

Legionellen im Trinkwasser

Dr. Peter Schindler

Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit

1. Was sind Legionellen und wo kommen sie natürlich vor?

Legionellen sind aerobe, gramnegative, nicht Sporen bildende, bewegliche Stäbchenbakterien mit einer durchschnittlichen Länge von 2 – 5 µm und einem Durchmesser von 0,5 - 0,8 µm. Sie kommen in zahlreichen Arten und Serogruppen (1) ubiquitär in Oberflächenwässern und im Boden vor (Tab. 1). Früher nahm man an, dass sie nur im Süßwasser beheimatet sind, doch halten und vermehren sich Legionellen auch schon bei Kochsalzkonzentrationen im Prozentbereich sowie im Meerwasser (2). Aufgrund ihrer weltweiten natürlichen Verbreitung kommen Legionellen auch in geringer Anzahl (meist < 1KBE/Liter) im Grundwasser vor. Daher ist es selbstverständlich, dass sich in dem von den Wasserwerken gelieferten Trinkwasser Legionellen befinden können.

Art:	Anzahl der Serogruppen	Art:	Anzahl der Serogruppen
<i>Legionella adelaidensis</i>	1	<i>Legionella longbeachae</i> (L)	2
<i>Legionella anisa</i> (L;P)	1	<i>Legionella lytica</i> (A)	1
<i>Legionella beliardensis</i>	1	<i>Legionella maceachernii</i> (L)	1
<i>Legionella birminghamensis</i> (L)	1	<i>Legionella micdadai</i> (L;P)	1
<i>Legionella bozemanai</i> (L)	2	<i>Legionella moravica</i>	1
<i>Legionella brunensis</i>	1	<i>Legionella nautarum</i>	1
<i>Legionella busanensis</i>	1	<i>Legionella oakridgensis</i> (L)	1
<i>Legionella cherrii</i>	1	<i>Legionella parisiensis</i>	1
<i>Legionella cincinnatiensis</i> (L)	1	<i>Legionella pittsburghensis</i>	1
<i>Legionella drozanskii</i>	1	<i>Legionella pneumophila</i> (L;P)	16
<i>Legionella dumoffii</i> (L)	1	(mit drei Subtypen)	
<i>Legionella erythra</i>	2	<i>Legionella quateirensis</i>	1
<i>Legionella fairfieldensis</i>	1	<i>Legionella quinlivanii</i>	2
<i>Legionella fallonii</i>	1	<i>Legionella rowbothamii</i>	1
<i>Legionella feeleeii</i> (L;P)	2	<i>Legionella rubrilucens</i>	1
<i>Legionella geestiana</i>	1	<i>Legionella sainthelensi</i> (L)	2
<i>Legionella gormanii</i> (L)	1	<i>Legionella santicrucis</i>	1
<i>Legionella gratiana</i>	1	<i>Legionella shakespearei</i>	1
<i>Legionella gresilensis</i>	1	<i>Legionella spiritensis</i>	2
<i>Legionella hackeliae</i> (L)	2	<i>Legionella steigerwaltii</i>	1
<i>Legionella israelensis</i>	1	<i>Legionella taurinensis</i>	1
<i>Legionella jamestowniensis</i>	1	<i>Legionella tucsonensis</i> (L)	1
<i>Legionella jordanis</i> (L)	1	<i>Legionella wadsworthii</i> (L)	1
<i>Legionella lansingensis</i> (L)	1	<i>Legionella waltersii</i>	1
<i>Legionella londiniensis</i>	1	<i>Legionella worsleiensis</i>	1

(L): Pneumonieerreger (P): verursacht Pontiac-Fieber (A): nur in Amöben kultivierbar

Tabelle 1: Arten und Serogruppen von Legionellen

1.1 Legionellen als Krankheitserreger

1976 kam es in Philadelphia in den USA zu einer Epidemie, bei der 182 von mehr als 4000 Teilnehmern der American Legion akut mit *Legionella pneumophila* an der so genannten Legionärskrankheit, einer schweren Pneumonie, erkrankten und 29 verstarben. Dieser Vorfall führte zu einer fieberhaften Suche nach der damals noch unbekanntem Ursache. Schließlich konnte der Erreger, der sich wegen seiner Zellwand nur sehr schwach gramnegativ anfärbte und daher in Lungenbiopsiepräparaten nicht nachweisbar war, dort mittels der Silberimprägnierung als Bakterium identifiziert werden. In der Folge wurden geeignete Anzuchtmedien und serologische Nachweisverfahren entwickelt. Weltweit konnten, auch retrospektiv, zahlreiche kleinere Ausbrüche mit schweren Lungenentzündungen und Todesfällen als „Legionärskrankheit“ bestätigt werden. Zwei größere Vorfälle in jüngster Zeit ereigneten sich 1999 in Bovenkarspel in Holland, wo es anlässlich einer Blumenschau durch zwei ausgestellte Whirlpools zu 233 Erkrankungen mit 22 Todesfällen kam, und 2001 in Murcia in Spanien mit 805 Erkrankungen und 3 Todesfällen über Kühl-/Klimaanlagen. In der überwiegenden Anzahl der Infektionen handelt es sich jedoch um Einzelfälle. *L. pneumophila* kann bei über 90 % der schweren Lungenentzündungen nachgewiesen werden und hier wiederum in etwa 2/3 der Fälle die Serogruppe 1. Auch viele andere Legionellenarten sind pathogen (Tab. 1).

Erkrankungen mit Legionellen (3) treten in zwei unterschiedlichen Verlaufsformen auf, wobei bei beiden Begleitscheinungen wie Unwohlsein, Fieber, Kopf-, Glieder-, Thoraxschmerzen, Husten, Durchfälle und Verwirrtheit vorkommen können (4).

Die eigentliche "Legionärskrankheit" zeigt sich in einer schweren Lungenentzündung, die unbehandelt in 15 - 20 % der Fälle tödlich verläuft. Die Inkubationszeit beträgt 2-10 Tage, in seltenen Fällen bis zu zwei Wochen. In Deutschland rechnet man jährlich mit 6.000 bis 10.000 Erkrankungsfällen und etwa 1000 – 2000 Todesfällen. Diese Schätzzahlen gelten als abgesichert, da unabhängige Berechnungsansätze vergleichbare Werte liefern (5).

Beim weitaus häufiger vorkommenden "Pontiac-Fieber" handelt es sich um eine fiebrige, grippeähnliche Erkrankung mit einer Inkubationszeit bis zu zwei Tagen, die meist ohne Lungenbeteiligung binnen weniger Tage abheilt. In Deutschland schätzt man, dass jährlich mindestens 100.000 Erkrankungen vorkommen.

Gefährdet ist prinzipiell jeder, doch sind vor allem ältere Menschen, Raucher sowie Menschen mit geschwächtem Immunsystem wie beispielsweise Diabetiker erhöht betroffen. Allgemein erkranken Kinder nur sehr selten und Männer mehr als doppelt so häufig wie Frauen. Da Legionellen beim Menschen auch in Zellen wie z.B. in Alveolarmakrophagen eindringen, müssen die bei der schweren Lungenentzündung zur Anwendung kommenden Antibiotika zellgängig sein. Dies trifft z.B. auf Erythromycin, neuere Makrolidantibiotika wie Azithromyzin und Fluorchinolone wie Ciprofloxacin zu. Bei Pontiac-Fieber bedarf es keiner antibiotischen Behandlung.

1.2 Wie kann man sich mit Legionellen infizieren?

Als Hauptinfektionsweg ist das Einatmen erregerrhaltiger, lungengängiger Aerosole aus dem Warmwasserbereich anzusehen. Somit stellen insbesondere Duschen aber auch Aerosole am Wasserhahn Gefahrenquellen dar. Weiterhin gewinnen Legionellen als Krankheitserreger auch im direkten Schwimmbeckenbereich zunehmend

mend an Bedeutung, wo neben Whirlpools auch sonstige mit einer Wasserversprühung oder -verrieselung versehene Anlagen wie künstliche Wasserfälle, Fontänen und auch Rutschen eine Rolle spielen können. Ebenso ist eine Legionellenübertragung über Aerosole von Kühltürmen und Klimaanlage bis hin zum Zahnarztstuhl möglich, sofern dies nicht durch Biozideinsatz, Verdampfung statt mechanischer Luftbefeuchtung oder Verwendung von Sterilwasser verhindert wird.

Eine Übertragung von Mensch zu Mensch findet dagegen nicht statt. Wundinfektionen sind äußerst selten und auch normales Essen und Trinken spielen keine Rolle, vorausgesetzt, erregerehaltiges Wasser kommt nicht in die „unrechte Kehle“. Durch Aspiration kann es auch über Beckenwasser und Leitungswasser zu Erkrankungen kommen.

1.3 Verhalten von Legionellen im Wasser

Wenige Legionellen (meist < 1KBE/Liter) sind auch im kalten Grundwasser vorhanden. Bis zu Temperaturen von etwa 20°C vermehren sich Legionellen nur sehr langsam, so dass in diesem Bereich schon anzahlmäßig kein nennenswertes Erkrankungsrisiko besteht. Erst über 20°C steigt die Vermehrungsrate allmählich an und ist etwa zwischen 30 und 45°C optimal. Ab etwa 50°C erfolgt meist kaum noch Vermehrung und bei etwa 55°C ist diese nicht mehr möglich und es kommt langsam zum Absterben. Eine sichere und mit steigenden Temperaturen zunehmend raschere Abtötung findet erst knapp oberhalb von 60°C statt.

Der über die Energieeinsparverordnung proklamierte Warmwasser-Niedrigtemperaturbereich ist somit in Bezug auf Legionellen kontraproduktiv.

Vermehrungsorte für Legionellen sind Wuchsbeläge oder Biofilme, die bevorzugt gebildet werden, wenn große Oberflächen vorhanden sind wie z.B. in Filtern oder in zusätzlichen Ablagerungen durch Kalkausfall, Schlämme oder Korrosionsprodukte. In derartigen Biofilmen sind Legionellen wirkungsvoll durch zusätzlich produzierte Schleimsubstanzen vor Desinfektionsmaßnahmen geschützt. Bei der chemischen Desinfektion kommt es z.B. neben einer Chlorzehrung lediglich an der Oberfläche zu Oxidations- und Abtötungsvorgängen, während die darunter liegenden Keime längerfristig überleben und sogar die durch Oxidation aufgeschlossenen Nährstoffe nützen können. Derartige Biofilme stellen ein „Ökosystem“ dar, in dem auch Einzeller wie (harmlose) Amöben vorkommen, die sich wiederum von den dort vorhandenen Mikroorganismen ernähren (6). Auch Legionellen werden aufgefressen, jedoch im Innern der Amöbe nicht verdaut, können sich dort zudem vermehren und bis zu annähernd 1000 Keimen anreichern sowie Virulenzgene aktivieren. Auch in Amöbencysten, die als lungengängige Partikel zu betrachten sind und ebenfalls Schutz vor allen gängigen Desinfektionsmaßnahmen bieten, sind sie lebendig vorhanden.

1.4 Vorschriften für Legionellen in Trink- und Schwimmbeckenwasser

Schon nach der TrinkwV a.F. (7) war es für die zuständige Behörde möglich, die Untersuchung gemäß § 13 (1) 4b auf *L. pneumophila* ausdehnen zu lassen. Nach Anlage 4 I. 2. der TrinkwV 2001 (8) unterliegen Legionellen (*Legionella* species) der periodischen Untersuchung in zentralen Erwärmungsanlagen der Hausinstallation nach § 3 Nr. 2 Buchstabe c, aus denen Wasser für die Öffentlichkeit abgegeben wird. Verantwortlich für die Überwachung derartiger Wasserversorgungen vor allem in Schulen, Kindergärten, Krankenhäusern, Gaststätten und sonstigen Gemein-

schaftseinrichtungen ist gemäß § 18 der TrinkwV das Gesundheitsamt, wobei andere Wasserversorgungen aus dem privaten Wohnbereich, also auch aus Ein- und Mehrfamilienhäusern, durch das Gesundheitsamt in die Überwachung miteinbezogen werden können, wenn Beanstandungen bekannt werden.

Eine Rechtsverordnung für Schwimmbeckenwasser analog zur TrinkwV existiert nicht. Insofern sind anderweitige Regelungen wie z.B. DIN-Richtlinien als Regeln der Technik heranzuziehen. Gemäß der DIN 19643-1 (April 1997) - Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – müssen 100 ml Filterablaufwasser bei Beckenwassertemperaturen $\geq 23^{\circ}\text{C}$ und darüber hinaus 1 ml Beckenwasser bei Warmsprudelbecken und in Becken mit Aerosol bildenden Wasserkreisläufen und Beckenwassertemperaturen $\geq 23^{\circ}\text{C}$ frei von *L. pneumophila* sein (9). Die Festlegung auf *L. pneumophila* erfolgte hier bereits zu einem Zeitpunkt, als die Diskussion zur Ausdehnung auf alle Legionellenarten noch im Gange war. Deshalb sollte auch dort die Anzahl aller Legionellen angegeben werden. Nach dem Entwurf einer SchwBadebwV vom August 2000 (10) dürfen *Legionella* species bei Becken mit Aerosol bildenden Wasserkreisläufen und Beckenwassertemperaturen $\geq 23^{\circ}\text{C}$ nicht in 1 ml nachweisbar sein.

Die mikrobiologische Untersuchung von Wasserproben ist nach der Empfehlung des UBA durchzuführen (11).

Der direkte oder indirekte Nachweis einer akuten Infektion durch *Legionella* spp. ist nach § 7 IfSG (Infektionsschutzgesetz) (12) meldepflichtig, und zwar durch den Leiter der Untersuchungsstelle, in der der Nachweis geführt wurde. Zur Erfassung reise-assoziiertes Legionellose wurde die European Working Group on Legionella infections (EWGLI) gebildet (13).

1.5 Ergebnisse und Wertung von Legionellenbefunden in der Hausinstallation

In Hausinstallationen werden Legionellen quantitativ erfasst. Im DVGW-Merkblatt 552 (14) finden sich hierzu Angaben über eine Bewertung und zur Vorgehensweise (Tab.2). Voraussichtlich 2004 kommt das DVGW-Merkblatt 551, in dem die bisherigen Merkblätter 551 und 552 zusammengefasst worden sind. Im derzeit vorliegenden Entwurf von Juli 2003 wurde der hier in Tab. 2 angegebene Beurteilungsmaßstab übernommen, doch werden die Legionellenanzahlen nicht mehr in einem Milliliter sondern in 100 ml angegeben. Abweichend hiervon sollen in Hochrisikobereichen wie z. B. in Transplantationseinheiten, Bereichen mit Patienten mit schwerer Immunsuppression und Ähnliche mehr in einem Liter keine Legionellen nachweisbar sein (15). Dies ist nach derzeitigem Kenntnisstand am zuverlässigsten über endständige Filter zu erreichen.

DVGW-Arbeitsblatt W 552				
Tabelle 1 a: Bewertung von Legionellenbefunden bei einer orientierenden Untersuchung				
Legionellen (KBE/ml)¹⁾	Bewertung	Maßnahmen	weitergehende Untersuchung (s. Tabelle 1 b)	Nachuntersuchung
> 100	extrem hohe Kontamination	unverzögliche Desinfektion bzw. Nutzungseinschränkung, z.B. Duschverbot; Sanierung ist angezeigt	umgehend	-
> 10	hohe Kontamination	Sanierung ist angezeigt	umgehend	-
≥ 1	Kontamination	Keine	innerhalb von 14 Tagen	-
nicht nachweisbar in 1 ml	keine nachweisbare Kontamination	Keine	keine	nach 1 Jahr (nach 3 Jahren) ²⁾
<p>¹⁾ KBE = Koloniebildende Einheit ²⁾ Werden bei zwei Nachuntersuchungen im jährlichen Abstand Legionellen in 1 ml nicht nachgewiesen, kann das Untersuchungsintervall auf maximal 3 Jahre ausgedehnt werden.</p>				
Tabelle 1 b: Bewertung v. Legionellenbefunden bei einer weitergehenden Untersuchung				
Legionellen (KBE/ml)¹⁾	Bewertung	Maßnahmen	Nachuntersuchung	
> 100	extrem hohe Kontamination	unverzögliche Desinfektion bzw. Nutzungseinschränkung, z.B. Duschverbot; Sanierung ist erforderlich	1 Woche nach Desinfektion bzw. Sanierung	
≥ 1	Kontamination	Sanierung ist erforderlich	1 Woche nach Desinfektion bzw. Sanierung	
nicht nachweisbar in 1 ml	keine nachweisbare Kontamination	keine	nach einem Vierteljahr ²⁾	
<p>¹⁾ KBE: Koloniebildende Einheit ²⁾ Werden bei zwei Nachuntersuchungen in vierteljährlichem Abstand Legionellen in 1 ml nicht nachgewiesen, braucht die nächste Nachuntersuchung erst nach einem Jahr vorgenommen zu werden. Weitere Nachuntersuchungen sind entsprechend dem Schema der Tabelle 1 a vorzunehmen.</p>				

Tabelle 2: DVGW-Arbeitsblatt W 552 (April 1996)

Im Berichtsjahr 2002 wurden am Bayerischen Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, Dienststelle Südbayern, 2826 Wasserproben auf Legionellen untersucht (Tab. 3 und 4). Nach dem Bewertungsmaßstab aus Tab. 2 wiesen von den 2570 Proben aus der Hausinstallation 16,1 % eine Kontamination, 6,8 % eine hohe und 1,6 % eine extrem hohe Kontamination auf (Tab. 3). Hierbei handelte es sich aber nicht nur um Erstuntersuchungen, sondern auch um Folgeuntersuchungen bei Kontamination gemäß Tabelle 1a des DVGW Merkblattes 552 beziehungsweise um Nachuntersuchungen nach durchgeführten Sanierungsmaßnahmen.

Herkunft der Proben	Keimmenge (in KBE / Liter)						Gesamt
	0	<50	≥50	≥1000	≥10000 0	≥100000	
Schulen		37	12	5	4	1	59
Altenheime		151	35	51	30	4	271
Hotel / Gaststätten		56	12	5	7	0	80
Sonst. Gemeinschaftseinrichtungen		169	17	27	9	2	224
Krankenhäuser		309	157	162	63	15	706
Krankenhäuser; Hochrisikobereich	16	6	9	2	4	0	37
Sonst. Dienstgebäude		269	29	36	11	4	349
Einfamilienhäuser		41	2	4	3	0	50
Mehrfamilienhäuser		283	40	50	22	4	399
Schwimmbäder; Duschen		173	119	72	21	10	395
Gesamt	16	1494	432	414	174	40	2570

Tabelle 3: Legionellenkonzentrationen in Leitungswasserproben aus verschiedenen Einrichtungen in Südbayern im Jahr 2002

Insofern verwundert es nicht, dass diese Werte günstiger ausfallen als im Jahr 2000 mit einem größeren Anteil von Erstuntersuchungen. 2000 untersuchten wir 1133 Proben aus der Hausinstallation, wobei bei 19,7 % der Proben eine Kontamination, bei 13,1 % eine hohe Kontamination und bei 4,4 % eine extrem hohe Kontamination festzustellen war.

1.6 Ergebnisse und Wertung von Legionellenbefunden im Schwimmbadbereich

L. pneumophila darf nach der DIN 19643-1 im Beckenwasser nicht in 1 ml und im Filterablaufwasser nicht in 100 ml nachgewiesen werden. Ein Beispiel für die in Schwimmbädern gefundenen Überschreitungen liefert Tabelle 4. Der Duschbereich fällt als Hausinstallation unter die TrinkwV und ist somit nach dem DVGW-Merkblatt 552 zu bewerten.

Herkunft der Proben	Keimmenge (in KBE / ml)				Gesamt
	0	<10	≥10	≥100	
Schwimmbäder; Beckenwasser	152	3	5	2	162
Herkunft der Proben	Keimmenge (in KBE / 100ml)				Gesamt
	0	<10	≥10	≥100	
Schwimmbäder; Filterablaufwasser	81	3	6	4	94

Tabelle 4: Legionellenkonzentrationen im Beckenwasser und im Filterablaufwasser in Südbayern im Jahr 2002

Maßnahme	Vorteile	Nachteile
Thermische Desinfektion	→ sichere Legionellenabtötung → keine Chemikalienzusätze	→ keine Wuchsbelagsentfernung → rasche Wiederverkeimung → Verbrühungsgefahr → Riesenaufwand
Intermittierende Aufheizung des Heizkessels auf ≥ 70 °C	→ Legionellenminimierung im Kessel	→ keine Wirkung im Leitungsnetz
Temperatur nach DVGW: Heizkessel ≥ 60 °C Warmwasserzirkulation ≥ 55 °C	→ Legionellenminimierung (Empfehlenswert bei Neuinstallationen)	→ vielfach Leitungsüberdimensionierung → mögliche Erwärmung von Kaltwasserstagnationszonen mit folgender Aufkeimung
Chlorung (Chlordioxid bildet keine HKW und ist etwa 4x wirksamer als Chlorbleichlauge) Chlorelektrolyseverfahren Anodische Oxidation	→ sichere Abtötung einzelner Legionellen bei Dauereinwirkung: → keine oder verzögerte Biofilmbildung → langfristiger Abbau von Biofilmen → Depotwirkung.	→ Chemikalienzugabe → Legionellen in Biofilmen und Einzellern werden ungenügend abgetötet
UV-Bestrahlung	→ sichere Abtötung einzelner Legionellen → keine Chemikalienzugabe	→ Legionellen in Biofilm-Partikeln und Einzellern werden ungenügend abgetötet → keine Depotwirkung → kein Biofilmbau im System
UV-Bestrahlung mit Ultraschallbehandlung	wie bei UV-Bestrahlung (Ultraschall soll Legionellen aus Biofilmen und Einzellern zur sicheren Abtötung vereinzeln)	wie bei UV-Bestrahlung → keine Depotwirkung → kein Biofilmbau im System → zuverlässige Legionellenfreisetzung durch Ultraschall nicht gutachtlich bestätigt
Peroxid-Verbindungen	→ Ablösung von Biofilmen	→ nicht zulässig zur Dauerdesinfektion
Filter	→ „Sterilität im Filtrat“	→ keine Depotwirkung → kein Biofilmbau im System → kostenintensiv → Druckabfall → mögliche Material- und Personalfehler

Tabelle 5: Legionellenbekämpfungsmaßnahmen: Vor- und Nachteile

2. Maßnahmen für eine Eliminierung von Legionellen

Die Bekämpfung von Legionellenverkeimungen (16; 17) ist bei Anwendung nur einer Methode meist nicht erfolgreich (Tab. 5). Eine schnelle, voraussagbar erfolgreiche Sanierung gibt es nicht. Maßnahmen, die im Gebäude A Erfolg haben, müssen nicht unbedingt in Gebäude B greifen. Ebenso können gleiche Folgemaßnahmen zur Einhaltung tragbarer geringer Legionellenbelastungen in sehr unterschiedlichen Zeitabständen notwendig sein.

Prinzipiell setzen Maßnahmen voraus, dass auch die Hausinstallation als solche auf den Prüfstand gestellt werden muss. Die verlegten Rohrmaterialien und Leitungswege müssen bekannt sein. Beispielsweise führt die thermische Desinfektion bei feuerverzinkten Eisenleitungen im Warmwasserbereich zu einem enormen Korrosionsproblem. Totleitungen sollten ohne Stauraum glatt vom Strang abgetrennt werden. Daher ist es unbedingt empfehlenswert, Fachfirmen einzubinden.

Eine Sanierung ohne Entfernung von Wuchsbelägen ist nicht Erfolg versprechend. So konnte bei einem Hallenbad gezeigt werden, dass es nach einer thermischen Abtötung, bei der Wuchsbeläge nicht entfernt werden, sondern als Nährboden zurückbleiben, innerhalb von 12 Tagen zu einer Wiederverkeimung bis hin zur ursprünglichen Belastung kam (18).

Auch Chlorungsmaßnahmen sind beim Vorhandensein von Wuchsbelägen in Hinblick auf den nach der TrinkwV zulässigen Dosierungsbereich skeptisch zu betrachten. Hier ist zu befürchten, dass dem Verbraucher überdosiertes Wasser in unzulässiger Weise oder bei Elektrolyseverfahren mit nicht zulässigen produzierten Stoffen zur Verfügung gestellt werden kann.

2.1 Fallbeispiele aus der Praxis

Bei einem Altenheim wurde ca. sechs Wochen nach Einbau einer Anodischen Oxidation erneut auf Legionellen untersucht: ⇒ Ergebnis: 4 Millionen Legionellen / Liter. Hieraus ist zu folgern:

1. Die Probenahme fand „zufällig“ gerade dann statt, als es zu einer Wuchsbelagszerstörung und –ablösung kam!
2. Durch die „Legionellenbekämpfung“ wurde erst eine besonders infektiöse Situation geschaffen!
3. Bei jedem anderen Chlorungsverfahren wäre mit einer vergleichbaren Situation zu rechnen, sofern Wuchsbeläge nicht schon vor Daueranwendung entfernt werden.

Für eine mögliche Vorgehensweise bei der Legionellenbekämpfung wird daher folgende Reihenfolge empfohlen:

Schnellstmögliche sichere Abtötung → Entfernung der Wuchsbeläge → Folgemaßnahmen zur Vermeidung einer Wiederverkeimung.

Nach Legionellenerkrankungsfällen wurde in einem Hallenbad der Warmwasserspeicher ständig bei über 60°C gefahren. Dennoch trat ein weiterer Vorfall auf, wobei es sich zeigte, dass das Heißwasser zur Verbrühungsverhütung schon kurz danach wieder mit Kaltwasser verschnitten wurde und dort ein Aufkeimen stattfand.

In einem Hallenbad mit hoher Legionellenbelastung wurde wiederholt eine „thermische Desinfektion“ erfolglos durchgeführt. Bereits die schon 2 Tage danach

gezogenen Wasserproben wiesen Werte in Höhe der ursprünglichen Verkeimung auf. Es wurde schon über „schnellwüchsige Legionellen“ diskutiert, bis die dortige Verfahrensweise überprüft wurde. Dabei stellte es sich heraus, dass lediglich der Heizkessel auf 70°C hochgefahren wurde und die Verhältnisse in der Leitung nie überprüft wurden. Legionellen können sich zwar bei Optimalbedingungen etwa alle drei Stunden verdoppeln, doch muss in der Hausinstallation mit viel längeren Zeiten gerechnet werden. Am Beispiel einer Wiederverkeimung in 12 Tagen nach erfolgreicher thermischer Abtötung (18) würde sich bei Annahme eines Reduktionsfaktors von neun Zehnerpotenzen eine anschließende Verdoppelungszeit von etwa 10 Stunden ergeben.

Untersuchungen bei 60 Altenheimen in den Jahren 2000/2001 zusammen mit dem Gesundheitsreferat der LHS München ergaben in etwa eine Gleichverteilung innerhalb der Kategorien: Keine nachweisbare Kontamination/Kontamination/hohe Kontamination/extrem hohe Kontamination. Somit blieben 75 % der Gebäude in der weiteren Überwachung.

In einem Wohnbereich mit etwa 70 Häusern/Wohneinheiten, die eine gemeinsame Warmwasserversorgung haben, wurden anlässlich einer privat veranlassten Untersuchung auf Legionellen 70 KBE/ml gefunden. Weitere Nachproben ergaben auch Werte im Bereich extrem hoher Kontamination, so dass das darob befragte Gesundheitsamt aufgrund der Befundlage ein Duschverbot und, nachdem im Privatlabor auch noch *Pseudomonas aeruginosa* nachgewiesen wurde, ein Abkochgebot erlassen musste. Hierbei handelt es sich bezüglich der Belastung sicher nicht um einen Einzelfall.

Ein Dialysepatient hatte sich zuhause in einem Zweifamilienhaus eine Legionellenpneumonie zugezogen. Im Haus wurde zweimal eine thermische Desinfektion durchgeführt und danach zur Absicherung aus sämtlichen Wasserentnahmestellen Stagnations- und Fließwasser untersucht. Neben vielen nach der Desinfektion zu erwartenden niedrigen Werten wiesen insbesondere die Stagnationswasserproben noch vermehrt schlechte Werte auf, darunter eine so gut wie nicht benutzte Dusche mit 3×10^6 KBE/Liter. Die Ergebnisse sind in Tab. 6 wiedergegeben:

Art der Probe	Probenanzahl	Keimmenge (in KBE/l)				
		<50	≥50	≥1000	≥10000	≥100000
Warmwasser – Stagnationswasser	17	7	2	1	6	1
Warmwasser – Fließwasser	19	15	2		2	
Kaltwasser	3	3				
Ohne Zuordnung	2	1	1			

Tabelle 6: Ergebnisse einer Legionellenuntersuchung von 41 Proben aus allen Entnahmestellen in einem Zweifamilienhaus nach zweimaliger thermischer Desinfektion anlässlich eines Legionellenfalls

Hieraus ist zu schließen, dass es weitaus komplizierter ist, die periphere Lokalbesiedelung mit Legionellen (Stagnationswasserproben) in den Griff zu bekommen als die systemische Besiedelung (Fließwasserproben), und dass jede periphere Stelle unterschiedlich besiedelt sein kann.

3. Schlussbemerkungen

Legionellen sind Krankheitserreger aus der Umwelt und stehen maßgeblich mit dem Warmwasser-Niedrigtemperaturbereich im Zusammenhang. Insofern erscheint die Legionellenminimierung vergleichsweise einfach: „Heißwasser muss genügend heiß sein und es bleiben – Kaltwasser muss genügend kalt sein und es bleiben – Wasser muss in der Leitung möglichst geringe Aufenthaltszeiten haben!“ In nach den derzeitigen Regeln der Technik gebauten und betriebenen Gebäuden (14) sollte daher eine systemische Legionellenbesiedelung akzeptabel niedrig bleiben. Dies ließe sich dann sogar relativ zuverlässig über Temperaturmessungen bestätigen. In vielen Altbauten kann die Wasserinstallation jedoch nicht nach den für Legionellen wünschenswerten Regeln der Technik betrieben werden, da dies aufgrund überdimensionierter Leitungsnetze, teils nicht bekannter Rohrmaterialien und fehlender Gewähr für eine genügende Abisolierung des Kaltwasserbereichs nicht möglich ist. Sofern eine Neugestaltung des Leitungsnetzes nicht oder nicht in absehbarer Zeit erfolgen kann, müssen anderweitige Mittel wie beispielsweise Desinfektionsmaßnahmen eingesetzt werden. In diesem Zusammenhang sind bei Legionellen-sanierungen mittels Chlorung und Andere mehr durchaus anhaltende Keimreduzierungen zu erhalten, die nachweislich zu einem Rückgang der Erkrankungsfälle führten (19). Dass hierbei niedrige systemische Legionellenzahlen eingehalten werden, kann hauptsächlich nur über mikrobiologische Untersuchungen nachgewiesen werden. Jedenfalls ist eine akzeptable niedrige systemische Verkeimung sowohl in Neu- als auch in Altbauten erreichbar.

Demgegenüber ist bezüglich einer Lokalverkeimung der Zapfstellen festzuhalten, dass auch bei niedriger systemischer Verkeimung damit zu rechnen ist, dass diese vereinzelt extrem kontaminiert sein können und dass dies auch trotz Einhaltung der Technikregeln der Fall sein kann. Punktuelle endständige Legionellen fördernde Temperaturbereiche werden sich nicht völlig ausschließen lassen. Hier können Vorortmaßnahmen wie Entkalkung, häufige Reinigung oder Austausch von Dichtungen und Strahlreglern, Einbau von Armaturen mit verminderter Aerosolbildung sowie der bei einer peripheren Verkeimung sinnvolle Ablauf des Stagnationswassers vor Gebrauch nützlich sein. Aufgrund der großen Anzahl von Entnahmestellen muss es jedenfalls als sinnlos und nicht wünschenswert, da nicht machbar, bezeichnet werden, wollte man jede Entnahmestelle untersuchen. Die Berücksichtigung einer peripheren Verkeimung kann aber dann gezielt stattfinden, wenn ein Erkrankungsfall vermutbar mit einer definierten Stelle in Verbindung steht. Auch in Hochrisikobereichen käme der peripheren Verkeimungsuntersuchung eine besondere Bedeutung zu, doch sollte auch hier eher eine Problemlösung über endständig angebrachte Filter erwogen werden.

2003 hatten wir einen so genannten „Jahrhundertsommer“. In diesem Zusammenhang stellte es sich jedoch heraus, dass hierbei gelegentlich Probleme ganz anderer Art hinsichtlich der Legionellen aufgetreten sind. Bislang galt der Grundsatz, dass das angelieferte Gemeindewasser als Kaltwasser nur vernachlässigbare Legionellenanzahlen liefert und somit die Legionellenverkeimung allein das Problem

der Hausinstallation im Warmwasser-Niedrigtemperaturbereich sowie im dort ungenügend abisolierten Kaltwasserbereich ist. Heuer konnten im Sommer in Hauptsträngen einiger Gemeinden 17°C bis 19°C gemessen werden.

Somit ist zu befürchten, dass bereits in Endsträngen und Stichleitungen des Ortsnetzes, insbesondere noch bei Verlegung unter ausgedehnten Asphaltflächen, Temperaturen mit (weit?) über 20°C und dadurch bedingten Legionellenaufkeimungen auftreten konnten.

Literatur

Euzéby, J.P.: List of bacterial names with standing in nomenclature. [http:// ww.bacterio.cigt.fr/](http://ww.bacterio.cigt.fr/)

Heller, R., C. Höller, R. Süßmuth and K.-O. Gundermann. Effect of salt concentration and temperature on survival of *Legionella pneumophila*. *Lett. Appl. Microbiol.* 26 (1998) 64-68

Lück, P. Chr.: **Legionella:** environmental bacterium and pulmonary pathogen. *Biotest Bulletin* 6, Nr. 3, (2002) 345-359

Legionellose. *Ratgeber Infektionskrankheiten Epid. Bull.* Nr. 49 (1999) 369-372; aktualisiert Okt. 2001

Müller, H.E.: Das *Legionella*-Infektionsrisiko und seine Verhinderung durch hygienetechnische Maßnahmen. *Dtsch. med. Wschr.* 114 (1989) 1754-1759

Rohr; U., S. Weber, R. Michel, F. Selenka und M. Wilhelm: Freilebende Amöben in Warmwassersystemen von Krankenhäusern – Artenspektrum und Thermotoleranz im Vergleich zu Isolaten aus Feuchtstellen des Sanitärbereichs. *Hyg. Mikrobiol.* 2 (1998) 32-34

Verordnung über Trinkwasser und über Wasser für Lebensmittelbetriebe (Trinkwasserverordnung - TrinkwV). *BGBl. I* (1990): 2613-2629

Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung vom 21. Mai 2001. *BGBl. I* Nr. 24 (2001): 959-980

DIN 19643-1: Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser. Teil 1: Allgemeine Anforderungen (April 1997)

Verordnung über die Qualität von Schwimm- und Badebeckenwasser (Schwimm- und Badebeckenwasserverordnung – SchwBadebwV); Entwurf vom 4. August 2000

Nachweis von Legionellen in Trinkwasser und Badebeckenwasser. *Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz* 43 (2000) 911-915

Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz – IfSG) vom 20. Juli 2000. *BGBl* 2000 Teil I Nr. 33, S. 1045-1077

European Working Group on Legionella Infections (EWGLI): [http:// www.ewgli.org](http://www.ewgli.org)

DVGW-Arbeitsblatt W 552: Trinkwassererwärmungs- und Leitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Sanierung und Betrieb (1996). Wird abgelöst durch: DVGW-Arbeitsblatt W 551: Trinkwassererwärmungs- und Leitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasserinstallationen (Gelbdruck 2003)

Exner, M., G.-J. Tuschewitzki, B. Langer, F. Wernicke und St. Pleischl: Vorkommen und Bewertung von Legionellen in Krankenhäusern und anderen Großgebäuden. Forum Städte-Hygiene 43 (1992) 130-140

Schindler, P.: Anmerkungen zur Untersuchung auf und zur Bekämpfung von Legionellen. Der Hygieneinspektor 3 (2001) 6/31-35

Legionella 2003: An update and statement by the Association of Water Technologies (AWT). Website: <http://www.awt.org>

Mathys, W., E. Junge und M. Langen: Legionellen in Dusch-Wassersystemen privater Haushalte und von Hallenbädern. Forum Städte-Hygiene 41 (1990) 282-285

Exner, M., K.-D. Jung und B. Haardt: Nosokomiale Legionellen-Infektionen im Zusammenhang mit einer systemischen Legionellen-Kontamination des Hausinstallationssystems und Erfahrungen zur Sanierung. Forum Städte-Hygiene 41 (1990) 289-296

Anhang: Probenahme und Versand

Zur Untersuchung auf Legionellen (beinhaltet alle Legionellenarten) beziehungsweise auf *Legionella pneumophila* werden Proben aus Warmwasserleitungen (Zapfhähne, Duschköpfe) und gemäß der DIN 19643-1 vom Filterablauf (fälschlich meist als Reinwasser deklariert) sowie aus dem Schwimmbecken (z.B. bei Whirlpools) mit üblichen 250-ml-Wasserflaschen für die bakteriologische Untersuchung entnommen. In der Regel ist eine zu 5/6 gefüllte Wasserflasche ausreichend. Lediglich in Hochrisikobereichen, in denen 1 Liter untersucht werden muss, sind vier vollgefüllte oder 5 zu 5/6 gefüllte Flaschen notwendig. Für eine erste orientierende Untersuchung des Verkeimungszustands in der Hausinstallation bei Großgebäuden hat sich die Entnahme von 3 Proben wie folgt bewährt, wobei die jeweiligen Temperaturen dokumentiert werden sollten.

1. Bei Warmwasserstagnation sollte morgens vor Zirkulationsbeginn eine Probe unmittelbar nach dem Warmwasserspeicher entnommen werden. Die Entnahmestelle ist hierfür zu sterilisieren und man lässt solange ablaufen, dass das zu entnehmende Wasser direkt aus dem Heizkessel kommt.
2. Danach nimmt man Warmwasser als Stagnationswasser aus einer möglichst entfernten peripheren Stelle beispielsweise aus einer Dusche oder einem Warmwasserhahn ohne Abflammen und ohne Entfernung von Strahlreglern. Hierbei lässt man nur kurz ablaufen, wobei anschließend die Probe noch endständiges Wasser enthalten sollte.
3. Danach entnimmt man die Fließwasserprobe. Hierfür lässt man aus der Dusche bis zur Warmwassertemperaturkonstanz (i.d.R. 3-5 Minuten) weiter ablaufen. Alternativ und für Fließwasser noch etwas aussagekräftiger kann man aus einem Warmwasserhahn nach Abflammen und Entfernen des Strahlreglers und entsprechend langem Ablaufenlassen eine derartige Probe ziehen. Hierbei kann auch der Hahn vor Einlauf in den Wärmespeicher genommen werden.

Die Probe aus dem Heizspeicher gibt Hinweise auf die dortige Verkeimung. Die Stagnationswasserprobe entspräche der Wasserqualität, die der Erstbenutzer an dieser Stelle zur Verfügung hat, und die Fließwasserprobe zeigt die systemische Legionellenbelastung an. Dieses mögliche Entnahmeschema lässt somit in groben Zügen eine Abschätzung über die Hauptlokalisierung einer Legionellenverkeimung zu. Diese 3-Proben-Entnahme stellt an sich die unterste Grenze dar, um überhaupt einen Überblick über eine Legionellenverkeimung zu erhalten. Wie vorher ausgeführt, kann jede periphere Stelle anders belastet sein, so dass allgemein eher von einer Feststellung einer peripheren Verkeimung Abstand zu nehmen wäre. Bei Erstuntersuchungen findet man hier jedoch häufig die höchsten Legionellenzahlen, so dass dann im Anschluss erweiterte Untersuchungen auf größere Akzeptanz stoßen.

Obwohl Legionellen vor allem im Warmwasser eine Rolle spielen, kann auch Massenzunahme im Kaltwasser in Stagnationszonen bei mangelhafter Abisolierung auftreten, da sich dieses dort auf 30°C und mehr erwärmen kann.

Auch Legionellenproben sollten lichtgeschützt so schnell wie möglich ins Labor gebracht werden. Hierbei sind Temperaturen zwischen 6°C und 18°C einzuhalten, d.h. eine Kühlung ist meist nicht erforderlich. Bei gechlorten Wasserproben ist unbedingt zu entchlören. Nachdem mittlerweile feststeht, dass Legionellen eine größere Toleranz gegenüber Natriumionen aufweisen wie ehemals gedacht, kann zur Entchlorung Natriumthiosulfat verwendet werden. Zwischen Entnahme der Probe und dem Ansatz im Labor dürfen nicht mehr als 24 h vergehen.

