

Legionellen

Legionellen (*Legionella*) sind eine Gattung stäbchenförmiger Bakterien aus der Familie der Legionellaceae. Sie sind im Wasser lebende gramnegative und nicht sporenbildende Bakterien, die durch eine oder mehrere polare oder subpolare Flagellen (Geißeln) beweglich sind. Legionellen sind als potenziell humanpathogen anzusehen. Zurzeit kennt man mehr als 48 Arten und 70 Serogruppen. Die für Erkrankungen des Menschen bedeutsamste Art ist *Legionella pneumophila* (Anteil von etwa 70 % bis 90 %, je nach Region), sie ist Erreger der Legionellose oder Legionärskrankheit

Eine Besonderheit vieler Arten der Gattung *Legionella* ist der hohe Anteil von verzweigten Fettsäureketten in ihren Membranlipiden. Beispielsweise beträgt bei *Legionella pneumophila* der Anteil verzweigter Ketten 64 %.^[1]


Inhaltsverzeichnis

- Lebensbedingungen**
- Vorkommen von Legionellen**
- Übertragung der Legionellen auf den Menschen**
- Geschichte**
- Regelungen in Deutschland**
 - Gesetzliche Vorschriften
 - Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums
- Nachweis und Zählung von Legionellen im Trinkwasser**
- Maßnahmen zur Legionellenverminderung**
 - Ultrafiltration
 - Thermische Desinfektion
 - Aachener Konzept
 - Chemische Desinfektion
 - Elektrolytische Herstellung von Chlor vor Ort
 - Mikrobiozide Reaktionswirkung
- Weblinks**
- Einzelnachweise**

Lebensbedingungen

Die optimalen Lebensbedingungen für Legionellen sind:

- Süß- und Salzwasser
- Frischwassernachspeisung
- lange Verweilzeit

Legionellaceae	
	
<i>Legionella pneumophila</i>	
Systematik	
<i>Domäne:</i>	Bakterien (Bacteria)
<i>Abteilung:</i>	Proteobacteria
<i>Klasse:</i>	Gammaproteobacteria
<i>Ordnung:</i>	Legionellales
<i>Familie:</i>	Legionellaceae
Wissenschaftlicher Name	
<i>Legionella</i>	
BRENNER ET AL., 1979	
Arten	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>L. anisa</i> ▪ <i>L. bozemanii</i> ▪ <i>L. cincinnatiensis</i> ▪ <i>L. dumoffii</i> ▪ <i>L. feeleii</i> ▪ <i>L. gormanii</i> ▪ <i>L. hackeliae</i> ▪ <i>L. jordanis</i> ▪ <i>L. longbeachae</i> ▪ <i>L. maceachernii</i> ▪ <i>L. micdadei</i> ▪ <i>L. oakridgensis</i> ▪ <i>L. parisiensis</i> ▪ <i>Legionella pneumophila</i> ▪ <i>L. tucsonensis</i> ▪ <i>L. wadsworthii</i> 	

- Temperaturbereich 25 °C bis 50 °C

Auswirkungen der verschiedenen Temperaturbereiche auf die Vermehrung der Legionellen^[2]

Temperaturbereich	Wirkung auf die Vermehrungsrate
bis 20 °C	sehr langsame Vermehrung
ab 20 °C	Vermehrungsrate steigt
30 °C bis 45 °C	optimale Vermehrung
ab 50 °C	kaum noch Vermehrung
ab 55 °C	keine Vermehrung mehr möglich
ab 60 °C	Abtötung der Legionellen

In einer Studie des Helmholtz-Zentrums für Infektionsforschung (HZI) in Braunschweig konnte gezeigt werden, dass sich der bakterielle Krankheitserreger *Legionella pneumophila* auch bei Wassertemperaturen zwischen 50 und 60 °C vermehrt. Welche Konsequenzen sich daraus für das Management von Heißwassersystemen, Klimaanlage und Kühltürmen ergeben, sollte nach Einschätzung der Forscher durch weiterführende Studien geklärt werden.^[3]

Vorkommen von Legionellen

Legionellen kommen dort vor, wo warmes Wasser optimale Bedingungen für ihre Vermehrung bietet. Sie sind im Temperaturbereich von 5 °C bis 55 °C lebensfähig, ab 60 °C werden sie nach wenigen Minuten inaktiv.^[4] Entsprechende Bedingungen können beispielsweise bestehen in

- Warmwassererzeugungs- und Warmwasserverteilungsanlagen
- Wassertanks und Boilern
- Kaltwasserzuleitungen mit langen Stillstandszeiten (z. B. nach einem längeren Urlaub oder mäßig genutzten Feuerlöschleitungen mit Trinkwasseranbindung)
- Kaltwasserzuleitungen mit Wärmeeinwirkung von außen oder zu Thermomischern
- Totleitungen
- Schwimmbädern
- Krankenhäusern
- öffentlichen Duschen (z. B. Schulduschen)
- Wannenbädern und Stationsbädern
- Luftwäschern von Klimaanlage
- Kühltürmen
- Biofilmen

Übertragung der Legionellen auf den Menschen

Eine Übertragung von Legionellen ist prinzipiell durch Kontakt mit Leitungswasser möglich, wenn die Legionellen in die tiefen Lungenabschnitte gelangen.

Nicht jeder Kontakt mit legionellenhaltigem Wasser führt zu einer Gesundheitsgefährdung. Erst das Einatmen bakterienhaltigen Wassers als Bioaerosol (Aspiration bzw. Inhalation z. B. beim Duschen, bei Klimaanlage, durch Rasensprenger und in Whirlpools) kann zur Infektion führen.

Das Trinken von legionellenhaltigem Wasser ist für Personen mit intaktem Immunsystem keine Gesundheitsgefahr

Eine Infektion mit Legionellen wird insbesondere mit folgenden technischen Systemen in Verbindung gebracht:

- Warmwasserversorgungen (z. B. in Wohnhäusern, Krankenhäusern, Heimen, Hotels),
- raumlufttechnische Anlagen (Klimaanlagen) und Luftbefeuchter
- Badebecken, insbesondere Warmsprudelbecken (Whirlpools)

- sonstige Anlagen, die Wasser zu Wassertröpfchen zerstäuben (beispielsweise Nebelerzeuger, Nebelbrunnen)

Geschichte

→ *Hauptartikel: Legionellose*

Legionellen wurden erstmals im Juli 1976 im Bellevue-Stratford Hotel in Philadelphia (USA) entdeckt. Dort erkrankten beim 58. Veteranenkongress der Amerikanischen Legion (*Pennsylvania American Legion*) 180 von 4400 Delegierten. Die Krankheit forderte 29 Todesopfer, und obwohl der Kongress am 22. Juli begann, bemerkte das Gesundheitsamt erst am 2. August, dass eine Epidemie grassierte. Trotz sofortiger Forschungsaktivitäten dauerte es bis Januar 1977, das Bakterium aus dem Lungengewebe eines verstorbenen Veteranen zu isolieren. Bis Ende der 1980er Jahre waren 22 Spezies bekannt, außerdem 11 Serogruppen von *Legionella pneumophila*.^[4]

Aufgrund der weltweiten Verbreitung des Problems gab die Weltgesundheitsorganisation im Jahre 2007 ein Handbuch mit Empfehlungen heraus^[5], die bereits zuvor einige Länder umgesetzt hatten.

Eine Untersuchung aus den Jahren 2005 bis 2010 in Berliner Kliniken ergab, dass jedes zweite Krankenhaus von Legionellen betroffen war. Eine Meldepflicht besteht jedoch nur bei einer tatsächlichen Erkrankung.^[6] Im September 2015 wurde im Klinikum Bremen-Ost ein Fall gemeldet.^[7]

Der Ausbruch einer Legionellen-Epidemie mit den bisher meisten Todesfällen in Deutschland ereignete sich Anfang Januar 2010 im Raum Ulm mit 5 Toten und 64 Infizierten.^[8] Bei dem Erreger handelte es sich um das Stäbchen-Bakterium *Legionella pneumophila* der Serogruppe 1.^[9] Die Gesundheitsbehörden ermittelten in Zusammenarbeit unter anderem auch mit der Technischen Universität Dresden dabei als Verursachungsquelle die zu einem Blockheizkraftwerk und einer Kältemaschine gehörigen Kühltürme in der Olgastraße 67, Nähe des Ulmer Hauptbahnhofs. Die Anlage wurde im September 2009 installiert und befand sich zu diesem Zeitpunkt im Probetrieb.^[10] Im Klinikum Frankfurt (Oder) gab es 2003 einen Ausbruch mit sechs Infizierten, von denen zwei Patientinnen verstarben.^[11] Der Legionellose-Ausbruch in Würstein 2013 war mit 165 Menschen der Fall mit der bisher größten Zahl von Infizierten in Deutschland. Dabei waren bis zum 25. September 2013 drei Todesopfer zu beklagen.^[12]

Regelungen in Deutschland

Gesetzliche Vorschriften

Die deutsche Trinkwasserverordnung (Abk. TrinkwV 2001) schreibt in ihrer aktuellen Fassung (bekanntgemacht am 10. März 2016) eine regelmäßige Untersuchungspflicht auf Legionellen vor. Diese betrifft alle Unternehmer und sonstigen Inhaber von Trinkwasser-Installationen mit Großanlagen zur Trinkwassererwärmung, sofern aus diesen Trinkwasser im Rahmen einer gewerblichen und/oder öffentlichen Tätigkeit abgegeben wird und es zu einer Vernebelung des Trinkwassers (z. B. in Duschen) kommt.

Als öffentliche Betreiber von Großanlagen zur Trinkwassererwärmung gelten dabei Krankenhäuser, Schulen, Kindergärten, Hotels und Pflegeheime. Diese Einrichtungen sind verpflichtet, einmal jährlich an mehreren repräsentativen Probennahmestellen auf Legionellen untersuchen zu lassen. Neu ist die erst seit Ende 2011 bestehende Untersuchungspflicht für weitere Gruppen, unter anderem für Besitzer/Vermieter von Mehrfamilienhäusern, Wohnungsbaugesellschaften und Hausverwaltungen. Für diese beträgt das geforderte Untersuchungsintervall drei Jahre. Die Erstuntersuchung musste bis zum 31. Dezember 2013 erfolgt sein.

Sowohl die Trinkwasserprobennahme als auch die Analyse müssen im akkreditierten Bereich erfolgen, d. h. die Wasserprobe muss durch entsprechend geschultes und in das Qualitätsmanagementsystem eines nach ISO/IEC 17025 akkreditierten Prüflabors eingebundenes Fachpersonal entnommen werden. Das Labor muss zudem gemäß § 15 Abs. 4 TrinkwV für die mikrobiologische Untersuchung von Trinkwasser zugelassen und in einer der Landeslisten der Bundesländer veröffentlicht sein.^[13]

In der Trinkwasserverordnung ist für Legionellen ein Technischer Maßnahmenwert von 100 koloniebildenden Einheiten (KBE) je 100 ml festgelegt. Wird bei einer Untersuchung eine Überschreitung dieses Wertes festgestellt, muss dies unmittelbar an das zuständige Gesundheitsamt gemeldet werden. Es kommt außerdem gemäß § 16 Abs. 7 TrinkwV zu weiteren Pflichten und

technischen Maßnahmen wie einer Gefährdungsanalyse vor Ort bis hin zu einer ggf. erforderlichen umfassenden Sanierung der Trinkwasser-Installation.

Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums

Für die Errichtung und den Betrieb von Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen gilt in Deutschland das DVGW-Arbeitsblatt W 551 über „technische Maßnahmen zur Verringerung des Legionellenwachstums“ vom April 2004. Danach muss bei bestimmungsgemäßer Betriebsweise am Austritt von Warmwassererzeugungsanlagen eine Temperatur von mindestens 60 °C gehalten werden können und bei Großanlagen auch eingehalten werden. Bei Anlagen mit Zirkulationsleitungen darf die Warmwassertemperatur im System nicht um mehr als 5 K gegenüber der Austrittstemperatur absinken. Außerdem soll Trinkwasser (kalt) möglichst kühl gehalten und vor unerwünschter Erwärmung, z. B. durch Sonneneinstrahlung oder nahegelegene Heizungsleitungen, geschützt werden.

Dies stellt eine der technischen Herausforderungen bei der Nutzung von Geothermie, Solarthermie und Wärmepumpen zur Brauchwassererwärmung dar

Die Speicherung von Warmwasser in einem Wasserkessel mit Temperaturen unter 60 °C kann zu einer Vermehrung von Legionellen führen. Abhilfe dagegen bieten

- spezielle „Legionellenschaltungen“ die automatisch den Speicherinhalt in regelmäßigen Zeitabständen höher erhitzen,
- durch den Speicherkessel geführte Rohrschlangen, in denen das kalte Trinkwasser erwärmt wird

Nachteilig bei der Trinkwassererhitzung über 55 °C ist dabei, dass ab dieser Temperatur vermehrt gelöster Kalk ausfällt und sich an Rohrwandungen der Wärmetauscher ablagern kann. In speziellen „Frischwasserstationen“ außerhalb der Speicher kann das gespeicherte Warmwasser das frische kalte Trinkwasser mithilfe eines leistungsfähigen Plattenwärmetauschers erwärmen, zugemischtes frisches Kaltwasser kann dabei die Temperatur unter 55 °C halten (zum Baden und Duschen genügen Temperaturen bis 40 °C).

Bei einem Gehalt von 100 KbE (koloniebildende Einheiten)/100 ml gilt Trinkwasser als kontaminiert (geringes Infektionsrisiko, „technischer Maßnahmewert“), sofortiger Handlungsbedarf ist geboten ab einer stärkeren Kontamination als 10.000 KbE/100 ml. Hier spricht das Arbeitsblatt W 551 von einer „extrem hohen Kontamination“ und fordert Sofortmaßnahmen wie z. B. eine Desinfektion des Leitungsnetzes oder die Verhängung eines Duschverbots.

Nachweis und Zählung von Legionellen im Trinkwasser

Die Analytik im Rahmen der Untersuchungspflicht erfolgt mittels des klassischen mikrobiologischen Nachweisverfahrens. Jede der zuvor fachgerecht an mehreren repräsentativen Stellen genommenen Trinkwasserproben wird im Labor aufgeteilt und in zwei parallelen Ansätzen gemäß ISO 11731:1998 und DIN EN ISO 11731-2:2008 untersucht.^[14] Im Direktansatz wird 1 ml der Probe, aufgeteilt auf zweimal je 0,5 ml, in zwei Petrischalen bzw. Platten mit festem GVPC- oder BCYE-Nährmedium (Agar) gegeben und dort mit dem sog. Drigalskispatel gleichmäßig verteilt, so dass das Probenvolumen vollständig vom Agar aufgenommen wird.

Der größere Teil der Ausgangsprobe (üblicherweise 100 ml, aber generell sind Volumina zwischen 10 und 1000 ml möglich) wird im zweiten Ansatz durch einen Membranfilter mit einer Porengröße von 0,45 µm filtriert. Die Filtermembran wird im Anschluss mit Säurepuffer behandelt, um eine Reduktion der nicht-Legionella-Begleitflora zu erzielen, danach gewaschen und auf eine weitere Petrischale mit GVPC- oder BCYE-Agar verbracht.

Die Agarplatten aus beiden Ansätzen werden zehn Tage im Brutschrank bei einer konstanten Temperatur von 36 ± 2 °C gezüchtet. Am Ende dieser Zeit werden, sofern lebende Legionellen in der Probe vorhanden waren, die während der Bebrütung gewachsenen sogenannten Kolonien als charakteristische helle Punkte auf dem dunklen Agar gezählt und ausgewertet. Das quantitative Ergebnis wird in „koloniebildenden Einheiten“ (KBE) bezogen auf 100 ml Probe angegeben. Werden nach Filtration von 100 ml auf der Filtermembran 180 Kolonien gezählt, beträgt das Ergebnis des Filtrationsansatzes 180 KBE/100 ml. Beim Direktansatz werden

zunächst die Kolonien der beiden Einzelplatten addiert (entspricht 1 ml Probe) und dann mit 100 multipliziert. Sind beispielsweise auf Platte A zwei Kolonien gewachsen und auf Platte B eine, so lautet das Ergebnis des Direktansatzes $(2 + 1) \cdot 100 = 300$ KBE/100 ml. Der Technische Maßnahmenwert von 100 KBE/100 ml wurde damit überschritten.

Als Endergebnis der Legionellenanalyse wird stets der höhere aus den beiden Ansätzen ermittelte Wert angegeben, im vorliegenden Beispiel also der Wert aus dem Direktansatz. Erläuternd wird zusätzlich vermerkt, aus welchem Ansatzvolumen das Endergebnis bestimmt wurde (im vorliegenden Fall aus 1 ml).

Zur Bestätigung der Analyse werden mindestens fünf Kolonien parallel sowohl auf cysteinhaltigem Medium wie BCYE-Agar als auch auf einem cysteinfreien Nährmedium (BCYE-Cys, Nähragar oder Blutagar) mindestens zwei Tage bei 36 ± 2 °C subkultiviert. Da die Aminosäure Cystein essenziell für Legionellen ist, gilt der Nachweis als bestätigt, wenn die Kolonie auf dem cysteinhaltigen Medium wächst, nicht jedoch auf dem cysteinfreien.

In Österreich erfolgt die Analyse und Auswertung von Legionellen qualitätsgesichert durch TÜV Austria Hygienic Expert oder die Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) nach der ÖNORM EN ISO 1731-2.

Maßnahmen zur Legionellenverminderung

Ultrafiltration

Bei der Ultrafiltration werden die Erreger mechanisch aus dem Wasser entfernt. Die Module bestehen aus gebündelten, an beiden Enden in Hüllrohre eingegossenen schlauchförmigen Ultrafiltrations-Membranen. Die Porenweite der Membran beträgt 0,01 bis 0,05 µm.

Um die Trennwirkung zu erreichen, wird das Wasser durch die Wandung der Membrankapillare nach außen geleitet. Durch das umgebende Hüllrohr des Moduls wird das Reinwasser aufgefangen und als bakterienfreies und virenarmes Wasser durch den seitlichen Anschluss zum Versorgungssystem geleitet. Das Gerät muss regelmäßig gereinigt werden, dies geschieht durch Vorwärts- und/oder Rückwärtsspülung der Filtrationsanlage. Durch einen Integritätstest der Membran kann der Nachweis der Rückhaltung von Mikroorganismen erbracht werden. Nach DIN EN 14652 (Anlagen zur Behandlung von Trinkwasser innerhalb von Gebäuden – Membranfilteranlagen – Anforderungen an Ausführung, Sicherheit und Prüfung, Deutsche Fassung EN 14652:2005+A1:2007), Punkt 6.6, ist für die Absicherung von Ultrafiltrationsanlagen mit automatischer Rückspülung und automatischem Integritätstest, ein Rückflussverhinderer zur Absicherung ausreichend. Zitat aus Punkt 6.6 Rückflussverhinderung "Die Anlage muss einen vorgeschalteten Rückflussverhinderer nach EN 117 aufweisen".

Thermische Desinfektion

Legionellen werden bei einer Temperatur von mehr als 70 °C in kurzer Zeit inaktiviert bzw. abgetötet. Bei der thermischen Desinfektion wird daher der Warmwasserbereiter sowie das gesamte Leitungsnetz inklusive aller Entnahmestellen (z. B. Wasserhähne) für mindestens drei Minuten auf mehr als 71 °C erwärmt. Hier sind die Vorgaben des DVGW zu beachten.

Eine periodische Desinfektion (Legionellenschaltung, üblicherweise 1 × pro Woche) bei vollem Desinfektionsvolumenstrom ist eine nicht mehr anerkannte Regel der Technik. Die früher übliche Legionellenschaltung sichert keine legionellenfreie Versorgung von Warmwasserverteilungssystemen. Oberhalb von zirka 60 °C (je nach Region und Härtegrad des Trinkwassers) fällt Kalk im Leitungsnetz aus und kann große Probleme bereiten, abhängig vom verwendeten Rohrwerkstoff. Als besonders problematisch erwiesen sich die früher verwendeten Eisenwerkstoffe. Laut DIN ist verzinktes Stahlrohr nicht für Warmwasserleitungen zulässig.

Die eingestellte Solltemperatur im Warmwasserspeicher soll 60 °C betragen, die Auskühlung der Zirkulationsleitung darf nicht größer als 5 °C sein.

Moderne Heizungssteuerungen für Kleinheizanlagen erhöhen die Speichertemperatur täglich kurzzeitig mindestens einmal oder in kurzen regelmäßigen Abständen, wobei hier die hygienischen Aspekte in Bezug auf Sinn und Nutzen im Einzelfall zu überprüfen sind.

Bei der thermischen Desinfektion muss die Verbrühungsgefahr an den Entnahmestellen beachtet werden. Weitere Nachteile sind die nicht immer korrekt praktikierbare Durchführung der thermischen Desinfektion, die mangelnde nachhaltige Wirksamkeit, die starke Alterung des Rohrwerkstoffes sowie der Dichtungen und die Wärmeüberstrahlung in das Kaltwassernetz. Die thermische Desinfektion erfasst naturgemäß nur das Warmwassernetz. Legionellen können sich aber auch im Kaltwasser deutlich vermehren, weil sich in modernen beheizten Gebäuden das Leitungsnetz für das Kaltwasser auf über 20 °C erwärmen kann. Liegen zusätzlich bauliche Mängel vor (Verlegung der Trinkwasserleitungen im Fußboden bei gleichzeitiger Fußbodenheizung, zu groß dimensionierte Leitungsrohre, gemeinsame Verlegung in Versorgungssträngen mit Warmwasserleitungen oder Heizungsleitungen ohne ausreichende Isolierung), kann die Kaltwassertemperatur auf über 25 °C ansteigen.

Aachener Konzept

Das Aachener Konzept ist ein gemeinsam vom Klinikum Aachen mit der Firma KRYSCHI Wasserhygiene im Jahr 1987 entwickeltes Verfahren zum Schutz gegen Legionellen durch Bestrahlung mit ultraviolett Licht (UV-Licht). Es ist nach dem Technischen Regelwerk DVGW W 551 (Ausgabe April 2004) die einzige Alternative zu thermischen Lösungen. Es wird dort eingesetzt, wo erhöhte Temperaturen nicht möglich oder nicht gewollt sind.^[15]

Das Konzept verlangt dezentral eingesetzte UV-Geräte nahe den Abnahmestellen. Die Änderungen vom August 2007 in der UBA-Liste zu § 11 Trinkwasserverordnung Teil II sind zu beachten. Vorteil dieser Methode ist, dass keine chemischen Wasserzusätze verwendet werden. Die fehlende Depotwirkung wird durch periodische Rohrspülungen ausgeglichen.

Chemische Desinfektion

Eine permanente Desinfektion kann auch mit dafür zugelassenen Chemikalien durchgeführt werden, dabei sind Grenzwerte und die Bildung von Desinfektionsnebenprodukten zu beachten (siehe Liste des Umweltbundesamtes zu §11 Trinkwasserverordnung Teil Ic). Als Dauerlösung haben sich Chemikalien jedoch als nicht erfolgreich erwiesen.^[16]

Bei einer Stoßdesinfektion werden Chemikalien in hohen Konzentrationen eingesetzt, die anschließend durch Spülung wieder aus dem Leitungsnetz entfernt werden. Während der Maßnahme ist sicherzustellen, dass kein Trinkwasser entnommen wird. Bei der Stoßdesinfektion können auch Desinfektionsmittel eingesetzt werden, die nicht vom Umweltbundesamt gelistet sind, wie z. B. Wasserstoffperoxid (H₂O₂).

Elektrolytische Herstellung von Chlor vor Ort

Diese Verfahren arbeiten mit Elektrolysezellen und produzieren Chlogas oder „Hypochlorige Säure“ (Natriumhypochlorit).

Die Herstellung von neutralem Natriumhypochlorit durch elektrochemische Aktivierung mittels Membranzellenelektrolyse (Bezeichnung für das so hergestellte Desinfektionsmittel ist Anolyt) vor Ort ist ein neues Verfahren und seit August 2007 in die Liste zu §11 TrinkwV 2001 Teil II aufgenommen. Das Verfahren wird im Arbeitsblatt W229 des DVGW beschrieben (Abschnitt 6.5.2). Die Natriumhypochloritlösung muss laut Liste zu §1 TrinkwV 2001 Teil Ic die Reinheitsanforderungen der DIN EN 901 erfüllen.

Anolyt ist in der Lage, Biofilm abzubauen. Neutrales Anolyt enthält nur geringe Mengen an Chlogas und bildet daher merkbare Mengen an Chloroform nur bei starkem Überschuss von Acetylverbindungen (Eiweiße, Biofilmmatrix), die mit Cl₂ stufenweise zu Chloroform umgesetzt werden (Haloformreaktion). Nach Abbau oberflächlicher Biofilmschichten ist Chloroform in anolytdotiertem Wasser nicht mehr nachweisbar

Die Trinkwasserverordnung gibt ein Minimierungsgebot vor. Es ist nicht aus prophylaktischen Gründen zu desinfizieren. Außerdem sollen in der möglichst kurzen Desinfektionszeit die Mängel behoben und anschließend in den regulären Betrieb übergegangen werden.

Mikrobiozide Reaktionswirkung

Zur biochemischen Desinfektion von Trinkwasser dürfen in Deutschland nur Desinfektionsmittel eingesetzt werden, die in der vom Umweltbundesamt geführten Liste (Teil Ic) zu §11 Trinkwasserverordnung aufgeführt sind: Calcium- und Natriumhypochlorit, Chlor, Chlordioxid und Ozon (Stand: August 2007).

Weblinks

 **Commons: Legionellen (*Legionella*)** – Sammlung von Bildern, Videos und Audiodateien

- Ablauf der Legionellen-Untersuchung in zugelassenen Trinkwasserlaboren(PDF-Datei; 74 kB)
- Legionellen-Bekämpfung durch Silber-ElektrolyseArtikel aus IHKS-Fachjournal (Ausgabe 2008)
- Technische Regel Arbeitsblatt W 551Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen (PDF-Datei, 390 B)
- LegionellenschaltungWie sinnvoll ist die Legionellenschaltung und die thermische Desinfektion?

Einzelnachweise

1. T. Kaneda: *Iso- and anteiso-fatty acids in bacteria: biosynthesis, function, and taxonomic significance*. In: *Microbiol. Rev.* 55(2); June 1991: S. 288–302, PMID 1886522 (freier Volltextzugang)
2. Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit: *Legionellen - die am häufigsten gestellten Fragen.* (<https://www.lgl.bayern.de/gesundheits/hygiene/wasserhygiene/legionellen/index.htm>) Abgerufen am 17. Oktober 2017.
3. René Lesnik, Ingrid Brettar Manfred G Höfle: *Legionella species diversity and dynamics from surface reservoir to tap water: from cold adaptation to thermophily*. In: *The ISME Journal*. 2015, doi:10.1038/ismej.2015.199
4. A. von Graevenitz: Die Familie der Legionellaceae - Legionellose, in: Lehrbuch der Medizinischen Mikrobiologie, herausgegeben von Henning Brandis und Gerhard Pulverer
5. http://www.who.int/water_sanitation_health/emerging/legionella.pdf
6. <http://www.tagesspiegel.de/berlin/hygiene-imkrankenhaus-legionellen-breiten-sich-in-kliniken-aus/3966494.html>
7. — (<https://web.archive.org/web/20151126171444/http://www.sat1regional.de/panorama-video/article/patient-mit-legionellen-infektion-im-klinikum-bremen-ost-183921.html>) Memento des Originals (<https://tools.wmflabs.org/giftbot/der.ef.fcgi?url=http%3A%2F%2Fwww.sat1regional.de%2Fpanorama-video%2Farticle%2Fpatient-mit-legionellen-infektion-im-klinikum-bremen-ost-183921.html>) vom 26. November 2015 im *Internet Archive*  **Info:** Der Archivlink wurde automatisch eingesetzt und noch nicht geprüft. Bitte prüfe den Link gemäß Anleitung und entferne dann diesen Hinweis.
8. Sibylle Hübner-Schroll: *Augsburger Experte: "beunruhigende Häufung"* (<http://www.augsburger-allgemeine.de/bayern/Augsburger-Experte-beunruhigende-Haeufung-id7153461.html>) In: *Augsburger Allgemeine*, 15. Januar 2010.
9. Stephanie Schuster: *Legionellen-Bakterie ist identifiziert.* (<http://www.augsburger-allgemeine.de/neu-ilm/Legionellen-Bakterie-ist-identifiziert-id7154156.html>) In: *Augsburger Allgemeine*, 15. Januar 2010.
10. Stadt Ulm: http://www.ulm.de/politik_verwaltung/legionellen_gutachten_liegt_vor80061.3076,3571.htm?druck=1&id=80061&navi=3076,3571
11. Katrin Bischof, Jens Blankennagel: *Tod beim Duschen.* (<http://www.berliner-zeitung.de/archiv/ermittler-nehmen-alle-todesfaelle-im-klinikum-markendorf-unter-die-lupe-tod-beim-duschen,10810590,10105114.html>) In: *Berliner Zeitung*, 1. August 2003.
12. *Legionellen in Warstein fordern drittes Todesopfer.* (<http://www.derwesten.de/staedte/warstein/legionellen-in-warstein-fordern-drittes-todesopfer-id8484761.html>) WAZ, 24. September 2013, abgerufen am 25. September 2013
13. Zugelassene Untersuchungsstellen nach § 15 Trinkwasserverordnung (<http://www.berlin.de/lageso/gesundheits/trinkwasserhygiene/untersuchungsstellen.html>)
14. Ablauf der mikrobiologischen Legionellen-Analytik gemäß Trinkwasserverordnung in zugelassenen Untersuchungslaboren (http://www.wasserschnelltest.de/images/legionellen-test/Legionellenuntersuchung_Trinkwasserverordnung_Ablauf_Legionellen_Test.pdf) (PDF-Datei; 74 kB)
15. Das Aachener Konzept (erschieden in sbz, 46. Jahrgang 1991, Heft 17, S. 44–48) (http://www.kryschi.de/files/as_ak_040929_2sp.pdf) (Seite nicht mehr abrufbar, Suche in Webarchiven (http://timetravel.mementoweb.org/list/2010/http://www.kryschi.de/files/as_ak_040929_2sp.pdf))  **Info:** Der Link wurde automatisch als defekt markiert. Bitte prüfe den Link gemäß Anleitung und entferne dann diesen Hinweis. (PDF-Datei; 80 kB), S. 1
16. Legionellenproblematik im Trinkwasser (FLUGS-Fachinformationsdienst am Helmholtz Zentrum München, Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt) (<http://www.helmholtz-muenchen.de/fileadmin/FLUGS/PDF/Themen/Krankheitsbilder/Legionellen.pdf>) (PDF-Datei; 178 kB), S. 8



keine Arzt diagnose. Bitte hierzu den Hinweis zu Gesundheitsthemen beachten!

Abgerufen von <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Legionellen&oldid=181566644>

Diese Seite wurde zuletzt am 7. Oktober 2018 um 10:42 Uhr bearbeitet.

Der Text ist unter der Lizenz „Creative Commons Attribution/Share Alike“ verfügbar; Informationen zu den Urhebern und zum Lizenzstatus eingebundener Mediendateien (etwa Bilder oder Videos) können im Regelfall durch Anklicken dieser abgerufen werden. Möglicherweise unterliegen die Inhalte jeweils zusätzlichen Bedingungen. Durch die Nutzung dieser Website erklären Sie sich mit den Nutzungsbedingungen und der Datenschutzrichtlinie einverstanden. Wikipedia® ist eine eingetragene Marke der Wikimedia Foundation Inc.