



Legionellose

RKI-Ratgeber Infektionskrankheiten – Merkblätter für Ärzte

Die Herausgabe dieser Reihe durch das Robert Koch-Institut erfolgt auf der Grundlage des § 4 Infektionsschutzgesetz (IfSG). Praktisch bedeutsame Angaben zu wichtigen Infektionskrankheiten sollen aktuell und konzentriert der Orientierung dienen. Die Beiträge werden in Zusammenarbeit mit den Nationalen Referenzzentren, Konsiliarlaboratorien und weiteren Experten erarbeitet. Die Publikation erfolgt im *Epidemiologischen Bulletin* und im Internet (<http://www.rki.de>). Eine Aktualisierung erfolgt nach den Erfordernissen, aktualisierte Fassungen ersetzen die älteren.

Aktualisierte Fassung vom Januar 2006; Erstveröffentlichung im *Epidemiologischen Bulletin* 49/1999.

Erreger

Legionellen sind gramnegative, nicht sporenbildende aerobe Bakterien, die zur Familie der Legionellaceae, Genus *Legionella*, gehören. Derzeit sind etwa 48 Arten bekannt, die 70 verschiedene Serogruppen umfassen. Alle Legionellen sind als potenziell humanpathogen einzustufen. Die für Erkrankungen des Menschen bedeutsamste Art ist *Legionella pneumophila*, die für etwa 90 % aller Erkrankungen verantwortlich ist. Für *Legionella pneumophila* sind 16 Serogruppen bekannt, von denen die Serogruppe 1 die größte Bedeutung besitzt.

Vorkommen

Erkrankungen des Menschen treten weltweit sporadisch oder im Rahmen von Ausbrüchen auf. Nach dem Infektionsort unterscheidet man nosokomiale und ambulant erworbene Legionellosen. Eine besondere Bedeutung kommt reiseassoziierten Erkrankungen zu, da nicht selten Infektionen während einer Reise und den damit verbundenen Aufenthalten in Hotels und anderen Unterkünften erworben werden.

In Deutschland besteht seit Einführung des IfSG im Jahre 2001 erstmals eine Meldepflicht.

Im Jahre 2004 wurden 475 Legionellosen an das RKI übermittelt (2003: 395 Erkrankungen; 2002: 414 Erkrankungen; 2001: 331 Erkrankungen). Dies entspricht einer Inzidenz von ca. 6 Fällen pro Million Einwohner. In anderen europäischen Ländern liegt die Inzidenz mit 34,1 (Spanien), 19,2 (Dänemark), 17,9 (Niederlande), 16,9 (Frankreich) deutlich höher.

Da nicht alle Legionellosen erkannt werden, insbesondere bei leichter Symptomatik, ist von einer hohen Untererfassung auszugehen. Darüber hinaus ist anzunehmen, dass bei Pneumonien in Deutschland noch zu selten eine spezifische Erregerdiagnostik durchgeführt wird und somit zu wenige Fälle als Legionellose diagnostiziert werden. Daher ist es trotz Meldepflicht schwierig, verlässliche Daten zu erhalten. Nach neuesten Schätzungen des Kompetenznetzwerkes für ambulant erworbene Pneumonien (CAPNETZ) geht man davon aus, dass in Deutschland etwa 4,2% aller auftretenden Pneumonien durch Legionellen verursacht werden. Bei jährlich etwa 500.000 Pneumonien wären somit etwa 21.000 davon auf Legionellosen zurückzuführen. Dies sind etwa doppelt so viele wie bisher angenommen wurde.

Reservoir

Legionellen sind Umweltkeime, die in natürlichen, aber auch künstlichen wasserführenden Systemen vorkommen. Ihr primäres Reservoir ist das Wasser (Süßwasser, kein Meereswasser), wo sie in geringer Zahl natürlicher Bestandteil von Oberflächengewässern und Grundwasser sind. Ihr Vorkommen wird entscheidend von der Wassertemperatur beeinflusst. Ideale Bedingungen für ihre Vermehrung finden Legionellen bei Temperaturen zwischen 25 und 45 °C (Temperaturoptimum 37 °C). Bei Wassertemperaturen oberhalb von 60 °C sterben sie relativ schnell ab. Legionellen können auch in kaltem Wasser vorkommen, sich dort jedoch bei Temperaturen unter 20 °C nicht mehr nennenswert vermehren. Legionellen haben die Fähigkeit, sich intrazellulär in Amöben und anderen Protozoen zu vermehren.

Günstige Bedingungen finden Legionellen in künstlichen Wasseranlagen, vor allem in großen Warmwasseranlagen mit umfangreichen Rohrsystemen. Das Vorhandensein von Biofilm und Ablagerungen (z.B. Sedimente in Warmwasserbehältern) bietet ihnen eine optimale Lebensgrundlage. Ebenso kann eine Stagnation zu erhöhten Keimzahlen im Wasser führen. Besonders ältere und schlecht gewartete Wassersysteme sind daher anfällig für Legionellenkontaminationen.

Infektionsweg

Im Wasser vorhandene Legionellen stellen keine direkte Gesundheitsgefährdung dar. Erst die Aufnahme von Erregern durch Inhalation bakterienhaltigen Wassers als Aerosol oder durch Aspiration von legionellenhaltigem Wasser kann zur Infektion führen. Legionellenhaltige Amöbenpartikel sind für die Übertragung wichtig, da Legionellen ihre Virulenzgene intrazellulär aktivieren. Die Infektion durch legionellenhaltige Amöben erklärt auch das Dosis-Wirkungs-Paradox beim Auftreten von Legionellose (fehlende Infektionen trotz kontaminierter Wassersysteme bzw. Infektionen trotz minimaler Kontamination). Bisher konnten keine Pathogenitätsfaktoren identifiziert werden, die dafür verantwortlich sind, dass sich eine Infektion entwickelt. Daraus folgt, dass z.Z. noch keine Möglichkeit existiert, virulente von nicht so stark virulenten Stämmen zu unterscheiden. Genotypische Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass es bestimmte Klone mit erhöhter Virulenz gibt, die für einen Großteil der Erkrankungen verantwortlich sind. Hierbei sind vor allem Stämme von *Legionella pneumophila* Serogruppe 1, die mit dem monoklonalen Antikörper 3-1 reagieren, zu nennen.

Eine Übertragung von Legionellose wird insbesondere mit folgenden technischen Systemen in Verbindung gebracht bzw. als möglich angesehen:

- Warm-; aber auch Kaltwasserversorgungen (insbesondere bei Stagnation z.B. in Wohnhäusern, Krankenhäusern, Heimen, Hotels oder nach Bezug eines Neubaus),
- raumlufttechnische Anlagen (Rückkühlwerke von RLT-Anlagen, Klimaanlage),
- Badebecken, insbesondere Warmsprudelbecken (Whirlpools),
- sonstige Anlagen, die einen Spray von Wassertröpfchen erzeugen können (z.B. Hydrotherapie, Dentaleinheiten, bestimmte Luftbefeuchter im häuslichen Bereich).

Entscheidende Faktoren für die Vermehrung von Legionellen sind die Temperatur des Wassers und seine Verweildauer im Leitungssystem. Eine Verbreitung wird durch das Entstehen von Aerosolen begünstigt.

Eine der wichtigsten Ursachen für die Entstehung von Legionellose scheint derzeit die Übertragung durch Warmwasserquellen (aus sanitären Einrichtungen) zu sein. In diesem Zusammenhang werden oft Duschen genannt. Bei Umgebungsuntersuchungen wurden Legionellen auch an Duschköpfen gefunden. Beim Duschen findet jedoch nur eine geringe Aerosolbildung statt, so dass es wahrscheinlich nicht mit einem höheren Risiko verbunden ist als der Kontakt mit Leitungswasser aus einem Wasserhahn.

Eine Gesundheitsgefährdung durch Trinken von Wasser, in dem sich Legionellen befinden, kann bei immunkompetenten Personen ohne Schluckstörungen weitgehend ausgeschlossen werden. Bei abwehrgeschwächten Patienten und bei Schluckstörungen (z.B. nach Operation im Kopf- und Nackenbereich) ist eine Infektion nach Aspiration möglich.

Zur Analyse einer Übertragung aus einem verdächtigen Wassersystem auf den Patienten ist eine genetische Feintypisierung von Patienten- und Umweltisolaten erforderlich.

Inkubationszeit

- Legionellose mit Pneumonie (Legionärskrankheit): ca. 2–10 Tage
- Legionellose ohne Pneumonie (Pontiac-Fieber): ca. 5–66 Stunden (im Durchschnitt 24–48 Stunden)

Dauer der Ansteckungsfähigkeit

Eine direkte Übertragung von Mensch zu Mensch ist nicht bekannt.

Klinische Symptomatik

Das Spektrum der klinischen Manifestationen reicht von asymptomatischen Infektionen bis zu schwerwiegenden Pneumonien mit tödlichem Verlauf. Eine Erkrankung entwickelt sich nach Einbringen von Legionellen in die unteren Atemwege. Ein großer Anteil der klinisch Erkrankten sind Risikopatienten mit Immunsuppression, z.B. bei

Organtransplantationen, Knochenmarkstransplantationen, zytostatischer Behandlung von Leukämien. Weitere **Risikofaktoren** sind Dauermedikation mit Kortikoiden, Zustand nach großen chirurgischen Eingriffen sowie ein hohes Lebensalter. Auch Nikotin- und Alkoholabusus können disponierende Faktoren darstellen. Männer erkranken häufiger.

Eine Legionelleninfektion kann zu den beiden nachfolgend aufgeführten Krankheitsbildern führen:

Die **Legionellose mit Pneumonie** (Legionärskrankheit) beginnt mit uncharakteristischen Prodromalerscheinungen wie allgemeinem Unwohlsein, Gliederschmerzen, Kopfschmerzen, unproduktivem Reizhusten. Innerhalb weniger Stunden kommt es zu Thoraxschmerzen, Schüttelfrost, Temperaturanstieg auf 39–40,5 °C, gelegentlich auch Abdominalschmerzen mit Durchfällen und Erbrechen. Infolge einer ZNS-Beteiligung kann es zur Benommenheit kommen, die bis zu schweren Verwirrheitszuständen führen kann. Die Röntgenuntersuchung des Thorax zeigt eine Pneumonie mit zunächst fleckiger Infiltration, später mit zunehmender Verdichtung ganzer Lungenlappen. Die Rekonvaleszenz ist meist langwierig. In einigen Fällen kann als Folge der Erkrankung eine eingeschränkte Lungenfunktion zurückbleiben oder eine Lungenfibrose entstehen.

Die **Legionellose ohne Pneumonie** (Pontiac-Fieber) ist durch einen leichteren Verlauf gekennzeichnet. Die Krankheit führt zu einem grippeähnlichen Krankheitsbild mit Kopf-, Glieder-, Thoraxschmerzen, Husten und Fieber sowie gelegentlichen Verwirrheitszuständen. Eine Pneumonie tritt nicht auf. Trotz erheblichen Krankheitsgefühls erholen sich die Patienten in der Regel ohne antibiotische Therapie innerhalb weniger Tage ohne bleibende Spätschäden. Todesfälle sind nicht bekannt.

Diagnostik

Methode der Wahl ist der **kulturelle Nachweis** der Legionellen auf einem Spezial-Agar, das Ergebnis liegt aber erst nach mehreren Tagen vor. Hierfür geeignet sind respiratorische Materialien (insbesondere bronchoalveoläre Lavage, Trachealsekret, ggf. auch Sputum) oder Lungengewebe bzw. Pleuraflüssigkeit. Ein kultureller Nachweis sollte vor allem zur Identifikation möglicher Infektionsquellen (durch den molekularbiologischen Vergleich der klinischen Isolate mit denen aus der Umwelt) angestrebt werden. Patientienstämme und Umweltisolate werden kostenlos im Konsiliarlaboratorium für Legionellen typisiert.

Beweisend ist auch der **Nachweis des Legionella-Antigens im Urin mittels ELISA**. Damit werden in der Regel aber nur Antigene von *Legionella pneumophila* der Serogruppe 1 und gelegentlich einige kreuzreagierende andere Serogruppen angezeigt. Damit ist der Test zur Überwachung nosokomialer Infektionen bei Kontamination des Wassersystems durch Stämme anderer Serogruppen nur bedingt geeignet. Die Antigenausscheidung setzt bereits nach 24 Stunden ein und persistiert meist einige Wochen, selten über Monate. Diese Methode erlaubt eine frühzeitige und vor allem schnelle Diagnose und ist zudem nicht invasiv. Eine persistierende Ausscheidung von Antigen im Urin ist kein Hinweis auf ein Nichtansprechen der antibiotischen Therapie.

Auch ein **direkter Erregernachweis** aus Sputum und Trachealsekret **mit direkten fluoreszenzserologischen Methoden (DFT)** ist möglich. Er besitzt jedoch nur eine relativ geringe Sensitivität (etwa 40–70 %).

Eine Sicherung der Diagnose durch Antikörpernachweis mittels **indirekten Immunfluoreszenztests** hat nur retrospektiv einen Wert, da ein beweisender Titeranstieg der Serumantikörper oft erst in der 6.-8. Krankheitswoche erfolgt. In vielen Laboratorien eingesetzte Pool-Antigene sind zum Screening geeignet. Positive Titer sollten durch Einsatz monovalenter Serogruppen-spezifischer Antigene bestätigt werden. Seren können an das Konsiliarlaboratorium für Legionellen gesandt werden.

Der Nachweis von Legionella-DNA mittels **PCR** oder anderer Amplifikationstechniken ist möglich, die Sensitivität und Spezifität dieser Methode ist gut. Laboratorien, die diese Untersuchungen durchführen, sollten an den Ringversuchen zum Nukleinsäurenachweis von INSTAND e.V. (Institut für Standardisierung und Dokumentation im medizinischen Laboratorium e.V.) teilnehmen.

Therapie

Nur Antibiotika mit einer guten intrazellulären Aufnahme sind gegen Legionellen wirksam. Bei der Behandlung der Legionella-Pneumonie gilt Erythromycin seit der Epidemie in Philadelphia im Jahre 1976 als das Mittel der Wahl. Bei schweren Fällen wird die zusätzliche Gabe von Rifampicin empfohlen. Die Dauer der Therapie sollte bei immunkompetenten Patienten mindestens 14 Tage, bei abwehrgeschwächten Patienten 3 Wochen betragen. Neuere Makrolidantibiotika (z.B. Azithromylin, Clarithromylin) und Fluorchinolone (z.B. Ciprofloxacin, Moxifloxacin) besitzen nach neueren In-vitro-Daten und Tierversuchen eine schnellere und bakterizide Wirkung. Ihr Einsatz wird besonders bei immunsupprimierten Patienten empfohlen.

Das Pontiac-Fieber erfordert keine antibiotische Therapie. Hier wird in der Regel nur eine symptomatische Behandlung

durchgeführt.

Präventiv- und Bekämpfungsmaßnahmen

Maßnahmen gegen Kontamination von wasserführenden Systemen

Die Prävention von Legionellose ist im wesentlichen auf zwei Wegen möglich:

- Verminderung einer Verkeimung warmwasserführender, aerosolbildender Systeme
- Limitierung/Verminderung von Aerosolkontakten

Gefahren können prinzipiell von Warmwasserversorgungen mit einer Dauertemperatur im Risikobereich (25–50 °C) ausgehen. Hygienische Probleme bereiten in erster Linie große Warmwassersysteme und Systeme mit ungenügendem Durchfluss (Stagnation). Eine gezielte Prävention erfolgt auf der Basis sanitärtechnischer Regelungen und Maßnahmen, auf die hier hingewiesen wird:

Bei neu zu planenden Trinkwassererwärmungs- und Leitungsanlagen gibt die technische Regel DVGW W 551 Hinweise zur Vermeidung von Legionellenkontaminationen.

Das Arbeitsblatt bezieht sich auf Großanlagen (mit mehr als 3 Litern Warmwasser in den Leitungen bzw. Speichern mit mehr als 400 Litern). Es wird nicht unterschieden nach den verschiedenen Nutzungsbedingungen z.B. in Krankenhäusern, Hotels oder anderen öffentlichen Gebäuden sowie Wohnhäusern. Über die Anforderungen dieses Arbeitsblattes hinausgehende Forderungen wurden z.B. für Intensivstationen und Bereiche zur Behandlung von Immunsupprimierten (Risikopatienten) formuliert. Ergänzend wird die Etablierung geeigneter diagnostischer Voraussetzungen empfohlen, um bei hoher Aufmerksamkeit für Legionellose Häufungen rasch zu erkennen.

Anlagen gemäß DVGW W 551 dürfen beispielsweise an keiner Stelle im Verteilungssystem Wassertemperaturen geringer als 55 °C aufweisen.

Das Arbeitsblatt enthält auch Informationen zur Überwachung von Warmwassersystemen. Diese Überwachung kann nur durch ein Untersuchungsinstitut erfolgen, bei dem eine Zulassung gemäß §§ 44–53 IfSG vorliegt. Zur Nachweismethode von Legionellen aus Trink- und Badebeckenwasser ist eine Empfehlung des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Trinkwasserkommission und der Badewasserkommission des Umweltbundesamtes erschienen.

Das Arbeitsblatt DVGW W 551 gibt darüber hinaus auch Hinweise zur möglichen technischen Dekontamination von Trinkwasserverteilungsanlagen, bei denen ein Legionellenwachstum festgestellt worden ist. Neben kurzfristig wirksamen Sanierungsverfahren wie der thermischen oder chemischen Desinfektion wird auch auf den Einsatz von UV-Strahlern und bautechnische Maßnahmen eingegangen. Alle Sanierungsverfahren müssen zum Abschluss durch hygienisch-mikrobiologische Untersuchungen auf ihren Erfolg kontrolliert werden. Erfahrungsgemäß ist häufig eine Kombination verschiedener Sanierungsverfahren notwendig, um einen langfristigen Erfolg sicherzustellen.

Zusammengefasst werden folgende Maßnahmen empfohlen:

- technische Planung und technischer Betrieb von Trinkwassererwärmungs- und Leitungsanlagen unter Berücksichtigung von DVGW W 551,
- orientierende Untersuchungen bei Anlagen mit mehr als 3 Litern Warmwasser in den Leitungen oder Speichern mit mehr als 400 Litern Inhalt,
- bei festgestellter Kontamination Sanierung,
- Kontrolle des Sanierungserfolges (Nachuntersuchungen).

Bei raumluftechnischen Anlagen sollte den offenen Wasserkühlsystemen besondere Beachtung gewidmet werden, da sie in der Regel Dauertemperaturen um etwa 30 °C aufweisen. Bei Umluftsprühbefeuchtern ist eine regelmäßige Reinigung und Wartung der Befeuchtungskammern erforderlich. Da diese Systeme jedoch bei vielen kontaminierten RLT-Anlagen die Quelle der Verunreinigung waren, wird von ihrem Betrieb abgeraten. Als hygienisch sicher gelten hingegen Systeme mit Dampfbefeuchtung. Wartung und Reinigung von RLT-Anlagen erfolgen gemäß DIN 1946. Insbesondere bei Reinigungsarbeiten in Wäscherkammern ist auf geeignete Arbeitsschutzausrüstung des Personals zu achten.

Der Betrieb von Badebecken inklusive Warmsprudelbecken (Whirlpools) erfolgt gemäß DIN 19643. Danach besteht bei Becken mit einer Temperatur höher 23 °C, bei denen mit Aerosolbildung zu rechnen ist, ein Grenzwert für *Legionella pneumophila* (darf in 1 ml nicht enthalten sein). In 100 ml Filtrat darf ebenfalls *Legionella pneumophila* nicht nachweisbar sein. Nach dem offiziellen Kommentar zur DIN 19643 sind die in der DIN angegebenen Werte für die

gesamte Gattung *Legionella* einzuhalten, nicht nur für die *Legionella pneumophila*. Die genauen Vorschriften für die Untersuchung werden in einer Mitteilung der Badewasserkommission des Umweltbundesamtes erläutert.

Bei Hydrotherapie sowie Wannenbädern mit Aerosolbildung ist zu beachten, dass die erforderlichen Temperaturen durch Mischen von kaltem und heißem Wasser erst unmittelbar vor dem Ausfluss durch die Zapfarmatur einzustellen sind. Auch bei Dentaleinheiten ist das Problem der Verkeimung ebenso wie bei Warmsprudelbecken bereits seit längerem bekannt. Auch hier sind einwandfreie hygienetechnische Vorkehrungen erforderlich, z.B. optimale Materialauswahl, Temperaturregelung, ggf. Zusatz von mikrobiozid wirkenden geprüften Substanzen. Bei Geräten im häuslichen Bereich, die ein wässriges Aerosol erzeugen (z.B. Luftbefeuchter, Inhalatoren) ist ebenfalls eine regelmäßige und gründliche Reinigung erforderlich. Bei Nichtbenutzung müssen die Geräte gereinigt und in trockenem Zustand aufbewahrt werden. (Für die Zusammenstellung der vorstehenden Hinweise danken wir dem Umweltbundesamt).

Maßnahmen für Patienten und Kontaktpersonen

Bei ätiologisch ungeklärten Lungenentzündungen im Erwachsenenalter besteht immer die Möglichkeit einer Legionellose, so dass diese in die Differenzialdiagnostik eingeschlossen und ggf. ein entsprechender labor diagnostischer Nachweis veranlasst werden sollte. Bei schweren klinischen Verläufen ist eine stationäre Behandlung angezeigt. Da eine Mensch-zu-Mensch-Übertragung nicht bekannt ist, sind Maßnahmen zur Absonderung der Patienten nicht erforderlich. Auch für Kontaktpersonen sind keine speziellen Maßnahmen notwendig. Bei einer laborbestätigten Legionellose sollte prinzipiell immer versucht werden, den Infektionsweg aufzuklären und die Infektionsquelle zu bestimmen; dabei ist eine Inkubationszeit von 2–10 Tagen vor Erkrankungsbeginn zu berücksichtigen.

Maßnahmen bei Ausbrüchen

Bei Ausbrüchen ist es wichtig, die Infektionsquelle schnell zu erkennen und zu sanieren, um weitere Infektionen zu verhindern. Zur Dekontamination von Wassersystemen können eine Chlorung oder vorübergehende Erhitzung des Wassers auf über 70 °C eingesetzt werden (Schutz vor Verbrühung beachten). Die Durchführung dieser Maßnahmen ist sehr aufwändig und bedarf einer gründlichen Planung. Insbesondere ist die Beständigkeit aller in der Hausinstallation verbauten Materialien gegen das vorgesehene Desinfektionsmittel zu prüfen.

Meldepflicht

Nach § 7 Abs. 1 IfSG ist der direkte oder indirekte Nachweis einer akuten Infektion durch *Legionella sp.* meldepflichtig. Zur Meldung verpflichtet ist der Leiter der Untersuchungsstelle, in der der Nachweis geführt wurde.

Falldefinition

Die vom RKI für Legionellose verfasste Falldefinition für Gesundheitsämter kann im Internet unter: http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/IfSG/Falldefinition/IfSG/ifsg_node.html eingesehen werden. Den Gesundheitsämtern liegen die Falldefinitionen des RKI als Broschüre vor. Sie kann bei Einsendung eines mit 2,20 € frankierten und rückadressierten DIN-A4-Umschlages an folgende Adresse kostenfrei bestellt werden:

RKI, Abteilung für Infektionsepidemiologie, FG Surveillance
Seestraße 10, 13353 Berlin
Stichwort "Falldefinitionen".

Beratung und Spezialdiagnostik

Konsiliarlaboratorium für Legionellen

(Beratung, Diagnostik, Stammtypisierung)
Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene
des Universitätsklinikums der TU Dresden
Fiedlerstr. 42, 01307 Dresden
Ansprechpartner: Herr Dr. Chr. Lück
Tel.: 0351 / 458 6580 / 6554
Fax: 0351 / 458 6310
E-Mail: Herr Dr. Christian Lück

Umweltbundesamt

(Expertise in technischen Fragen)

Forschungsstelle Bad Elster
Heinrich-Heine-Str. 12, 08645 Bad Elster
Ansprechpartner: Herr B. Schaefer
Tel.: 037437 / 76-225
Fax: 037437 / 76-219
E-Mail: Herr B. Schaefer

Ausgewählte Informationsquellen

1. Heymann DL (ed): Control of Communicable Diseases Manual. American Public Health Association, 2004, S. 292–295
2. Lück PC, Helbig J-H, Schuppler M: Epidemiology and Laboratory diagnosis of Legionella infections. J Lab Med 2002; 26: 174–182
3. Plouffe JF, File TM: Update of Legionella infections. Current Opinion in: Infect Dis 1999; 12: 127–132
4. Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2004. Robert Koch-Institut, Berlin, 2005
5. RKI: Zu zwei nosokomialen Legionellose-Ausbrüchen in einem Klinikum im Land Brandenburg. Epid Bull 2004; 11: 89–91
6. RKI: Legionellosen in Deutschland im Jahr 2004. Epid Bull 2005; 48: 447–451
7. DVGW-Arbeitsblatt W 551 (03/93): Trinkwassererwärmungs- und Leitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums (zu beziehen über Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Postfach 14 01 51, 53056 Bonn)
8. ISO 11731-1: Water quality – Detection and enumeration of Legionella (1998; zu beziehen über Beuth-Verlag, Berlin)
9. ISO 11731-2: Water quality – Detection and enumeration of Legionella – Part 2: Direct membrane filtration method for waters with low bacterial counts (2004; zu beziehen über Beuth-Verlag, Berlin)
10. DIN 19643, Teil 1: Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser (1997; zu beziehen über Beuth-Verlag, Berlin)
11. Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – Kommentar zu DIN 19643-1 bis -3 (1999, zu beziehen über Beuth-Verlag, Berlin)
12. Nachweis von Legionellen in Trinkwasser und Badebeckenwasser. Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz Band 43, Heft 11, November 2000: 911–915. Springer-Verlag 2000
13. Hygienische Überwachung öffentlicher und gewerblicher Bäder durch die Gesundheitsämter (Amtsarzt), Mitteilung der Badewasserkommission des Umweltbundesamtes. Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz Band 40 (1997): 435–440. Carl Heymanns Verlag
14. Fields B S, Benson R F, Besser RE: Legionella and Legionnaires Diseases: 25 Years of Investigation. Clin Microbiol Rev 2002; p 506–526
15. Vonberg RP, Eckmanns T, Bruderek J, Rüdén H, Gastmeier P: Use of terminal tap water filter systems for prevention of nosocomial legionellosis. Journal of Hospital Infection 2005; 60: 159–162

Hinweise zur Reihe "Ratgeber Infektionskrankheiten" bitten wir an das RKI, Abteilung für Infektionsepidemiologie (Tel.: +49 (0)30 - 18754–3312, Fax: +49 (0)30 - 18754–3533) oder an die Redaktion des *Epidemiologischen Bulletins* zu richten.

Stand: 24.01.2006

[nach oben](#)

■ [Seite drucken](#)

Copyright © Robert Koch-Institut. Alle Rechte vorbehalten.
