.6 Diagnostik

Zur Diagnostik von Legionelleninfektionen stehen derzeit zur Verfügung:

- der spezifische Legionellen-Antikörpernachweis,
- der kulturelle Nachweis von Legionellen,
- der Nachweis von Bakterien mittels direkter Immunfluoreszenz (im klinischen Material),
- der Antigennachweis in Körperflüssigkeiten (hauptsächlich Urin),
- weitere Methoden wie DNA-Fingerprinting, Enzymprofil etc.

Bislang wird in erster Linie der spezifische *Antikörpernachweis* gegen Legionellen im Serum zur Diagnostik herangezogen. Eine sichere Erkennung von Legionelleninfektionen ist jedoch hierdurch nur unzureichend gewährleistet. Im akuten Stadium hat häufig noch keine Antikörperbildung stattgefunden. Beweisend ist ein vierfacher Anstieg des Antikörper-Titers, wozu z. T. 4—8 Wochen notwendig sind. In der ersten Woche der Erkrankung haben lediglich 25—40 % der Patienten erhöhte Antikörper-Titer.

Der *kulturelle Nachweis* von Legionellen ist für epidemiologische Fragestellungen, insbesondere zur Erkennung von Infektionsquellen, außerordentlich wichtig. Ein Nachteil jeder kulturellen Methode ist jedoch die z. T. schwierige Probengewinnung und die lange Zeit der Bebrütung (3—5 Tage).

Zur rascheren Diagnoseerstellung scheint der *Antigen-nachweis im Urin* als zukünftiges Verfahren der Wahl. Die übrigen Methoden der Legionellen-Diagnostik müssen jedoch mitverwendet werden (15, 16, 17).

Die WHO fordert, daß die Entwicklung von validierten, schnellen und preiswerten diagnostischen Verfahren zur Diagnostik der Legionellen-Erkrankung mit hoher Priorität gefördert werden sollte. Die Standardisierung und Validierung der gegenwärtig angewandten diagnostischen Methoden muß durch internationale Zusammenarbeit verbessert werden, wobei die Etablierung von Referenzreagentien gefordert wird (78).

3. Maßnahmen zur Verhütung

Ziel von Verhütungsmaßnahmen ist, die Vermehrung von Legionellen in wasserführenden Systemen durch eine

- geeignete Konstruktion,
- geeignete Betriebsführung und
- und Überwachung

zu verhindern. Hiermit soll sichergestellt werden, daß die Wahrscheinlichkeit einer Legionelleninfektion der Patienten und des Personals auf ein Mindestmaß reduziert wird.

3.1 Konstruktionsmerkmale

3.1.1 Hausinstallationssystem

Bei Hausinstallationssystemen ist aus hygienischer Sicht zu unterscheiden:

- die Warmwasserzubereitung (zentral, dezentral)
- die Hausinstallation (Hausinstallationsleitung, Materialauswahl)
- Wasserentnahmestellen (Duschen, Mischbatterien).

Bei Planung, Bau und Betrieb von Wassersystemen müssen die Kriterien

- der Bekanntmachung des Bundesgesundheitsamtes
 - der Stellungnahme der DVGW-Hauptausschusses („Wasserverwendung“) und
 - der VDI-Empfehlung
- berücksichtigt werden.

3.1.2 Warmwasserzubereitung

Eine Erwärmung des Wassers auf Temperaturen von mind. 60 °C zur Prävention einer Legionellenvermehrung ist insbesondere dann notwendig, wenn eine zentrale Speicherung erfolgt und Stagnation von Warmwasser nicht auszuschließen ist.

Bei Trinkwassererwärmern mit Speichern in bestehenden Trinkwasserinstallationsanlagen soll das Wasser auf 60 °C (Haltetemperatur) erwärmt werden. Zur Erreichung entsprechender Temperaturen auch an weit entfernten Leitungsquellen muß ggf. eine höhere Temperatur in der zentralen Speicheranlage vorgehalten werden können.

Es ist durch Bau- und andere Maßnahmen sicherzustellen, daß keine Stratifikation auftritt, und daß das Wasser an allen Stellen gleichmäßig erwärmt wird. Bei Erwärmung aller Bereiche auf Temperaturen > 60 °C ist ein Legionellenwachstum theoretisch weitgehend unwahrscheinlich.

Das Ansammeln von Sediment und Schlamm am Boden von Wasserspeichern ist auszuschließen. Der Einlauf bzw. die Rezirkulation sollte von oben in den Wasserspeicher erfolgen, um eine entsprechende Stratifikation zu vermeiden. Auskleidungsmaterialien sollten möglichst rostfrei sein. Bei Verwendung von Kunststoffbeschichtungen oder anderen Materialien müssen diese mindestens den Kriterien der KTW-Empfehlung und des DVGW-Arbeitsblattes W 270 entsprechen. Sofern nicht in allen Bereichen eine Wassertemperatur von 60 °C sichergestellt werden kann, ist die Auskleidung von Trinkwasserspeichern mit Kunststoffbeschichtungen oder Gummi problematisch.

Die Größe der Wasserspeicher muß so dimensioniert sein, daß maximal ein 3-Stunden-Spitzenverbrauch vorgehalten wird und das vorgehaltene Volumen einmal täglich umgewälzt wird.

Zentrale Durchfluß- und Speicher-Trinkwassererwärmer müssen so ausgelegt sein, daß an allen Teilen des Hausinstallationssystems unmittelbar vor dem Mischen am Auslauf eine Wassertemperatur von mindestens 55 °C erreicht wird.

In weitläufigen Gebäudekomplexen mit zentralen Speicher-Trinkwassererwärmern kann diese Forderung häufig nicht erfüllt werden. In diesen Bereichen müssen derartige Systeme durch eine Aufgliederung der zentralen Speicher-Trinkwassererwärmer verändert oder durch dezentrale Systeme ersetzt werden.

Bevorzugt wird die Installation von Plattenwärmetauschern im Gegenstrom empfohlen, da es in derartigen Systemen nicht zu einer Stagnation kommt.

Dezentrale Durchfluß-Trinkwassererwärmer bieten selbst keine spezifischen Legionellenprobleme. In Risikobereichen (Nierentransplantationseinheiten, Intensivstationen etc.) sollen derartige Systeme bevorzugt eingesetzt werden.

3.1.3 Hausinstallationen

In den peripheren Leitungsabschnitten der Hausinstallationen können durch verschiedene Gegebenheiten ökologische Nischen für Legionellen auftreten (tote Leitungsstrecken, Stagnation, Materialbeschaffenheit).

Daher ist auf folgende Kriterien zu achten:

- Leitungen für warmes und kaltes Trinkwasser sind gegen Wärmeübertragung gut zu dämmen.
- Für die Installation sollten nur Materialien verwendet werden, die eine mikrobielle Beeinträchtigung der Wasserqualität nicht erwarten lassen. Es sind hierbei die KTW-Empfehlungen und das DVGW-Arbeitsblatt W 270 zu berücksichtigen. Es muß jedoch weiter abgeklärt werden, inwieweit die Kriterien der beiden Regelwerke auch auf Legionellen angewendet werden können. Hier besteht noch ein Forschungsbedarf.

- Die verwendeten Materialien müssen Temperaturen von 70 °C widerstehen können, um ggf. eine thermische Desinfektion des Hausinstallationssystems durchzuführen zu können.
- Es muß ein ausreichender Schutz vor Korrosion gewährleistet sein.
- Zirkulationsleitungen sollten soweit wie möglich und im Idealfall bis unmittelbar vor jede Mischbatterie bzw. Zapfstelle geführt werden.
- Warmwasserleitungen müssen so kurz wie möglich sein.
- Nicht benutzte Leitungsteile und Anschlüsse müssen abgesperrt werden.
- In Zirkulationsleitungen sollten Zirkulationspumpen als Dauerläufer ausgelegt werden, die mit einem Alarmsystem bei Stillstand ausgestattet sind.
- Über Einrohrsysteme in Kombination mit einem elektrisch selbst regelnden Heizband liegen bislang noch unzureichende Erfahrungen vor, um hierüber verbindliche Aussagen zu machen. Aus theoretischen Überlegungen scheinen derartige Systeme sinnvoll.
- Der Einbau von UV-Anlagen in den Zirkulationsrücklauf kann als Teilmaßnahme erwogen werden, bedarf jedoch der weitergehenden Abklärung.

Entnahmearmaturen (Warmwasserzapfstellen, Duschköpfe) können eigenständige Infektionsquellen sein, ohne daß das übrige warmwasserführende System mit Legionellen kontaminiert ist.

Ansiedlungsorte von Legionellen in Entnahmearmaturen sind in erster Linie Dichtungen, Ventile, Perlatoren und ungeeignete Materialien z. B. für Duschschräume.

Um eine materialbedingte Vermehrung von Legionellen sicher auszuschließen, müssen mindestens die Kriterien nach KTW und nach Arbeitsblatt W 270 berücksichtigt werden.

Zum Schutz vor Verbrühung muß an Wasserzapfstellen eine Temperaturbegrenzung erzielt werden. Hierdurch besteht die Möglichkeit eines isolierten Legionellenwachstums.

Die Verringerung der Aerosolbildung bei Entnahmearmaturen, insbesondere bei Duschköpfen, ist aus theoretischen Überlegungen sinnvoll, bedarf jedoch hinsichtlich der Effizienz als Schutz vor Legionelleninfektionen weitergehender Untersuchungen.

Duschschräume und Duschköpfe sollten selbstentleerend sein. Dies kann dadurch erreicht werden, daß Duschschräume in Kliniken nur bei Gebrauch an die Wasserleitung angeschlossen werden. Unmittelbar nach Gebrauch werden die Duschschräume wieder abgekuppelt. Die Duschschräume sollten in derartigen Fällen senkrecht hängen, damit es nicht zur Stagnation von Wasser kommt. Bei Neu- und Umbauarbeiten an Hausinstallationssystemen ist in jedem Fall ein Krankenhaushygieniker mit hinzuzuziehen.

3.2 Bewertung der Sanierungsdringlichkeit eines Hausinstallationssystems

Derzeit existieren keine allgemein akzeptierten Beurteilungskriterien bezüglich der Kriterien für die Sanierungsdringlichkeit eines legionellenkontaminierten Hausinstallationssystems.

In den Empfehlungen des Bundesgesundheitsamtes zur Verminderung eines Legionella-Infektionsrisikos heißt es lediglich:

„Die vorliegenden Empfehlungen, die mit der Trinkwasserkommission und der Kommission ‚Aufbereitung und Desinfektion von Schwimm- und Badebeckenwasser‘ des Bundesgesundheitsamtes abgestimmt worden sind, sollen auf eine drastische Reduzierung des Vorkommens von Legionellen in technischen Systemen und damit auf eine Verminderung des Infektionsrisikos abstellen.“

Die mittlerweile seit Erscheinen dieser Empfehlung im Juni 1987 gesammelten Erfahrungen zeigen, daß bislang die entsprechenden Empfehlungen nicht in ausreichendem Maße umgesetzt wurden. Darüber hinaus konnte festgestellt werden, daß trotz adäquater technischer Voraussetzungen und Betriebsweisen dennoch hohe Legionellenkonzentrationen in Hausinstallationssystemen festgestellt werden mußten. Entscheidend aber ist, daß entsprechende Änderungen des Hausinstallationssystems sowie der Betriebsweise z. T. sehr kosten- und personalintensiv sind. Aus diesem Grunde sind klare Kriterien bezüglich der Veranlassung weitergehender Maßnahmen zur drastischen Reduzierung des Vorkommens von Legionellen in technischen Systemen nötig. Ansonsten werden die hierzu notwendigen Investitionen nicht getätigt (bzw. wird der hierzu erforderliche Apparat nicht in Gang gesetzt).

In der Vergangenheit hat sich gezeigt, daß Änderungen nur dann erzielbar sind, wenn klare Orientierungswerte über den Zustand eines Systems vorliegen. Hierzu hat sich in der Trinkwasserhygiene die regelmäßige bakteriologische Untersuchung als probates Mittel der Prävention bewährt. Eine analoge Untersuchung der Hausinstallationssysteme auf das Vorkommen von Legionellen wird bislang jedoch nicht einheitlich propagiert. So heißt es in dem WHO-Memorandum (78):

„Es gibt keine Hinweise, die die Bestimmung der Sicherheit eines gegebenen Wassersystems auf der Basis der Konzentration von Legionellen in einer Probe begünstigen. Die routinemäßige Untersuchung eines Wassersystems auf die Anwesenheit von Legionellen alleine wird aus diesem Grunde nicht empfohlen.“

Im Gegensatz zu der Auffassung der WHO hat sich im praktischen Vollzug ein konzentrationsabhängiger Beurteilungsmaßstab bewährt. Dieser kann dem Gesundheitsamt zur Prioritätenfestlegung dienen.

Die Auffassung, erst dann tätig zu werden, wenn bereits Legionellen-Infektionen aufgetreten sind, ist jedoch mit präventiv-medizinischen Prinzipien nicht vereinbar. Darüber hinaus weist Yu (72) darauf hin, daß die Legionellen-Diagnostik derzeit nicht mit der hinreichenden Sicherheit Legionellen-Infektionen erkennen läßt.

In Übereinstimmung mit Yu (72) halten die Verfasser daher präventive Untersuchungen von Hausinstallationssystemen (vor dem Auftreten von Legionellen-Infektionen) für erforderlich, um die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Legionellose für die Bewohner von Gebäuden mit entsprechend kontaminiertem Hausinstallationssystem durch geeignete Maßnahmen auf ein Minimum zu reduzieren. Ziel derartiger präventiver Untersuchungen von Hausinstallationssystemen ist es, die Sanierungsdringlichkeit einschätzen zu können, nicht hingegen die individuelle Abwägung des Infektionsrisikos. Dabei ist zu unterscheiden zwischen systemischer und nicht systemischer Kontamination.

Eine *systemische Kontamination* liegt dann vor, wenn unabhängig von der Durchströmung des Leitungssystems Legionellen kontinuierlich nachgewiesen werden. Dies bedeutet, daß ein zentrales Reservoir im Hausinstallationssystem existiert (z. B. Warmwasservorratsbehälter, nicht genutzte Leitungsstränge etc.), wodurch die kontinuierliche Legionellen-Kontamination verursacht wird.

Eine *nicht systemische oder lokale Kontamination* ist dann anzunehmen, wenn die nachgewiesenen Legionellenkonzentrationen bei andauernder Durchströmung deutlich vermindert werden bzw. unter die Nachweisbarkeitsgrenze absinken. In der Regel liegt hierbei eine dezentrale Kontamination z. B. von Duschschräuchen, Wasserhähnen vor, die auf eine lokale Besiedlung von Materialien zurückzuführen ist. In diesen Fällen kann der Anwender durch Ausspülen der Wasserentnahmestelle die entsprechenden Legionellen-Konzentrationen vorübergehend absenken und somit ein potentiell Infektionsrisiko mindern. Bei systemischer Kontamination besteht diese Möglichkeit für den Anwender nicht.

Die rechtlichen Grundlagen für derartige präventive Untersuchungen sind mit der Verordnung über Trinkwasser und über Wasser für Lebensmittelbetriebe (Trinkwasserverordnung; Ausgabedatum vom 12. 12. 1990) gegeben.

Hierin heißt es unter § 8, daß Wasserversorgungsanlagen im Sinne dieser Verordnung

„... nach Nr. 3 Anlagen der *Hausinstallation* sind, aus denen

- a) Trinkwasser oder
- b) Wasser für Lebensmittelbetriebe an den Verbraucher abgegeben wird.“

In § 10 Abs. 2 heißt es:

„Der Unternehmer oder sonstige Inhaber einer Wasserversorgungsanlage nach § 8 Nr. 3 hat das Wasser auf Anordnung der zuständigen Behörde zu untersuchen oder untersuchen zu lassen. Die zuständige Behörde ordnet die Untersuchung an, wenn es unter Berücksichtigung der Umstände des Einzelfalls zum Schutz der menschlichen Gesundheit oder zur Sicherstellung einer einwandfreien Beschaffenheit des Trinkwassers erforderlich ist; dabei sind Art, Umfang und Häufigkeit der Untersuchung festzulegen.“

In § 13 heißt es:

„(1) Die zuständige Behörde kann anordnen, daß der Unternehmer oder sonstige Inhaber einer Wasserversorgungsanlage

1. die zu untersuchenden Proben an bestimmten Stellen und zu bestimmten Zeiten zu entnehmen oder entnehmen zu lassen hat,
2. bestimmte Untersuchungen außerhalb der regelmäßigen Untersuchungen sofort durchzuführen oder durchführen zu lassen hat,
4. die mikrobiologischen Untersuchungen anzudehnen oder ausdehnen zu lassen hat, zur Feststellung,

b) ob andere Mikroorganismen, insbesondere *Pseudomonas aeruginosa*, pathogene Staphylokokken, *Legionella pneumophila*, atypische Mykobakterien, oder ob Fäkalbakteriophagen oder enteropathogene Viren im Wasser enthalten sind.“

In § 18 TrinkwV heißt es unter Abs.2:

„(2) Werden dem Gesundheitsamt Beanstandungen einer Wasserversorgungsanlage nach § 8 Nr. 3 bekannt, so kann diese in die Überwachung einbezogen werden, sofern dies

unter Berücksichtigung der Umstände des Einzelfalls zum Schutz der menschlichen Gesundheit oder zur Sicherstellung einer einwandfreien Beschaffenheit des Trinkwassers erforderlich ist.“

Grundlage für diese Untersuchungen ist somit die Verordnung über Trinkwasser und Wasser für Lebensmittelbetriebe.

Im § 1 der TrinkwV heißt es:

„Trinkwasser muß frei sein von Krankheitserregern.“

Insbesondere *Legionella pneumophila* muß zu den sog. obligat-pathogenen Krankheitserregern und nicht zu den fakultativ-pathogenen oder opportunistisch-pathogenen Krankheitserregern gezählt werden.

Obligat-pathogene Krankheitserreger sind definitionsgemäß solche Krankheitserreger, die bei fehlender spezifischer Immunität unabhängig vom Gesundheitszustand zu Erkrankungen führen können. Bestimmte virulente Stämme von *Legionella pneumophila* entsprechen diesen Kriterien.

Anders als für die klassischen trinkwasserübertragenen Seuchenerreger ist für Legionellen z. Z. *kein* mikrobiologischer *Indikatororganismus* bekannt, der die Anwesenheit oder Abwesenheit von Legionellen indiziert. Aus diesem Grunde ist der direkte Nachweis von Legionellen im Rahmen präventiver Untersuchungen notwendig.

Die präventive Untersuchung von Hausinstallationssystemen richtet sich

- nach der Infektionsanfälligkeit der hieraus Wasser beziehenden Bewohner bzw. Patienten und
- nach der Wahrscheinlichkeit einer entsprechenden Legionellen-Kontamination des Hausinstallationssystems.

Entsprechende Untersuchungen zeigen, daß in *großen Gebäuden mit zentraler Warmwasseraufbereitung* und *langen Hausinstallationsstrecken* (z. B. bis zu 45 km) in der Regel mit einer deutlich höheren systemischen Legionellenkontamination zu rechnen ist.

Aus diesem Grunde sollten bevorzugt

- Krankenhäuser
 - Altenheime
 - Hotels
 - Hallenbäder
 - große Wohngebäudekomplexe
- mit in die präventive Untersuchung einbezogen werden.

Bei der präventiven Untersuchung ist ein *strukturiertes Vorgehen* notwendig. Dies besteht aus folgenden Einzelschritten:

1. *Ortsbesichtigung* mit *Charakterisierung* des Hausinstallationssystems, der Nutzungsart sowie der Charakterisierung der betroffenen Personengruppe anhand von Checklisten.

2. Nach Charakterisierung des Hausinstallationssystems und der Ortsbesichtigung erfolgt die Festlegung der *entsprechenden Entnahmestellen*. Die Entnahmestellen müssen so ausgewählt sein, daß eine systemische Kontamination sicher erkannt werden kann.

3. Zur Erkennung einer systemischen Kontamination ist die *sachgerechte Probenahme* und der entsprechende Probentransport Voraussetzung. Während in Gebäuden ohne spezifische Risikogruppe die Auswahl der Entnahmestellen sich auf zentrale und bestimmte dezentrale Entnahmestellen konzentriert, müssen in Hochrisikobereichen auch Entnahmen zur Erkennung einer dezentralen Kontamination festgelegt werden.

4. Die Untersuchung der entsprechenden Wasserproben erstreckt sich auf die Parameter

- Anwesenheit von Legionellen (qualitative Bestimmung),
- Legionellenkonzentration (quantitative Bestimmung) sowie
- Vorkommen entsprechender Legionellenspecies und Serovarietäten.

Wie bereits dargestellt, gibt es keine Indikatoren, die die An- oder Abwesenheit von Legionellen indizieren.

Die quantitative Bestimmung der systemischen Legionellenkontamination ist ein wichtiger Parameter für die Bestimmung der Sanierungsdringlichkeit. Die quantitative Beurteilung der vorhandenen Legionellen-Konzentration richtet sich

- nach der derzeit diskutierten Infektionsdosis von 1000 Legionellen/ml Wasser (1, 11, 19, 37, 68). Dabei muß darauf hingewiesen werden, daß derartige Konzentrationen nur bezogen auf ein Infektionsrisiko bei Gesunden ohne Vorliegen prädisponierender Faktoren Diskussionsgrundlage sind. Bei Patienten mit spezifischen prädisponierenden Faktoren wie

- Transplantationen,
- erkrankungs- oder medikamenteninduzierte Immunsuppression,
- intensivmedizinische Behandlung,
- Neugeborene unter intensivmedizinischer Behandlung u. a.

können wahrscheinlich bereits wesentlich geringere Konzentrationen von Legionella wahrscheinlich ein Infektionsrisiko bedingen;

- nach den Legionellen-Konzentrationen in wasserführenden Systemen von Gebäuden, in denen Legionellen-Epidemien auftraten sowie nach der durchschnittlichen Konzentration von Legionellen in Hausinstallationssystemen.

Bei Feststellung einer massiven systemischen Kontamination des Hausinstallationsnetzes sind Mängel bei Konstruktion und Betrieb des Hausinstallationssystems anzunehmen. Zur drastischen Reduktion von Legionellen entsprechend den Empfehlungen des Bundesgesundheitsamtes müssen daher Maßnahmen zur Verminderung des Infektionsrisikos erreicht werden.

Die Bestimmung der Serovarietäten der im Hausinstallationssystem vorkommenden Legionellen ist notwendig, um

- ggf. bei Auftreten von Legionellen-Infektionen die entsprechenden Patientenisolate mit denen der im Hausinstallationssystem vorkommenden Legionellen zu korrelieren;
- besonders virulente Legionellen-Serovarietäten wie z. B. Legionella pneumophila Serogruppe 1 Subtyp Pontiac, zu erfassen. Die Problematik der Virulenzfaktoren von Legionellen bedarf noch weiterer Untersuchungen.

5. Bewertung und Empfehlung von Sanierungsmaßnahmen:

Die Dringlichkeit einer Sanierung ist aufgrund folgender Kriterien zu bewerten

- Legionellennachweis
- Höhe der Legionellen-Konzentration im Hausinstallationssystem
- Serogruppe der nachgewiesenen Legionellen
- Art der Wassernutzung
- Gesundheitszustand der exponierten Personen.

Nach Vorliegen der Untersuchungsergebnisse werden unter Berücksichtigung der übrigen erfaßten Kriterien die Hausinstallationssysteme in verschiedene Kategorien eingeteilt (Kategorie I bis III), die die Sanierungsdringlichkeit anzeigen.

Die entsprechenden Kriterien und Empfehlungen sind in Tab. 2 und Tab. 3 dargestellt.

Tab. 2: Zuordnungskriterien von Hausinstallationssystemen¹⁾ zu Kategorie I—III in Abhängigkeit von der Nutzungsart

Kategorie	Nutzungsart	Kriterium
I	1) Hochrisikobereich — Transplantationseinheiten — Bereiche für Patienten mit erkrankungsbedingter oder medikamenteninduzierter schwerer Immunsuppression — Intensivpflegestation — Neugeborenenintensivstation Gilt auch für Hausinstallationssysteme in häuslichen Bereichen, sofern dort Personen nach Transplantation oder mit schwerer Immunsuppression Wasser verwenden.	— alle Hausinstallationssysteme zur Versorgung von Hochrisikobereichen mit Legionellennachweis, unabhängig von der Höhe der Legionellenkontamination — In diesen Bereichen muß Wasser legionellenfrei sein (d. h. nicht nachweisbar in 1 l)
	2) übrige Bereiche Krankenhaus, Altenheim, große Wohngebäudekomplexe einschl. Hotels mit zentraler Warmwasserversorgung	— Höhe der systemischen Legionellenkontamination unabhängig von Serovarietät > 10 Legionellen/ml als systemische Kontamination (> 10 000 Legionellen/l) — Serovarietät bei Nachweis hochvirulenter Legionellenvarietäten wie z. B. Legionella pneumophila, Serogruppe 1, Subtyp Pontiac in Konzentrationen bis 10 Legionellen/100 ml (= 100 Legionellen/l)
II	Hausinstallationssysteme von Krankenhäusern, Altenheimen, großen Gebäudekomplexen mit zentraler Warmwasserversorgung wie Wohngebäuden, Hotels, Betrieben mit Kauen und Duschräumen	— Höhe der systemischen Legionellenkontamination < 10 Legionellen/ml — 10 Legionellen/100 ml (= 10 000 Legionellen/l — 100 Legionellen/l) — Serovarietät fehlender Nachweis hochvirulenter Legionellenserovarietäten
III	siehe Kategorie II	— Höhe der systemischen Legionellenkontamination < 10 Legionellen/100 ml (= 100 Legionellen/l)

¹⁾ für die Zuordnungskriterien im Badebeckenwasser gelten die Kriterien der zukünftigen Badewasserverordnung

Tab. 3: Empfehlung für die Bewertung und Sanierung legionellenkontaminierter Hausinstallationsysteme in Gebäuden

Kategorie	Bewertung der Dringlichkeit	Sanierungsmaßnahmen und Verfahrensschritte
I	<ul style="list-style-type: none"> — Sanierung unverzüglich¹⁾ erforderlich — sofern endgültige Sanierung nicht sofort möglich, müssen unverzüglich vorläufige Maßnahmen zur Minderung der Legionellenkonzentrationen im Hausinstallationsystem ergriffen werden, wenn dieses weiter genutzt werden soll — Kontrolle der lokalen Kontamination — Einschränkungen der Wasserverwendung müssen unverzüglich veranlaßt werden. — Infektionskontrolle von Legionellose — mit der endgültigen Sanierung muß nach spätestens ½ Jahr begonnen werden 	<p>Einschränkung der Wasserverwendung</p> <ul style="list-style-type: none"> — Verbot der Verwendung des Wassers zum Betrieb und zur Reinigung med.-techn. Geräte und zur Atemwegs- und Raumlufthanfeuchtung sowie Raumlufthanfeuchtung — Beschränken des Duschens auf absolut notwendiges Maß — das Vollbad ist vorzuziehen — Duschen im Strahl — Duschköpfe und Periatoren ggf. entfernen — In Hochrisikobereichen Filter an Wasserauslässe mit entsprechender Kontrolle — keine Waschung frischer OP-Wunden (87) <p>Vorläufige Sanierung</p> <ul style="list-style-type: none"> — Reinigung und Entschlammung von Warmwasservorratsbehältern mit Atemschutz — thermische Sanierung oder Hochchlorung mit nachfolgender Dauerchlorung in Abhängigkeit vom System — Absperrung nicht genutzter Leitungsstränge — Anheben der Wassertemperatur im System auf Temperaturen > 60 °C (Verbrühungsschutz) — (sofern möglich) <p>Erfolgskontrolle</p> <ul style="list-style-type: none"> — bakteriologische Kontrolluntersuchung nach festgelegtem Schema der erzielten systemischen Legionellenreduktion auf ≤ 10 KBE Legionellen/100 ml — in wöchentlichem Intervall — bakteriologisches Untersuchungsintervall der Wasserqualität kann in Abhängigkeit vom Ergebnis verlängert werden <p>Infektionskontrollprogramm</p> <ul style="list-style-type: none"> — alle respiratorischen Infekte bei Personen, die Wasser des Hausinstallationsystems verwenden, sollen hinsichtlich einer Legionelleninfektion differentialdiagnostisch abgeklärt werden (CAVE: Qualifikation des Laboratoriums bezüglich Legionellendiagnostik) — bei Verdacht einer Legionellose sofort Erythromycin einsetzen <p>Endgültige Sanierung</p> <ul style="list-style-type: none"> — nach Begutachtung des Hausinstallationsystems durch Fachfirma Sanierung entsprechend einschlägigen Empfehlungen, Richtlinien und Verordnungen durchführen lassen — Ziel: Zuordnung des Systems zur Kategorie III
II	<ul style="list-style-type: none"> — Sanierung mittelfristig erforderlich — Einschränkung der Wasserverwendung — vorläufige Maßnahmen erforderlich — Bewertung und Kontrolle ist nach spätestens ½ Jahr erneut durchzuführen 	<p>Einschränkung der Wasserverwendung</p> <ul style="list-style-type: none"> — Verbot der Verwendung des Wassers zum Betrieb med.-techn. Geräte zur Atemwegs- und Raumlufthanfeuchtung <p>Vorläufige Maßnahmen</p> <ul style="list-style-type: none"> — Reinigung und Entschlammung von Warmwasserspeichern²⁾ — Absperrung nicht genutzter Leitungsstränge — Schaffung der technischen Voraussetzung für akute Sanierungsmaßnahmen (Hochchlorung bzw. thermische Desinfektion und evtl. UV-Desinfektion) <p>Infektionskontrolle</p> <ul style="list-style-type: none"> — bei fieberhaften respiratorischen Infektionen Legionellose differentialdiagnostisch mit abklären <p>Weitere Maßnahmen</p> <ul style="list-style-type: none"> — abhängig von erneuter Bewertung und Kontrolle nach ½ Jahr
III	<ul style="list-style-type: none"> — Sanierungsmaßnahmen derzeit nicht erforderlich — Kontrolluntersuchung in 1 Jahr erneut durchführen sowie nach baulichen Maßnahmen am Hausinstallationsystem mit Auswirkung auf Wachstum und Vermehrung von Legionellen 4 Wochen nach deren Durchführung — ergibt Kontrolluntersuchung Hinweise für erhöhte Legionellenkontamination und ergibt die anschließende Neubewertung Zuordnung zu Kategorie I oder II, so ist entsprechend Regelungen zu diesen Kategorien zu verfahren 	<p style="text-align: center;">---</p>

¹⁾ „unverzüglich“ bedeutet: Ohne schuldhaftes Verzögerung, d. h. bis zur Durchführung vorläufiger oder endgültiger Maßnahmen sollte keine Zeit verstreichen, die nicht für die gründliche Planung derselben genutzt wird.

²⁾ Boilern, Verteiler- und Sammelbehälter

Die entsprechenden Untersuchungen sollten nur durch ein medizinisches Hygiene-Institut durchgeführt werden, da hierzu in jedem Fall auch der medizinische Sachverstand notwendig ist. Darüber hinaus erscheint es sinnvoll, daß eine besondere Zulassung für den Umgang mit Legionella pneumophila, die in der Kriegswaffenliste aufgeführt sind, etabliert wird.

Die die Sanierung durchführenden Firmen bedürfen ebenso besonderer Kriterien. Diese müssen die entsprechende Fachkunde und das Einhalten von Sicherheitsmaßnahmen beinhalten.

4. Maßnahmen zur Erkennung

Nach Auftreten und Sicherung von Legionellen-Infektionen bei einem oder mehreren Patienten ist es erforderlich, durch spezifische Anamnese Hinweise zur Aufdeckung der Infektionsquelle zu erhalten. Dazu ist es notwendig, unter Berücksichtigung der entsprechenden Inkubationszeiten (Legionärs-Pneumonie 2—10 Tage, bei Immunsupprimierten bis zu 3 Wochen) und Pontiac-Fieber (Inkubationszeit 4—66 Stunden) Hinweise über den Aufenthaltsort während dieser Zeit zu erhalten. Bei Patienten mit Legionellen-Pneumonie muß dieser Zeitraum sicher den Zeitraum 10 Tage vor Auftreten der klinischen Symptomatik umfassen. Hierbei muß detailliert nach entsprechenden Aufenthaltsorten und Infektionsquellen gefragt werden. Eine Auflistung befindet sich in Anlage 1 (ohne Anspruch auf Vollständigkeit). Ggf. muß Rücksprache mit Angehörigen, Arbeitskollegen oder Freunden gehalten werden.

Je genauer die Ermittlung der Infektionsquelle durch anamnestiche Befragung ist, um so leichter und schneller kann die tatsächliche Infektionsquelle ermittelt werden.

Zur Zeit besteht keine Verpflichtung der Meldung einer Legionellen-Infektion an das Gesundheitsamt. Lediglich bei Auftreten von mehr als 2 Legionellen-Pneumonien im Krankenhaus ist der behandelnde Arzt nach § 8 BSeuchG verpflichtet, eine entsprechende Infektion als Verdacht einer nosokomialen Infektion dem Gesundheitsamt zu melden. Eine namentliche Aufführung der Legionellen-Infektionen im Rahmen der im § 3 des BSeuchG aufgeführten meldepflichtigen Erkrankungen besteht jedoch z. Z. noch nicht. Eine derartige Meldepflicht bei Erkrankung und Tod ist jedoch wie in den USA (80) in jedem Fall anzustreben, da nur durch Erfassung und Infektionsquellensuche weitergehende Infektionen für andere Personen bzw. für den betreffenden Patienten und Personal vermieden werden können.

Die Infektion hinterläßt keine langdauernde Immunität. Unabhängig von der Existenz einer Meldepflicht sollten jedoch bereits jetzt alle Ärzte und Laboratorien entsprechende Infektionen an das zuständige Gesundheitsamt melden. Dabei ist es vorteilhaft, wenn die mittels Anamnese ermittelten weiteren Angaben dem Gesundheitsamt bereits mitgeteilt werden. Sofern dies nicht der Fall ist, müssen diese Angaben durch das Gesundheitsamt ermittelt werden. Notwendig ist es weiterhin, daß dem Gesundheitsamt Legionellenart, Serovarietät und Subtyp mitgeteilt werden. Diese Angaben werden benötigt, um bei Infektionsquellensuche bei Nachweis von Legionellen im Umfeld einen Vergleich zu den beim Patienten nachgewiesenen Legionellen ermöglichen zu können.

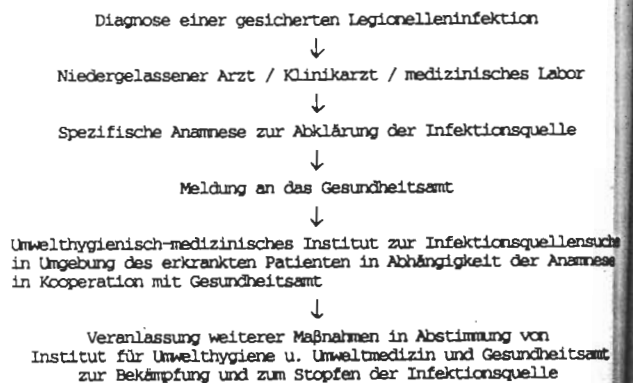
Ergibt eine entsprechende Meldung an das Gesundheitsamt, so muß nach heutigem Kenntnisstand das Gesundheitsamt nach § 10 des BSeuchG tätig werden. § 10 des BSeuchG sagt aus:

„Werden Tatsachen festgestellt, die zum Auftreten einer übertragbaren Krankheit führen können oder anzunehmen ist, daß solche Tatsachen vorliegen, so trifft die zuständige Behörde die notwendigen Maßnahmen zur Abwendung der dem einzelnen oder der Allgemeinheit hierdurch drohenden Gefahren.“

Zur Infektionsquellensuche ist es erforderlich, daß das zuständige Gesundheitsamt sich mit einem medizinischen Institut für Umwelthygiene und Umweltmedizin bzw. einem entsprechenden Medizinaluntersuchungsamt in Verbindung setzt, um durch entsprechende Umgebungsuntersuchungen im Umfeld des Patienten in Abhängigkeit von der jeweiligen Anamnese die potentielle ursächliche Infektionsquelle so rasch wie möglich aufzudecken. Entscheidend für die Infektionsquellensuche ist die Einbeziehung der Untersuchungsergebnisse der Legionellen-Diagnostik des Patienten und der entsprechenden patientenspezifischen Angaben. Daher müssen entsprechend eingerichtete medizinische Hygiene-Institute einbezogen werden. Bei der Untersuchung von potentiellen Infektionsquellen sind ggf. besondere Vorsichtsmaßnahmen für den Probennehmer anzuwenden. So empfiehlt es sich, bei Untersuchungen bzw. Inspektion von Heißwasservorratsbehältern mit Atemschutz zu arbeiten.

Abb. 4 gibt zusammenfassend die Einzelschritte nach Auftreten einer Legionelleninfektion zur Aufdeckung der Infektionsquelle wieder.

Wegen der hohen Anforderungen bei der Infektionsquellensuche empfiehlt es sich, länderspezifische Referenzzentren einzurichten, an welche Legionelleninfektionen gemeldet werden, die dann gemeinsam mit dem zuständigen Gesundheitsamt die Infektionsquellensuche durchführen.



5. Bekämpfungsmaßnahmen

Ziel von Maßnahmen zur Bekämpfung von Legionellen-Infektionen ist es, die entsprechende nachgewiesene Infektionsquelle für aufgetretene Legionellen-Erkrankungen in einen Zustand zu versetzen, daß von dieser eine Infektionsgefährdung nicht mehr ausgehen kann. Die entsprechende Infektionsquelle muß durch geeignete Maßnahmen gestopft werden. Eine vollständige Legionellenfreiheit ist –

wenn überhaupt — nur vorübergehend erreichbar, unrealistisch und nach Auffassung des Bundesgesundheitsamtes hygienisch unnötig. Dringend erforderlich ist es aber, die Legionellen-Konzentrationen auf ein solches Maß dauerhaft zu reduzieren, daß hierdurch eine Infektionsgefährdung nicht mehr gegeben ist.

Die Erfahrung zeigt, daß nach Auftreten insbesondere von Legionellenepidemien mit Todesfällen ein erheblicher psychischer Druck auf den Verantwortlichen lastet. Hierbei kommt es häufig zu Überreaktionen und z. T. kostenintensiven Maßnahmen, deren Nutzen nur bedingt gegeben ist. Gerade in derartigen Situationen ist es notwendig, ziel- und sachgerecht vorzugehen und klare Handlungsstrukturen zu haben. Während bei einer Reihe von erkannten Infektionsquellen (Hot-Whirl-Pool, RLT-Anlage, Kühltürme) ein Stopp des Betriebes ohne weitergehende Konsequenzen möglich ist, ist dies jedoch problematisch, wenn als Infektionsquelle das warmwasserführende System eines Krankenhauses oder eines Altenheimes oder eines andern Gebäudekomplexes in Frage kommt. Ein Abstellen oder eine Außerbetriebnahme der Warmwasserversorgung zwecks Desinfektion ist häufig mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden und kommt einer Stilllegung des gesamten Gebäudes gleich.

Derartige Epidemien können für die betroffenen Institutionen darüber hinaus möglicherweise das wirtschaftliche Aus bedeuten, insbesondere dann, wenn in Pressemitteilungen panikmachende Schlagzeilen zu finden sind („Kilobakterien in Krankenhaus oder Altenheim“).

Patentlösungen für die Bekämpfung von Legionelleninfektionen gibt es nicht, sondern diese richten sich immer nach den jeweiligen Gegebenheiten des als Infektionsquelle in Frage kommenden Systems. Dabei muß immer wieder herausgestellt werden, daß eine gezielte Anamnese (4) zur Erkennung der entsprechenden Infektionsquelle von außerordentlicher Bedeutung ist, da die gezielte strukturierte Behandlung und Bekämpfung kostenintensive, unnütze Sanierungsarbeiten vermeiden hilft.

Die entsprechenden Bekämpfungsmaßnahmen verlangen daher von den Verantwortlichen

— Ruhe, Gelassenheit, Bereitschaft zur Teamarbeit der unterschiedlichen Disziplinen (Hygieniker, Installationsingenieure etc.)

Die entsprechenden Bekämpfungsmaßnahmen können unterteilt werden in

— kurzfristige Akutmaßnahmen oder vorläufige Maßnahmen

— dauerhafte Sanierung.

Durch die kurzfristigen Maßnahmen oder vorläufigen Maßnahmen soll in entsprechenden, als Infektionsquelle in Frage kommenden Systemen (z. B. Desinfektion, thermische Sanierung) die Legionellen-Konzentration drastisch reduziert werden. Da es nach derartigen Maßnahmen häufig innerhalb kurzer Zeit zu einer Rekontamination kommt, müssen durch mittel- bis langfristige Maßnahmen die Vermehrungsmöglichkeiten von Legionellen auf Dauer minimiert werden.

Die entsprechenden Sanierungsmaßnahmen müssen in Abhängigkeit vom betroffenen Hausinstallationssystem und der entsprechenden Infektionsquelle festgelegt werden. Hierzu ist die Zusammenarbeit mit einem medizinischen Hygiene-Institut und erfahrenen Fachfirmen Voraussetzung.

Unabhängig von der Sanierung der jeweiligen Infektionsquelle sollen weitergehende Kontrollmaßnahmen implementiert werden (78). Hierzu gehört die aktive Überwachung der Legionellenerkrankung bei Patienten der Klinik. Dies ist notwendig, um kontrollieren zu können, ob weitere Legionellen-Infektionen auftreten.

Literaturverzeichnis

- (1) Adiss, D. et al.: Community-acquired Legionnaires disease associated with a cooling tower: Evidence for longer-distance transport of *Legionella pneumophila*. *Am. J. Epidem.* **130** (1989), 557—568
- (2) Allam, A. A., S. L. Kamlok: Legionella pneumonia and AIDS. *Chest* **95** (1989), 707—708
- (3) Althaus, H.: Legionellen im Trink-, Bade- und Warmwasser. *Öff. Gesundheitswes.* **49** (1987) 8—13
- (4) Bangsbo, J. M., B. M. Jensen, A. Fries-Möller, B. Bruun: Legionellosis in Patients with HIV Infection. *Infection* **6** (1990), 342—346
- (5) Bartlett, Ch. C. R., A. D. Maerae, J. T. Macfarlane: *Legionella Infections*. London, 1986
- (6) Beaty, N.: *Legionella pneumophila*. In: *Principles and Practice of Infectious Diseases*. 2nd Edition. Editors: F. Mandell, F. Douglas, J. Bennet, 1985
- (7) Berendt, R. F.: Survival of *Legionella pneumophila* in aerosols: effect of relative humidity. *J. Infect. Dis.* **141** (1980), 689
- (8) Botzenhart, K., W. Heizmann, S. Sedaghat, P. Heeg, T. Hahn: Bacterial colonization and occurrence of *Legionella pneumophila* in warm and cold water. In: *Faucet Aerators and in Drains of Hospitals*. *Zbl. Bakt., Hyg. B* **183** (1986), 79—85
- (9) Botzenhart, K.: Legionellen im Krankenhaus. *Öff. Ges. Wes.* **49** (1987), 64—69
- (10) Botzenhart, K., und T. Hahn: Vermehrung von Krankheitserregern im Wasserinstallationssystem. *Gwf - Wasser Abwasser* **130** (1989), 432—440
- (11) Breiman, R. F., W. Cozen, B. S. Fields et al.: Role of air-sampling in an investigation of an outbreak of Legionnaires disease associated with exposure to aerosols from an evaporative condenser. *J. Infect. Dis.*, 1990 (in press).
- (12) Bridge, J. A., P. Edelstein: Oropharyngeal colonization with *Legionella pneumophila*. *J. Clin. Microbiol.* **18** (1983), 1108—1112
- (13) Dott, W., u. E. Thofner: Gesundheitsaspekte der zentralen Trinkwasserversorgung. *DVGW-Schriften*. Wasser Nr. 206, Eschborn, 1983, 1
- (14) Du Moulin and K. D. Stottmeier: Waterborne Mycobacteria: An Increasing Threat to Health. *ASM News* **52** (1986), 525—529
- (15) Ehret, W.: Das Legionellenproblem. In: *Praxis der Krankenhaushygiene*. Hrsg.: J. Sander, Hannover, 1988, S. 167—188
- (16) Ehret, H.: Infektionen durch Legionellen. Die gelben Hefte **28** (1988), 136—145
- (17) Ehret, H.: Methoden und Probleme der Legionellendiagnostik. *Immun. Inf.* **17** (1989), 4—12
- (18) England, A. C. III, D. W. Fraser, B. D. Plikaytis et al.: Sporadic legionellosis in the United States: the first thousand cases. *Ann. Intern. Med.* **94** (1981), 164—170
- (19) Exner, M., K.-D. Jung, B. Hardt: Nosokomiale Legionellen-Infektionen im Zusammenhang mit einer systemischen Legionellen-Kontamination des Hausinstallationssystems. *Forum Städte-Hygiene* **41** (1990), 289—296
- (20) Exner, M., und G.-J. Tuschewitzki: Indikatorbakterien und fakultativ-pathogene Mikroorganismen im Trinkwasser. *Hyg. + Med.* **12** (1987), 514—521
- (21) Exner, M., R. Schulze-Röbbcke: Legionellen-Epidemiologie, Ökologie, Infektionsquellen und präventive Maßnahmen. *Öff. Ges. Wes.* **49** (1987), 90—96
- (22) Exner, M.: Die mikrobielle Besiedlung von Rohr-, Schlauch- und Kathetersystemen. *Habilitationsschrift*, Bonn, 1985
- (23) Exner, M., und G.-J. Tuschewitzki: Extrazelluläre polymere Substanzen von Mikroorganismen — Vorkommen und krankenhaushygienische Bedeutung — *Hyg. + Med.* **8** (1983), 37—42
- (24) Exner, M., und G. J. Tuschewitzki: Vorkommen und Bedeutung extrazellulärer polymerer Substanzen von Bakterien. *Goldschmidt informiert* **62** (1984), 16—26
- (25) Exner, M., F. Haun und R. Kocikowski: Zahnärztliche Einheiten als Kontaminationsquelle für *Pseudomonas aeruginosa*. *Dtsch. Zahnärztl. Z.* **36** (1981), 819—824
- (26) Exner, M., G.-J. Tuschewitzki und F. Haun: Rasterelektronenmikroskopische Darstellung der Wandbesiedlung wasserführender Kunststoffschläuche. *Hyg., I. Abt. Org. B* **176** (1982), 425—434

- (27) Exner, M., G.-J. Tuschewitzki und J. Scharnagl: Influence of Biofilms by Chemical Disinfectants and Mechanical Cleaning. *Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Org. B* **183** (1987), 549—563
- (28) Exner, M., G.-J. Tuschewitzki und E. Thofern: Untersuchungen zur Wandbesiedlung der Kupferrohrleitung einer zentralen Desinfektionsmittelanlage. *Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Org. B* **177** (1983), 170—181
- (29) Farrant, J. M., A. E. C. Drury, R. P. H. Thompson: Legionnaires disease following immersion in a river. *Lancet* **II** (1988), 460
- (30) Fang, J. D., J. E. Stout, N. L. Yu, A. Goetz, J. D. Rihs, R. M. Vickers: Community-acquired Pneumonia caused by *Legionella dumoffii* in a patient with Hairy cell Leukemia. *Infection* **6** (1990), 383—385
- (31) Fehrenbach, F. J., H. E. Müller, B. Ruf und K. Seidel: Die Legionärskrankheit. *Dt. Ärztebl.* **86** (1989), C - 730—733
- (32) Glazier, M. C., R. B. Kohler and R. C. Campbell: Legionnaires Disease in postoperative neurosurgical patients. *J. Neurosurg.* **59** (1983), 596—600
- (33) Goldberg, D. J., P. W. Collier, R. J. Fallon et al.: Lochgoilhead Fever: Outbreak of non-Pneumonic Legionellosis Due to *Legionella Micdadei*. *Lancet* **I** (1989), 316—318
- (34) Habicht, W., and H. E. Müller: Occurrence and Parameters of Frequency of *Legionella* in Warm Water Systems of Hospitals and Hotels in Lower Saxony. *Zbl. Bakt. Hyg. B* **186** (1988), 79—88
- (35) Hambleton, P., M. G. Bruster, P. J. Dennis: Survival of virulent *Legionella pneumophila* in aerosols. *J. Hyg. Cambridge* **90** (1983), 451—460
- (36) Horbach, I., D. Naumann, F. J. Fehrenbach: Simultaneous infections with different serogroups of *Legionella pneumophila* investigated by routine methods and Fourier transform infrared spectroscopy. *J. Clin. Microbiol.* **26** (1988), 1106—1110
- (37) Horbach, I., F. J. Fehrenbach, D. Jürgens: Untersuchung einer *Legionella*-Krankenhaus-Epidemie. Tätigkeitsbericht des Bundesgesundheitsamtes (1989), S.77
- (38) Horbach, I., F. J. Fehrenbach: Legionellosis in Heart Transplant Recipients. *Infection* **6** (1990), 361—363
- (39) Horbach, I., D. Jürgens und F. J. Fehrenbach: Zur Diagnostik der Legionellose. *Bundesgesundhbl.* **9** (1990), 375—379
- (40) Kemmerich, B. et al.: Ambulant erworbene Pneumonien. *Dtsch. med. Wschr.* **114** (1989), 1471—1477
- (41) Langer, B. K. T., I. Daniels-Haardt, R. Fischeder, H. J. Boschek: Legionellen, *P. aeruginosa* und atypische Mykobakterien in Hausinstallationsystemen von Altenheimen und Krankenhäusern. *Forum Städtehygiene* **41** (1990), 286—288
- (42) Lee, T. C., J. E. Stout, V. L. Yu: Factors predisposing to *Legionella pneumophila* Colonization in Residential Water Systems. *Arch. Environ. Health* **43** (1988), 59—62
- (43) le Saux, N., L. Sekla, J. McLeod, S. Parker, D. Rush, J. Jeffery and R. Brunham: Epidemic of nosocomial Legionnaires disease in renal transplant recipients: a case-control and environmental study. *CMAJ* **140** (1989), 1047—1053
- (44) Mathys, W., E. Junge, M. Langen: Legionellen in Dusch-Warmwassersystemen privater Haushalte und von Hallenbädern. *Forum Städtehygiene* **41** (1990), 282—285
- (45) Müller, H. E.: Die hygienische Relevanz der verschiedenen mikrobiologischen Markerkeime für die Beurteilung von Badewasser. *Öff. Ges. Wes.* **51** (1989), 233—237.
- (46) Müller, H. E.: Strategien zur Bekämpfung von Legionellen. Teil 1: *SBZ* **13** (1990), 918—923, Teil 2: *SBZ* **14** (1990), 988—990
- (47) Muraca, P. W., V. L. Yu and J. E. Stout: Environmental Aspects of Legionnaires Disease. *JAWWA* **1988**, 78—85
- (48) Nagorka, R., E. Roßkamp, E. Seeber, K. Seidel: Zur Bewertung von Befuchtungsanlagen im Rahmen der Raumklimatisierung. Tätigkeitsbericht des Bundesgesundheitsamtes 1989, S. 133—134
- (49) Nauman, D., D. Helm und H. Labischinski: Einsatzmöglichkeiten der FT-IR-Spektroskopie in Diagnostik und Epidemiologie. *Bundesgesundhbl.* **9** (1990), 387—393
- (50) Nomura, S. et al.: *Legionella pneumophila* isolated in pure culture from the ascites of a patient with systemic lupus erythematosus. *Am. J. Med.* **86** (1989), 833—834
- (51) Olson, B. H.: The Safety of Our Drinking Water. *N. Engl. J. Med.* **320** (1989), 1413—1414
- (52) Peters, M., C. Siller, D. Schürmann et al.: Bedeutung der Mykobakterien bei AIDS. *Dt. AIDS-Kongreß* 1989.
- (53) Pietsch, M., K. Schön, M. Spielmann und H. P. Werner: Vorkommen und Bedeutung von Legionellen im Trinkwasser von Krankenhäusern. *Hyg. + Med.* **13** (1988), 265—268
- (54) Plouffe, J. F., M. F. Para, R. A. Füller, G. E. Bollin: Oral ingestion of *Legionella pneumophila*. *J. Clin. Lab. Immunol.* **20** (1986), 113—117
- (55) Prince, D. S., et al.: Infection with *Mycobacterium avium* complex in patients without predisposing conditions. *N. Engl. J. Med.* **321** (1989), 863—868
- (56) Reinthaler, F., F. Mascher: Nachweis von *Legionella pneumophila* in Dentaleinheiten. *Zbl. Bakt. Hyg. B* **183** (1986), 86—88
- (57) Ruf, B., D. Schürmann, B. Matos-Marques, S. Schrenke, B. Spiska, M. Hauch, W. Brehmer: Bedeutung und Diagnostik der Mykobakterien bei Patienten mit HIV-Infektion: Ergebnisse einer prospektiven Studie über 2 Jahre. *Dt. AIDS-Kongreß* 1988
- (58) Schürmann, D., B. Ruf, F. Pfannkuch, I. Horbach and H. D. Pohl: Fatal legionellosis in patients with malignant hematologic diseases. *Blut* **56** (1988), 27—31
- (59) Schofield, G. M., und R. Locci: Colonization of components of a model hot water system by *Legionella pneumophila*. *Bacteriol.* **58** (1985), 151
- (60) Schulz, V.: Pneumonien. *Dt. Ärzteblatt* **86** (1988), 177—181
- (61) Schulze-Röbbecke, R., M. Rödder und M. Exner: Vermehrungs- und Abtötungstemperaturen natürlich vorkommender Legionellen. *Zbl. Bakt. Hyg. B* **184** (1987), 495—500
- (62) Schulze-Röbbecke, R., K. D. Jung, H. Pullmann, J. Hundgeburth: Sanierung eines mit *Legionella pneumophila* kontaminierten Warmwassersystems. *Zbl. Hyg.* **190** (1990), 84—100
- (63) Seidel, K., G. Bäß, W. Bartocha, W. Böhrner: Zum Vorkommen und zur Bedeutung von Legionellen in der Umwelt unter besonderer Berücksichtigung von *Legionella pneumophila*. *Bundesgesundhbl.* **29** (1986), 399—404
- (64) Seidel, K.: Zur Strategie der Verminderung eines *Legionella*-Infektionsrisikos. *Bundesgesundhbl.* **32** (1989), 145—146
- (65) States, S. J., et al.: Chlorine, pH, and Control of *Legionella* in Hospital Plumbing Systems. *JAMA* **261** (1989), 1882—1883
- (66) Stout, J. E., V. L. Yu, R. M. Vickers: Ubiquitousness of *Legionella pneumophila* in the Water Supply of a Hospital with Endemic Legionnaires Disease. *N. Engl. J. Med.* **306** (1982), 466—468
- (67) Stout, J. E., V. L. Yu, P. Muraca: Legionnaires Disease Acquired Within the Homes of Two Patients. *JAMA* **257** (1987), 1215—1217
- (68) Trouwborst, T.: Gibt es eine Strategie zur Verhinderung einer Legionellen-Infektion? In: Legionellen — ein hygienetechnisches Problem. Schriftenreihe des Vereins für Wasser-, Boden- und Lufthygiene. G. Fischer-Verlag, Stuttgart, 1987, 49—66
- (69) Tuschewitzki, G.-J., M. Exner und E. Thofern: Induktion einer mikrobiellen Wandbesiedlung in Kunststoffschläuchen durch Trinkwasser. *Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Org. B* **178** (1983), 380—388
- (70) Uerlings, A., R. Lütticken, U. Höfler: Vorkommen von Legionellen in Wässern von Klimaanlage und Naßzellen im Bereich Nordrhein. *Öff. Ges. Wes.* **48** (1986), 325—328
- (71) van der Wonde, E., W. G. Charaklis and C. B. Smith: Biofilms and bacterial Drinking Water Quality. *Wat. Res.* **23** (1989), 1313—1323
- (72) Yu, V. L.: *Legionella Pneumophila* — Legionnaires Disease. In: Principles and Practice of Infectious Diseases. Hrsg.: Mandell, G. L., 3. Aufl., New York, 1990, 1764—1782
- (73) N.N.: Infektionen durch Hot-Whirl-Pools. *Wkly. Epidem. Rec.* **38** (1988), 290—292
- (74) N.N.: Outbreak of Legionnaires Disease. *Wkly. Epidem. Rec.* **8** (1989), 56—57
- (75) Environmental Aspects of the Control of Legionellosis. World Health Organization, Copenhagen, 1986.
- (76) N.N.: Legionnaires disease — Report on a WHO Working Group. World Health Organization, Copenhagen, 1982
- (77) N.N.: Empfehlungen des Bundesgesundheitsamtes zur Verminderung eines *Legionella*-Infektionsrisikos. *Bundesgesundhbl.* **30** (1987), 252—253
- (78) N.N.: Memorandum — Epidemiology, prevention and control of legionellosis: Memorandum from a WHO-meeting. *Bulletin of the World Health Organization* **68** (1990), 155—164
- (79) N.N.: Epidemiologische Notizen und Berichte. Ausbruch von Legionellen-Erkrankungen im Zusammenhang mit einem Ultraschallvernebler in einem Geschäft für Kolonialwaren. *MMWR* **39** (1990), 108—110
- (80) N.N.: Mandatory Reporting of Infectious Diseases by Clinicians. *MMWR* **39** (1990), RR-9
- (81) N.N.: Case Definitions for Public Health Surveillance. *MMWR* **39** (1990), RR-13
- (82) N.N.: Diagnosis and Treatment of Disease caused by nontuberculous mycobacteria. *Am. Rev. Respir. Dis.* **142** (1990), 940—953
- (83) N.N.: DIN 1946 Teil 2, Raumlufttechnik, Januar 1983
- (84) N.N.: Verordnung über Trinkwasser und über Wasser für Lebensmittelbetriebe (Trinkwasserverordnung — TrinkwV). *Bundesgesetzblatt Teil* **1990**, S. 2613—2629
- (85) Lode, H., R. Grote, H. Schäfer et al.: Bedeutung der Legionellen als Erreger nosokomialer und ambulant erworbener Pneumonien. In: Aktuelle Aspekte der bakteriellen und nicht bakteriellen Pneumonien. Hrsg.: H. Lode, Stuttgart, 1984, 113—121

hila in
ipiska,
terien
Studie
Pohle:
eases.
model
15), 151
js- und
n. Zbl.
eburth:
Warm-
und zur
Berück-
tbl. 29
-Infekti-
-ospital
a pneu-
nnaires
j Within
eglonel-
roblem.
ie. G. Fi-
r mikro-
wasser.
hellen in
ein. Öff.
and bac-
3
v: Princ-
3. Aufl.,
8 (1988),
8 (1989),
d Health
g Group.
erminde-
10 (1987),
of legion-
re World
on Legio-
schallver-
9 (1990),
linicians.
MWR 39
perculous
ensmittel-
blatt Teil I
len als Er-
i. In: Aktu-
umonien.

(86) Ciesielski, C. A., et al.: Role of Stagnation and Obstruction of Water Flow in Isolation of Legionella pneumophila from Hospital Plumbing. Appl. Environ. Microbiol. 48 (1984), 984—987
(87) Lowry, P. N., R. Blankenship, W. Gridley, L. Tompkins: A Cluster of Legionella Sternal-Wound Infections due to Postoperative Topical Exposure to Contaminated Tap Water. N. Engl. J. Med. 324 (1990), 109—113
(88) Tompkins, L.S., B. J. Roessler, S. C. Redd, L. E. Markowitz, M. L. Cohen: Legionella prosthetic — valve endocarditis. N. Engl. J. Med. 318 (1988), 530—535

(89) Exner, M.: Technische und hygienische Präventivmaßnahmen gegen Infektionen mit Legionellen. In: Hygiene und Technik im Krankenhaus, Hrsg.: Steuer, Ehningen, 2. Auflage 1991, S. 148—176

Anschrift der Verfasser:

Priv.-Doz. Dr. med. M. Exner, Priv.-Doz. Dr. rer. nat. G.-J. Tuschewitzki, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Rothhauser Straße 1, 4650 Gelsenkirchen

Fragebogen zur Erkennung von Infektionsquellen für Legionella

Bei dem von Ihnen untersuchten Patienten ist aufgrund der hiesigen Laboruntersuchungen eine Legionellen-Infektion

- gesichert
- wahrscheinlich

Legionellen-Infektionen werden immer exogen (d. h. von aus dem Umfeld des Menschen stammenden Infektionsquellen) erworben. Um Patient und andere Personen vor weiteren, z. T. lebensbedrohlichen Infektionen zu schützen, ist die Erkennung der Infektionsquelle dringend notwendig, weshalb wir Sie, den Patienten bzw. seine Angehörigen, um Unterstützung bitten.

Nach dem bisherigen Kenntnisstand werden Legionellen nicht von Mensch zu Mensch übertragen. Wichtigste Infektionsquellen sind wasserführende Systeme, von denen es zu einer Aerolisierung legionellenkontaminierter Wassertropfchen kommt. Entsprechend der Inkubationszeit von 2 bis 14 Tagen muß sorgsam abgeklärt werden, inwieweit eine Exposition während dieser Zeit gegenüber entsprechenden Infektionsquellen stattgefunden hat.

Wir bitten daher um detaillierte anamnestische Abklärung der folgenden Fragen.

Den ausgefüllten Fragebogen bitten wir nach Zustimmung durch den Patienten oder dessen Angehörigen zurückzusenden an:

Priv.-Doz. Dr. med. M. Exner
Hygiene-Institut des Ruhrgebiets
Rothhauser Straße 19
4650 Gelsenkirchen

1. Aufenthalt und Tätigkeit in den 14 Tagen vor Auftreten der klinischen Zeichen einer Legionellose:
 - 1.1 Reisen:
 - 1.2 Duschen (außerhalb des eigenen Hauses): Hotel, Schwimmbad
 - 1.3 Aufenthalt in klimatisierten Räumen: Hotel, Bürogebäude, öffentliche Gebäude
 - 1.4 Aufenthalt in Räumen mit Luftbefeuchter:
 - 1.5 Aufenthalt in Gebieten mit Rückkühlwerken:
 - 1.6 Besuch öffentlicher Bäder oder anderer Sportstätten: Hallenbäder, Freizeitzentren, Turnhallen
 - 1.7 Besuch von Warmsprudelbecken: — wenn ja: genaue Adresse
 - 1.8 Inhalation mittels Inhalationsgerät:
 - 1.9 Ärztliche oder zahnärztliche Behandlung:
 - 1.10 Anwendung von Mundduschen:
 - 1.11 Versprühen von Wasser (z. B. mit Gartenschlauch):
 - 1.12 Waschen des Fahrzeuges in Autowaschanlagen:
 - 1.13 Arbeiten mit Sprühlanzen:
 - 1.14 Übrige Tätigkeiten mit Kontakt zu Wasseraerosol:
2. Risikofaktoren:
 - 2.1 Alter:
 - 2.2 Geschlecht:
 - 2.3 Zigarettenkonsum:
 - 2.4 Diabetes Mellitus:
 - 2.5 Bestehende Immunabwehrschwäche:
 - 2.6 Operationen, z. B. Nieren-, Herztransplantation etc.:
 - 2.7 Immunsuppressive Therapie:
3. Ist bekannt, daß weitere Personen, z. B. im Bekanntenkreis des Erkrankten, an ähnlichen Symptomen erkrankt sind?

Bestimmung der Abfallbehältergrößen und der Abfallgebühren

Der Verwaltungsgerichtshof Mannheim hat sich im Beschluß vom 19. 2. 1990 — 10 S 3608/88 — in grundsätzlicher Weise mit zwei sehr maßgeblichen Regelungen für die Abfallbeseitigung befaßt.

Zunächst ging es um die in einer gemeindlichen Satzung enthaltene Anordnung, Müllgroßbehälter mit einem Füllraum von 240 l und nur ausnahmsweise von 120 l zu ver-

wenden. Dagegen bestanden keine durchgreifenden rechtlichen Bedenken. Nach dem Landesrecht konnte die Gemeinde bestimmen, daß je nach der Personenzahl je Grundstück mindestens ein bestimmtes Behältervolumen vorhanden sein mußte. Damit ist der Gemeinde bei der Ausgestaltung der Müllabfuhr ein weiter Ermessensspielraum eingeräumt, dessen Schranken dem allgemeinen rechtsstaatlichen Grundsatz der Verhältnismäßigkeit und den Grundrechten zu entnehmen ist. Die richterliche Kon-