

Inaktivierung von Legionellen in der Wasserversorgung / -aufbereitung

STANGL GmbH Gf. Dipl.-Ing. Karl-Heinz Stangl, Gf. Dr.-Ing. Marcel Stangl 08107 Kirchberg www.stangl-gmbh.de

Vorkommen von Legionellen

Legionellen sind ein natürlicher Bestandteil der Mikroflora in Grund- und Oberflächenwässern, erreichen jedoch nicht so hohe Konzentrationen wie im Warmwasser. Warmwassersysteme mit geringem Durchsatz, Stagnationsstrecken und schlecht gewarteten Boilern bieten bei 30 – 50 °C optimale Vermehrungsbedingungen. Erst oberhalb 60 °C beginnen die Legionellen abzusterben. Für eine vollständige Abtötung sind allerdings 70 °C bis 80 °C für mehrere Minuten im gesamten Leitungssystem vorzuhalten, was oftmals schwer realisierbar ist.

Bekämpfungsmaßnahmen

Maßnahmen	Vorteile	Nachteile
Thermische Desinfektion	<ul style="list-style-type: none"> • sichere Legionellen-Abtötung • keine Chemikalienzusätze 	<ul style="list-style-type: none"> • keine Wuchsbelagsentfernung • rasche Wiederverkeimung • Verbrühungsgefahr • großer Arbeitsaufwand, hohe Betriebskosten
Intermittierende Aufheizung des Heizkessels auf ≥ 70 °C	<ul style="list-style-type: none"> • Legionellen-Minimierung im Kessel 	<ul style="list-style-type: none"> • keine Wirkung im Leitungsnetz
Temperatur nach DVGW: Heizkessel ≥ 60 °C, Warmwasserzirkulation ≥ 55 °C	<ul style="list-style-type: none"> • Legionellen-Minimierung (empfehlenswert bei Neuinstallation) 	<ul style="list-style-type: none"> • nicht möglich bei Leitungsüberdimensionierung • mögliche Erwärmung von Kaltwasser-Stagnationszonen mit Aufkeimung
UV-Bestrahlung	<ul style="list-style-type: none"> • sichere Abtötung einzeln vorhandener Legionellen • keine Chemikalienzugabe 	<ul style="list-style-type: none"> • Legionellen in Biofilm-Partikeln und Einzellern werden ungenügend abgetötet • keine Depotwirkung • kein Biofilmbau im System
UV-Bestrahlung mit Ultraschallbehandlung	<ul style="list-style-type: none"> • wie bei UV-Bestrahlung 	<ul style="list-style-type: none"> • wie bei UV-Bestrahlung (zuverlässige Legionellen-Freisetzung durch Ultraschall sehr fraglich)
Peroxid-Verbindungen	<ul style="list-style-type: none"> • Ablösung von Biofilmen 	<ul style="list-style-type: none"> • nicht zulässig zur Dauerdesinfektion • zu niedrige Redox-Spannung
Chlorung, Chlorbleichlaugung, Anodische Oxidation	<ul style="list-style-type: none"> • sichere Abtötung einzeln vorhandener Legionellen • Depotwirkung 	<ul style="list-style-type: none"> • Chemikalienzugabe • ungenügende Abtötung von Legionellen in Biofilmen und Einzellern
Chlordioxid	<ul style="list-style-type: none"> • sichere Abtötung von Legionellen auch aus Biofilmen • bei langfristigem Einsatz: keine Biofilmneubildung • Abbau von vorhandenen Biofilmen bei entsprechender Anwendungskonzentration • keine THM- und AOX-Bildung • Depotwirkung 	<ul style="list-style-type: none"> • Chemikalieneinsatz

Quelle: Tabelle nach einer Vorlage aus dem Fachbericht von Schindler, P.: Anmerkungen zur Untersuchung auf und zur Bekämpfung von Legionellen, Der Hygieneinspektor 6/2001

Die [thermische Desinfektion](#) scheitert meist daran, dass nicht an allen Zapfstellen über 70 °C erreicht werden sowie ein großer Aufwand, Gefahren durch Verbrühung und hohe Betriebskosten bestehen. Die thermische Belastung führt zu Rissen / Lochkorrosion in einigen Rohrmaterialien und bei hartem Wasser ist mit Kalkausfällungen zu rechnen. Der Energieverbrauch beträgt 11,5 KW/m³ bei 3 Minuten Legionellenschaltung auf 70 °C.

Eine [UV - Bestrahlung > 400J/m²](#) kann Legionellen abtöten. Die Bestrahlung ist jedoch nur lokal wirksam. Seit einigen Jahren werden in Hochrisikobereichen wie in Kliniken [Einmal-Sterilfilter](#) verwendet, die regelmäßig (evtl. monatlich) in Ventilen und Duschköpfen ausgetauscht werden müssen. Die Installation von Einmal-Sterilfiltern ist in Intensivstationen wirtschaftlich interessant und verhindert schwere Infektionen. Für anderweitige Einrichtungen wie Schwimmbäder, Hotels, Pflegeheime u.a.m. sind die Betriebskosten zu beachten.

[Wasserstoffperoxid](#) muss nach der Desinfektion wieder ausgespült werden und darf im Trinkwasser nicht mehr nachweisbar sein. Es vermag den Biofilm im Rohrleitungssystem abzulösen. Allerdings erfordert die unzureichende Redox-Spannung im behandelten Wasser oftmals eine Mehrfachdesinfektion.

Die [Chlorung oder anodische Oxidation](#) (zählt zu Chlorverfahren) ermöglicht das Abtöten von freien Legionellen. Geschützte Legionellen im Biofilm oder in Amöben können jedoch nicht vollständig liquidiert werden, da die maximal zulässige Chlordosiermenge von $\leq 0,3$ ppm unzureichend ist.

Einsatz von Chlordioxid

Chlordioxid hat sich als wirksamstes Mittel gegen Legionellen erwiesen und zeichnet sich durch weitere Vorteile wie folgt aus:

- ☑ eine konstant hohe Keimtötungswirkung
pH-Bereich 6 – 9 bei < 0,2 ppm im Trinkwasser
- ☑ entfernt den Biofilm und verhindert eine Neubildung
- ☑ durch Depotwirkung in ausgedehnten Rohrnetzen erfolgt keine Wiederverkeimung
- ☑ ist chlorfrei, verursacht keine Geruchs- und Geschmacksprobleme
- ☑ bildet keine THM, Chloramine und AOX, reduziert im Chlorwasser die Chloramine
- ☑ ist mit einfachem Messgerät leicht zu bestimmen



Viele Studien bestätigen, dass Chlordioxid ein hochwirksames Bekämpfungsmittel gegen Legionellen / Pseudomonas aer. ist. Bewährt hat sich die kontinuierliche Zugabe von Chlordioxid zum Kaltwasser als auch im zirkulierenden Warmwasser. Die Dosierung beträgt < 0,20 ppm und entspricht den Kriterien für die Trinkwasserqualität nach TrinkwV 2001. Bei Dosiermengen von 0,25 ppm ist auch im Schwimmbeckenwasserkreislauf keine Überschreitung von Chlorit nachgewiesen. Mit der Dosiermenge treten keine Geruchsbelästigungen auf. Eine geregelte Dosierung erfolgt über Kontaktwassermesser oder Mess- und Regelanlage. Hergestellt wird die Chlordioxidlösung durch einfaches Mischen von zwei Komponenten (Chlorit-Sulfat-Verfahren) oder über eine ClO₂-Erzeugeranlage (Chlorit-Säure-Verfahren). Um Chlornebenprodukte bei der Desinfektion auszuschließen, sollte immer ein Chlordioxid ohne freies Chlor verwendet werden.

Einsatzbeispiel von Chlordioxid

Für Trinkwasserinstallationen in Kliniken, Schwimmbädern und der Lebensmittelindustrie hat sich insbesondere das chlorfreie 2-Komponenten-Chlordioxidprodukt der Firma STANGL GmbH als sehr erfolgreiches Desinfektionssystem bewähren können. Im Gegensatz zu den Erzeugeranlagen sind als wesentliche Vorteile die weitaus geringeren Anlagenkosten sowie die gefahrutfreie Anlieferung und Lagerung der Grundchemikalien zu nennen. Die Dosiereinheit kann inklusive Installation ab 1500 € zum Einsatz gebracht werden und nach TrinkwV 2001 genügt 1 Liter Chlordioxid-Lösung (0,3 %), um bis zu 60 m³ Trinkwasser hochwirksam zu desinfizieren.

Literaturhinweise

- Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz – IfSG)
- DVGW-Arbeitsblatt W551: Trinkwasser - Erwärmung und Trinkwasserleitung; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasserinstallationen (April 2004).
- Merkblatt 64.01: Legionellenprophylaxe in Warmwassersystemen von Bädern, Deutsche Gesellschaft für das Badewesen e.V.
- P. Schindler „Anmerkungen zur Untersuchung auf und zur Bekämpfung von Legionellen, Der Hygieneinspektor 6/2001
- Prof. H.-C. Flemming, J. Wingender: Biofilm – die bevorzugte Lebensform der Bakterien, Biologie in unserer Zeit 3/2001
- W. Roeske: Legionellenprophylaxe im Duschwasser. Chlordioxid als Alternative zur thermischen Desinfektion – Vortrag auf dem Kongress für das Badewesen 2003 in Göttingen
- Prof. H. Bergmann: Was ist und was kann die sogenannte 'Anodische Oxidation'? Ein Diskussionsbeitrag auch zur Legionellenproblematik, GWF, Wasser Abwasser 12/2001
- Prof. Hartmann, Kramer, Exner und Trautmann beim Lunchsymposium: Legionellen, Pseudomonaden & Co – unterschätzte Risiken aus der Wasserleitung; Vortrag beim Kongress der Deutschen Gesellschaft für Krankenhaushygiene am 6. April 2004 in Berlin
- Trinkwasserverordnung – TrinkwV 2001 vom 21. Mai 2001, BGBl. 2001, Teil 1, 959 -980
- DIN 19643-1 (1997): Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser, Teil 1
- VDI 6023: Hygienebewusste Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung von Trinkwasseranlagen
- Prof. Flemming (Universität Duisburg-Essen), Dr. Schulte (IWW Mühlheim): Beurteilung der Wirksamkeit mit Wasserstoffperoxid
- A. Rust: Legionellen – wie groß ist die Gefahr? Vortrag auf dem BAM-Seminar: Korrosion und Korrosionsschutz in Trinkwasserinstallationen am 19. und 20. April 2004 in Berlin
- DIN 1988: Technische Regeln für Trinkwasserinstallationen
- Umweltbundesamt (2000): Nachweis von Legionellen in Trinkwasser und Badebeckenwasser. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz 2000-43, 911-915
- W. Roeske (Technischer Ausschuss der Verbände des Badewesen) : „Legionellenbekämpfung in Schwimmbädern“ Archiv des Badewesens 08/2004
- ISO 11 731 – 1998: Water Quality-Detection and Enumeration of Legionella