

Desinfektion mit Chlordioxid

Wirkung auf den Biofilm und Legionellenprophylaxe

Dipl.-Ing. Holger Beissner, lotronic GmbH, Springe



<u>Inhalt des Vortrags</u>

- 1. Gesetzliche Grundlagen
- 2. Legionellen
- 3. Möglichkeiten der Legionellenprophylaxe
- 4. Wasserentkeimung mit Chlordioxid
- 5. Zusammenfassung



Trinkwasserverordnung 2001

§ 4 Allgemeine Anforderungen

Wasser für den menschlichen Gebrauch muss frei von Krankheitserregern, genusstauglich und rein sein.

§ 5 Mikrobiologische Anforderungen

Im Wasser für den menschlichen Gebrauch dürfen Krankheitserreger nicht in Konzentrationen enthalten sein, die eine Schädigung der menschlichen Gesundheit besorgen lassen.

(4) Soweit ein Unternehmer oder sonstige Inhaber einer Wasserversorgungsanlage Tatsachen feststellt, die zum Auftreten einer übertragbaren Krankheit führen können, muss eine Aufbereitung, ggf. unter Einschluss einer Desinfektion [...] erfolgen.



Trinkwasserverordnung 2001

In Leitungsnetzen oder Teilen davon, in denen die Anforderungen nach §5 nur durch Desinfektion eingehalten werden können, muss eine hinreichende Desinfektionskapazität durch freies Chlor oder Chlordioxid vorgehalten werden.

§11 <u>Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren</u>

Zur Aufbereitung und Desinfektion von Wasser für den menschlichen Gebrauch dürfen nur Stoffe verwendet werden, die vom Bundesministerium für Gesundheit in einer Liste bekannt gegeben werden. Für die Trinkwasserdesinfektion sind zugelassen (UBA-Liste):

Chlor, Natriumhypochlorit, Calciumhypochlorit

Ozon

Chlordioxid



Problem:

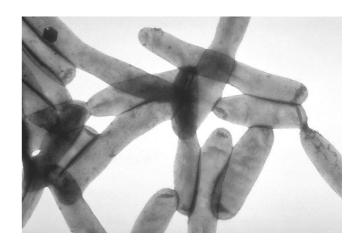
Trinkwasser wird in Deutschland in erstklassiger Qualität von den Wasserversorgern an die Hausinstallation geliefert. In der Hausinstallation selbst kann sich die Wasserqualität aber deutlich verschlechtern!

In Bereichen mit geringer oder gar keiner Strömungsgeschwindigkeit können sich Biofilme ansiedeln, die zur Brutstätte für eine Vielzahl an pathogenen Keimen werden können. Als besonders gefährlich werden dabei Legionellen angesehen.



Was sind Legionellen?

- ⇒ Aerobe, gramnegative, stäbchenförmige Bakterien
- ⇒ Länge ca. 2 5 μm,Durchmesser ca. 0,5 0,8 μm
- ⇒ verursachen Lungenentzündungen (Legionellosen)
- ⇒ es gibt ca. 50 unterschiedliche Legionellenarten mit über 70 Serogruppen, gesundheitlich relevant ist insbesondere *Legionella Pneumophila*





Wo kommen Legionellen vor?

- ⇒ sind in geringen Konzentrationen auch im Oberflächen- und Grundwasser vorhanden
- ⇒ vermehren sich ideal bei ca. 25 °C 50 °C in Wassersystemen mit geringer Strömungsgeschwindigkeit
- ⇒ benötigen Biofilme und Amöben für die Vermehrung
- ⇒ werden erst bei Temperaturen > 60 °C abgetötet
- ⇒ unter optimalen Bedingungen kann sich die Legionellenanzahl alle 3 Stunden verdoppeln
- ⇒ ca. 25 30 % aller Hausinstallationen sind legionellenbelastet (Legionellenzahl > 100 KBE / 100 ml)



Ergebnisse aus Beprobungen in Südbayern (Auszug)

Einrichtung	Proben mit > 100 KBE/100 ml Legionellen		
	2003	2004	2005
Schulen	29,8 %	26,0 %	24,9 %
Kindergärten	22,2 %	10,8 %	25,0 %
Altenheime	29,0 %	29,8 %	22,9 %
Krankenhäuser	26,9 %	23,5 %	25,7 %
Schwimmbäder	22,2 %	23,3 %	18,2 %
Hotels	46,2 %	31,8 %	27,4 %

Quelle: Bayrisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (Dr. Schindler)



Wie groß ist die Gefährdung?

- ⇒ Legionellen sind Auslöser der Legionellose, einer schweren bakteriellen Lungenentzündungen, die bei Menschen mit schwachem Immunsystem auch tödlich enden kann
- ⇒ Legionellen verursachen weiter das sogenannte Pontiac-Fieber (Erkrankung mit grippeähnlichen Symptomen)
- ⇒ Die Infektion mit Legionellen erfolgt über die Atemwege (Einatmen von lungengängigen Aerosolen)
- ⇒ Jährlich erkranken in Deutschland ca. 20.000 30.000 Menschen an Legionellose (Hochrechnung aus Untersuchung des CAPNETZ)
- ⇒ Personen mit geschwächtem Immunsystem (Ältere Menschen, Raucher, Lungenkranke, Krebspatienten, chronisch Kranke) sind besonders gefährdet



Legionellen

Einstufung der 85 bedeutendsten Krankheitserregern nach ihrer Gefährlichkeit (Robert-Koch-Institut Berlin)

1.	Influenza-Viren	26.	Borelliose
2.	Hepatitis-C-Viren	27.	Pocken-Erreger
3.	MRSA Erreger	33.	BSE-Erreger
4.	HIV (Aids-Erreger)	55.	Typhus-Erreger
•••		68.	Tollwut-Erreger
8.	Tuberkulose-Erreger	74.	Milzbrand-Erreger
		85.	Cholera-Erreger
10.	Legionellen		_
•••			
20.	Salmonellen		
22.	E. Coli		

Quelle: FOCUS 10/2007



<u>Legionellenprophylaxe</u>

Wie kann man Legionellen wirkungsvoll bekämpfen?

- 1. Betriebstechnische Massnahmen
- 2. Bauliche Maßnahmen
- 3. Desinfektionsmassnahmen

Sanierungsziel: < 100 KBE Legionellen/ 100 ml (nach DVGW Arbeitsblatt W551)



Legionellenprophylaxe

Betriebstechnische Massnahmen

- ⇒ Hydraulischer Abgleich
- ⇒ Modifikation der Laufzeiten der Zirkulationspumpe
- ⇒ Leitungsspülungen
- ⇒ Betrieb nach DVGW-Arbeitsblatt W551:

Am Austritt des Trinkwassererwärmers müssen 60 °C eingehalten werden. Der gesamte Inhalt des Trinkwassererwärmers muss einmal täglich auf min. 60 °C aufgeheizt werden.

In der Praxis oft nicht durchführbar. Der Biofilm im Wassersystem wird nicht beseitigt. Legionellen im Kaltwasser werden nicht berücksichtigt.



<u>Legionellenbekämpfung</u>

Bauliche Massnahmen

- ⇒ Neuinstallation des Rohrleitungssystems nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik
- ⇒ Abtrennung von Stich- und Totsträngen
- ⇒ Vermeidung von Totzonen
- ⇒ Austausch von ungeeigneten Materialien
- ⇒ Isolierung der Kaltwasserleitungen

Massnahmen sind oftmals sehr teuer und in der Praxis nur eingeschränkt durchführbar. Wird nur ein Teil des Rohrleitungssystems erneuert, droht eine Wiederaufkeimung.



Desinfektionsmassnahmen

- 1. Thermische Desinfektion
- 2. UV-Desinfektion
- 3. Chemische Desinfektion
 - a. Diskontinuierliche Grunddesinfektion
 - b. Kontinuierliche chemische Desinfektion



Thermische Desinfektion

Aufheizen des Warmwassersystems auf über 70 °C, anschließend nacheinander für jeweils min. 3 Minuten Durchspülen jeder Wasserentnahmestelle.

- ⇒ Großer personeller Aufwand, hohe Energiekosten
- ⇒ Wenig wirkungsvoll, wenn Zapfstellen bzw. Leitungsabschnitte diese Temperatur nicht erreichen
- ⇒ Keine Beseitigung des Biofilms
- ⇒ Verbrühungsgefahr
- ⇒ erhöhte Korrosion
- ⇒ kein Netzschutz, keine anhaltende Wirkung
- ⇒ Kaltwasser wird nicht mit erfasst



UV-Desinfektion

Bei der UV-Desinfektion wird das Wassers mit einem Quecksilber-Niederdruckstrahler (Wellenlänge 254 nm) bestrahlt. Die UV-Strahlung schädigt viele Keime und beeinträchtigt deren Stoffwechsel. Größere Organismen (z.B. Amöben) werden jedoch nicht abgetötet.

Vorteile:

⇒ keine chemischen Zusätze erforderlich

Nachteile:

- ⇒ keine Beseitigung des Biofilms
- ⇒ UV-Röhren nur begrenzt haltbar
- ⇒ nur am Einbauort selbst wirksam
- ⇒ kein Netzschutz



Chemische Grunddesinfektion

Absperren des Rohrleitungssystem, anschließend Spülen der Rohrleitungen mit großen Konzentrationen an chemischen Desinfektionsmitteln. Danach Ausspülen der Rohrleitungen.

Vorteile:

- ⇒ Zerstörung der Biofilme
- ⇒ Abtöten von Legionellen und anderen Bakterien

Nachteile:

- ⇒ nur kurzfristig wirksam
- ⇒ Biofilme werden nur teilweise beseitigt
- ⇒ erhöhte Korrosion
- ⇒ kein Netzschutz, deshalb Wiederverkeimung wahrscheinlich
- ⇒ Wassersystem muss während der Desinfektion abgesperrt werden



Chemische Desinfektion

Kontinuierliche chemische Desinfektion

Desinfektionsmittel	Max. Zugabe	Konzentration nach abgeschl. Aufbereitung
Chlor	bis 1,2 mg/l	min. 0,1 mg/l freies Chlor max. 0,3 mg/l freies Chlor
Ozon	bis 10 mg/l	max. 0,05 mg/l
Chlordioxid	bis 0,4 mg/l	min. 0,05 mg/l Chlordioxid max. 0,2 mg/l Chlordioxid



Chemische Desinfektion

Chlor / Chlorbleichlauge / Chlorkalk

Chlor ist das am bekannteste und am häufigsten eingesetzte chemische Desinfektionsmittel. Es tötet in größeren Konzentrationen die meisten im Wasser enthaltenen Bakterien. Die Wirkung gegen Legionellen in Biofilmen ist allerdings begrenzt, da Chlor den Biofilm nicht durchdringen kann.

Vorteile:

⇒ preiswertes Desinfektionsmittel mit mäßiger Wirksamkeit

Nachteile:

- ⇒ Bildung gesundheitsschädlicher Chlorverbindungen (Chloramine, THM, Chlorphenole)
- ⇒ penetranter Geruch
- ⇒ Legionellen in Biofilmen werden nicht beseitigt
- ⇒ Bakterien entwickeln Resistenz gegen Chlor
- ⇒ Desinfektionswirkung stark pH-Wert abhängig



Chemische Desinfektion

Ozon

Ozon ist ein sehr starkes Oxidationsmittel, dass wegen seiner großen Giftigkeit im Trinkwasserbereich nur selten eingesetzt wird.

Vorteile:

⇒ große bakterizide Wirkung

Nachteile:

- ⇒ extrem giftig
- ⇒ instabile Verbindung, die nur kurzfristig wirksam ist
- ⇒ es wird kein Netzschutz aufgebaut
- ⇒ teure und aufwendige Erzeugung



Entkeimung mit Chlordioxid

Chlordioxid (CIO₂)



Chlordioxid ist ein bewährtes Mittel zur Wasserentkeimung, das wegen seiner Instabilität meist direkt vor Ort als wässrige Lösung hergestellt wird.

Vorteile von Chlordioxid:

- ⇒ wirkt oxidierend, nicht chlorierend
- ⇒ große bakterizide Wirkung
- ⇒ wesentlich weniger Chemikalieneinsatz notwendig
- ⇒ Desinfektionswirkung nahezu pH-Wert unabhängig
- ⇒ sehr gute Desinfektionswirkung gegen Legionellen
- ⇒ effektiver Abbau der Biofilme und effektives Abtöten von Biofilmbakterien
- ⇒ verhindert Neubildung von Biofilmen
- ⇒ erhebliches Einsparpotential durch Absenken der Warmwassertemperatur



Entkeimung mit Chlordioxid

Nachteile von Chlordioxid:

- ⇒ Chlordioxid muss wegen seiner Instabilität vor Ort in einer Chlordioxiderzeugungsanlage hergestellt werden (Ausnahmen bestätigen die Regel...)
- ⇒ Chloritbildung (Grenzwert von 0,2 mg/l wird sicher eingehalten, wenn max. 0,2 mg/l ClO₂ dosiert wird)
- ⇒ Konzentrationen > 30 g/l können explosiv sein
- ⇒ Überwachung der Chlordioxidkonzentration im trinkwasserrelevanten Bereich von 0,05 - 0,2 mg/l ist mit einfachen Handtests (z.B. auf DPD-Basis) nicht möglich (Chlordioxid entweicht bereits teilweise bei der Probennahme)

Erhöhte Anforderungen an die Betriebssicherheit der Erzeugung! Erhöhte Anforderungen an die Messtechnik!



Entkeimung mit Chlordioxid

Voraussetzung für eine sichere Entkeimung mit Chlordioxid

- ⇒ kontrollierte drucklose Erzeugung nach einem bewährten Verfahren mit geringen Chlordioxidkonzentrationen
- ⇒ Überwachung aller Erzeugungs- und Dosierschritte
- ⇒ Selektive Messung der Chlordioxidkonzentration im Wasser
- ⇒ Vermeidung von Fehlern durch falsches Kalibrieren der Chlordioxidmessung

⇒ "IOTRONIC - Verfahren "

"Nur der zuverlässige messtechnische Nachweis einer Chlordioxidkonzentration von min. 0,05 mg/ und max. 0,2 mg/l im aufbereiteten Wasser gewährleisten eine sichere Wasserentkeimung und einen sicheren Schutz gegen Legionellen"



Aquacon WH Chlordioxiderzeugung

- ⇒ Drucklose Chlordioxiderzeugung nach dem Salzsäure-Chlorit-Verfahren
- ⇒ Reaktion unter Wasser, keine Gasentwicklung
- ⇒ Überwachung aller Erzeugungsund Dosierschritte (über Füllstandskontrolle und Leitfähigkeitsmessung)
- ⇒ Vollautomatischer Betrieb
- ⇒ Mengenproportionale Dosierung von 0,2 mg/l ClO₂ z.B. nach den Vorgaben eines Wasserzählers





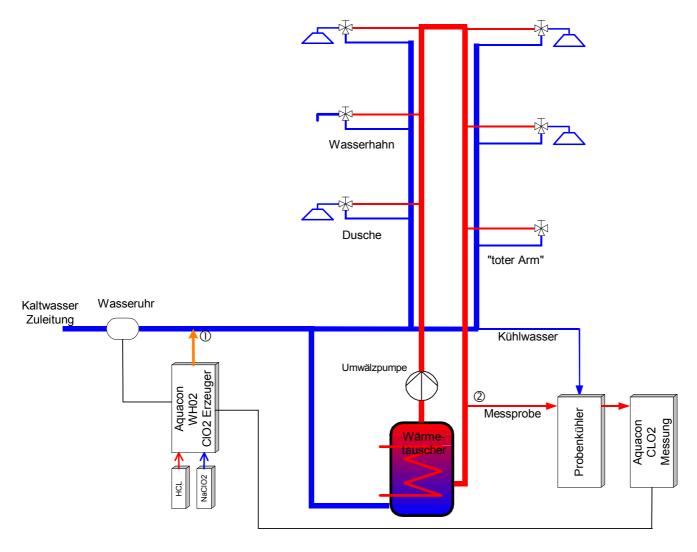
Aquacon CIO2 Chlordioxidmessung

- ⇒ Selektive Messung der Chlordioxidkonzentration
- ⇒ Titrationsverfahren mit optischer Detektion
- ⇒ Keine Interferenzen durch Chlor
- ⇒ Messbereich 0 0,5 mg/l
- ⇒ Vollautomatische Messung
- ⇒ Keine externe Kalibrierung notwendig
- ⇒ Keine Verblockung möglich
- ⇒ Geringer Wasserverbrauch
- ⇒ Dokumentation der Messergebnisse über 0/4-20mA-Ausgang möglich





Legionellenprophylaxe mit Chlordioxid



FBMT-Kongress Würzburg 2007 - Wassersymposium



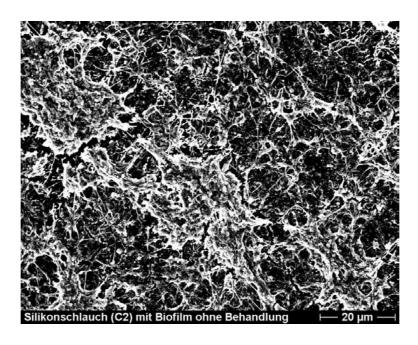
Installationsbeispiele







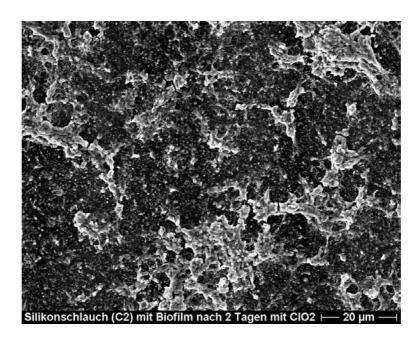
Abbau von Biofilmen durch Chlordioxid Versuchsbeginn



Untersuchungsergebnisse des Hygiene-Instituts der Uni-Kliniken Bonn Schlauchmodell, Chlordioxidkonzentration 0,2 mg/l (Vergr. 1:1000)



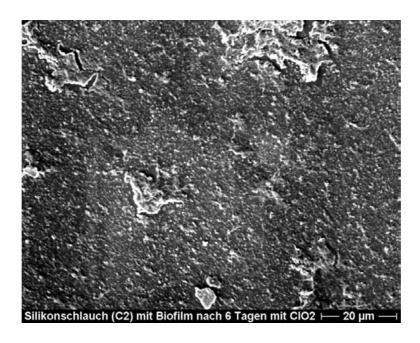
Abbau von Biofilmen durch Chlordioxid Nach 2 Tagen



Untersuchungsergebnisse des Hygiene-Instituts der Uni-Kliniken Bonn Schlauchmodell, Chlordioxidkonzentration 0,2 mg/l (Vergr. 1:1000)

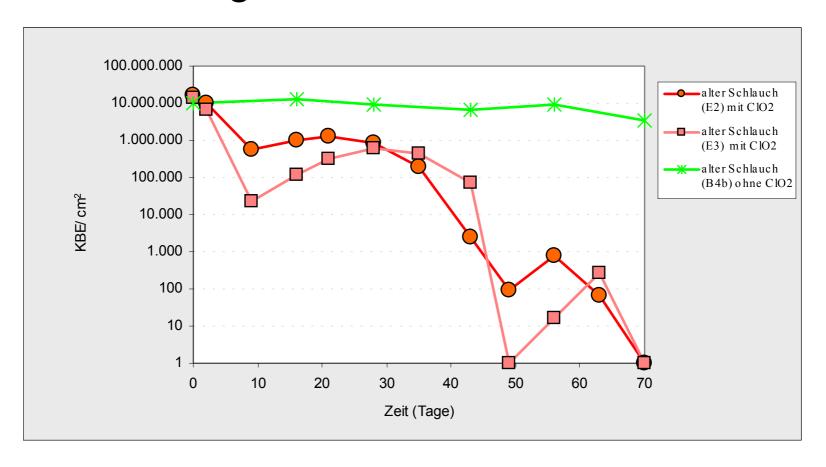


Abbau von Biofilmen durch Chlordioxid Nach 6 Tagen



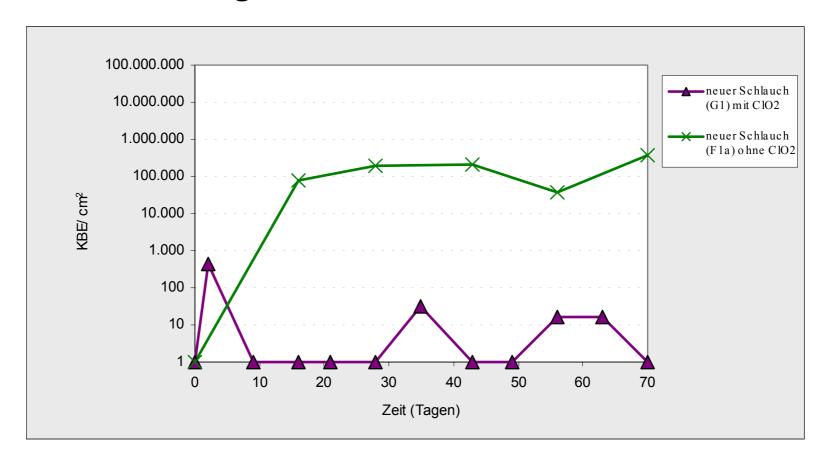
Untersuchungsergebnisse des Hygiene-Instituts der Uni-Kliniken Bonn Schlauchmodell, Chlordioxidkonzentration 0,2 mg/l (Vergr. 1:1000)





Untersuchungsergebnisse des Hygiene-Instituts der Uni-Kliniken Bonn Schlauchmodell, Bakterien im Biofilm, Chlordioxidkonzentration 0,2 mg/l



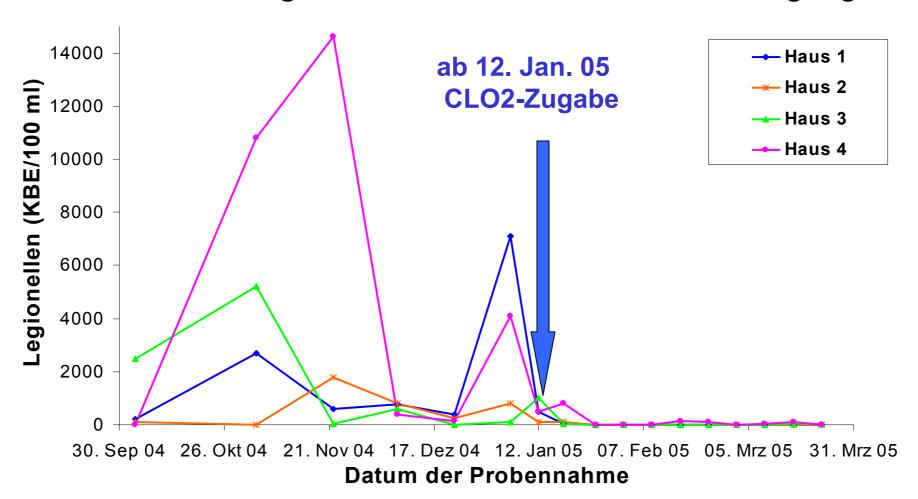


Untersuchungsergebnisse des Hygiene-Instituts der Uni-Kliniken Bonn Biofilmbildung in neuen Schläuchen, Chlordioxidkonzentration 0,2 mg/l



Einsatz von CLO2 in der Praxis

Entkeimung einer zentralen Warmwasserversorgung

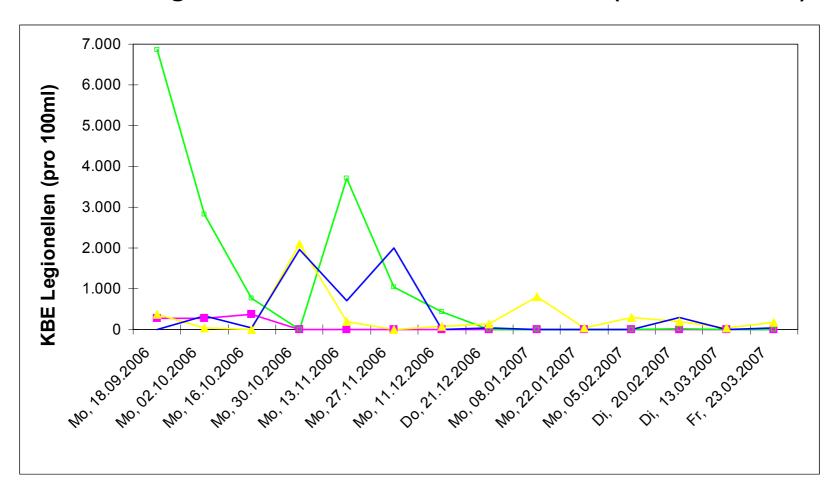


FBMT-Kongress Würzburg 2007 - Wassersymposium



Einsatz von CLO2 in der Praxis

Entkeimung mit CLO2 in einem Krankenhaus (ca. 600 Betten)





Zusammenfassung

Präventionsstrategien gegen Legionellen sollten bei der Vermeidung der Biofilmbildung und der Beseitigung vorhandener Biofilme ansetzen

Chlordioxid ist ein effektives Desinfektionsmittel, dass Biofilme langfristig abbaut und die Neubildung von Biofilmen verhindert

Durch kontrollierten Einsatz von Chlordioxid nach den Vorgeben der TrinkwV2001 (Dosierung von max. 0,2 mg/l) können Legionellen in Wassersystemen beseitigt werden



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Sie haben doch sicher noch Fragen...



Dipl.-Ing. Holger Beissner

Iotronic GmbH

Tel. 05044 / 88750

Email info@iotronic.de

www.iotronic.de