

## Legionellenbekämpfung im Kaltwasser mit Chlordioxid

In einer Schule wurden über einen längeren Zeitraum sowohl im Kaltwasser als auch im Warmwasser deutlich erhöhte Legionellenzahlen festgestellt. Dabei waren Teilbereiche der Schule mit unregelmäßiger Nutzung (z.B. der Bereich der Duschen/Umkleideräume) besonders stark betroffen. Durch Anheben der Warmwassertemperatur auf über 60 °C und mehrfach durchgeführte thermische Desinfektions- und Spülmassnahmen konnte die Legionellenzahl im Warmwasser reduziert werden. Im Kaltwasserbereich blieb sie jedoch an vielen Wasserentnahmestellen über dem vom DVGW im Arbeitsblatt W551 publizierten Richtwert von 100 KBE/100 ml. Nachdem auch intensive Spülmassnahmen nicht zu einer signifikanten und dauerhaften Absenkung der Legionellenzahlen im Kaltwasser führten, wurde am 13.08.2007 eine mobile Chlordioxid-Wasserentkeimungsanlage (Typ Aquacon WH02-mobil) in Betrieb genommen. Die Anlage erzeugte Chlordioxid mit einer Wirkstoffkonzentration von 2 g/l und dosierte dieses mengenproportional nach den Vorgaben eines Wasserzählers mit 4 Imp./Liter in das Wassersystem. Für die Installation der Anlage wurde ein vorhandener Rückspülfilter demontiert. Die Anlage wurde von einem Fachbetrieb über Panzerschläuche angeschlossen und anschließend in Betrieb genommen. Die Konzentration an Chlordioxid im Wasser wurde mit einem Chlordioxidmesskoffer Aquacon-P CLO2 automatisch gemessen und überwacht. Alle Messwerte wurden mit einem Datenlogger aufgezeichnet.

In den folgenden Tagen wurde die Chlordioxidkonzentration im Kaltwasser an verschiedenen Wasserentnahmestellen an den Endsträngen in unterschiedlichen Bereichen des Hauses gemessen. Am 22.08.2007 wurde das Wassersystem an mehreren Wasserentnahmestellen (vorwiegend Kaltwasser) beprobt und auf Legionellen untersucht. Die Ergebnisse zeigten, dass die Legionellenbelastung im Vergleich zu vorherigen Beprobungen generell deutlich kleiner geworden war, an einigen Probennahmestellen (insbesondere im Bereich der Duschen/Umkleidekabinen) aber immer noch Legionellen in erhöhten Konzentrationen festgestellt wurden (siehe Abb. 1). An den betroffenen Wasserentnahmestellen war die Zehrung immer noch so stark, dass kein Chlordioxid nachgewiesen werden konnte.

Am 05.09.2007 wurde die mobile Chlordioxidanlage durch eine stationäre Chlordioxidanlage (Typ Aquacon WH02) ersetzt. In die Hausinstallation wurde ein neuer Wasserzähler (1 Imp./Liter) eingebaut. Auch der alte Rückspülfilter wurde wieder eingebaut. Die neue Chlordioxidanlage konnte jedoch erst am 12.09.2007 in Betrieb genommen werden, da ein zusätzlicher Schaltverstärker für den Wasserzähler nachgerüstet werden musste. In der Folgezeit wurden zunächst 0,2 mg/l CLO2, anschließend 0,4 mg/l CLO2 dosiert. Die Chlordioxidmessung wurde entsprechend dem Wunsch des Gesundheitsamts von den Endsträngen weg in einen Sanitärraum kurz hinter der Dosierung verlegt, um damit die dosierte Chlordioxidmenge zu überwachen.

Am 08.10.2007 wurden erneut Proben entnommen und auf Legionellen untersucht. Dabei wurden insbesondere im Dusch- und Umkleidebereich im Kaltwasser wieder erhöhte Legionellenkonzentrationen festgestellt. Auch die Aufzeichnungen der im Sanitärraum vor dem Bereich der Duschen/Umkleideräume installierten Chlordioxidmessung zeigten nur geringe Chlordioxidkonzentrationen an. Dies bedeutet, dass bereits auf der Wegstrecke zwischen Dosierung und Messung eine erhebliche Menge an Chlordioxid gezehrt worden war. Weitere Messungen an den Duschen und Waschrinnen selbst bestätigten, dass dort das dosierte Chlordioxid gar nicht ankam. An keiner der mit Legionellen belasteten Wasserentnahmestellen konnte Chlordioxid nachgewiesen werden – ein Zeichen dafür, dass die Zehrung im Wasser noch zu groß war und kein Depot an Chlordioxid von <0,05 mg/l aufgebaut werden konnte. Ein weiterer Grund war, dass über die Chlordioxidmessung als einzige Wasserentnahmestelle bereits vor dem Bereich der Duschen/Umkleideräume ein Teil des dosierten Chlordioxids einfach wegfloss und damit erst gar nicht in die belasteten Leitungsabschnitte gelangen konnte.

Basierend auf diesen Erkenntnissen wurde die Dosierstelle für die Chlordioxidlösung in Flussrichtung hinter den Rückspülfilter verlegt und das Chlordioxidmessgerät an der letzten Wasserentnahmestelle im Bereich der Duschen/Umkleideräume angeschlossen. Als weitere Massnahme wurden die betroffenen Wasserentnahmestellen in den nächsten Wochen und auch während der folgenden Ferienzeit regelmäßig gespült, um den Aufbau eines Depots an Chlordioxid (min. 0,05 mg/l ClO<sub>2</sub>) in den legionellenkontaminierten Leitungsabschnitte zu beschleunigen. Die Chlordioxidmessung wurde am 26.10.2007 an eine Wasserentnahmestelle im mit Legionellen befallenen Bereich der Duschen/Umkleideräume verlegt. Dies entspricht auch direkt den Vorgaben der TrinkwV2001, die eine Messung der Chlordioxidkonzentration im aufbereiteten Wasser fordert. Um den Aufbau eines Depots an Chlordioxid noch zielgerichteter überwachen zu können, wurde im Bereich der Duschen/Umkleideräume eine weitere Chlordioxidmessung installiert.

Am 07.11.2007 wurde das Wassersystem erneut auf Legionellen beprobt. Die Ergebnisse zeigten eine deutliche Verbesserung der Situation, d.h., die Legionellenwerte waren erheblich geringer als bei der letzten Beprobung. Allerdings wurden bei der Beprobung an einigen Wasserentnahmestellen erhöhte Chloritwerte (> 0,2 mg/l) festgestellt – insbesondere an einer Wasserentnahmestelle im Bereich der Duschen/Umkleideräume. Am 20.11.2007 wurden an der betroffenen Wasserentnahmestelle Chlorit- und Chlordioxidkonzentrationen mit einem Aquacon-PCLO2 Chlordioxidmessgerät und einem Aquacon Chloritmessgerät gemessen. Die Ergebnisse waren wie folgt:

Wasserentnahmestelle	Wasser	Chlorit (mg/l)	Chlordioxid (mg/l)
Bereich Duschen/Umkleideräume Wasserhahn 1	KW	0,30	0,00
		0,34	0,00

**Tabelle 1: Chlordioxid- und Chloritmesswerte vom 20.11.07**

Anschließend wurde die Chlordioxiddosierung von 0,4 mg/l auf 0,2 mg/l reduziert. Am Nachmittag nach dem Umstellen der Chlordioxiddosierung und in den darauffolgenden Tagen wurde in verschiedenen Bereichen der Schule erneut die Chlordioxid- und Chloritkonzentration gemessen. Die Messwerte waren wie folgt:

Wasserentnahmestelle	Wasser	Chlorit (mg/l)	Chlordioxid (mg/l)
Bereich Gelb	KW	0,16 0,16	0,02
Bereich Blau	KW	0,17 0,20	0,00
Bereich Rot	KW	0,14 0,16	0,00
Bereich Duschen/Umkleideräume	KW	0,19 0,17	0,00 0,02
Bereich Rektorat	KW	0,10	0,09

**Tabelle 2: Ausgewählte Chlordioxid- und Chloritmesswerte vom 20.11.07 bis 22.11.07**

Dass weiterhin nicht an allen Stellen Chlordioxidkonzentrationen von min. 0,05 mg/l gemessen wurden zeigte deutlich, dass die Zehrung im System (insbesondere im Bereich der Duschen/Umkleideräume) immer noch sehr groß und ein nach TrinkwV2001 erforderliches Depot von min. 0,05 – 0,2 mg/ ClO<sub>2</sub> noch nicht in allen Leitungsabschnitten aufgebaut war. Aus diesem Grund wurde die Chlordioxiddosierung am 22.10.2007 wieder etwas heraufgesetzt (auf ca. 0,33 mg/l) – begleitet von zusätzlichen Spülmassnahmen.

Am 29.11.2007 wurden vor Ort erneut an 2 Wasserentnahmestellen die Chlorit- und Chlordioxidkonzentration mit Aquacon Messgeräten gemessen:

Bereich	Wasser	Chlorit (mg/l)	Chlordioxid (mg/l)
Bereich Duschen/Umkleideräume	KW	0,10	0,07 0,07
Bereich Rektorat	KW	0,04	0,05 0,05

**Tabelle 3: Chlordioxid- und Chloritmesswerte vom 29.11.2007**

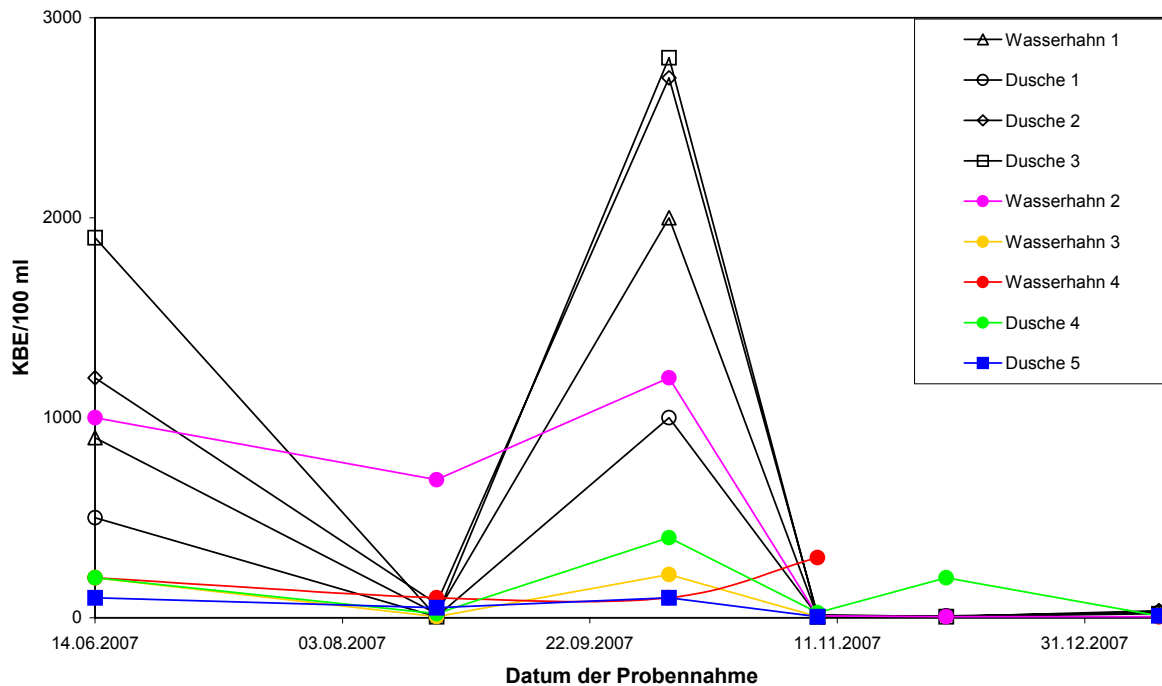
Die Ergebnisse zeigten, dass jetzt auch an exponierten Wasserentnahmestellen ein Depot an Chlordioxid von min. 0,05 mg/l ClO<sub>2</sub> an den Wasserentnahmestellen nachgewiesen konnte und somit ein Netzschutz gegen Legionellen vorhanden war. Anschließend wurde die Chlordioxiddosierung nach Vorgabe des zuständigen Gesundheitsamts wieder auf 0,2 mg/l ClO<sub>2</sub> reduziert. Mit dieser Chlordioxidkonzentration wurde die Anlage bis zur Übergabe an eine Sanitärfachfirma am 08.01.2008 weiter betrieben. Im Dezember 2007 und im Januar 2008 wurden erneut mehrere Wasserentnahmestellen auf Legionellen beprobt. Die Ergebnisse zeigten, dass die durchgeführte Desinfektionsmassnahme erfolgreich war. Die im Kaltwasser vorhandenen Legionellen wurden weitgehend abgetötet. Einen Überblick über alle gemessenen Legionellenzahlen gibt Tabelle 4:

Proben- nahme	Wasserh.1	Dusche 1	Dusche 2	Dusche 3	Wasserh. 2	Wasserh. 3	Wasserh.4	Dusche 4	Dusche 5
Datum	Legionellen (KBE/100 ml)	Legionellen (KBE/100 ml)	Legionellen (KBE/100 ml)	Legionellen (KBE/100 ml)	Legionellen (KBE/100 ml)	Legionellen (KBE/100 ml)	Legionellen (KBE/100 ml)	Legionellen (KBE/100 ml)	Legionellen (KBE/100 ml)
14.06.2007	900	500	1200	1900	1000	200	200	200	100
22.08.2007	20	< 5	70	< 5	690	< 5	100	20	50
08.10.2007	2000	1000	2700	2800	1200	215	100	400	100
07.11.2007	< 5	10	15	5	10	< 5	300	25	< 5
03.12.2007		10	< 5	< 5	< 5			200	
15.01.2008	15	25	35	20	< 5	< 5	< 5	10	10

**Tabelle 4: Ergebnisse der Beprobungen auf Legionellen im Kaltwasser**

Die in Abbildung 1 aufgetragenen Ergebnisse der Beprobungen zeigen deutlich, dass die Legionellenzahlen im Kaltwasser durch den Betrieb der Chlordioxidanlage zunächst deutlich reduziert wurden. Nachdem die Anlage Anfang September 2007 für fast eine Woche nicht betrieben wurde und auch in den Wochen danach kein Depot an Chlordioxid an den Wasserentnahmestellen nachgewiesen werden konnte, weil die Zehrung im Wassersystem zu groß war, kam es zu einem erneuten Anstieg der Legionellenzahl insbesondere im Bereich der Duschen/Umkleideräume. Nachdem in den nächsten Wochen die Chlordioxidmessung zurück in die betroffenen Bereiche verlagert wurde und gleichzeitig in allen Bereichen der Schule sporadisch Wasserhähne geöffnet wurden, konnte nun an mehreren Wasserentnahmestellen eine Chlordioxidkonzentration von min. 0,05 mg/l festgestellt werden – ein Zeichen dafür, dass sich im System ein Depot an Chlordioxid aufgebaut hatte. Die Anfang November durchgeführten Beprobungen zeigten dann auch an fast allen beprobten Wasserentnahmestellen einen deutlich Rückgang der Legionellenzahlen. Lediglich in den exponierten Bereichen der Schule wurden noch etwas erhöhte Legionellenzahlen festgestellt. Hier war auch noch kein Depot an Chlordioxid von min. 0,05 mg/l vorhanden, wie Messungen der Chlordioxidkonzentration bestätigten. Die nächsten Beprobung im Dezember 2007 und Januar 2008 zeigten schließlich, dass in allen Bereichen der Schule die Legionellenzahlen deutlich reduziert werden konnten.

### Legionellen (Kaltwasser)



**Abb. 1: Ergebnisse der Beprobungen auf Legionellen im Kaltwasser (Diagramm)**

Ziel der Desinfektionsmassnahme in der Schule war, im Rahmen der Vorgaben der TrinkwV2001 durch kontinuierliche Zugabe des chemischen Desinfektionsmittels Chlordioxid an den Wasserentnahmestellen ein Depot aufzubauen, um damit das Wassersystem vor Legionellen zu schützen und die Legionellenzahl auf max. 100 KBE/100 ml zu reduzieren. Dieses Ziel wurde erreicht. Während des Betriebs der stationären Chlordioxidierungsanlage wurde im Zeitraum 12.09.2007 – 08.01.2008 ca. 832 m<sup>3</sup> Wasser verbraucht sowie insgesamt ca. 264 g ClO<sub>2</sub> erzeugt und dosiert. Dies entsprach einer durchschnittlichen Chlordioxidosisierung von ca. 0,32 mg/l. Die kontinuierliche chemische Desinfektion mit Chlordioxid stellt nachweislich eine wirksame verfahrenstechnische Massnahme zur Bekämpfung von Legionellen in Hausinstallationen dar. Dies gilt insbesondere für legionellenbelastete Kaltwasserleitungen. Chlordioxid tötet die enthaltenen Legionellen ab und entfernt langfristig auch den Biofilm im Rohrleitungssystem, der eine wesentliche Ursache für die Vermehrung von pathogenen wasserassoziierten Keimen wie beispielsweise Legionellen ist.

**Iotronic GmbH**  
**Dipl.-Ing. Holger Beissner**  
**Fillerkampsweg 1-5**  
**31832 Springe**  
**Tel. 05044 887-0**  
**Fax 05044 887-99**  
**Email [info@iotronic.de](mailto:info@iotronic.de)**  
**Internet [www.iotronic.de](http://www.iotronic.de)**