

Trichloramin & Asthma: Wie entsteht Trichloramin - ein Lösungsvorschlag zur Problembehebung

*Die AFM Forschung von
Dryden Aqua zwischen
2001 und 2005 wurde
von der Europäischen
Kommission im Rahmen
der „Lebensraum“-
Initiative unterstützt.*

Dr.Howard Dryden

Dryden Aqua Ltd

1/1/2006

Trichloramin in Schwimmbädern und Whirlpools: Problem gelöst

Text: Dr Howard Dryden, Oktober 2006

In den vergangenen Jahren gab es viele Untersuchungen über Trichloramine und dessen möglichen Auswirkungen als Verursacher für berufbedingtes Asthma sowie Asthma bei Kindern. Bisher wurde aber nichts oder wenig publiziert, warum Trichloramine entstehen und wie sie vermindert werden können. Dieser Artikel soll die Problematik erläutern und eine mögliche Lösung aufzeigen.

Trichloramin und Bakterien

Die deutsche DIN Norm 19643 beschreibt die Bildung von Chloraminen als eine pH-Wert abhängige Funktion basierend auf folgenden Reaktionsgleichungen:

NH_3 & HOCl	$> \text{NH}_2\text{Cl}$ & H_2O	pH= 6-8 = Mono-Chloramin
NH_2Cl & HOCl	$> \text{NHCl}_2$ & H_2O	pH = 5-6 = Di-Chloramin
NHCl_2 & HOCl	$> \text{NCl}_3$ & H_2O	pH = <5 = Tri-Chloramin

Gemäss dieser Tabelle entstehen Trichloramine erst bei pH-Werten von unter 5,0. In einem ordentlich aufbereiteten Schwimmbad liegt der pH-Wert aber zwischen 6,8 und 7,6. Warum können sich den trotzdem Di- und Trichloramine bilden? Trichloramine können sich sicherlich nicht direkt im Wasser bilden, da der pH-Wert zu hoch ist. Aber jede Oberfläche welche im Kontakt mit dem Schwimmbadwasser steht hat einen dünnen Biofilm, in welchem ein saurer pH-Wert herrscht. Trichloramine werden in diesem sauren Biofilm gebildet. Je dicker dieser Biofilm, desto höher ist die Bildung von Trichloraminen.

Die mit Abstand größte Oberfläche in einer Whirlpool- oder Schwimmbadaufbereitung hat der Sandfilter. Jeder Kubikmeter Sand weist eine Oberfläche von ca. 3'000m² auf. Seit vielen Jahren ist bekannt, dass Sand ein ausgezeichneter Nährboden für das Wachstum von Bakterien ist. Frisch gefüllter Sand wird innerhalb von nur wenigen Tagen von einer Vielzahl von Bakterienkolonien befallen.

Die Bakterien scheiden dabei ein so genanntes „Alginat“, eine Art Schleim, aus um sich gegen die oxidierende Wirkung von Chlor zu schützen. Diese „Anbindung“ kann schon innerhalb von nur 30 Sekunden eintreten. Der in den meisten Schwimmbädern und Whirlpools verwendete Chlorgehalt reicht nicht aus, um das Wachstum dieser durch Alginat geschützten Bakterien auf dem Sand oder auf anderen Oberflächen zu beeinträchtigen.



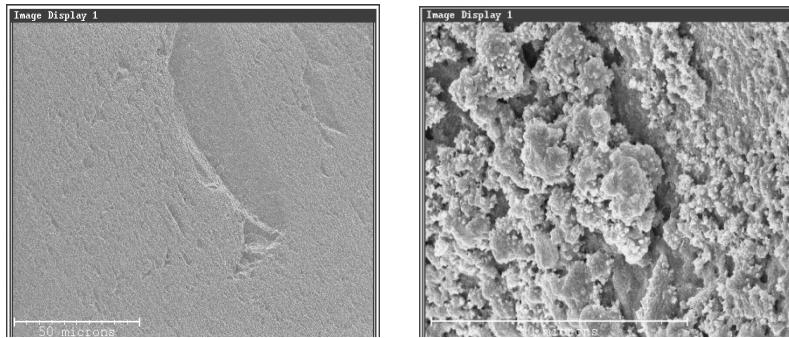


Abb 1. Frischer Sand ohne Bakterien (links) sowie Sand, der nach wenigen Tagen bereits eine fast vollständige Verkeimung durch Bakterien zeigt (rechts).

Abb. 1 zeigt wie reiner Sand bereits nach wenigen Tagen fast vollständig von Bakterien befallen ist. Diese Bakterien-schicht entsteht sowohl auf Sand als auch auf anderen Oberflächen im Schwimmbad. Mit fortschreitender Entwicklung wird der Biofilm dicker und stabiler. Das führt letztendlich dazu, dass die von den Bakterien ausgeschiedenen Alginat die Sandkörner miteinander verkleben lässt. Es bilden sich Kanäle durch die Sandschicht und dies führt zu einer schlechten Filtration. Dieser Prozess benötigt in der Regel etwa ein bis zwei Jahre. In stark belasteten Systemen wie Whirlpools, wo den Bakterien viel organisches Material als Nahrungsquelle zur Verfügung steht, kann dies bereits schon nach einigen Monaten eintreten.

Je dicker der Biofilm wird, desto tiefer sinkt der pH-Wert innerhalb dieses Biofilms, was wiederum zu einer verstärkten Bildung von Di- und Trichloraminen führt. Es besteht eine positive Korrelation zwischen der Beckenbelastung, der Menge an organischem Material, der Größe des Biofilms und der Bildung von Trichloraminen. Gute Hygiene, die richtige Ausstattung und Auslegung der Wasseraufbereitung sowie die Betriebsweise; alle diese Faktoren spielen eine wichtige Rolle.

Die durch Bakterien gebildete Biomasse im Sandfilter kann bis zu 5% des gesamten Sandgewichts ausmachen. Die „Health Protection Agency 2004“ (Gesundheitsbehörde in UK) berichtete: *„In einer Untersuchung von 88 Whirlpools und Schwimmbädern haben 23 Anlagen Legionellen (stäbchenförmige Bakterien) aufgewiesen. 16 dieser Bäder hatten den bei den routinemässigen mikrobiologischen Untersuchungen bestanden. Das bedeutet, dass Bakterien in hohen Mengen vorkommen können, obwohl die mikrobiologischen Untersuchungen befriedigend ausfallen“.*

Chlor zeigt nur eine geringe Wirkung solange Bakterien durch Biofilm geschützt sind. Chlor kann diejenigen Bakterien oxidieren, welche aus dem Filter gespült werden. Nach dem Rückspülen des Filters können etwa für eine Stunde lebensfähige Bakterien ins Schwimmbad gelangen. Gelegentlich können Filter auch instabil werden, was einen hohen Ausstoss von Bakterien zur Folge hat. Dies zeigt sich in der Trübung des Wassers. Dies kann in Abhängigkeit der Belastung des Filters alle paar Wochen oder Monate geschehen.

Viele Probleme in der Wasserqualität kann auf den im Sand gebildeten Biofilm zurück geführt werden. Ein richtig ausgelegter Sandfilter, mit dem entsprechenden Spülprozess und der richtigen Anwendung wird gut funktionieren. Trotzdem stellt der Sand immer ein gewisses Risiko dar, weil Sand ein hervorragender Lebensraum für Bakterien ist. Bei Dryden Aqua benutzen wir fluidisierte Sandbetten als biologische Filter (Kultivierung von erwünschten Bakterien) in der Aufbereitung von Abwasser. Daher können wir kategorisch

feststellen, dass selbst die gründlichste Rückspülung von Sand nicht alle Bakterien entfernt und somit ein Sandfilter immer auch eine Quelle für die Produktion von Trichloramin ist.

AFM, ein Aktives Filter Medium

Als Alternative zu Sand ist bei Dryden Aqua **AFM** (*Active Filter Media* = Aktives Filtermaterial) entwickelt worden. Das Material wirkt der Entwicklung von Bakterienkolonien aktiv entgegen, so dass die durchschnittliche Verkeimung eine Millionen mal geringer ist als bei einem vergleichbaren Sandfilter. Der Einsatz von AFM bewirkt einen enormen Unterschied in der Wasserqualität und bei der Bildung von Trichloramin. ***Das ist aber noch lange nicht alles.***

Flockung und Nahrung für Bakterien

Bakterien wachsen in Wasser welches mehr als 25°C warm ist mit einer enormen Geschwindigkeit. Die Population verdoppelt sich etwa alle 60 Minuten. Das bedeutet, dass ein einzelnes Bakterium innerhalb von 24 Stunden auf 8 Millionen anwachsen kann, und nach 48 Stunden eine Biomasse von 140 kg entstehen könnte. Offensichtlich passiert dies bei Schwimmbädern nicht, da das Wachstum durch die knappe Nahrungsversorgung limitiert ist. Es erklärt jedoch, warum in Bädern mit hohen Besucherzahlen sowie in Whirlpools bereits nach einigen Monaten Probleme mit den Sandfiltern auftreten können.

Wenn das Nahrungsangebot reduziert wird, kann das Bakterienwachstum verlangsamt werden. Daher ist es wichtig, dass sich Besucher vor dem Baden gründlich duschen. In einigen Ländern sollte auch das Leitungswasser gefiltert werden, um Phosphate und organische Bestandteile zu entfernen. Auf keinen Fall sollten Tenside oder Detergentien ins Schwimmbad gelangen.

Die Leistung des Filters sollte so gut wie möglich optimiert werden, um ein Maximum an organischem Material zu entfernen. Dies kann durch effiziente Koagulation und Flockung erreicht werden. Dadurch können feinste Feststoffe und sogar gelöste Stoffe ausfiltriert werden. In Schwimmbädern wird dabei ein PAC-Flockmittel oder ein entsprechendes Equivalent verwendet. Ein gezielter Einsatz von Koagulation und Flockung reduziert die Nährstoffe für Bakterien. Dies verlangsamt die Vermehrung der Bakterien und verringert die Bildung von Trichloraminen.

Optimierung der Filterleistung

Obwohl dank AFM die Verkeimung innerhalb des Filterbetts reduziert wird, können Bakterien auch auf Feststoffen wachsen, welche sich auf oder im Filterbett befinden. Daher ist es wichtig, dass die Filter regelmäßig rückgespült werden, auch wenn der Differenzdruckunterschied eine Rückspülung noch nicht als erforderlich erscheinen lässt. Bereits nach nur einer Woche wird die Wasserqualität durch die zurückgehaltenen Stoffe beeinträchtigt. Deshalb sollten die Filter einmal pro Woche rückgespült werden, keinesfalls aber weniger als alle zwei Wochen. DIN / SIA 4 Tages Rhythmus erfüllt diese Forderung.

Die Filtrationsleistung aller Filter, sei es AFM, Sand oder anderer Filtermaterialien, verhält sich umgekehrt-proportional mit der Filtrationsgeschwindigkeit. Je langsamer der Durchfluß,



desto besser die Filtrationsleistung. Die ideale Filtrationsgeschwindigkeit bei Schwimmbädern (Umwälzung m^3/h / Filterfläche m^2 = Filtergeschwindigkeit m/h) würde bei 15 m/h und tiefer liegen. Es ist aber genauso wichtig sicher zu stellen, dass alle angesammelten Feststoffe durch die Rückspülung entfernt werden. Alle im Filter verbleibenden Feststoffe dienen Bakterien als Nährstoffe und steigern den Gehalt an Trichloraminen. Alte Filtersystem mit 20 – 40 m/h kann das Filtermedium auch gewechselt werden. Die elektrochemischen Vorgänge und Abbauvorgänge wirken langsamer. Abhilfe schafft ein modernes Steuersystem mit Hygieneoptimierung.

Eine gute Rückspülung sieht wie folgt aus: Rückspülung des Filters mit Luft (Spülgeschwindigkeit 70 und 90 m/h) während ca. 5 Minuten. Die eigentliche Rückspülung (Wasserspülung) sollte mit einer Rate erfolgen, die das Filterbett um mindestens 15% ausdehnt - fluidisiert. Bei der Nutzung von AFM werden dafür Spülgeschwindigkeiten von 40 bis 45 m/h benötigt.

Leider werden in Europa nur in wenigen Schwimmbädern die Filter nach diesem Prozess rückgespült. Dies ist bedauerlich, da es einen enormen Einfluss auf die Wasserqualität hat.

NoPhos – Kontrolle der Nährstoffe

Es können nie alle Bakterien entfernt werden, unabhängig von der Art des Filtermediums und/oder der Wirksamkeit der Rückspülung. Es ist auch bekannt, dass bei der uns üblichen Konzentration das Chlor nicht in der Lage ist, die durch Biofilm geschützten Bakterien – im Sand, in den Leitungsrohren oder an den Fliesen - zu oxidieren. Chlordioxid wäre hier effektiver als Chlor.

Bei Dryden Aqua sind wir Biologen: Seit vielen Jahren kontrollieren wir Bakterienkulturen in Aquarien und Fischfarmen nicht indem wir versuchen die Bakterien abzutöten, sondern entziehen ihnen die Nahrungsgrundlage. Wenn diese Nährstoffe dem Wasser entzogen werden, hört Wachstum der Bakterien auf.

Dryden Aqua hat ein Produkt namens NoPhos entwickelt. Dies entzieht dem Wasser Phosphat und Spurenminerale und verwandelt diese in einen unlöslichen Niederschlag, der dann vom Filter ausfiltriert wird.

Durch den Einsatz von NoPhos wird nicht nur das Wachstum der Algen gestoppt, sondern auch die Wachstumsrate der Bakterien verlangsamt.

Die Kombination von AFM (Vermeidung des Biofilms) zusammen mit einem guten Flockungsmittel (Entzug der Nahrungsquelle) und Nophos (Entzug der Nährstoffe), bewirkt, dass Bakterienkulturen nahezu verschwinden. Durch die Reduktion der Bakterien wird der saure Biofilm verhindert und somit letztendlich die Bildung von Trichloraminen unterbunden oder mindestens stark reduziert.

Die Aufbereitung eines Schwimmbads nach dem hier vorgestellten Muster verbessert erheblich die Qualität des Wassers. Der Chlorverbrauch wird reduziert und der Chemiehaushalt des Wassers wird stabiler. Insgesamt lässt sich die Anlage besser steuern und verwalten.

Chlor

Es wird immer Bedarf an Chlor oder einer schnellwirksamen Desinfektion bestehen, um einen Austausch von infektiösen Keimen zwischen den Badenden und dem Schwimmbad zu



verhindern. Chlor ist immer noch das beste und effektivste Desinfektionsmittel und wird es auch in den nächsten Jahren bleiben. Die hier beschriebene Vorgehensweise hilft, die negativen Effekte von Chlor zu minimieren und liefert einen zukunftsweisenden Weg für alle Schwimmbäder, Waterparks und die Freizeitindustrie.

Dryden Aqua

Dryden Aqua sind Fachberater und Hersteller von Systemen und der Ausrüstung zur Wasser- und Abwasseraufbereitung.

Vertretene Industriezweige:

- Schwimmbäder & Waterparks
- Öffentliche Aquarien und Aquakulturen
- Trinkwasseranlagen
- Entsalzung
- Industrie- und Abwasseraufbereitung
- Umweltsysteme und Binnengewässersanierungen
- Salzwasseraufbereitungssysteme

Schlüsselprodukte hergestellt von Dryden Aqua:

- AFM Aktives Filter Medium
- NoPhos zur Spurennährstoffkontrolle und zur Abwehr von Bakterien und Algen

Internet Information zu Dryden Aqua;

www.DrydenAqua.com

www.AFM.eu

www.aquasolar.ch

Erfahrungen mit Elektrolytischem Filtermedium AFM in der Schweiz seit April 2004.
Seit Juli 2005 zusätzliche Erfahrungen mit Hygiene Parameter optimierter Steuerung der alten Filteranlagen inklusive Datenaufzeichnung der stattgefunden Verbrauchswerte.

www.aquatransform.ch

