

Was sind Legionellen ?

Seite 1

Wo kommen Legionellen vor ?

Seite 1

Wer ist besonders gefährdet ?

Seite 2

Was ist Biofilm ?

Seite 2

Welche Korrekturmaßnahmen gibt es ?

Seite 3

Was ist zu tun ?

Seite 7

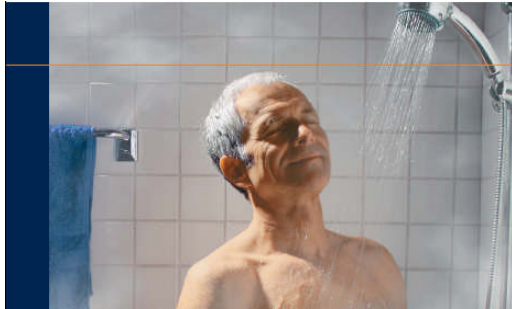
Was sind Legionellen?

Legionellen sind Bakterien, die natürliche Bestandteile des Süßwassers sind. Treten sie in erhöhter Konzentration auf, können sie zu der gefährlichen Legionärskrankheit führen. Besonders gefährdet sind Personen mit gesundheitlichen Beeinträchtigungen. Infizieren kann man sich durch Einatmen von Dämpfen, sogenannten Aerosolen, die beispielsweise beim Duschen entstehen.

Wo kommen Legionellen vor ?

Legionellen leben vornehmlich im Wasser, in Flüssen und Seen aber auch in künstlichen Systemen wie Wasserleitungen, Kühl- und Klimaanlage, Whirlpools, Heil- und Schwimmbädern, Kühltürmen, Abwässern und Zierspringbrunnen. Die Bakterien vermehren sich bei Temperaturen zwischen 25°C und 45°C und können hohe Temperaturen bis zu 63°C überleben. Die Verdoppelungszeit beträgt im Idealfall vier Stunden, d.h. Legionellen können sich innerhalb von zwei Tagen um das 4000-fache vermehren. Infektionen entstehen durch Einatmen von legionellenhaltigen Aerosolen (kleinste Wassertröpfchen) die beim Duschen, gewissen Luftbefeuchtern und Klimaanlage entstehen.

Wer ist besonders gefährdet ?



Besonders gefährdet sind Personen über 50 Jahren, Männer, Raucher und Personen mit einem angeschlagenen Immunsystem (z.B. Diabetes, Krebs). Die Zeit von der Infektion bis zum Ausbruch der Krankheit beträgt in der Regel 2 bis 10 Tage. Nicht alle Erkrankungen führen zur Lungenentzündung. Leichtere Formen der Erkrankungen führen zu grippeartigen Symptomen wie Fieber, Kopf- und Muskelschmerzen oder Abgeschlagenheit, die nach 2 – 5 Tagen wieder abklingen. Diese leichtere Erkrankung wurde aufgrund eines massenhaften Auftretens in einem Gebäude in Pontiac Michigan auch als "Pontiac Fieber" bezeichnet. Als weitere Symptome kommen in Betracht: Trockener Reizhusten, Brustschmerzen und hohes Fieber von 39°C – 41°C. Eine Vermehrung der Legionellen kann auch in menschlichen Zellen der Immunabwehr vorkommen.

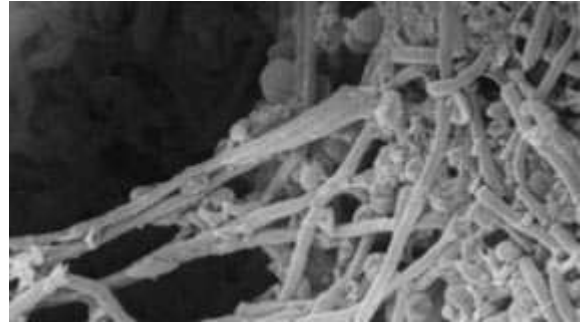
heit, die nach 2 – 5 Tagen wieder abklingen. Diese leichtere Erkrankung wurde aufgrund eines massenhaften Auftretens in einem Gebäude in Pontiac Michigan auch als "Pontiac Fieber" bezeichnet. Als weitere Symptome kommen in Betracht: Trockener Reizhusten, Brustschmerzen und hohes Fieber von 39°C – 41°C. Eine Vermehrung der Legionellen kann auch in menschlichen Zellen der Immunabwehr vorkommen.

Was ist Biofilm ?

Ein Biofilm ist eine Schicht aus Mikroorganismen, die sich in einer Matrix befinden (z.B. einer Schlammschicht), welche sich auf Oberflächen in Verbindung mit Wasser bildet. Diese oft schleimigen oder pilzartigen Beläge werden von Legionellen besiedelt, die sich dort vermehren.

Biofilme bieten Organismen wie *Listeria*, *E. Coli* (Kolibakterien) und *Legionella pneumophilla* einen sicheren Hafen, in dem sie sich vermehren können, bis ein Niveau erreicht wird, bei dem eine Kontamination des Wassers unvermeidlich ist.

Alle herkömmlichen Desinfektionsmittel, die z.B auf der Basis von Chlor oder Wasserstoffperoxid (H₂O₂) wirken, versagen bei der Eliminierung von Biofilmen! Es werden zwar Bakterien und Keime im Biofilm abgetötet, der Film an sich bleibt jedoch bestehen und bietet neu eingeschwemmten Keimen einen idealen Nährboden.



Physikalische Korrekturmaßnahmen / Chemische Korrekturmaßnahmen

- Thermischer Schock

Pro:

- Sofern die technischen Voraussetzungen vorhanden sind, leicht durchführbar. (Zu berücksichtigen ist jedoch die Verbrühungsgefahr bei mindestens 60 bis 70 Grad heissem Wasser.)
- Hält das Problem der Legionellen bei laufender Wiederholung anfänglich im Rahmen der gängigen Maximalkonzentration.

Kontra:

- Überall dort nicht durchführbar wo ein „rund um die Uhr“ Betrieb stattfindet (Hotels, Krankenhäuser, Altenheime u.a.m.) .
- Bei elektronischen Systemen bleiben elektronisch nicht integrierte Armaturenzu- leitungen unberücksichtigt, d.h. alle Stränge, ausser denen zu den Duschen, bleiben thermisch-hydraulische Totstrecken.
- Wenn nur die Zirkulation thermisch behandelt wird, dann sind **alle** Stichleitungen thermisch-hydraulische Totstrecken.
- Mit den empfohlenen Temperaturen wird keine Desinfektion der Leitungen erreicht. Die Biofilme, Ernährungs- und Nistgrundlage zugleich, bleiben nahezu vollständig erhalten.
- Wird die Warmwasserseite erwärmt, so erwärmt sich zwangsläufig auch die Kaltwasserseite. Dies zum Einen durch die Isolation der Rohrleitungen, insbesondere wenn auf der Kaltwasserseite geringer Durchfluss besteht, zum Anderen an allen Wärmebrücken. Dies sind metallische Verbindungen wie Armaturen, aber auch Rohrleitungen im Bereich der Warmwasserbereitung.
- Die Warm- und die Kaltwasserseiten sind hydraulisch miteinander verbunden (an der Armatur und im Speicherbereich). Die Biomasse kann nahezu ungehindert, auch durch keramische Dichtungen „wandern“.
- Lange hydraulische Totstrecken auf der Kaltwasserseite mit ihrer erhöhten bakteriologischen Belastung, wie Feuerlöschleitungen, Gartenanschlüsse und unbenutzte Leitungsstränge, wirken sich so auch auf die Warmwasserseite aus.
- Die Kaltwasserseite kann thermisch nicht behandelt werden, obwohl zum Teil auch dort (siehe vorheriger Absatz) ideale Temperaturen für die Population der Krankheitserreger vorherrschen.
- Die Bakterien passen sich den erhöhten Temperaturen an. Grund: Einige wenige überleben die thermische Behandlung besser als andere und diese geben dann ihre DNS an die nächste Generation weiter. Populationszeit ca. 180 Minuten.
- Die manuelle Durchführung bedeutet ein erhöhtes Arbeitsplatzrisiko, da der Durchführende mit Verbrühungsgefahr rechnen und die heißen Dämpfe einatmen muss.
- Die thermische Trinkwasserbehandlung muss häufig wiederholt werden.
- Die Personalkosten für Durchführung und Überwachung (auch bei Automaten) sind sehr hoch (CHF 3.000,- bis CHF 30.000,- pro Jahr).

- Insbesondere verzinkte Rohre werden so hoch belastet, dass mit vorzeitigem Verschleiss der Rohre gerechnet werden muss.
- Hoher Energieverlust durch die Aufheizung und Abkühlung des Warmwassersystems.
- Hoher Wasserverbrauch, da das System nach der Behandlung wieder auf ungefährliche Temperaturen abgekühlt werden muss oder permanent hohe Temperaturen erforderlich sind.
- Organisatorischer Aufwand zur Absicherung und Durchführung sehr hoch.
- Mit umweltfreundlichen Techniken wie Solarenergie, Wärmepumpen u.a.m. nicht kombinierbar.

- Ultraviolett Strahlung

Pro:

- Ausgereifte Technik.
- Keine negativen Nebenwirkungen bekannt.
- Desinfizieren ohne Zugabe von Chemikalien, d.h. keine Bildung giftiger Verbindungen oder Reaktionsprodukte, kein Überdosierungsrisiko und damit verbunden keine ökologische Umweltbelastung.
- In Verbindung mit regelmässigen Hygienisierungsintervallen wird ein sehr zuverlässiger Schutz erreicht.
- Mit allen Verfahrenstechniken kombinierbar.
- Durch Einbau an verschiedenen Stellen im Trinkwassersystem objektspezifische Lösungen möglich.
- Zertifizierte Anlagen nach SVGW W 294 und ÖVGW M 5873 verfügbar.
- Geringe Folgekosten.
- Minimaler Wartungsaufwand.
- Sicherer Störungsschutz mittels Sensor möglich.

Kontra:

- Keine desinfizierende Wirkung im Rohrnetz.
- Mikrobiologische Elemente werden nicht vollständig abgetötet.
- Ohne regelmässige Hygienisierung des nachfolgenden Rohrnetzes wird keine dauerhafte Schutzwirkung erzielt.
- Nur wirksam, wenn nahe am Bezugspunkt installiert.

- Chlorierung mit NaClO

Pro:

- Wirksam als punktuelle (Chlorschock) oder kontinuierliche Massnahme
- Nachwirkender Desinfektionseffekt.

Kontra:

- Die wirksame Dosiermenge von 2 mg/l führt zu hohen Restkonzentrationen. Der Grenzwert für Trinkwasser von 0.1 mg/l ist zu beachten.
- Bildung von Trihalogenmethanen (karzinogen).
- Geruch und Geschmack des Wassers.
- Legionellen sind gegenüber Chlor sehr resistent, vor allem im Innern von Amöbenzysten.
- Keine ausreichende Desinfektionswirkung ohne gleichzeitige Einstellung des pH-Werts.
- Kein Abbau des Biofilms, dadurch kein Schutz gegen Reinfektion
- Ein Chlorgeruch des Wassers durch chlorierte Nebenprodukte (Chloramine) ist möglich.

- Ozonbehandlung

Pro:

- Starkes Desinfektionsmittel, baut zuverlässig Biofilme ab.
- Reagiert rückstandsfrei zu Sauerstoff ab.
- Gute Einsatzmöglichkeiten in Kühltürmen und Luftwäschern

Kontra:

- Die wirksame Dosiermenge von 1-2 mg/l führt zu hohen Restkonzentrationen. Der Grenzwert für Trinkwasser ist limitiert mit 0.05 mg/l.
- Hohe Investitionskosten.
- In Wasser nur kurze Halbwertszeit, daher keine Depotwirkung.

Warum Chlordioxid (ClO_2)

Legionellabakterien sind relativ leicht zu beseitigen. Das Problem ist vielmehr, dass sich Bakterien sehr gut einnisten. Das ist besonders in Biofilmen der Fall. Dieser Film aus Algen und Mikroorganismen ist resistent gegen viele Desinfektionsmethoden, oder wird nur kurzzeitig entfernt und kommt bei nicht regelmässiger Behandlung wieder. Viele Desinfektionsmethoden wirken darüber hinaus nicht gegen Legionellen und einen Biofilm.

Anerkannte Mikrobiologen sprechen beim Einsatz von Chlordioxid von einem Durchbruch im Kampf gegen Biofilme. Auslöser für die Forschungen waren immer häufiger auftretende Infektionen mit Legionellen. Bisher war kein Mittel ausreichend wirksam, den Legionellen mit dem Biofilm auch den Lebensraum zu entziehen. Mit Chlordioxid ist dies nun kostengünstig und ohne grossen Aufwand möglich.

Chlordioxid hat im Vergleich zum Chlor und vielen anderen Desinfektionstechniken viele Vorteile.

Es besitzt eine wesentlich höhere Oxidationswirkung als Chlor und kann somit auch auf solche Substanzen sowie auf Bakterien, Sporen und Viren, einwirken, die von Chlor nicht mehr angegriffen werden. Die sporizide und viruzide Wirkung von Chlordioxid ist bei gleicher Konzentration besser als die von Chlor. Theoretisch besitzt Chlordioxid die 25-fache Oxidationskraft des Chlors.

Die Bildung unerwünschter bzw. schädlicher Trihalogenmethane (Haloforme) wird beim Einsatz von Chlordioxid vermieden. Eine Bildung dieser krebserregenden Substanzen tritt z.B. bei der elektrochemischen Desinfektion auf, bei der Wasser in der Regel mit NaCl versetzt wird.

Die Keimtötungsgeschwindigkeit von Chlordioxid nimmt im Gegensatz zum Chlor mit steigendem pH-Wert nicht ab. So kann auch bei erhöhten pH-Werten im alkalischen Bereich (pH-Wert oberhalb von 7) eine effiziente und schnelle Desinfektion erreicht werden. Eine wirksame Desinfektion kann so auch bei kurzer Verweildauer des ClO_2 im Wasser (z.B. bei sehr kurzen Leitungswegen) erreicht werden.

Chlordioxid ist im Wasser sehr beständig. Nach abgeschlossener Zehrung lässt sich ein Überschuss über längere Zeit aufrechterhalten. Auch bei ausgedehnten Rohrnetzen und Behältern kann so ein Überschuss gehalten und einer Wiederverkeimung des Wassers wirksam begegnet werden.

Im Gegensatz dazu sei die Desinfektion mit UV-Bestrahlung genannt, die nur punktuell wirkt und keine Depot-Wirkung wie Chlordioxid besitzt. Da aber das Wasser oft über längere Zeiträume in der Leitung verbleibt, kann nur eine Desinfektion mit Depot-Wirkung effektiv sein.

Für Chlordioxid beträgt die zulässige Restmenge gemäss Trinkwasserverordnung 0,05mg/l ClO_2 .

Während früher häufig Chlordioxid in Kombination mit Chlor für die Wasserdeshinfektion eingesetzt wurde, wird heute fast überall nur Chlordioxid allein angewendet. Dies geschieht bereits bei den meisten Trinkwasserversorgern, die ClO_2 zur Schutzdesinfektion einsetzen.

Auch in Spitälern, Hotels und anderen öffentlichen Gebäuden, die über diese Wasserwerke versorgt werden, ist der Einsatz von ClO_2 angezeigt.

Die Zehrung des vom Wasserwerks eingesetzten ClO_2 ist so hoch, dass beim Verbraucher keine desinfizierende Wirkung mehr erzielt werden kann.

Das ClO_2 wird in den langen Wasserleitungen vom Wasserwerk bis zum Verbraucher gezehrt, d.h. "aufgebraucht".

Nun stellt sich nur noch die Frage, warum ClO_2 bisher nur selten angewendet wurde. Das Problem liegt in der begrenzten Haltbarkeit von ClO_2 . Da ClO_2 keine chemisch stabile Verbindung ist, liegt die Haltbarkeit bei ungefähr vier Wochen. ClO_2 "zerfällt" unter Einwirkung von Licht und Wärme. Daher muss das ClO_2 zur Desinfektion vor Ort hergestellt werden.

Zusammenfassung der Vorteile von Chlordioxid

- Die bakterizide Leistungsfähigkeit ist bei pH-Werten zwischen 4 und 10 verhältnismässig konstant.
- Die benötigte Kontaktzeit von ClO_2 ist geringer.
- Chlordioxid hat eine höhere Löslichkeit.
- Chlordioxid reagiert nicht mit NH_3 oder NH_4^+ .
- Es zerstört THM-Vorläufer und erhöht die Koagulation.
- ClO_2 zerstört Phenole und ist geruchsneutral; hohe Depotwirkung dank Langzeitstabilität im Leitungsnetz, damit mikrobiologischer Schutz für viele Stunden bis Tage.
- Abbau der Biofilme in Rohrleitungen und Tanks, dadurch zuverlässiger Schutz ganzer Wassersysteme gegen Legionellenbefall.
- Keine Reaktion mit Ammoniak bzw. Ammonium, damit volle Desinfektionskraft des Chlordioxid.
- Keine Bildung von Chlorphenolen und anderen geruchsintensiven Verbindungen, die bei der Chlorung von Wasser entstehen können.
- Keine Bildung von Trihalogenmethanen (THM) und anderen chlorierten Kohlenwasserstoffen.
- Keine Erhöhung der AOX-Werte.
- Chlordioxid ist Chlor in der Vernichtung von Sporen, Bakterien, Viren und anderen Krankheitserregern überlegen.
- Es entfernt Eisen- und Magnesiumverbindungen besser als Chlor, besonders bei komplexen Verbindungen.

Was ist zu tun ?

- 1. Situationsanalyse und Beratung**
- 2. Wasseranalyse**
- 3. Installation der Desinfektionsanlage**
- 4. Desinfektion der befallenen Systeme mit Erfolgskontrolle**
- 5. Einstellen der Desinfektionsanlage für die kontinuierliche Desinfektion mit dem Ziel, die Wiederverkeimung zu verhindern sowie die Trinkwasserverordnung ein zu halten.**