



22. August 2018

**August 2018**

# Legionellen und Legionellose BAG-/BLV-Empfehlungen

Bundesamt für Gesundheit BAG  
Schwarzenburgstrasse 155, 3003 Bern  
Website: [www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch)  
E-Mail: [info@bag.admin.ch](mailto:info@bag.admin.ch)  
Telefon: +41-(0)58 463 87 06

Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV  
Schwarzenburgstrasse 155, 3003 Bern  
Website: [www.blv.admin.ch](http://www.blv.admin.ch)  
E-Mail: [info@blv.admin.ch](mailto:info@blv.admin.ch)  
Telefon: +41-(0)58-4633033

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Einführung

Danksagung

Modul 1 Geschichtliches, Mikrobiologie und Ökologie

Modul 2 Epidemiologie

Modul 3 Klinik der Legionellenerkrankungen

Modul 4 Nachweis von Legionellen in klinischen Proben

Modul 5 Überwachungssystem

Modul 6 Prinzipien der epidemiologischen Abklärungen

Modul 7 Nosokomiale Legionellose: Definition und Abklärungen

Modul 8 Reise-assozierte Legionärskrankheit (Reise-Legionärskrankheit): Definition und Abklärung

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

Modul 10 Risikoeinschätzung, Selbstkontrolle, Probenentnahme, Interpretation der Resultate

Modul 11 Sanitäre Installationen: Planung, Betrieb, Renovation, Legionellen-Höchstwerte, Sanierung

Modul 12 Spitäler und Pflegeheime

Modul 13 Schwimmbäder und Sprudelbecken

Modul 14 Kühlsysteme, Raumluftechnik und Befeuchtungsanlagen

Modul 15 Hotels und andere vorübergehende Übernachtungsorte

Modul 16 Isolierung und quantitativer Nachweis von Legionellen in Umweltproben

Modul 17 Mikrobiologische Untersuchungen

Modul 18 Nationales Referenzzentrum für Legionellen

Modul 19 Wörterbuch und Abkürzungen

Modul 20 Nützliche Adressen

Modul 21 Gesetzliche Grundlagen, Normen, Richtlinien und Empfehlungen

## Vorwort

Das Bundesamt für Gesundheit (BAG) ist zuständig für die Bekämpfung der übertragbaren Krankheiten, die eine Gefahr für die Gesundheit der Bevölkerung darstellen. Das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) will sicherstellen, dass Trinkwasser und Wasser, das in Kontakt mit dem menschlichen Körper kommt, die Gesundheit nicht gefährden. Die Ursachen der steigenden Tendenz der Legionellosefälle sind sehr verschieden, und die Bekämpfung der Legionellen steht nicht nur in der Schweiz, sondern auch in vielen anderen westlichen Ländern auf der Agenda.

Die Empfehlungen «Legionellen und Legionellose», die das BAG erstmals 1999 veröffentlichte und 2005 und 2009 aktualisierte, stiessen sowohl bei den kantonalen Behörden als auch bei den interessierten Kreisen auf grosses Interesse. Nach der Schaffung von gesetzlichen Grundlagen für das Wasser in Duschanlagen und Sprudelbädern auf Bundesebene wurde beschlossen, diese Empfehlungen unter Einbezug der neusten wissenschaftlichen Kenntnisse zu überarbeiten.

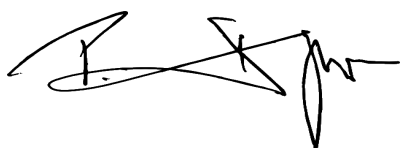
Die Empfehlungen richten sich an sehr unterschiedliche Zielgruppen wie die Ärzteschaft, die kantonalen Laboratorien, die Hauseigentümer oder Sanitärinstallateure und ermöglichen dem BAG und dem BLV, alle betroffenen Akteure zu sensibilisieren. Es ist wichtig, dass alle ihre Verantwortung wahrnehmen, um die mit diesen allgegenwärtigen Bakterien einhergehenden Risiken zu reduzieren und die Krankheitsfälle in der Schweiz zu senken.

Sie haben die neu überarbeitete Version der Legionellen-Module vor sich. Viel Zeit, Engagement und Diskussionen stecken in diesem Dokument. An der Überarbeitung waren verschiedene Experten, Spezialisten und Behörden beteiligt. Die Thematik rund um die Legionellose und die Legionellen ist komplex. Die Legionellen-Module dienen als Zusammenfassung und Kompendium.

Wir bedanken uns bei den vielen Personen, die an dieser Revision mitgewirkt haben und wünschen allen eine gute Lektüre.

Pascal Strupler

Hans Wyss



Direktor BAG

Direktor BLV

## **Einführung**

### **Änderungen seit der Publikation von 2009**

Die epidemiologischen Daten des BAG zeigen, dass die Zahl der Legionellosefälle seit 2009 in besorgniserregendem Mass angestiegen ist. Insgesamt haben sich die Fallzahlen in der Schweiz zwischen 2008 und 2017 mehr als verdoppelt: von 219 auf 464 Fälle. Nicht nur in der Schweiz nehmen die registrierten Fallzahlen zu, sondern diese Beobachtung wird in vielen Länder gemacht.

Auf Bundesebene gilt Wasser seit der Revision des Lebensmittelgesetzes im Jahr 2014 nicht nur als Lebensmittel, sondern auch als «Gebrauchsgegenstand», der mit dem menschlichen Körper in Kontakt kommt. Dank dieser neuen Definition konnten Höchstwerte für die Legionellenkonzentration in Wasser festgelegt werden, das in Form von Aerosolen eingeatmet werden kann, das heisst für Wasser von öffentlich zugänglichen Duschanlagen und Sprudelbädern. In öffentlichen Gebäuden betragen die zulässigen Höchstkonzentrationen für Legionellen in Duschanlagen 1000 KBE/l (koloniebildende Einheit) und in Sprudel- sowie Dampfbädern 100 KBE/l. Für Wasser in privaten Einrichtungen gibt es keine rechtlichen Vorgaben.

### **Neue Aufgaben der Aufsichtsbehörden**

Der Vollzug des Lebensmittelrechts liegt in der Zuständigkeit der Kantone. In dieser Eigenschaft sind die kantonalen Laboratorien berechtigt, gestützt auf ihre eigene Risikoanalyse Kontrollen in öffentlichen Gebäuden durchzuführen. Die kantonalen Behörden können somit im Fall von Nicht-Konformitäten Korrekturmassnahmen anordnen.

### **Stellenwert der Empfehlungen**

Diese Empfehlungen sind rechtlich nicht verbindlich. Sie stellen eine Hilfe bei der Bekämpfung der Legionellen dar, aber dieses Ziel kann auch mit anderen Mitteln als denjenigen, die in den verschiedenen Modulen beschrieben sind, gewährleistet werden. Die Empfehlungen helfen zum einen, die gesetzlichen Vorgaben einzuhalten, und enthalten zum anderen Ratschläge, um sich in nicht reglementierten Bereichen wie jenem der Luftaufbereitungsanlagen besser zurechtzufinden.

### **Wie sollen diese Empfehlungen gelesen werden?**

Diese Module, die mehrheitlich von den Expertinnen und Experten der verschiedenen Bereiche verfasst wurden, vermitteln einen Überblick über die aktuellen Kenntnisse. Die Kapitel können ausgehend von den gesuchten Informationen unabhängig voneinander gelesen werden. Aus diesem Grund sind bei der Lektüre des ganzen Dokuments Wiederholungen feststellbar, wobei die Autorinnen und Autoren der Einheitlichkeit des gesamten Dokuments besondere Beachtung beigemessen haben. Interessierte Personen finden unter den bei den jeweiligen Themen angegebenen Literaturverweisen weiterführende Informationen.

## **Danksagung**

Den nachfolgenden Personen gebührt unser herzlicher Dank für ihre aktive Mitarbeit an der Revision der in diesem Dokument enthaltenen Module.

**Renate Boss**, Abteilung Risikobewertung, Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen

**Stephan Christ**, kantonales Labor Solothurn

**Gérard Donzé**, Sektion Biozide, Bundesamt für Gesundheit

**Valeria Gaia**, Nationales Referenzzentrum für Legionellen (NRZL), Bellinzona

**Simone Graf**, Sektion Impfpfehlungen und Bekämpfungsmassnahmen, Bundesamt für Gesundheit

**Jürg Grimblicher**, Amt für Verbraucherschutz (AVS), Aarau

**Nicole Gysin**, Epidemiologische Überwachung und Beurteilung, Bundesamt für Gesundheit

**Irina Nüesch**, Amt für Verbraucherschutz (AVS), Aarau

**Eric Rätz**, Service de la consommation et des affaires vétérinaires (SCAV), Epalinges

**Claude Ramseier**, Amt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen, Freiburg

**Walter Schuler**, technischer Leiter, Eidgenössisches Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport

**Lukas Ströhle**, Amt für Verbraucherschutz und Veterinärwesen, St. Gallen

**Pierre Studer**, Abteilung Lebensmittel und Ernährung, Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen

**Reto von Euw**, Technik und Architektur, Hochschule Luzern



21.08.2018

## **Modul 11 Sanitäre Installationen: Planung, Betrieb, Renovation, Legionellen-Höchstwerte, Sanierung**

(weiterführende, betriebsspezifische Informationen siehe Module 12 - 15)

### **Inhalt**

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Praktische Anweisungen</b> .....	<b>3</b>
2.1	Planung.....	3
2.1.1	Nutzungsvereinbarung .....	3
2.1.2	Wassertemperaturen .....	3
2.1.3	Leitungsanordnung und –dimensionierung .....	4
2.1.4	Versorgungsschächte .....	4
2.1.5	Realisierung.....	4
2.1.6	Wassererwärmer .....	5
2.1.7	Wärmedämmung .....	5
2.1.8	Bezugsstellen .....	5
2.1.9	Ausstossleitungen .....	5
2.1.10	Materialeigenschaften .....	5
2.1.11	Betriebssicherheit .....	5
2.1.12	Enthärtungsanlagen und andere Trinkwassernachbehandlungsapparate.....	6
2.1.13	Energieeffizienz .....	6
2.1.14	Vorwärmssysteme .....	6
2.1.15	Mischventile zur Temperaturbegrenzung .....	6
2.1.16	Automatische Spüleinrichtung (Hygienespülung).....	7
2.2	Bei Gebäudeerneuerungen speziell beachten .....	7
2.2.1	Betriebstemperaturen .....	8
2.2.2	Vorwärmesysteme .....	8
2.2.3	Enthärtungsanlagen und andere Trinkwassernachbehandlungsapparate.....	8
2.2.4	Veraltete Gebäudetechnikanlagen .....	9
2.2.5	Mengenbegrenzer/Wasserspardüsen .....	9
2.2.6	Inbetrieb-/Wiederinbetriebnahme .....	9
2.3	Periodische Kontroll- und Wartungsarbeiten .....	9
2.3.1	Temperaturkontrolle .....	9
2.3.2	Armaturenaufsätze / Duschbrausen .....	10
2.3.3	Wenig benutzte Bezugsstellen .....	10
2.3.4	Enthärtungsanlagen .....	10
2.3.5	Besondere Apparate.....	10
<b>3</b>	<b>Legionellen-Höchstwerte</b> .....	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Betriebsmanagement bei Legionellen-Kontamination</b> .....	<b>12</b>
4.1	Punktuelle oder systemische Legionellen-Kontamination .....	12
4.2	Betriebsmanagement bei punktueller Kontamination .....	12
4.3	Betriebsmanagement bei systemischer Kontamination .....	13
<b>5</b>	<b>Massnahmen zur Legionellenbekämpfung, Sanierungsoptionen</b> .....	<b>14</b>
5.1	Sofortmassnahmen .....	15

5.1.1	Mechanische Massnahmen.....	15
5.1.2	Thermische Schockdesinfektion.....	15
5.1.3	Chemische Schockdesinfektion mit Chlor oder Chlordioxid.....	15
5.1.4	Physikalische Massnahmen / Einsatz von Filtern .....	16
5.2	Nachhaltige Massnahmen .....	17
5.2.1	Anpassung an Stand der Technik .....	17
5.2.2	Kontinuierliche oder periodische chemische Desinfektion .....	17
5.2.3	Automatisierte Spülung .....	17
5.2.4	Neukonzeptionierung.....	18
5.3	Massnahmen von untergeordneter praktischer Bedeutung .....	18
5.3.1	Ultraviolett (UV)-Bestrahlung.....	18
5.3.2	Ozonung .....	18
5.3.3	Chlorgas .....	18
5.4	Weitere Massnahmen / Wirkstoffe / Verfahren.....	19
5.5	Überblick über Vor- und Nachteile der praxisüblichen Massnahmen .....	20
5.5.1	Sofortmassnahmen .....	20
5.5.2	Nachhaltige Massnahmen .....	21
	<b>Referenzen .....</b>	<b>23</b>

## 1 Einleitung

Die beste Prävention von Legionellenverkeimungen der Trinkwasserinstallation lässt sich mit einer Sanitärplanung erreichen, die den Aspekten der Wasserhygiene optimal Rechnung trägt. Das beinhaltet insbesondere die Einhaltung der gängigen Normen und Fachempfehlungen bezüglich Temperatur- und Leitungsführung, Dimensionierung/Wasserumsatz und Dämmung der Kalt- und Warmwasser führenden Anlagenteile. Auch der sachgerechte Betrieb der Anlagen leistet einen wichtigen Beitrag zur Vorbeugung von Legionellenproblemen. Dazu zählen der ausreichend häufige Bezug von Kalt- und Warmwasser an allen Dusch- oder sonstigen aerosolbildenden Armaturen, das regelmässige Entkalken von Wassererwärmungsanlagen und Armaturenaufsätzen und die gründliche Spülung vor Inbetrieb- resp. Wiederinbetriebnahme der Kalt- und Warmwasserinstallationen nach längerer Benutzungspause.

Nicht nur bei der Sanitärplanung für Neubauten, sondern auch bei Gebäude-Erneuerungen (Renovationen) muss der Vorbeugung von Legionellenvermehrungen die nötige Beachtung zukommen. Oftmals lassen sich Verbesserungen der hygienischen Absicherung der Wasserqualität im Rahmen von anderweitigen Erneuerungsarbeiten deutlich einfacher unterbringen, als wenn sie nachträglich und ausserplanmässig erfolgen müssen.

Wenn bei einer Überprüfung der Wasserqualität Legionellen in zu hoher Konzentration festgestellt werden, müssen die Mikroorganismen mit geeigneten Desinfektionsverfahren aus der kontaminierten Anlage entfernt und die hygienische Wasserqualität mit weiterführenden Massnahmen nachhaltig abgesichert werden. Der Beizug von Fachpersonen ist empfehlenswert.

## 2 Praktische Anweisungen

Trinkwasserinstallationen, die nach den aktuellen technischen Regelwerken und Fachempfehlungen geplant, betrieben und instandgehalten werden, bieten gute Voraussetzungen für einen dauerhaft hygienischen Zustand der gebäudeinternen Kalt- und Warmwasserversorgung. Als anerkannte technische Regelwerke und Fachempfehlungen gelten insbesondere SIA 385/1, SIA 385/2, SIA Dokumentation D 0244 und SVGW Richtlinie W3.

Im örtlichen Wasserreglement können Vorgaben der Gemeinde resp. der kommunalen Wasserversorgung enthalten sein, welche auch die sanitären Haustechnikanlagen betreffen, beispielsweise Vorgaben zu Material-Zertifikaten oder Netztrennsystemen. Diese Vorgaben sind bei der Planung zu berücksichtigen und bei der Ausführung einzuhalten.

Wenn Trinkwasserinstallationen in Abweichung von den aktuellen technischen Regelwerken und Fachempfehlungen geplant, betrieben und instandgehalten werden, ist mit einem erhöhten Risiko für Legionellenbefall zu rechnen. Für solche Installationen sind deshalb zusätzliche Absicherungsmaßnahmen empfehlenswert, damit die hygienisch einwandfreie Wasserqualität ebenso zuverlässig gewährleistet ist, wie bei Anlagen nach den heutigen anerkannten Regeln der Technik. Für öffentlich zugängliche Dusch- und Badewasseranlagen ist die Einhaltung des Legionellenhöchstwertes rechtlich vorgeschrieben.

Folgende Punkte sind bei der Planung und beim Betrieb besonders zu beachten:

### 2.1 Planung

#### 2.1.1 Nutzungsvereinbarung

Die haustechnische Wasserversorgung muss spezifisch auf die voraussichtliche Nutzung der Installationen ausgelegt sein, damit die gewünschten hygienischen Grundvoraussetzungen für den künftigen Betrieb geschaffen werden (betrifft Wassererwärmer, Leitungsanordnung und -dimensionierung, Eigenschaften der verwendeten Materialien etc.).

Damit die nötige diesbezügliche Verbindlichkeit zwischen Auftragnehmer und Auftraggeber besteht, muss der Projektverfasser die voraussichtliche Nutzung der zu erstellenden Wasserversorgung mit der Bauherrschaft besprechen und sie in Form einer Nutzungsvereinbarung schriftlich festhalten (Nutzungsvereinbarung gemäss SIA 385/2 (Anhang F) und SIA Dokumentation D0244). In dieser sollen unter anderem die Entnahmestellen für Kalt- und/oder Warmwasser definiert werden. Es sollen möglichst nur dort Entnahmestellen vorgesehen werden, wo ein regelmässiger Wasserbezug zu erwarten ist.

Wenn ein Vorwärmssystem geplant wird, ist das Konzept der Vorwärmung ebenfalls in der Nutzungsvereinbarung festzuhalten (siehe Abschnitt «Vorwärmssysteme»).

Auch wenn seitens Bauherrschaft Wassersparvorrichtungen in Duschbrausen gewünscht werden oder entgegen den Empfehlungen eine periodische Temperaturabsenkung warmgehaltener Leitungen gewünscht wird, soll dies in der Nutzungsvereinbarung festgehalten werden.

#### 2.1.2 Wassertemperaturen

Die Kaltwasserversorgung ist so auszulegen, dass im gesamten Kaltwasserverteilsystem eine Temperatur von max. 25 °C eingehalten wird.

Die Warmwasserversorgung ist so auszulegen, dass folgende Temperaturen erreicht werden können:

- Am Austritt des Speichers bzw. des Wärmeübertragers: 60 °C
- Warmgehaltene Leitungen (z.B. Zirkulation, Warmhaltebänder): 55 °C
- Entnahmestelle: 50 °C

Auch Durchflusswassererwärmer müssen so ausgelegt werden, dass an jeder Entnahmestelle 50 °C nach kurzer Vorlaufzeit erreicht werden.



Warmwasserversorgungsanlagen mit einer Zirkulationsleitung sind so zu planen, dass die Temperaturdifferenz zwischen Speicheraustritt und Speichereintritt max. 5 K beträgt. Es ist eine impulsarme Einströmung zu wählen.

Für Vorwärm Speicher ist die Möglichkeit zur vorbeugenden, periodischen Temperaturerhöhung auf 60 °C (thermische Desinfektion) mittels Zusatzenergie vorzusehen, siehe Abschnitt 2.1.14 «Vorwärm Systeme».

Zu beachten ist hinsichtlich Planung des Warmwasserverteilsystems zudem, dass für eine thermische Schockdesinfektion (Bekämpfungs-Massnahme bei einem Legionellenbefall der Installationen; von Fachpersonen durchzuführen) Wasser mit einer Temperatur von mind. 70 °C bereitgestellt werden resp. zum Einsatz kommen muss.

### **2.1.3 Leitungsanordnung und –dimensionierung**

Hohe Wassertemperaturen verstärken die Kalk-Ausfällung. Durch Kalkablagerungen entstehende Unebenheiten in den Rohren sowie stagnierendes Wasser begünstigen die Bildung von Biofilmen, in denen sich Legionellen gerne einnisten und vermehren, sei es freilebend oder im Zellinnern von Amöben und anderen Protozoen. Bei der Leitungsanordnung, Dimensionierung und Materialwahl ist diesem Aspekt Rechnung zu tragen.

Die trinkwasserführenden Anlageteile (z.B. Wassererwärmer, Wassernachbehandlung, Leitungen) sind so zu dimensionieren und anzuordnen, dass ein regelmässiger Umsatz des Leitungsinhaltes und angemessene Strömungsgeschwindigkeiten entstehen. Toträume sind zu vermeiden.

Ausstossleitungen sollen so schnell wie möglich auf Raumtemperatur auskühlen, damit das Wasser nur kurz im kritischen Bereich zwischen 25 °C und 50 °C verweilt. Eine verbrauchergerechte Kombination von Verschlaufung und Einzelzapfstellen tragen der Hygiene besser Rechnung als ein reines Einzelzapfstellensystem.

Wassertemperaturen zwischen 25 °C und 50 °C sind hygienisch heikel, vor allem bei geringem oder unregelmässigem Durchfluss. Die Leitungsführung ist deshalb so zu planen, dass Bereiche mit diesen Wassertemperaturen weitgehend vermieden werden. Durchflusswassererwärmer können eine vorteilhafte Option zur Vermeidung von stagnierendem Wasser darstellen.

Trinkwasserinstallationen sind so zu planen und zu installieren, dass bei einer Stilllegung von Anlagenteilen der vollständige Rückbau bis zu den in Betrieb befindlichen Installationen möglich ist.

### **2.1.4 Versorgungsschächte**

Durch thermisch getrennte Versorgungsschächte (kalte Zone und warme Zone) können die jeweiligen Temperaturen besser gehalten werden.

Zum Beispiel:

Warme Zone (Leitungen mit Mediumstemperaturen  $\geq 25$  °C): Warmwasser, Heizung und Lüftung (wenn Luftheizung);

Kalte Zone (Leitungen mit Mediumstemperaturen  $< 25$  °C): Abwasser, Kaltwasser, Kühlung und Lüftung (wenn keine Luftheizung)

### **2.1.5 Realisierung**

Lange Stagnationszeiten müssen nicht nur bei Betrieb, sondern bereits ab Erstbefüllung der Installation vermieden werden. Die Stagnationsdauer zwischen Erstbefüllung und Beginn der regulären Nutzung sollte nicht mehr als 72 Stunden betragen. Die Spülung vor Inbetriebnahme muss in den Planungsunterlagen festgehalten sein (Feinverteilung miteinbeziehen).

### **2.1.6 Wassererwärmer**

Das Speichervolumen ist anhand der SIA 385/2 zu bestimmen. Das Bereitschaftsvolumen eines Wassererwärmers sollte mindestens einmal pro Tag erneuert werden.

Der Ladeprozess (Schicht- oder Stufenladung) muss unter Berücksichtigung der Auswirkungen auf die Wasserhygiene geplant werden. Die diesbezüglichen Empfehlungen der SIA 385/1 sollen umgesetzt werden.

Wenn mehrere Wassererwärmer nötig sind, sollte eine serielle Installation vorgesehen werden. Dabei ist darauf zu achten, dass durch Umgehungen (Bypass) keine schlecht durchspülten Leitungsteilstrecken entstehen.

### **2.1.7 Wärmedämmung**

Nicht nur aus energietechnischen Gründen, sondern auch aus Gründen der Wasserhygiene müssen trinkwasserführende Anlagenteile gegenüber der Umgebung nach den aktuellen Vorschriften wärmedämmend sein. Nur so lässt sich eine unerwünschte und hygienisch problematische Abkühlung des Warmwassers einerseits und Erwärmung des Kaltwassers andererseits verhindern. Ausgenommen sind Ausstossleitungen, die rasch auf Zimmertemperatur abkühlen sollen.

### **2.1.8 Bezugsstellen**

Die Wasserentnahmestellen sollen auf ein notwendiges Minimum beschränkt werden. Warmwasserzugänge sollen zudem nur dort geplant werden, wo ein reger Gebrauch zu erwarten ist. Es ist zu berücksichtigen, dass der Leitungsinhalt von nicht regelmässig benutzten Entnahmestellen mindestens zweimal wöchentlich erneuert werden muss, damit eine ausreichende Wasserhygiene aufrechterhalten werden kann.

### **2.1.9 Ausstossleitungen**

Die Installationen sind so zu planen, dass die Empfehlungen der SIA 385/1 hinsichtlich Ausstosszeit an allen Warmwasserzapfstellen eingehalten werden. Lange Vorlaufzeiten von lauwarmem statt heissem Wasser an Bezugsarmaturen sind nicht nur ein Ärgernis für die Benutzer, sondern können ein Hinweis auf Hygieneschwachstellen der Installation sein. Lange Vorlaufzeiten von lauwarmem statt kaltem Wasser im Kaltwasser-führenden Teil der Installationen weisen ihrerseits auf Hygieneschwachstellen hin. In den Ausstossleitungen soll das Wasser möglichst kurz im kritischen Bereich zwischen 25 °C und 50 °C verweilen. Sie dürfen deshalb nicht warmgehalten werden.

### **2.1.10 Materialeigenschaften**

Für Hausinstallationen kommen nur Sanitärprodukte resp. Trinkwasserkontaktmaterialien in Frage, die hinsichtlich ihrer hygienischen Eigenschaften für den vorgesehenen Verwendungszweck nachweislich geeignet sind. Wichtig diesbezüglich sind der Temperaturaspekt (Kalt-, Warmwasser) und die Eigenschaften des Materials bezüglich Abgabe von unerwünschten Stoffen an das Trinkwasser. Legionellen können ein sehr breites Spektrum an organischen Stoffen als Nährstoffe nutzen. Entsprechend stark erhöhen Materialien mit ungenügenden hygienischen Eigenschaften das Verkeimungsrisiko. Wasserberührende Anlagenteile müssen zudem aus Material bestehen, das bei einer thermischen Schockdesinfektion (mind. 70 °C) oder einer chemischen Desinfektion (meistens auf Chlorbasis) keinen Schaden nimmt.

### **2.1.11 Betriebssicherheit**

Die Kalt- und Warmwasserversorgung innerhalb des Gebäudes stellt eine wichtige Infrastrukturanlage dar. Bei installations-technischen Mängeln oder Funktionsstörungen können massive Unannehmlichkeiten für die betroffenen Personen und oftmals auch hohe Instandstellungskosten entstehen. Die Anlagen sind deshalb so zu planen, dass sie nebst den Anforderungen an die Hygiene gemäss der Le-

bensmittelgesetzgebung auch die allgemein anerkannten technischen Anforderungen bezüglich Betriebssicherheit und weiteren technisch-funktionellen Eigenschaften erfüllen (Energieeffizienz, Schallschutz).

### **2.1.12 Enthärtungsanlagen und andere Trinkwassernachbehandlungsapparate**

Wird der Einbau einer zentralen Enthärtungsanlage oder eines anderen Gerätes zur Trinkwassernachbehandlung in der Liegenschaft vorgesehen, so muss sich der Planer vergewissern, dass durch das vorgesehene Gerät nicht die Vermehrung von Legionellen oder eine anderweitige Verkeimung des Wassers begünstigt wird. Dies bezieht sich auch auf allfällige organische Stoffe, die aus Gerätebestandteilen in das Trinkwasser übertreten, als Nährstoffe von Bakterien verwertet werden und dadurch zu einer Keimbelastung in den nachfolgenden Anlagenteilen führen können.

Enthärtungsanlagen sind mittels Zwangsregeneration regelmässig zu spülen. Das Intervall für die Zwangsregeneration darf maximal 7 Tage betragen, wobei aus hygienischer Sicht ein Intervall von 3 Tagen optimaler ist. Weitere Empfehlungen zu Aufstellungsort, Einbau, Kontrolle, Wartung etc. von Enthärtungsanlagen mit Ionenaustauschern können SVGW W10027 «Enthärtungsanlagen – Ionenaustauscher» entnommen werden. Werden mehrere Harzbehälter verwendet, ist dafür zu sorgen, dass alle Behälter gleichmässig durchspült und regeneriert werden.

### **2.1.13 Energieeffizienz**

Massnahmen zur Vermeidung von Legionellenwachstum im Warmwassersystem fördern teilweise die Energieeffizienz (z. B. wenig Speichervolumen, ausreichende Dämmung, periodische Entkalkung), teilweise sind sie neutral bezüglich Energieeffizienz (z. B. Materialwahl von Leitungen und Armaturen) und teilweise stehen sie im Zielkonflikt (Temperatur im Speicher und Verteilsystem).

Bei der Sanitärplanung und dem Betrieb der Warmwasserbereitstellung ist daher zu beachten, dass alle Massnahmen, die nicht in Konflikt mit der Energieeffizienz stehen, prioritär umgesetzt werden. Die Temperatur in Speicher und Verteilsystem ist adäquat auszulegen und das System muss korrekt in Betrieb genommen werden. Eine regelmässige Überprüfung der Funktionstüchtigkeit und der Wasserqualität ist in privaten Liegenschaften empfehlenswert und in öffentlich zugänglichen Anlagen rechtlich vorgeschrieben. Die Energieeffizienz der Warmwasserversorgung darf nicht zu Lasten der Warmwasserhygiene gehen. Eine ungenügende hygienische Absicherung gegen Legionellenbefall bringt Gesundheitsrisiken für die Personen mit sich, welche die Installationen benutzen.

### **2.1.14 Vorwärmssysteme**

Mit Vorwärmssystemen können erneuerbare oder alternative Energien oder nicht anderweitig verwertbare Abwärme für die Warmwasserversorgung nutzbar gemacht werden.

Das vorgewärmte und das nachgewärmte Trinkwasser-Volumen bilden aus hygienischer Sicht ein Gesamtsystem. Trinkwasser-Vorwärmstufen/-zonen, in denen aufgrund der Wassertemperatur, des Volumenanteils, der Verweildauer, Anordnung etc. eine massgebliche Legionellenvermehrung stattfinden kann, müssen einmal wöchentlich während einer Stunde auf 60 °C erwärmt werden. Um die periodische Erwärmung (wöchentliche thermische Desinfektion) dieser Zonen vorzunehmen, braucht es entweder eine zu diesem Zweck geeignete hydraulische Verbindung zwischen dem Nachwärmer und dem Vorwärmvolumen oder eine zusätzliche Energiequelle.

Aus hygienischen Gründen sollte im Vorwärmvolumen in erster Linie Betriebswasser eingesetzt werden. Vorwärm- und Mitteltemperaturzonen sowie Nachwärm- resp. Bereitschaftsvolumen werden mit Vorteil in einem einzigen Speicher eingebracht. Wenn Vorwärm- und Bereitschaftsvolumen in verschiedenen Speichern eingebracht sind, sind diese in Serie zu schalten.

### **2.1.15 Mischventile zur Temperaturbegrenzung**

Der Einbau einer installationstechnischen Begrenzung auf eine Warmwassertemperatur von weniger als 50 °C an der Entnahmestelle, ist aus Sicht des Legionellen-Managements problematisch. Wo eine

solche Temperaturbegrenzung mittels thermischer Mischarmaturen aus anderen Gesichtspunkten unverzichtbar scheint (Verbrühungsschutz, Energiebilanz o.ä.), ist eine entsprechend intensive Legionellen-Überwachung vorzusehen. Das Gesamtsystem inklusive Thermomischer/Mischventile muss zudem so geplant und installiert werden, dass alle Anlagenteile bei Bedarf thermisch oder chemisch desinfizierbar sind.

Weitere Informationen können SVGW W10002 «Legionellen in Trinkwasser-Installationen – was muss beachtet werden» entnommen werden.

### **2.1.16 Automatische Spüleinrichtung (Hygienespülung)**

Die gebäudetechnische Wasserversorgung muss spezifisch auf die voraussichtliche Nutzung der Installationen ausgelegt sein, damit die gewünschten hygienischen Grundvoraussetzungen für den künftigen Betrieb geschaffen werden. In einigen Fällen ist es allerdings nicht möglich, den bestimmungsgemässen Betrieb exakt vorauszusehen und zu planen. In solchen Fällen oder bei langen Nutzungsunterbrüchen (z.B. in Ferienwohnungen oder in Schulhäusern bei Schulferien usw.) kann eine automatische Spüleinrichtung den bestimmungsgemässen Betrieb aufrechterhalten und so für den regelmässigen Wasseraustausch sorgen.

## **2.2 Bei Gebäudeerneuerungen speziell beachten**

- Vor einer Gebäudeerneuerung ist eine gesamtheitliche Überprüfung der Sanitärinstallationen sehr empfehlenswert. Wenn die Überprüfung nur punktuell erfolgt oder lediglich die dringendsten oder augenfälligsten Mängel behoben werden, besteht das Risiko, dass grundlegende Hygiene Probleme erst nach der Renovationsetappe erkannt werden und teure Nachbesserungen nötig sind.
- Bei Leitungen, die korrodiert sind oder aus anderen Gründen nicht mehr dem Stand der Technik entsprechen (z.B. Dimensionierung), ist der Leitungsersatz aus hygienischer Sicht die beste Lösung, insbesondere wenn in der betreffenden Liegenschaft eine thermische oder chemische Desinfektion der Warmwasserinstallation nur unter erschwerten Bedingungen durchgeführt werden kann. Zu bedenken ist diesbezüglich, dass Rost und andere Verkrustungen sowie übermässige Kalkablagerungen die Wirksamkeit von Spülmassnahmen und Desinfektionsschritten verringern.
- Nicht mehr benötigte Trinkwasserinstallationen sollen nicht nur von der verbleibenden Wasserversorgung getrennt, sondern bis zu den in Betrieb befindlichen Installationen rückgebaut werden.
- Das Verfahren der Rohrrinnensanierung ist für die Renovation von Wasserleitungen in Gebäuden zulässig unter der Voraussetzung, dass alle lebensmittelrechtlichen Anforderungen eingehalten werden. Bezüglich Legionellen besonders heikel ist die Auswaschung von organischen Stoffen aus mangelhaftem Beschichtungsmaterial. Solche Qualitätsmängel können entweder in Zusammenhang mit einer ungenügenden Qualität des Ausgangsmaterials stehen oder durch eine fehlerhafte Anwendung des Beschichtungsproduktes vor Ort entstehen. Bereits geringste Konzentrationen solcher ins Trinkwasser übertragener Stoffe können Legionellen 'anfüttern' und zu einer massiven Legionellen-Vermehrung führen.

Bei Renovationen dieser Art sollte der Bauherr deshalb bei der Rohrsanierungsfirma eine Bestätigung einholen, dass sie die lebensmittelrechtlichen Anforderungen erfüllt. Zudem sollten bei der Firma auch schriftliche Informationen verlangt werden, wie eine Desinfektion der beschichteten Leitungen durchgeführt werden kann (Maximaltemperatur für thermische Schockesinfektion, geeignete Wirkstoffe für die chemische Desinfektion inkl. deren Höchstkonzentration). Diese Informationen sollen über einen ausreichend langen Zeitraum aufbewahrt werden, damit sie zur Verfügung stehen, falls zu einem späteren Zeitpunkt ein Legionellenbefall auftritt und Massnahmen zur Sanierung getroffen werden müssen. Weitere Informationen können dem suissetec-Merkblatt „Rohrrinnensanierungsverfahren bei Trinkwasserinstallationen“ (2016) entnommen werden.

Armaturen oder Apparate älteren Datums, welche in die Trinkwasserinstallation eingebaut sind, sollten im Zuge einer Renovation ersetzt oder gegebenenfalls revidiert werden, wenn deren Weiterbetrieb nicht

mit der erforderlichen hygienischen Sicherheit gewährleistet werden kann. Beim Ersatz sind Produkte mit einwandfreien hygienischen Materialeigenschaften und Funktionen zu wählen.  
Betrieb

### **2.2.1 Betriebstemperaturen**

Hygienisch optimale Betriebstemperaturen sind:

- Am Austritt des Speichers bzw. des Wärmeübertragers: 60 °C
- Warmgehaltene Leitungen (z.B. Zirkulation, Warmhaltebänder): 55 °C
- Entnahmestelle: mindestens 50 °C (nach kurzem Vorlauf)
- Kaltwasser: höchstens 25 °C

Warmwasserversorgungen mit vollständiger Wassererneuerung innert maximal 24 Stunden können gegebenenfalls mit etwas tieferen Temperaturen betrieben werden, allerdings nur, solange gewährleistet ist, dass die Warmwassertemperatur an allen Entnahmestellen nach kurzer Vorlaufzeit mindestens 50 °C beträgt.

Die Einhaltung der hygienisch optimalen Temperatur von mindestens 50 °C an jeder Entnahmestelle ist auch beim Betrieb von Durchflusswassererwärmern wichtig.

Das System soll so ausgerüstet sein, dass die Temperatur des Wassers im Speicher, beim Rücklauf der Zirkulationsleitung resp. innerhalb von Bereichen mit Warmhalteband sowie an allen andern für die Betriebseinstellungen relevanten Stellen jederzeit abgelesen werden kann.

Aus Komfortgründen sollten warmgehaltene Leitungen in Wohnbauten durchgehend (24 h/Tag) warmgehalten bleiben.

Werden die empfohlenen Warmwassertemperaturen unterschritten, besteht ein erhöhtes Risiko für einen Legionellenbefall in einzelnen Anlageteilen oder im Gesamtsystem.

Die Temperaturempfehlungen gelten für Warmwasserversorgungen, die nach dem aktuellen Stand der Technik geplant, ausgeführt und betrieben werden. Wenn durch Abweichungen von den heutigen technischen Standards zusätzliche Risikofaktoren für Legionellenvermehrung vorhanden sind, können striktere Betriebsbedingungen mit höheren Warmwassertemperaturen nötig sein. Die zweckmässige Temperaturführung und allfällige weitere hygiene-fördernde Massnahmen sollten in diesen Fällen mit einer Fachperson besprochen und festgelegt werden.

### **2.2.2 Vorwärmesysteme**

Bei Anlagen mit Vorwärmung des zufließenden Kaltwassers durch Wärmepumpen, Abwärme, Solarwärme, Fernwärme u.ä. kann die Einbindung in die periodische thermische Desinfektion für einen hygienisch korrekten Betrieb erforderlich sein. Die mindestens wöchentliche Erwärmung des Wassers auf 60 °C während einer Stunde ist bei den betreffenden Anlagen konsequent sicherzustellen. Falls die Temperatur im Vorwärmer durch die Vorwärmenergie auf 60 °C oder mehr steigt (zum Beispiel bei Solarthermie), ist innerhalb dieser Woche keine zusätzliche thermische Desinfektion nötig.

### **2.2.3 Enthärtungsanlagen und andere Trinkwassernachbehandlungsapparate**

Enthärtungsanlagen und andere Geräte zur Trinkwassernachbehandlung dürfen nicht die Vermehrung von Legionellen oder eine anderweitige Verkeimung des Wassers begünstigen. Zu den korrekten Betriebsvoraussetzungen bezüglich Wasserhygiene zählen ein konstanter kühler Aufstellungsort (max. 25 °C), der fachgerechte Einbau, die regelmässige Kontrolle und die periodische Instandhaltung gemäss den Herstellerangaben.

Wenn die Instandhaltungsarbeiten bei Enthärtungsanlagen mit Ionenaustauscher vernachlässigt werden, führt dies zu Verkeimung und Fremdgeruch des Trinkwassers. Die mangelhafte Wasserhygiene erhöht in diesem Fall auch das Risiko für das Auftreten oder das Verstärken von Legionellen-Problemen.

## **2.2.4 Veraltete Gebäudetechnikanlagen**

Der Betrieb von sanitären Gebäudetechnikanlagen, die nicht nach den aktuellen Normen und Richtlinien (SIA, SVGW) ausgelegt sind oder in anderen Punkten vom Stand der Technik abweichen, kann mit einem erhöhten Risiko für Legionellen-Befall verbunden sein.

Die aktuelle hygienische Betriebssituation sollte durch eine Beprobung des Warmwassersystems sorgfältig überprüft werden. Solange die Wasserhygiene einwandfrei ist, ist der Weiterbetrieb solcher Installationen bei angemessener Häufigkeit von Legionellen-Kontrollmessungen unproblematisch. Allerdings kann eine frühzeitige, präventive Anpassung der Anlagen einen deutlich kleineren Aufwand bedeuten, als wenn bei erhöhten Legionellen-Werten unter grossem Zeitdruck Massnahmen zur Reduktion der Legionellen nötig werden.

## **2.2.5 Mengenbegrenzer/Wasserspardüsen**

Wenn im Betrieb einer Trinkwasserversorgung (Kalt- und Warmwasser) an den Bezugsarmaturen Wassersparvorrichtungen angebracht werden, kann dies die Wasserhygiene negativ beeinflussen. Sowohl der verringerte Wasserumsatz wie auch die veränderte Strömung führen zu einer schlechteren Durchspülung der Armatur und der Armatur-nahen Bereiche. Wassersparende Duschbrausen erzeugen zudem je nach Produkt einen vergleichsweise hohen Anteil kleiner, lungengängiger Wassertropfen. Wenn Wassersparvorrichtungen zum Einsatz kommen, sollte diese deshalb auf Installationen beschränkt sein, an denen durch regen Wasserbezug eine rasche Erneuerung des Leitungsinhaltes gewährleistet ist, generell gute wasserhygienische Voraussetzungen gegeben sind, ein entsprechend geringes Legionellen-Befallsrisiko besteht und keine sonstigen negativen hygienischen Auswirkungen zu erwarten sind.

## **2.2.6 Inbetrieb-/Wiederinbetriebnahme**

Vor einer Inbetriebnahme oder bei einer Wiederinbetriebnahme der Wasserversorgung nach längerer Standzeit (mehr als 1 Monat) in Ferienhäusern, Hotels mit Saisonbetrieb, leerstehende Wohnungen etc. muss die gesamte Installation gründlich gespült werden. Dazu wird an allen Armaturen reichlich Kalt- und Warmwasser ablaufen gelassen (für Warmwasser Armatur in Heisswasserposition stellen, Temperatur am Erwärmeraustritt  $\geq 60$  °C). Eine Aerosolbildung muss dabei vermieden werden. Wenn dies nicht möglich ist, müssen die durchführenden Personen mit einer geeigneten Atemmaske vor einer Infektion geschützt sein. Gegebenenfalls sind die Armaturenaufsätze (Perlatoren) vor der Spülung zu entfernen und separat zu reinigen und zu spülen. Dies empfiehlt sich vor allem in Gebäuden mit älteren (korrodierten) Eisenleitungen. Verkrustete Duschköpfe sollten zudem vor der Spülung entkalkt werden.

Wenn die Wassertemperatur während der Standzeit in einzelnen Abschnitten oder im ganzen Wassersystem im kritischen Bereich lag (25 °C bis 50 °C), ist eine umgehende Kontrolluntersuchung des Wassers auf Legionellen sinnvoll.

## **2.3 Periodische Kontroll- und Wartungsarbeiten**

### **2.3.1 Temperaturkontrolle**

Zur Überprüfung des korrekten Betriebes ist die Einhaltung der Mindesttemperatur für das Warmwasser und der Höchsttemperatur für das Kaltwasser an Entnahmestellen regelmässig mit einem Thermometer zu kontrollieren. Auch die Einhaltung der anlagenspezifischen Soll-Temperaturen im Erwärmer und in den warmgehaltenen Leitungen sollen kontrolliert werden. In diesem Zusammenhang ist allerdings zu beachten, dass standardmässig eingebaute Temperaturanzeigen zum Teil unpräzise Messinstrumente sind. Die Temperaturanzeige sollte deshalb periodisch durch eine Gegenmessung von Wasserproben mit einem kalibrierten Thermometer überprüft werden.

Zur Temperaturkontrolle an der Wasserentnahmestelle wird das Warmwasser bis zur Temperaturkonstanz laufen gelassen. Üblicherweise ist die Konstanz nach ca. 2 Minuten erreicht. Je nach Installation kann aber auch eine deutlich kürzere oder deutlich längere Vorlaufzeit resultieren. Eine Protokollierung der genannten Temperaturen ca. alle 3 Monate ist empfehlenswert.

### 2.3.2 Armaturenaufsätze / Duschbrausen

An Armaturenaufsätze (z. B. Perlator) bilden sich Verkrustungen aus Kalk, weiteren Ausfällungen und Spritzwasser. Die raue Oberfläche solcher Beläge, die strömungsarmen Nischen und Nährstoffe bieten Bakterien Schutz und Vermehrungsmöglichkeiten. Armaturenaufsätze müssen deshalb regelmässig gepflegt werden. Sie werden dazu entfernt, gereinigt und entkalkt.

### 2.3.3 Wenig benutzte Bezugsstellen

Werden Entnahmestellen wie Duschen oder andere aerosolbildende Armaturen länger als eine Woche lang nicht benutzt, sollte sie vor einem erneuten Einsatz gespült werden. Eine Warmwasser-Entnahmestelle ist vor der erneuten Benutzung mit Warmwasser zu spülen (Armatur in Heisswasserposition stellen). Dies betrifft insbesondere Duschen in Hotelzimmern, Zweit- und Ferienwohnungen, gegebenenfalls auch Schulen mit reduzierter Nutzung während Ferienzeiten. Zum Vorgehen nach Standzeiten von mehr als einem Monat siehe obiger Abschnitt «Inbetrieb-/Wiederinbetriebnahme».

Kalt- und Warmwasser-Bezugsstellen, die üblicherweise länger als 3 Tage nicht benutzt werden, sollten in einem Spülplan aufgeführt und mindestens zweimal wöchentlich gründlich gespült werden. Dasselbe gilt auch für wenig benutzte Kaltwasserbezugsstellen an Leitungsabschnitten, an denen das Wasser während der Stagnation eine Temperatur von 25 °C oder mehr annimmt.

Bei wenig benutzten Duschen oder anderen wenig benutzten aerosolbildenden Armaturen sind regelmässige Erneuerungen des Wassers im Rahmen eines Spülplans besonders wichtig. Wenn die Umsetzung eines Spülplans für solche aerosolbildenden Bezugsstellen unrealistisch scheint, sind sie umzurüsten auf Armaturen ohne Aerosolbildung oder grundlegend neu zu konzipieren.

### 2.3.4 Enthärtungsanlagen

Enthärtungsanlagen mit Ionentauscherkartusche oder Osmose müssen periodisch regeneriert und periodisch von einem Servicetechniker gemäss den Herstellerangaben gewartet werden.

Die Zwangsregeneration zur ausreichenden Durchspülung der Kartusche sollte nach den Fachempfehlungen eingestellt sein (vgl. z.B. SVGW W10027 «Enthärtungsanlagen mit Ionentauscher»). Wenn die Unterhalt- und Servicearbeiten bei Enthärtungsanlagen mit Ionentauscher vernachlässigt werden, führt dies zu Verkeimung und Fremdgeruch des Trinkwassers. Die mangelhafte Wasserhygiene erhöht in diesem Fall auch das Risiko für das Auftreten oder das Verstärken von Legionellenproblemen.

### 2.3.5 Besondere Apparate

Apparate mit geschlossenem Wasserkreislauf (z.B. Zierbrunnen) erfordern eine regelmässige gründliche Reinigung aller Anlagenteile und eventuell die Zugabe eines Desinfektionsmittels.

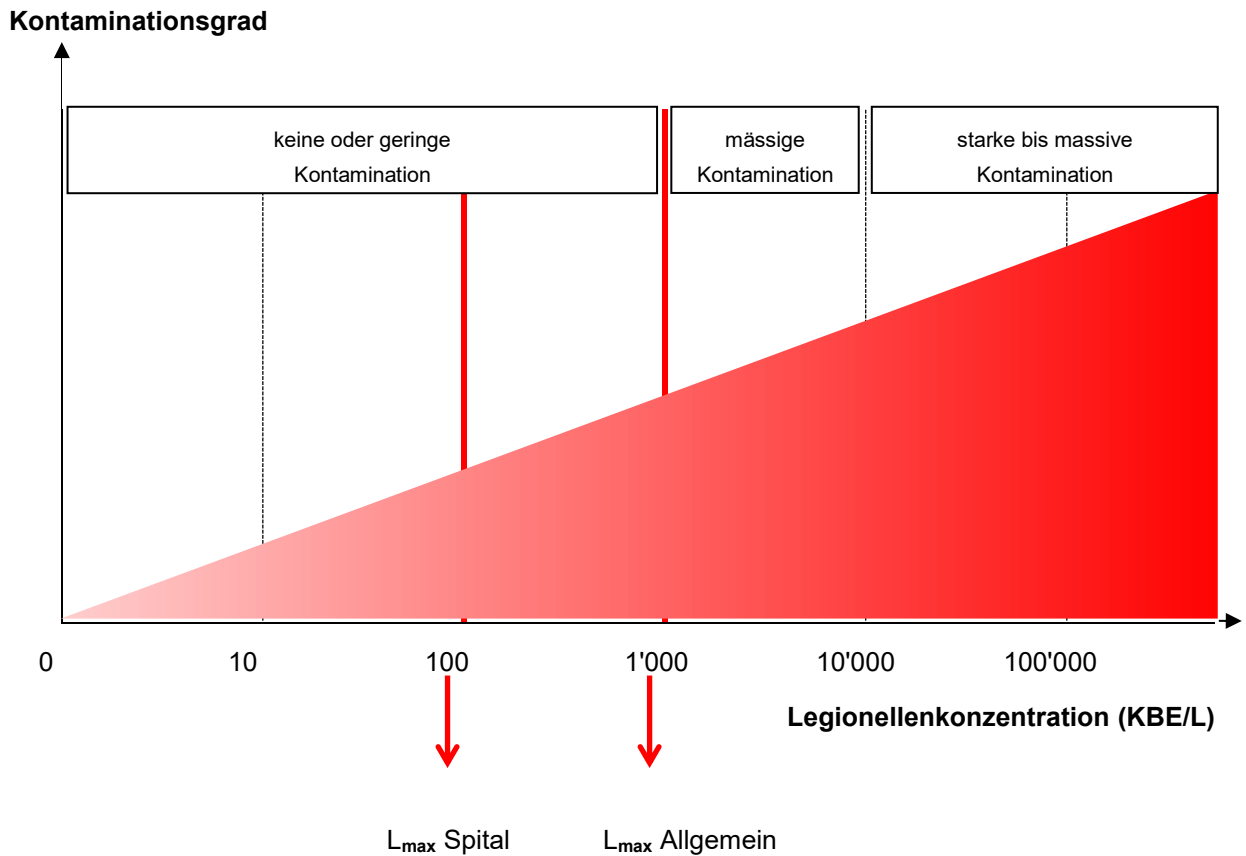
## 3 Legionellen-Höchstwerte

Gemäss den rechtlichen Bestimmungen über Lebensmittel und Gebrauchsgegenstände ist in Duschwasser aus öffentlich zugänglichen Duschanlagen ein Legionellen-Höchstwert von 1'000 KBE/L einzuhalten. Als öffentliche Anlagen gelten alle Anlagen, die der Allgemeinheit oder einem berechtigten, nicht ausschliesslich privaten Personenkreis zugänglich sind.

Auf der Grundlage epidemiologischer Kenntnisse über Legionellose und den Erfahrungen von ESGLI (ESCMID Study Group for Legionella Infections, vormals EWGLI European Working Group for Legionella Infections) ist die Einhaltung der nachstehenden Legionellen-Höchstkonzentrationen ( $L_{max}$ ) generell in allen sanitären Installationen empfehlenswert.

Mit zunehmendem Kontaminationsgrad erhöht sich das Risiko einer Legionellose-Erkrankung von exponierten Personen.

Empfehlungen zu Probenahme und Analytik finden sich in den Modulen 10 und 16.



#### $L_{\max}$ Spital:

Für Spitäler und Pflegeheime empfohlene maximale Legionellenkonzentration in Duschwasser und Wasser aus anderen aerosolbildenden Armaturen. Auch in weiteren Wohnbauten oder Betreuungssituationen empfehlenswert, wenn darin geschwächte Personen durch Aerosole exponiert sein könnten. Dazu zählen insbesondere Personen, bei welchen wegen Bettlägerigkeit, einer Grunderkrankung oder einer vorübergehenden Beeinträchtigung der Immunfunktionen eine erhöhte Anfälligkeit für Lungeninfektionen besteht.

#### $L_{\max}$ Allgemein:

Einzuhaltende maximale Legionellenkonzentration in Duschwasser öffentlich zugänglicher Anlagen, sowie empfohlene max. Legionellenkonzentration generell in sanitären Installationen.

Anforderungswerte für Badewasser siehe Modul 13

KBE: Koloniebildende Einheit



## 4 Betriebsmanagement bei Legionellen-Kontamination

- Für Spitäler und Pflegeheime siehe Modul 12
- Für Schwimmbäder siehe Modul 13
- Für lüftungstechnische Anlage siehe Modul 14

### 4.1 Punktuelle oder systemische Legionellen-Kontamination

Wenn Legionellen an einer Bezugsstelle (Wasserentnahmearmatur, Dusche) nachgewiesen werden, während in den zentralen Anlagenteilen sowie in Wasserproben aus warmgehaltenen Leitungen und anderen Bezugsstellen (Kalt- und Warmwasser) keine Legionellen nachweisbar sind, handelt es sich um eine punktuelle Kontamination.

Wenn Legionellen im gesamten Warmwassersystem oder im Warm- und Kaltwassersystem, d.h. insbesondere auch in Wasser der Zirkulationsleitung bei Rücklauf in den Wassererwärmer oder im Inhalt des Wassererwärmers nachweisbar sind, handelt es sich um eine systemische Kontamination.

Ob lediglich eine punktuelle Kontamination besteht oder das Gesamtsystem befallen ist, kann nur ausgehend von einer aussagekräftigen Beprobung der Warmwasserversorgung (siehe Modul 10) beurteilt werden.

### 4.2 Betriebsmanagement bei punktueller Kontamination

Die nachfolgende Tabelle enthält nach Kontaminationsgrad abgestufte Empfehlungen für das Betriebsmanagement bei punktueller Legionellen-Kontamination.

Kontaminationsgrad	Massnahmen zum Legionellen-Management	Weiterbetrieb der Dusche während Massnahmen-umsetzung möglich <sup>1)</sup>
keine oder geringe Kontamination ( <i>Legionella spp.</i> <1'000 KBE/l)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Routinebetrieb und –instandhaltung wie bisher</li> <li>• Bedarf für mikrobiologische Kontrollen an weiteren Messstellen prüfen</li> <li>• Regelmässige Kontrolle der Temperaturen</li> <li>• Legionellen-Analyse nach Änderung von Betriebsbedingungen, Versorgungsuberbruckungen, grösseren Reparaturen u. a., sowie in grösseren Abständen auch bei Normalbetrieb</li> </ul>	ja
mässige Kontamination ( <i>Legionella spp.</i> 1'000 bis 10'000 KBE/l)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abnehmbare Armaturenaufsätze lösen, reinigen und entkalken; Duschbrause (Handbrause) reinigen und entkalken; sonstige Duschköpfe oder nicht demontierbare Aufsätze durch Aufsprühen entkalken</li> <li>• Hygienisch problematische Materialien (z.B. Duschschauch, Dichtungen) ersetzen. Festinstallierte Armatur nach Entfernen der Aufsätze durch Aufsprühen von Reinigungs- und Entkalkungsmittel behandeln</li> <li>• Nach Anbringen der gereinigten Armaturenaufsätze auf der Heisswasserposition einen schwachen Warmwasserstrahl einstellen und mindestens 5 Minuten laufen lassen</li> <li>• Einen mindestens zweimal wöchentlichen Bezug von Kalt- und Warmwasser sicherstellen.</li> </ul>	i. d. R. ja, sofern vor dem Duschen für einen Wasservorlauf ohne relevante Aerosolbildung gesorgt werden kann. Die Reinigung, Entkalkung, Materialersatz und Spülung sollen aber zeitnah vorgenommen werden.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikrobiologisch nachkontrollieren innert 2 Monaten</li> </ul>	
starke bis massive Kontamination ( <i>Legionella spp.</i> >10'000 KBE/l)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abnehmbare Armaturenaufsätze lösen, reinigen und entkalken; Duschbrause (Handbrause) reinigen und entkalken; sonstige Duschköpfe oder nicht demontierbare Aufsätze durch Aufsprühen entkalken</li> <li>• Hygienisch problematische Materialien (z.B. Duschschlauch, Dichtungen) ersetzen. Festinstallierte Armatur nach Entfernen der Aufsätze durch Aufsprühen von Reinigungs- und Entkalkungsmittel behandeln</li> <li>• Nach Anbringen der gereinigten Armaturenaufsätze auf der Heisswasserposition einen schwachen Warmwasserstrahl einstellen und mindestens 5 Minuten laufen lassen</li> <li>• Einen mindestens zweimal wöchentlichen Bezug von Kalt- und Warmwasser sicherstellen.</li> <li>• Mikrobiologisch nachkontrollieren innert 2 Monaten</li> </ul>	i.d.R. nein. Fallweise kann ein Weiterbetrieb mit Sterilfilteraufsatz auf der Bezugsarmatur in Frage kommen bis zum Abschluss der Reinigung, Entkalkung, Materialersatz und Spülung.

1) gilt auch für andere aerosolbildende Armaturen

#### 4.3 Betriebsmanagement bei systemischer Kontamination

Die nachfolgende Tabelle enthält nach Kontaminationsgrad abgestufte Empfehlungen für das Betriebsmanagement bei systemischer Legionellen-Kontamination.

Kontaminationsgrad	Massnahmen zum Legionellen-Management	Weiterbetrieb der Duschen während Massnahmen-umsetzung möglich <sup>1)</sup>
keine oder geringe Kontamination ( <i>Legionella spp.</i> <1'000 KBE/l)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Routinebetrieb und –instandhaltung wie bisher</li> <li>• Bedarf für mikrobiologische Kontrollen an weiteren Messstellen prüfen</li> <li>• Regelmässige Kontrolle der Temperaturen</li> <li>• Bei vorhandener geringer Kontamination in zentralen Anlageteilen Kontrollmessung nach ca. 6 bis maximal 12 Monate. Wenn keine Legionellen nachweisbar sind, Kontrollmessungen in grösseren Abständen</li> <li>• Legionellen-Analyse nach Änderung von Betriebsbedingungen, Versorgungsüberbrückungen, grösseren Reparaturen u. ä.</li> </ul>	ja
mässige Kontamination ( <i>Legionella spp.</i> 1'000 bis 10'000 KBE/l)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hauptbefallsherd(e) mit gezielten Beprobungen eruieren</li> <li>• Auf die Befallsherde ausgerichtete Hygienemassnahmen treffen</li> </ul>	i.d.R. ja, sobald die Temperatur am Austritt des Erwärmers mindestens 60 °C beträgt und der Leitungsinhalt des Verteilsystems

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatur am Austritt des Erwärmers auf konstant mindestens 60 °C einstellen. Die Temperatur des Rücklaufes aus der Zirkulationsleitung muss 55 °C erreichen</li> <li>• Thermische Schockdesinfektion vornehmen, unter Beizug einer Fachperson</li> <li>• Betriebsbedingungen dauerhaft verbessern (Temperaturen und gegebenenfalls weitere)</li> <li>• Nachkontrolle innert 2 Monaten und nach weiteren ca. 6 Monaten zur Überprüfung der Massnahmenwirkung</li> </ul>	vollständig erneuert ist. Fallweise nein, z.B. wenn trotz Sofortmassnahmen eine weitere Vermehrung der Legionellen zu befürchten ist.
starke bis massive Kontamination ( <i>Legionella spp.</i> >10'000 KBE/l)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unter Beizug einer Fachperson eine sanitärtechnische Beurteilung der Wasserversorgungsanlagen und der derzeitigen Betriebsbedingungen machen</li> <li>• Anpassungen an den Stand der Technik vornehmen soweit machbar</li> <li>• Sanierung des Gesamtsystems durchführen einschliesslich Wassererwärmer und Vorwärmersystem (falls vorhanden).</li> <li>• Mikrobiologische Kontrolle unmittelbar nach Abschluss der Sanierungsarbeiten zur Überprüfung der Massnahmenwirkung</li> <li>• Nachbeprobung innert 2 Monaten und nach weiteren ca. 6 Monaten zur Verlaufskontrolle</li> </ul>	i.d.R. nein, solange die Massnahmen zur Inaktivierung der Legionellen noch nicht abgeschlossen sind. Fallweise kann ein Weiterbetrieb mit Sterilfilteraufsatz auf der Bezugsarmatur in Frage kommen bis zum Abschluss der Sanierungsarbeiten.

1) gilt auch für andere aerosolbildende Armaturen

## 5 Massnahmen zur Legionellenbekämpfung, Sanierungsoptionen

Die vollständige Elimination von Legionellen in einem kontaminierten Leitungsnetz ist nur selten möglich. Meist muss man sich damit begnügen, die Besiedlung auf ein akzeptables Niveau zu reduzieren und die Situation unter Kontrolle zu halten. Selbst nach massiven Behandlungen können Legionellen erneut Leitungen besiedeln, sei es aus Toträumen oder Nischen (Verkalkungen, Oxidationsschäden, Reparaturstellen) oder durch das zufließende Kaltwasser aus dem Verteilnetz der Trinkwasserversorgung.

Um Legionellen unter Kontrolle zu bringen resp. einen Befall zu verringern, gibt es mechanische, physikalische und chemische Verfahren resp. Verfahrenskombinationen. Sie haben unterschiedliche Wirkungsspektren, Vor- und Nachteile. Deshalb müssen von Fall zu Fall eine oder mehrere Methoden gewählt werden, welche für die Anlage (z.B. Berücksichtigung der installierten Materialien) und die spezifische Problemstellung geeignet sind.

Während einer chemischen oder thermischen Dekontamination muss gewährleistet sein, dass die Benutzer vor Vergiftungs- und/oder Verbrühungsgefahr geschützt werden, zum Beispiel indem die Entnahmestellen unzugänglich gemacht werden.

## 5.1 Sofortmassnahmen

### 5.1.1 Mechanische Massnahmen

Legionellen sind an wässrige Umgebungen angepasst und können sich in nährstoff- und bakterienhaltigen Schleimschichten (Biofilmen) besonders gut einnisten. Biofilme und schlecht durchströmte Nischen bieten Bakterien zudem Schutz gegen hohe Temperaturen oder chemische Wirkstoffe. Verkalkungen und korrodiertes Material in Hausinstallationen bieten raue Oberflächen, die den Durchfluss behindern und Ablagerungen sowie die Bildung von Biofilm begünstigen. Diesbezügliche Verbesserungs- und Instandstellungsarbeiten sollten im Falle eines Legionellenproblems immer als Erstes in Betracht gezogen werden.

Die mechanische Reinigung, welche aus Entkalkung, Entfernung von Verkrustungen und von Biofilm besteht, sowie Renovationen (Ersatz von korrodierten Teilen, Aufhebung von Totleitungen und Wasserstagnationen) vermindern die Zahl von Mikroorganismen beträchtlich.

### 5.1.2 Thermische Schockdesinfektion

Ein Legionellenbefall kann mit einem thermischen Schock reduziert werden, wobei das Mass der Reduktion von der Höhe der Temperatur und der Dauer der Temperatureinwirkung abhängt. Das empfohlene Verfahren besteht aus einer Erhöhung der Wassertemperatur auf mindestens 70 bis 80 °C. Bei Liegenschaften mit Zirkulationsleitung ist dabei wichtig, dass die hohe Temperatur (>70 °C) im ganzen Zirkulationssystem erreicht wird (keine Wasserentnahme in dieser Zeit). Erst danach werden alle Bezugspunkte (Auslaufarmaturen, Duschen) nacheinander während mindestens drei Minuten laufen gelassen. Wichtiger als die Wassermenge ist dabei die hohe Temperatur. Es empfiehlt sich deshalb, die Armaturen nur wenig zu öffnen, sodass die Wassertemperatur hoch bleibt und sich auf das Leitungs- und Armaturen-Material überträgt.

Wenn Ventile zur Temperaturbegrenzung eingebaut sind müssen diese vor der Durchführung eines thermischen Schocks ausgebaut bzw. über einen Bypass umgangen werden. Der Mischer selbst muss in einem separaten Arbeitsschritt gereinigt und desinfiziert werden, bevor er wieder in Betrieb genommen werden kann.

Die thermische Schockdesinfektion ist die Methode der Wahl in relativ kleinen haustechnischen Warmwasserversorgungen (Ein- bis Mehrfamilienhäuser, kleinere gewerbliche Liegenschaften u.ä.). Sie kann vergleichsweise rasch aufgeleitet und durchgeführt werden. Die Behandlung des befallenen Systems lässt sich bei Bedarf auch wiederholen, vorausgesetzt, dass die installierten Materialien gut temperaturbeständig sind. Dieses Verfahren kommt deshalb als Sofort-/Notmassnahme in Frage.

In grossen Warmwasserversorgungen mit vielen Bezugsstellen (Überbauungen, grössere Hotels oder Sportanlagen etc.) ist der thermische Schock hingegen wegen des organisatorischen Aufwandes für die gestaffelte Armaturen-Behandlung und teilweise auch wegen des grossen Heisswasservolumens, das dazu benötigt wird, nur bedingt durchführbar resp. geeignet.

### 5.1.3 Chemische Schockdesinfektion mit Chlor oder Chlordioxid

Für die chemische Bekämpfung von Legionellen dürfen nur Wirkstoffe verwendet werden, welche über eine Zulassung für diesen Zweck (Trinkwasser-Desinfektion) verfügen. Die Anforderungen an solche Wirkstoffe resp. Biozid-Produkte und an deren Zulassung durch das Bundesamt für Gesundheit (BAG) ist in der eidgenössischen Biozidverordnung geregelt. Vor dem Einsatz des chemischen Behandlungsmittels müssen folgende Punkte gewährleistet sein:

- Das Produkt muss vom BAG zugelassen sein.
- Die Materialien des betreffenden Leitungssystems dürfen durch die Behandlung nicht geschädigt werden. Die Materialverträglichkeit gegenüber der vorgesehenen Wirkstoffkonzentration muss deshalb vorgängig abgeklärt werden.
- Das System muss während der Anwendung für Benutzer gesperrt werden, da während der Behandlung eine Gefährdung für die Benutzer entsteht.

- Eine Spülphase muss der Desinfektion folgen.
- Die Entsorgung des Wassers und der Filter, die Chemikalien und Metalle enthalten, muss nach den Vorgaben der Umweltschutzbestimmungen erfolgen.

### ***Einsatz von Natriumhypochlorit-Lösung (Javelwasser)***

Die Behandlung von Wasser mit Natriumhypochlorit-Lösung im Rahmen der Aufbereitung zu Trinkwasser ist zulässig und wird häufig angewendet. Der Toleranzwert für freies Chlor in Trinkwasser beträgt 0.1 mg pro Liter. Diese Konzentration verringert bei Anwendung über einen längeren Zeitraum (Monate) die Biofilme in Wasserleitungen und entzieht dabei den Legionellen auch einen Teil der Lebensgrundlage.

Als Einmal-Anwendung im Sinne einer Sofortmassnahme vermag eine Chlorkonzentration von 0.1 mg/L gegen Legionellen hingegen nichts auszurichten. Für eine Schockbehandlung zur Legionellenbekämpfung kommt nur die Behandlung mit hoher Chlordosis mittels Zudosierung von Natriumhypochlorit-Lösung in Frage. Chlorkonzentration und Einwirkzeit, die gewährleistet werden müssen, sind entscheidend für den Behandlungserfolg. Als Richtwerte finden sich in der Literatur Angaben von 15 mg/l freiem Chlor während 24 Stunden, 50 mg/l während 12 Stunden, 50 mg/l während einer Stunde, 20 mg/l während 2 Stunden, 3-6 mg/l während mehreren Tagen. Die Empfehlungen widerspiegeln nebst studienspezifischen Unsicherheitsfaktoren und Variabilitäten teilweise auch die unterschiedlichen Ansprüche der Autoren hinsichtlich Vollständigkeit der Abtötung von freilebenden und intrazellulär lebenden Legionellen (intrazellulär z.B. in Amöben).

Details der Desinfektion von Trinkwasserleitungen (benötigte Menge von Chlor, Verdünnung des Javelwassers, Einwirkzeit, Neutralisierung und Spülung) sind in SVGW W1000 beschrieben. Diese beziehen sich in erster Linie auf erdverlegte Leitungen, geben aber Anhaltspunkte für Leitungen in Gebäuden.

### ***Einsatz von Chlordioxid***

Bei Verwendung von Chlordioxid bei der Legionellenbekämpfung muss eine Konzentration von 0.3 bis 0.5 mg Chlordioxid pro Liter erreicht werden. Auch diese Konzentration liegt weit über dem für Trinkwasser zulässigen Wert.

Chlordioxid ist ein giftiges Gas. Es wird in der Regel vor Ort aus Natriumchlorit hergestellt und nachfolgend in Form einer wässrigen Lösung zudosiert. Ab einer Konzentration von >10 Vol.-% ist gasförmiges Chlordioxid explosiv. Dies muss vor allem beim Umgang mit Chlordioxid in wässriger Lösung von mehr als 8 g/L beachtet werden.

Die Anwendung von Chlordioxid als Sofortmassnahme zur Eindämmung von Legionellen im Wasserleitungssystem hat vor allem in Schwimmbädern und in Spitälern eine gute Wirksamkeit gezeigt.

### ***Ausführung einer chemischen Schockdesinfektion***

Allen angegebenen Behandlungen auf Chlor-Basis gemeinsam ist die hochgradig korrosive Schädigung von metallischen Installationen und natürlich der Umstand, dass das Wasser während der Behandlung ungeniessbar und gesundheitsschädlich ist. Auch bei Anlagenteilen aus Kunststoff, Werkstoff-Beschichtungen u.ä. kann es bei chemischen Schockdesinfektionen zu starken Schädigungen kommen. Abwasserseitig sind Massnahmen zur Neutralisation des behandelten Wassers zwingend, bevor es in die Schmutzwasserkanalisation eingeleitet werden darf. Die chemische Schockdesinfektion darf im Übrigen nicht gleichzeitig mit einer Hitzebehandlung angewendet werden.

Aus diesen Angaben ist ersichtlich, dass eine Legionellenbekämpfung mittels Chlor oder Chlordioxid nur durch entsprechend qualifizierte und erfahrene Fachpersonen ausgeführt werden kann.

## **5.1.4 Physikalische Massnahmen / Einsatz von Filtern**

Als weitere Sofortmassnahme kommen Filter in Frage, welche Bakterien zurückhalten. Sie werden in Form spezieller Duschbrausen, Armaturaufsätze für Lavabos oder Filtereinsätze zur Montage zwischen dem Wandanschluss und dem Duschschauch angeboten. Das gefilterte Wasser ist ganz oder nahezu keimfrei. Im belasteten Warmwassersystem werden hingegen keine Verbesserungen erzielt. Sterilfilter

verringern den Durchfluss resp. die Durchspülung der Armatur und –Zuleitung. Dies ist für die hygienische Stabilität eher ein Nachteil. Legionellen-Filter müssen periodisch ersetzt werden, da ihre Filterkapazität beim üblichen Gebrauch relativ rasch erschöpft ist (je nach Produkt bis zu einmal monatlich).

Endständige Filter haben sich im Spitalbereich etabliert. In Wohngebäuden kommt die Filtration aber aus Kostengründen zurzeit primär als Sofort- resp. Überbrückungsmassnahme zur Anwendung und nicht für den Dauerbetrieb.

## **5.2 Nachhaltige Massnahmen**

Der gewünschte Effekt der Legionellenreduktion ist nach einer thermischen oder chemischen Schockbehandlung oft nur vorübergehend vorhanden. Wenn die Wasserversorgung ohne Änderungen gegenüber dem vorgängigen Betriebszustand weitergeführt wird, findet häufig innert weniger Monate eine erneute Legionellenvermehrung und problematische Belastung des Wassers statt. Sofortmassnahmen sind deshalb in der Regel vor allem ein Instrument, um den Gesundheitsschutz raschmöglichst zu gewährleisten und Zeit für Abklärungen, die Planung und die Umsetzung von nachhaltig wirksamen Verbesserungsmassnahmen zu gewinnen.

### **5.2.1 Anpassung an Stand der Technik**

Durch Anpassung des Wasserleitungssystems und des Betriebes der Anlage an den Stand der Technik können entscheidende Schritte zur Bereitstellung von Kalt- und Warmwasser unternommen werden, das hygienisch einwandfrei ist.

Mögliche Anpassungen betreffen z.B. Änderungen der Temperaturführung, Anpassungen hinsichtlich Dimensionierung/Heizleistung/Wasserumsatz, Entfernen von Leitungsstücken, die nicht mehr in Gebrauch sind (Totleitungen), verbesserte Wärmedämmung der Kalt- und Warmwasserleitungen und andere mehr.

### **5.2.2 Kontinuierliche oder periodische chemische Desinfektion**

Eine Anpassung der Installationen und des Betriebes an den Stand der Technik ist immer das optimalste Vorgehen zur nachhaltigen Absicherung der Wasserqualität. Grundlegende baulich-technische Änderungen der Wasserversorgung sind aus Gründen der Finanzierbarkeit und der Praktikabilität dennoch nicht in jedem Fall innert nützlicher Frist machbar. In solchen Situationen kann die Inbetriebnahme einer kontinuierlichen oder periodischen Zudosierung von Desinfektionsmittel eine Option darstellen, mit der auch in suboptimalen Wasserversorgungen der Gesundheitsschutz für die Benutzer des Warmwassers gewährleistet werden kann. Eine kontinuierliche oder periodische chemische Desinfektionsmittel-Zudosierung sollte aber nur dann erwogen werden, wenn mit anderen betrieblichen Massnahmen kein ausreichendes Legionellenmanagement möglich ist.

Für die kontinuierliche oder periodische chemische Desinfektion kommen sowohl Anlagen zur Chlorung wie auch Anlagen zur Zudosierung von Chlordioxid in Frage. Im Gegensatz zu den Schockbehandlungen müssen bei kontinuierlichen oder periodischen Desinfektionsmittelanwendungen aber die Anforderungswerte an Trinkwasser jederzeit eingehalten sein: max. 0.1 mg freies Chlor pro Liter resp. max. 0.05 mg Chlordioxid pro Liter).

Ziel der Wasserbehandlung in diesem Konzentrationsbereich ist die Reduktion der Biofilme und damit der teilweise Entzug von Vermehrungshabitat der Legionellen. Für eine unmittelbare Reduktion der Legionellen um mehrere Zehnerpotenzen wären viel höhere Desinfektionsmittel-Dosierungen nötig.

### **5.2.3 Automatisierte Spülung**

Wenn zu vermuten ist, dass die Legionellenbelastung massgeblich mit einem diskontinuierlichen oder insgesamt zu geringen Wasserverbrauch zusammenhängt, kann die Inbetriebnahme einer automatischen Spüleinrichtung (Hygienespülung) Abhilfe schaffen und den bestimmungsgemässen Betrieb gemäss Nutzungsvereinbarung sicherstellen, bis grundlegende Änderungen der Nutzung oder der baulich-technischen Installationen vorgenommen werden können.

## **5.2.4 Neukonzeptionierung**

Massnahmen zur Sanierung mit anschliessendem korrektem Legionellenmanagement sind nur dann nachhaltig und ausreichend, wenn sie über einen längeren Zeitraum ihre Wirksamkeit beibehalten. Dies ist mit regelmässigen Kontrolluntersuchungen zu belegen.

Wenn eine Reinfektion der Installationen mit Legionellen und eine erneute Wasserkontamination in problematischem Mass auftritt, bleibt letztendlich nur die Neukonzeptionierung der Wasserversorgung. Dabei wird das ganze Wassersystem inkl. der thermischen Regelung komplett ersetzt.

## **5.3 Massnahmen von untergeordneter praktischer Bedeutung**

### **5.3.1 Ultraviolett (UV)-Bestrahlung**

UV-Strahlen mit einer Wellenlänge zwischen 220 und 280 nm (UV-C) haben eine bakterizide Wirkung, aber nur in klarem, wenig turbulentem Wasser und auf kurze Distanz (Reichweite <3 cm).

Die UV-C-Strahlen zur Desinfektion von Trinkwasser sind wirksam gegen Legionellen, erreichen diese aber im Biofilm nicht. Im Gegensatz zu Chlor und anderen chemischen Produkten wirken UV-C-Strahler nur lokal und haben keine anhaltende Wirkung. Sobald das Wasser nicht mehr bestrahlt wird, kann es erneut Legionellen aufnehmen und mitführen.

Zur zweckmässigen Hygienisierung des Wassers kann die Bestrahlung deshalb nur dann dienlich sein, wenn sie so nahe wie möglich beim Bezugspunkt angebracht ist. Vor dem UV-C Strahler muss ein Filter installiert werden, welcher Kalkablagerungen reduziert und dafür sorgt, dass die Strahlung möglichst unvermindert auf die Bakterien einwirken kann. Zeitgemässe Systeme messen kontinuierlich die Trübung des Wassers, damit der Desinfektionsschritt unter kontrollierten Bedingungen erfolgt und die erforderliche minimale Bestrahlungsdosis gewährleistet ist (weitere Angaben zur korrekten UV-Desinfektion siehe SVGW W13).

Die Desinfektion von Trinkwasser mittels UV-Bestrahlung ist ein wichtiges und gut etabliertes Verfahren in der Trinkwasseraufbereitung. Dieses Verfahren wird sehr geschätzt, da der Geruch und Geschmack des Wassers im Gegensatz zur chemischen Desinfektion unverändert bleibt. Im Bereich des Legionellenmanagements ist die UV-Bestrahlung aber aus obengenannten Gründen kaum von Bedeutung (allenfalls als Ergänzung in Verfahrenskombinationen).

### **5.3.2 Ozonung**

Ozon ist ein weiteres zulässiges und zuverlässig wirksames Desinfektionsmittel. Die Ozonung von Wasser wird jedoch wegen der Kosten, der technisch anspruchsvollen Anwendung und der begrenzten chemischen Stabilität von Ozon primär in Verfahrenskombinationen eingesetzt. Namentlich sind dies Verfahrenskombinationen von Flockung, Oxidation, Filtration, Desinfektion in mehrstufigen Trinkwasseraufbereitungen, in der Aufbereitung von Badewasser, im Abwasserbereich oder in medizinischen und pharmazeutischen Spezialbereichen. Im Übrigen ist die zur Legionellenbekämpfung erforderliche Ozon-Konzentrationen von 1-2 mg/l ebenfalls nicht vereinbar mit dem Anforderungswert für Trinkwasser gemäss der Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV) (max. 0.05 mg/L).

### **5.3.3 Chlorgas**

Chlorgas ist grundsätzlich zur Desinfektion äusserst wirksam. Der Umgang mit Chlorgas ist aber hinsichtlich Schutz der Bevölkerung vor einem Störfall mit drastischen Gesundheitsschädigungen viel zu problematisch als dass es für die Legionellenbekämpfung in Hausinstallationen in Frage käme.

#### **5.4 Weitere Massnahmen / Wirkstoffe / Verfahren**

Bei Trinkwasserinstallationen gelten für die Desinfektion von Warmwasser dieselben lebensmittelhygienischen Anforderungen wie für Kaltwasser. Deshalb kommen nur die obengenannten drei Verfahren in Frage (UV-Bestrahlung, Desinfektion auf Basis von freiem Chlor oder Ozonung, entsprechend den Vorgaben der Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV)). Die Anwendung anderer Stoffe und Verfahren zur Desinfektion wie beispielsweise Kupfer- oder Silberionen aus Ionisation, Monochloramin, Wasserstoffperoxid oder Gemische von Bioziden, wie sie bei der elektrochemischen Aktivierung von Wasser entstehen, stehen im Widerspruch zu den lebensmittelrechtlichen Bestimmungen. Wenn solche Stoffe und Verfahren ausserhalb des Lebensmittelbereiches gute Ergebnisse für die Desinfektion erbracht haben, darf daraus nicht geschlossen werden, dass sie auch für den Lebensmittelbereich geeignet sind.





## 5.5 Überblick über Vor- und Nachteile der praxisüblichen Massnahmen

### 5.5.1 Sofortmassnahmen

Massnahme	Prinzip	Vorteile	Nachteile	Erfahrungen/Hinweise
mechanische Massnahme	Ablösung von Belägen und Verkrustungen. Biofilme werden relativ effizient mitentfernt. Ersatz/Instandstellung schlecht reinigbarer oder defekter Anlagenteile	Rohrleitungs- und Tankreinigungen sind relativ rasch durchführbar, ohne Rückstandsproblematik, verfahrenstechnisch erprobt und etabliert. Bei ausgeprägtem Biofilmbewuchs hilfreich als Vorbehandlung vor einer thermischen oder chemischen Behandlung.	Nur in Kombination mit weiteren Massnahmen ausreichend wirksam gegen Legionellen. Kein nachhaltiger Schutz der Installation.	Je nach Intensität/Radikalität der mechanischen Behandlung und Reinigungsverfahren werden korrodierte Leitungsabschnitte durch die Behandlung strapaziert, bis hin zu Leckagen.
thermische Schock-desinfektion	Schwächung oder Abtötung von Legionellen und weiteren Mikroorganismen durch hitzebedingte Denaturierung von Eiweissen	Rasch durchführbar, ohne Rückstandsproblematik. Bei korrekter Durchführung gute Effizienz.	Verbrühungsgefahr für Personen während der Durchführung. Hoher Energiebedarf. Je nach Nutzungssituation im betroffenen Gebäude aufwändig in der organisatorischen Vorbereitung.	In grossen Warmwasserversorgungen mit vielen Bezugsstellen (Überbauungen, grössere Hotels oder Sportanlagen etc.) wegen des organisatorischen Aufwandes und grossen Bedarfs an Heisswasser nur bedingt durchführbar resp. geeignet.
chemische Schock-desinfektion	Schwächung oder Abtötung von Legionellen und weiteren Mikroorganismen durch schädigende (oxidative) Einwirkung auf die Funktion und die	Bei korrekter Durchführung sehr gute Effizienz. Günstige Auswirkung auch auf Biofilmbeläge und Amöbenpopulation.	Die erforderliche Wirkkonzentration führt zu korrosiven Vorgängen in der Installation. Der Leitungsinhalt weist während und bei Abschluss der	Das behandelte Wasser muss i.d.R. vor der Einleitung in die Kanalisation neutralisiert werden. Diesbezügliche Abklärungen gehören zur Planung.

Massnahme	Prinzip	Vorteile	Nachteile	Erfahrungen/Hinweise
	Konstruktion der Poren- und Zellwandbausteine.		Behandlung gesundheitsgefährdende Eigenschaften auf.	Auch die Verträglichkeit/Korrosionsbeständigkeit der Installationen muss vorgängig abgeklärt werden. Für die Planung und Durchführung einer chemischen Schockbehandlung kommt nur eine ausgewiesene Fachfirma in Frage.
physikalische Massnahmen / Einsatz von endständigen Filtern	Mechanisches Zurückhalten von Bakterienzellen in einem feinporigen Filtrationsmaterial	Sehr rasch umsetzbar. Ermöglicht sofortigen sicheren Weiterbetrieb von betroffenen Armaturen/Duschen	Relativ kostspielig. Nur für einen Teil der Standardarmaturen verfügbar (Waschtisch, Duschbrause, Wand-dusche). Durch Filtrationswiderstand bedingte verringerte Durchflussrate an der Endarmatur. Kein Nutzen gegen systemischen Legionellenbefall	Die Filter müssen konsequent gemäss den Herstellervorgaben gewechselt werden. Andernfalls können Filterdurchbrüche zu Legionellose-Risiken führen.

### 5.5.2 Nachhaltige Massnahmen

Massnahme	Prinzip	Vorteile	Nachteile	Erfahrungen / Hinweise
Anpassung an Stand der Technik	Veraltete oder unsachgemäss angebrachte Installationen werden so geändert, dass sie dem heutigen Stand der Technik entsprechen	Anpassungen können auf die problematischen Bereiche beschränkt werden. Je nach Umfang der technischen Anpassung kann der Betrieb ohne grössere Beeinträchtigungen weitergeführt werden.	Unerkannte hygienische Schwachstellen bleiben unverändert. Wenn hinsichtlich der Hygieneaspekte zu grosse Kompromisse zugunsten des Weiterbetriebs der bestehenden Anlage gemacht werden, ist die Nachhaltigkeit der Massnahme gefährdet.	Diese Massnahme ist vor allem dann empfehlenswert, wenn sich die Ursache einer Legionellen-Verkeimung auf einzelne problematische Anlagenbereiche eingrenzen lässt.

<b>Massnahme</b>	<b>Prinzip</b>	<b>Vorteile</b>	<b>Nachteile</b>	<b>Erfahrungen / Hinweise</b>
Kontinuierliche oder periodische chemische Desinfektion	Ständige oder periodische chemische Schädigung von Legionellen und Biofilmen	Bei zweckmässiger Auslegung und Umsetzung dauerhafter Schutz gegen das unkontrollierte Aufkeimen von Legionellen-Populationen	Dem Wasser werden chemische Stoffe zugesetzt. Es bilden sich unerwünschte Reaktionsprodukte.	Die Massnahme dient der hygienischen Absicherung in suboptimalen Versorgungssystemen. Sie darf nicht dazu missbraucht werden, zunehmende Verkeimungsprobleme in Anlagenteilen in Kauf zu nehmen (z.B. durch Temperatursenkung) oder zu kompensieren. Die Materialverträglichkeit gegenüber oxidativen Substanzen muss vorgängig abgeklärt werden.
Neukonzeptionierung	Der Legionellenbefall wird behoben, indem das problematische befallene System ganzheitlich durch eine Neuanlage nach dem heutigen Stand der Technik ersetzt wird.	Die Wasserversorgung im Gebäude wird von Grund auf so ausgelegt, dass das Risiko von Beeinträchtigungen der Wasserqualität minimiert ist.	i.d.R. mit hohen Kosten und der vorübergehenden Ausserbetriebnahme der Versorgung verbunden.	Sinnvoll bei Gebäuden, deren Hausinstallationen mehrere gewichtige hygienische Schwachstellen aufweisen, die eine nachhaltige Verbesserung der Wasserhygiene als unwahrscheinlich erscheinen lassen.



## Referenzen

- Bartram J, Chartier Y, Lee JV, Pond K, Surman-Lee S. Legionella and the prevention of legionellosis. Chapters 3 & 4. 39-68. 2007. WHO.
- Direction générale de la santé, Direction de l'hospitalisation et de l'organisation des soins. CIRCULAIRE DGS/SD7A/SD5C-DHOS/E4 n° 2002/243 du 22/04/2002 relative à la prévention du risque lié aux légionelles dans les établissements de santé. 2002.
- Haas R. Legionellen. Bekämpfung ihrer Verbreitung in Hausinstallationen. GWA 2003;(1):15-24.
- Hubert B, Infuso A, Ledrans M. Guide d'investigation d'un ou plusieurs cas de légionellose. Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire 1997; (20-22):83-105.
- International Organization for Standardization. Water quality -- Detection and enumeration of Legionella -- Part 2: Direct membrane filtration method for waters with low bacterial counts. ISO 11731-2:2004 ed. 2004.
- Kim BR, Anderson JE, Mueller SA, Gaines WA, Kendall AM. Literature review -- efficacy of various disinfectants against Legionella in water systems. 1. Water Res 2002; 36(18):4433-4444.
- Kool JL. Control of Legionella in drinking water systems: impact of monochloramine. In: ASM Press, editor. Legionella. Washington, D.C.: 2002: 411-418.
- Kool JL, Carpenter JC, Fields BS. Effect of monochloramine disinfection of municipal drinking water on risk of nosocomial Legionnaires' disease. Lancet 1999; 353:272-277.
- Lin YS, Stout JE, Yu VL, Vidic RD. Disinfection of water distribution systems for Legionella. Semin Respir Infect 1998; 13(2):147-159.
- Lin YS, Vidic RD, Stout JE, Yu VL. Negative effect of high pH on biocidal efficacy of copper and silver ions in controlling Legionella pneumophila. Appl Environ Microbiol 2002; 68(6):2711-2715.
- Members of the European surveillance scheme for travel associated Legionnaires' disease, European Working Group for Legionella Infections. European guidelines for control and prevention of travel associated Legionnaires' disease. 2005.
- Mietzner S, Schwille RC, Farley A, Wald ER, Ge JH, States SJ et al. Efficacy of thermal treatment and copper-silver ionization for controlling Legionella pneumophila in high-volume hot water plumbing systems in hospitals. Am J Infect Control 1997; 25(6):452-457.
- Muraca P, Yu VL, Goetz A. Disinfection of water distribution systems for Legionella: a review of application procedures and methodologies. Infect Control Hosp Epidemiol 1990; 11:79-88.
- Rogers J, Dowsett AB, Dennis PJ, Lee JV, Keevil CW. Influence of temperature and plumbing material selection on biofilm formation and growth of Legionella pneumophila in a model potable water system containing complex microbial flora. Appl Environ Microbiol 1994; 60(5):1585-1592.

- Rohr U, Senger M, Selenka F, Turley R, Wilhelm M. Four years of experience with silver-copper ionization for control of legionella in a German university hospital hot water plumbing system. Clin Infect Dis 1999; 29(6):1507-1511.
- Rohr U, Weber S, Selenka F, Wilhelm M. Impact of silver and copper on the survival of amoebae and ciliated protozoa in vitro. Int J Hyg Environ Health 1999; (203):87-89.
- Schwartz T, Hoffmann S, Obst U. Formation and bacterial composition of young, natural biofilms obtained from public bank-filtered drinking water systems. Water Res 1998; 32(9):2787-2797.
- Schweizerische Eidgenossenschaft. Verordnung des EDI vom 26. Juni 1995 über Fremd- und Inhaltsstoffe in Lebensmitteln (Stand am 27. Dezember 2005) (Fremd- und Inhaltsstoffverordnung, FIV). SR 817.021.23. 26-6-1995.
- Schweizerischen Eidgenossenschaft. Verordnung über den Inverkehrbringen von und den Umgang mit Biozidprodukten vom 18. Mai 2005 (Biozidprodukteverordnung, VBP), SR 813.12.
- Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW). Qualitätsüberwachung in der Trinkwasserversorgung. Regelwerk W1d. Ausgabe 2005.
- Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW). Empfehlungen für den Einsatz von Chlorgas in der Trinkwasserversorgung. W1001d. 2000.
- Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW). Empfehlungen für die Reinigung und Desinfektion von Trinkwasserleitungen. W1000d. 2000.
- Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW). Legionellen in Trinkwasserinstallationen - Was muss beachtet werden? Merkblatt SVGW. W 10002; 2005.
- Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW). Enthärtungsanlagen – Ionentauscher . Merkblatt SVGW. W 10 027; 2015
- Sidari FP, Stout J, VanBriesen JM, Bowman AM, Grubb D, Neuner A et al. Keeping Legionella out of water systems. AWWA 2004; 96(1):111-119.
- Stout JE, Yu VL. Experiences of the first 16 hospitals using copper-silver ionization for Legionella control: implications for the evaluation of other disinfection modalities. Infect Control Hosp Epidemiol 2003; 24(8):563-568.
- van der Kooij D, Veenendaal HR, Slaats NP, Vonk D. Biofilm formation and multiplication of Legionella on synthetic pipe materials in contact with treated water under static and dynamic conditions. In: ASM Press, editor. Legionella. Washington, D.C.: 2002: 176-180.
- Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA): Norm SIA 385/1:2011 «Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden – Grundlagen und Anforderungen»
- Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA): Norm SIA 385/1-C1:2011 «Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden – Grundlagen und Anforderungen – Korrigenda C1 zur Norm SIA 385/1:2011»
- Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA): Norm SIA 385/2:2015 «Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden – Warmwasserbedarf, Gesamtanforderungen und Auslegung»

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

World Health Organization. WHO Guidelines for Drinking Water Quality, third Edition, incorporating first addendum. ed. 2006.

Fachinformationen des Schweizerischen Vereins des Gas- und Wasserfaches (SVGW): [www.svgw.ch](http://www.svgw.ch)