

# PROF. DR. MED. M. EXNER

Direktor des Institutes für Hygiene und Öffentliche Gesundheit  
der Universität Bonn



**Iotronik Elektrogerätebau GmbH**  
**Fillerkampsweg 1-5**  
**D-31832 Springe**

Sigmund-Freud-Str. 25  
53105 BONN  
Deutschland / Germany

Telefon: ++49 228 287 4022 (Durchwahl)  
          ++49 228 287 5520 (Direktion)  
Telefax: ++49 228 287 9522  
e-mail: juergen.gebel@ukb.uni-bonn.de  
Abteilungsleiter: Dr. rer. nat. J. Gebel  
31.03.2004

## **Gutachterliche Stellungnahme zur Wirkung einer kontrollierten Chlordioxidosierung von 0,2 mg ClO<sub>2</sub>/l auf Biofilme durch die Entkeimungsanlage Aquacon WH01 und Aquacon CLO2**

Durch Biofilme kann es in wasserführenden Systemen zur Abgabe von hohen Konzentrationen von Mikroorganismen in das durchströmende Wasser kommen. Im Rahmen einer hygienisch-mikrobiologischen Untersuchung sollte die Wirksamkeit von Chlordioxid gegenüber Biofilmen getestet werden. Als Testmodell diente das am Institut für Hygiene in Bonn entwickelte Silikonschlauchmodell.

Für die Versuche wurden Silikonschläuche mit 4 mm Innendurchmesser permanent mit behandeltem und unbehandeltem Trinkwasser durchströmt und das Biofilmbildungspotential mittels mikrobiologischer Nachweisverfahren beobachtet. Neben Schläuchen mit vorhandenen Biofilmen wurden auch frische, sterile Schläuche eingesetzt. Zum Vergleich wurde parallel ein Vergleichssystem ohne Chlordioxidzugabe betrieben.

Die Zugabe von Chlordioxid erfolgte in den nach der Trinkwasserverordnung zulässigen Konzentrationen (0,2 mg/L ClO<sub>2</sub>). Über einen Versuchszeitraum von 70 Tagen wurden wöchentlich die koloniebildenden Einheiten (KBE)/cm<sup>2</sup> Schlauchmaterial und der Washout (KBE/cm<sup>2</sup>/sec und KBE/mL) aus allen Schläuchen bestimmt. Außerdem wurden jeweils rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen durchgeführt.

Die Behandlung mit Chlordioxid führte bereits nach 2 Tagen zu einem negativen Nachweis der KBE im Washout. Dagegen waren im unbehandelten System über den gesamten Versuchszeitraum bis zu 1450 KBE/mL nachweisbar.

Die Untersuchungen des Biofilms unter Chlordioxidzugabe belegten über den Versuchszeitraum eine kontinuierliche Reduktion der Bakterien. Nach 70 Tagen waren in den anfangs stark bewachsenen alten Schläuchen (ca. 10.000.000 KBE/cm<sup>2</sup>) keine KBE mehr nachweisbar. Die KBE-Konzentration im alten, nicht mit Chlordioxid behandelten Schlauch blieb über den gesamten Versuchszeitraum mit bis zu 10.000.000 KBE/cm<sup>2</sup> konstant. Im System mit den neuen Schläuchen wurde eine Biofilmbildung vollständig unterdrückt. Ohne Chlordioxidzugabe entwickelte sich im anfangs sterilen Schlauch ein Biofilm mit bis zu 388.000 KBE/cm<sup>2</sup>. Anhand der rasterelektronenmikroskopischen Untersuchungen konnten diese Ergebnisse bestätigt werden.

In der Abbildung 1 kann der zeitliche Verlauf der KBE-Entwicklung ( $\text{KBE}/\text{cm}^2$ ) in alten Schläuchen mit stark ausgeprägten Biofilmen abgelesen werden. Abbildung 2 zeigt den zeitlichen Verlauf der KBE-Entwicklung ( $\text{KBE}/\text{cm}^2$ ) in neuen sterilen Schläuchen.

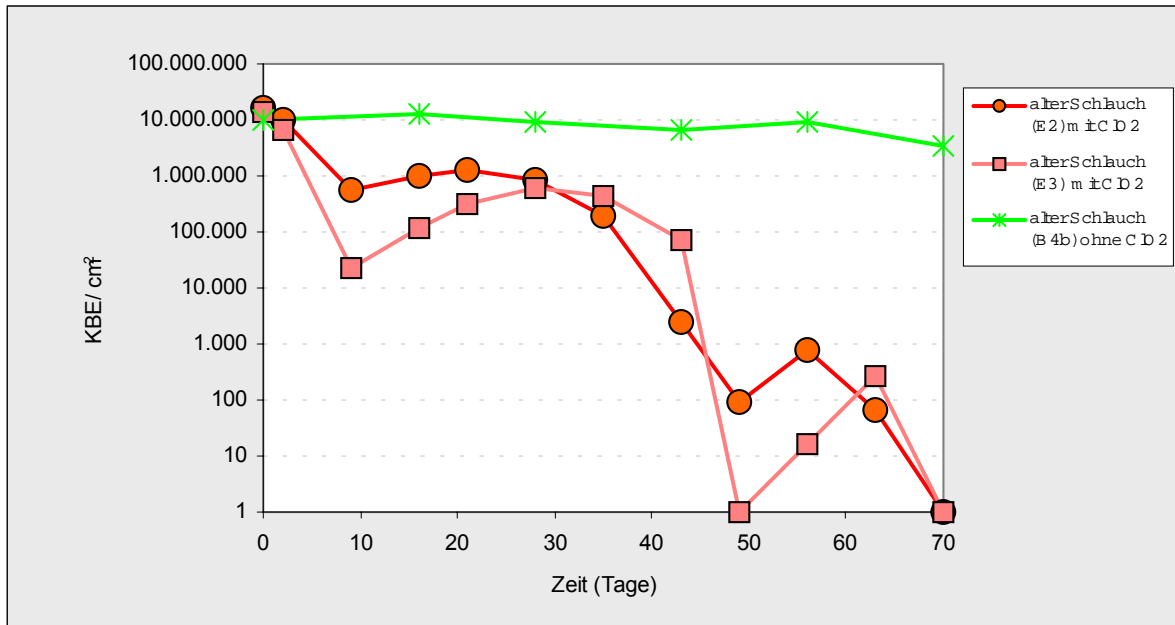


Abb.1: Vergleich der KBE-Entwicklung im Biofilm ( $\text{KBE}/\text{cm}^2$ ) von alten Schläuchen mit und ohne  $\text{ClO}_2$

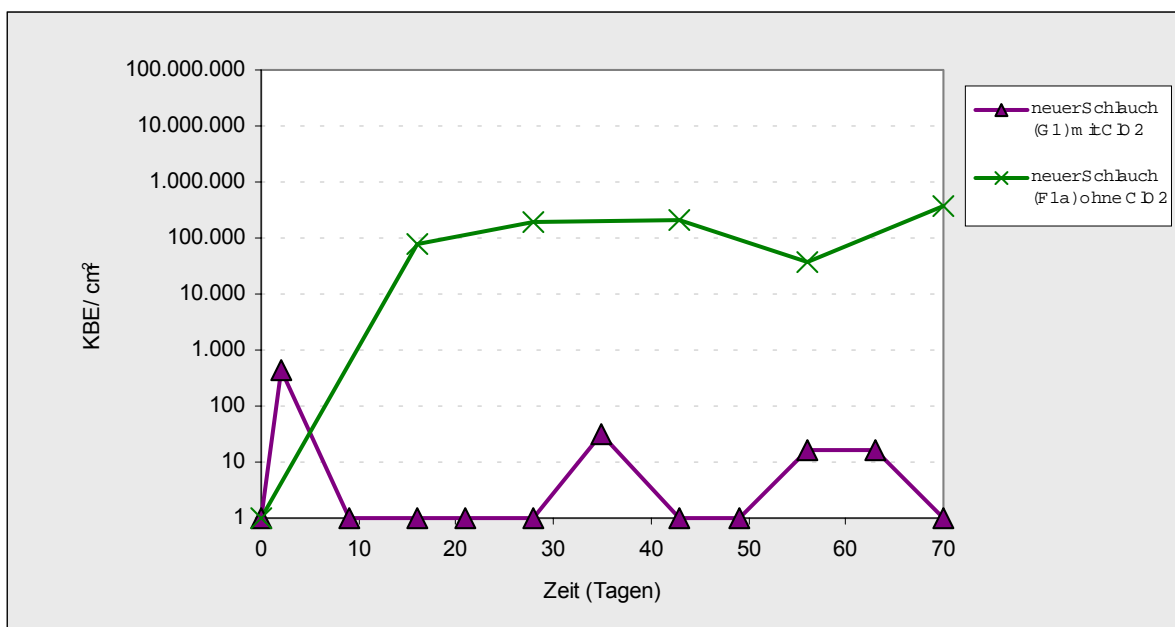


Abb.2: Vergleich der KBE-Entwicklung im Biofilm ( $\text{KBE}/\text{cm}^2$ ) von neuen Schläuchen mit und ohne  $\text{ClO}_2$

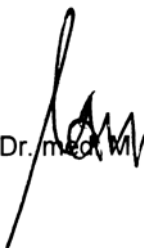
In ergänzend durchgeführten Suspensionsversuchen mit Bakterienkolonien (*Legionella pneumophila*, *P. aeruginosa*, *E. coli*, *Enterobacter cloacae*) und 0,2 mg/L Chlordioxid konnten bereits nach 5 Minuten keine Bakterien mehr nachgewiesen werden.

Chlordioxid ist ein seit Jahren bewährtes und sehr wirksames Desinfektionsmittel. Es konnte jedoch bisher im Bereich der Trink- und Warmwasserhygiene und zur Legionellenbekämpfung nicht wirksam eingesetzt werden, da geeignete Methoden zur genauen Überwachung der Chlordioxidkonzentration nach den Vorgaben der Trinkwasserverordnung ( $>0,05$ - $0,2$  mg/l Chlordioxidüberschuss) nicht zur Verfügung standen.

Mit dem Aquacon CLO2 steht erstmals ein Prozessanalysegerät zur Verfügung, das die Chlordioxidkonzentration im Wasser nach einem zum Patent angemeldeten Verfahren ("Iotron-Verfahren") selektiv messen kann. Untersuchungen des Instituts für Technische Chemie der Universität Hannover bestätigten dem Iotron-Verfahren die Eignung als automatisiertes Verfahren zur Messung der Chlordioxidkonzentration. Im Vergleich zum allgemein anerkannten Laborverfahren nach DIN EN 12671 wurde den Messwerten des Aquacon CLO2 sogar eine geringere mittlere relative Abweichung für Messungen im trinkwasserrelevanten Bereich von  $0,1$ - $0,3$  mg/l Chlordioxid attestiert. Erst die Kombination einer betriebssicheren Chlordioxidherstellungsanlage mit redundanter Überwachung aller Verfahrensschritte in Verbindung mit einer genauen Überwachung der Chlordioxidkonzentration nach den Vorgaben der Trinkwasserverordnung machten die Durchführung dieser Untersuchungen zur Wirksamkeit von Chlordioxid als Mittel zur Bekämpfung von Biofilmen und Bakterien im Trinkwasser möglich.

Auf Grundlage der Versuchsergebnisse kann der Entkeimungsanlage der Firma Iotron Elektrogerätekombi GmbH, bestehend aus der Chlordioxidherzeugung Aquacon WHO1 und dem Chlordioxidmessgerät Aquacon CLO2, bei einem kontrollierten Einsatz von Chlordioxid nach den Vorgaben der Trinkwasserverordnung und einer maximalen Chlordioxidkonzentration von  $0,2$  mg/l unter den gegebenen Bedingungen ein großes Wirkungspotential zur Inaktivierung der Bakterien in vorhandenen Biofilmen und zur Verhinderung der Neubildung von Biofilmen bescheinigt werden.

Bonn, den 31.03.2004

  
Prof. Dr. med. M. Exner

  
Dr. rer. nat. J. Gebel