

Wenn das Chlor an seine Grenzen kommt!

... oder was man gegen die Risikobereiche in Becken und Wasseraufbereitung tun kann.

Mit einer Wasseraufbereitung und einer Desinfektion nach den Buchstaben der DIN ist alles getan? Mitnichten!

Wohin geht die Abluft aus Deiner Luft-Spülung? Wenn Du es nicht weißt oder Du sie während der Spülung riechen kannst, dann solltest Du dringend und aufmerksam bis zum Ende lesen.

Auch dieser Beitrag geht wieder davon aus, dass die Flockung und die Filterung optimal eingestellt sind und funktionieren. Die Hinweise, die das Umweltbundesamt in seiner Bekanntmachung: „Hygieneanforderungen an Bäder und deren Überwachung“ 2014 bezüglich der Qualität der Filterung gibt, hatten wir schon in einem früheren Text im Oktober-Heft 2016 implementiert.

Die Beschränkung auf Buchstaben einer DIN spüren die, die in ihren Objekten gegen Filterverkeimungen oder „infektiöse“ Sprudelbecken kämpfen. Die Risikobereiche sind in der DIN 19643 erwähnt, aber wie so häufig kommen nach meiner Meinung Ursachen, Zusammenhänge und effektive Maßnahmen zu kurz. Zugegeben, ich muss jetzt etwas Chaos erzeugen. Aber das Chaos ist nicht von mir, sondern von den vielen Gremien, die Vorschriften verfassen.

Beispiel? DIN 19643-1:2012-11, Tabelle 7: Wenn in der Erstuntersuchung Legionellen im Beckenwasser zwischen 1 und 100 KBE/100ml gefunden werden, dann folgt die Maßnahme „Nachuntersuchung“. Upps, die Untersuchung dauert mit den herkömmlichen Methoden im Labor 10 bis 15 Tage.

Die Legionellen sind aber wesentlich schneller als die Deutschen Vorschriften. Ich habe gelesen, die Dinger verdoppeln sich unter optimalen Bedingungen alle 2 Stunden (Langer 2012), aber bleiben wir besser bei konservativen 6 Stunden für eine Verdopplung, sonst werden die Zahlen zu groß. In den 13 Tagen zwischen Probe und Laborergebnis vergehen 312 Stunden, wenn das „glückliche Ereignis“ alle 6 Stunden eintritt, sind das 52 Verdopplungen. Beginnen wir mit einer KBE sind wir mathematisch also nach 13 Tagen bei einem Bestand von theoretisch 2^{52} . Das rechnerische Ergebnis sind 4,5 Billionen (kommt gleich nach Billionen, 15 Nullen).

Fehlerbetrachtung

Ich würde sagen, das Ergebnis der Untersuchung im Labor kann NICHTS über den aktuellen biologischen Zustand im System aussagen. Der Tag der Beprobung kann darüber entscheiden, ob 99 „unbedenkliche“ KBE gefunden werden oder 24h später bei $99^4 = 96$ Millionen KBE das Bad geschlossen werden muss. Die Kühlung der Probe beim Transport kann das Ergebnis verfälschen. Genauso können Reste des Desinfektionsmittels auf die Probe wirken und uns in Sicherheit wiegen, die nicht vorhanden ist. Natürlich sind die theoretischen Betrachtungen eher realitätsfremd, denn die Legionellen haben auch Gegner in Ihrer biologischen Umgebung. Trotzdem muss uns das klar sein. Für die nächsten Zeilen ganz besonders.

Orientierung an der DIN

Was folgt laut DIN auf die Nachuntersuchung im angefangenen Beispiel? Ihr ahnt es sicherlich, eine Nachuntersuchung! Und zusätzlich eine Kontrolle des Filtrates. Falls die Werte dabei wirklich unerwartet schon in die Zeile 100 bis 1000 KBE/100ml gewech-

selt haben, dann werden neben weiteren Nachuntersuchungen folgende Maßnahmen genannt. Zitat: „weitergehende Maßnahmen unter Einbeziehung von Fachleuten, z. B. Hochchlorung, Austausch des Filtermaterials... aerosolproduzierende Einrichtungen abschalten; Information der zuständigen Gesundheitsbehörde, wiederholte Nachuntersuchungen von Beckenwasser und Filtrat.“

Wenn wir den Zeitstrang weiterverfolgen wollten, müssten wir natürlich auch den Zeitplan der imaginären Fachleute (Achtung, Mehrzahl!) betrachten. Aber wir wissen gemeinsam, was gemeint ist und die gute Absicht der Auftragsbeschaffung zu schätzen.

Orientieren wir uns also an den Hinweisen, die im Zitat versteckt sind. Den Anfang soll „Kontrolle des Filtrates“ und „Austausch des Filtermaterials“ machen. Wenn im Beckenwasser Legionellen gefunden werden, dann soll laut DIN auch im Filtrat kontrolliert werden. Filtrat ist per Definition: „filtriertes Wasser vor einer eventuellen Nachbehandlung und vor Einmischung des Desinfektionsmittels“. Natürlich sollten wir uns fragen, warum in der DIN nicht der Filter als mögliche Quelle benannt wird. Zumal, wenn das Wasser schon per Definition direkt aus dem Filter kommt.

KBE/100ml

Spätestens hier müssen wir uns zuerst um die Begriffe kümmern. Die Einheit „KBE/100ml“ bedeutet, dass sich im Labor aus einer 100ml Wasser-Probe 100 sichtbare Gruppen von Bakterien, sogenannte Kolonie Bildende Einheiten, kultivieren und ZÄHLEN lassen. Diese wachsen nach der Übertragung auf einem bestimmten Nährboden, bei einer bestimmten Temperatur im Brutschrank in einer bestimmten Zeit heran.

Legionellen

... sind eine Gattung stäbchenförmiger Bakterien aus der Familie der Legionellaceae. Sie sind im Wasser lebende bewegliche Bakterien. Legionellen sind für Menschen gesundheitsgefährlich. Zurzeit kennt man mehr als 48 Arten und 70 Variationen. Die für Erkrankungen des Menschen bedeutsamste Art ist Legionella pneumophila, sie ist Erreger der Legionellose oder Legionärskrankheit. Hier eine reale Aufnahme aus dem Elektronenmikroskop:

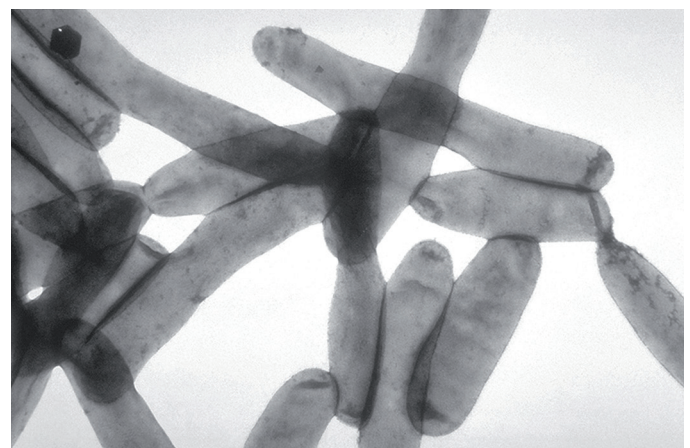


Foto 1: Legionellen, Quelle: By CDC (PHIL #1187) (CDC Public Health Image Library.) [Public domain], via Wikimedia Commons

Um die Wirkung zu verstehen, müssen wir uns auch ganz kurz mit der

Legionärskrankheit

beschäftigen. Die Legionärskrankheit wurde 1976 zum ersten Mal beschrieben. Ihren Namen erhielt sie nach einem Treffen der US-Kriegsveteranenvereinigung American Legion, das vom 21. bis 24. Juli 1976 im Bellevue-Stratford-Hotel in Philadelphia stattfand. Damals waren 181 ältere Personen an einer Lungenentzündung lebensbedrohlich erkrankt. Sie alle waren entweder Besucher des Kriegsveteranentreffens oder Besucher des Hotels. Die Legionellen hatte sich in der vernachlässigten Klimaanlage des Hotels ansiedeln können.

Die Menschen hatten die Legionellen durch Einatmen von infizierten Aerosolen aufgenommen. Wo zu finden? In den Warmsprudelbecken, über den Bodensprudlern und über allen anderen Luft-Attraktionen. Für das Personal der Technik gibt es aber eine weit gefährlichere Quelle: Die Luft aus der Filterspülung (mit Luft). Wohin geht die Luft in Deinem Filterraum?

Das erste Dilemma

So einfach wie gewünscht, macht es uns die Legionelle nicht. Dazu ein flacher Bakteriologen-Witz:

*Die Legionelle sitzt und lauscht,
wie Chlor an ihr vorüber rauscht.
ha-ha lacht sie ironisch,
ich lebe, ist das nicht komisch?!*

Nicht nur Menschen vertun sich oft in der Art Ihrer Ernährung. Auch im Reich der Wechseltierchen (und wir reden hier nicht von treulosen Ehemännern, sondern von den Einzellern unter den Wasser-Lebewesen) kommt dieser Irrtum vor. (An alle Ehefrauen von Schwimmmeistern: Der sich ergebende Witz ist noch flacher als mein Vorgänger!)

Wir reden hier besonders von „Amöben“, auf deren nasser Speisekarte die Legionelle steht. Während die Amöbe ein unfreiwilliger aber guter Schutzschild gegen Chlor und andere Anti-Legionellen-Absichten ist, kann sich die Legionelle unter diesem Schutz vermehren. Ähnlich einem Parasiten profitiert die Legionelle auch noch von der toten Amöbe, denn das Chlor kann nicht zwischen lebenden und toten Organismen unterscheiden.



Foto 2: Legionelle in Amöbe, Quelle: wikipedia.org

Biofilm

Gesundes Wasser ist NICHT totes Wasser! Organismen leben darin und verbessern dadurch die Wasserqualität. Es dürfen nur nicht zu

viele werden. Wir Menschen unterstützen diese Vermehrung mit Nährstoffen aus den Materialien der Rohre, mit Nährstoffen aus schlechter Filterung und mit günstig hohen Temperaturen. Diese Organismen lagern sich dann in Rohrleitungen ab und bilden einen Biofilm. Solche ein Biofilm ist wie ein Isolator für die unten liegenden Schichten. Was einmal drin steckt, ist kaum noch zu entfernen. Bildhaft gesprochen: Nun hängt die tote aber gut gefüllte Amöbe im Biofilm, findet garantiert nicht den Weg in das Probegefäß und füllt die Bestände der Legionellen nach ca. 4 Tagen wieder voll auf.



Foto 3: Illustration Biofilm, Quelle: Fotolia

Das zweite Dilemma

Kehren wir zurück zur Vermutung, dass die Legionellen aus dem Filter stammen. Dem Hersteller eines Filters ist zuzutragen, dass sein Material keine Stoffe zur Ernährung der Organismen abgibt. Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser: Es gab ein KSW-Richtlinie zur Untersuchung der Kunststoffe auf genau diese Vermutung. Die Ergebnisse dieser Untersuchung kann man sich von den renommierten Herstellern für das verwendete Innen-Material zeigen lassen.

Wenn also Legionellen im Filter sitzen, dann im Filtermaterial und damit nicht auf einem Präsentierteller. Viel eher gut versteckt in einer lebenden Amöbe, bei angenehmen Temperaturen und eventuell auch auf riesigen der Oberfläche von Aktivkohle. Ein idealer Lebensraum und vermutlich auch noch frei von Desinfektionsmitteln. Wir betreiben die Schwimmbecken mit immer geringeren Konzentrationen von Chlor. Im Becken sind im maximalen Fall 0,6mg/l zu finden. Der freie Fall über die Kante in die (fast leere, weil überdimensionierte) Überlaufrinne baut einen weiteren Rest der Chlor-Konzentration ab. Dann könnte es noch sein, dass im Ausgleichsbehälter sich Laub angesammelt hat, wieder ist ein Teil weg. Wenn der Behälter dann auch noch aus purem Beton besteht, verabschiedet sich weiteres Chlor. Wenn wir Glück haben, dann wird auch noch eisen- oder manganhaltiges Füllwasser zugegeben. Die Oxidationsreaktion frisst dann fast alle Reste des Freien Chlors. Wir wissen das alles nicht sicher, denn gemessen werden die Konzentrationen des Chlors im Becken und nicht vor dem Filter.

Aktivkohle gegen gebundenes Chlor

...oder doch schon gegen das freie? Wenn jetzt jemand die glorreiche Idee hatte, Aktivkohle im Filter zu verwenden, dann hat das Wasser nach den ersten Zentimetern fast einen Status als Düngemittel erreicht.

Zur Wiederholung, Aktivkohle zeichnet sich durch eine extrem große Oberfläche aus. 4 Gramm davon, bieten die Größe eines Fußballfeldes. Eine Fläche zur Anlagerung nicht nur für die Chlor-

Moleküle sondern auch eine Heimat für den Biofilm. Wenn also Aktivkohle im Filter ist, egal ob aufgetragene Pulverkohle oder ständige Kornkohle, dann schützt diese Aktivkohle den Biofilm in den unteren Schichten. Die Legionellen können sich vermehren.

Die Gegenmaßnahmen nach DIN

Die weiteren Hinweise der DIN würde ich nicht gerade als hilfreich bezeichnen. Hochchlorung? Um die Amöben zu ärgern und die Legionellen zu füttern? Chlor im Rückspülwasser? Der gleiche Effekt! Und wer hat schon die Zeit, Filter für mindestens 24 Stunden still zu legen? (*Hygieneanforderungen an Bäder und deren Überwachung, 2014, Absatz 5.3*) Wer hat einen Reserve-Filter eingeplant um innerhalb der „Hochchlorung“ den genormten Volumenstrom liefern zu können? Oder doch gleich der Austausch des gesamten Materiales? ... um nach 20 Tagen die Probleme wieder zu bekommen?

Nein, dieser Ansatz sollte überdacht werden!

UV-Licht

... verändert die DNA der Legionellen und verhindert deren Vermehrung. Über Nebenreaktionen kann die Legionelle sogar getötet werden. Aber wie erklärt man einer Legionelle, dass sie sich aus dem gemütlichen Filterbett zur Lampe bewegen soll? Und falls wir es schaffen, Desinfektion bedeutet per Definition: Es bleiben 1 von 10000 Legionellen unbeschadet. Natürlich gelingt es, die Anzahl der „aktiven“ also „vermehrungsfähigen“ Legionellen im Beckenwasser zeitweise zu reduzieren.

Aber die Ursache wird damit nicht bekämpft. Aus meiner Sicht auch keine Lösung. Wir müssen also ein wirksames Desinfektionsmittel zur Legionelle bringen, möglichst vorbei am Schutzschild der Aktivkohle. Was sagt die DIN 19643 dazu?

Chlorung des Rückspülwassers!

Der erste Ansatz dazu ist natürlich, das Wasser der Rückspülung mit Chlor zu versetzen. Aber wie in einem der vorigen Artikel bereits thematisiert, reagiert das Chlor erstmal mit den vorhandenen mineralischen und organischen Stoffen. Ob danach etwas zum Abtöten übrig ist oder die Amöbe tatsächlich durchdringen kann, ist fraglich. Zumal unser Wassersparsinn uns dazu anhält, die sogenannte „Kontaktzeit“ äußerst gering zu halten. Gemeint ist die Zeit, die chloriertes Wasser den Organismus „kontaktieren“ muss, bis eine Wirkung zu erkennen ist.

13	14	15	16	17	18
IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
B Boron 10.811	C Carbon 12.011	N Nitrogen 14.007	O Oxygen 15.999	F Fluorine 18.998	Ne Neon 20.180
Al Aluminum 26.982	Si Silicon 28.086	P Phosphorus 30.974	S Sulfur 32.06	Cl Chlorine 35.453	Ar Argon 39.948
Ga Gallium 69.723	Ge Germanium 72.64	As Arsenic 74.922	Se Selenium 78.96	Br Bromine 79.904	Kr Krypton 83.80
In Indium 114.82	Sn Tin 118.71	Sb Antimony 121.76	Te Tellurium 127.6	I Iodine 126.905	Xe Xenon 131.29
Tl Thallium 204.38	Pb Lead 207.2	Bi Bismuth 208.98	Po Polonium 209	At Astatine 210	Rn Radon 222

Foto 4: Illustration Chlor im Periodensystem, Quelle: Fotolia

Ein wenig verwirren mich die angegebenen Konzentrationen für das Chlor. Mein persönliches Lieblingszitat aus DIN 19643 ist im Abschnitt 4: „Für die Desinfektion wurde eine Keimtötung an *Pseudomonas aeruginosa* von vier Zehnerpotenzen innerhalb von 30 s zugrunde gelegt.“

Übersetzt bedeutet dies, die Konzentration von 0,6mg/l Chlor verringert die Anzahl *Pseudomonas aeruginosa* um 99,99%. Ob diese Zahlen richtig sind, wollen wir nicht anzweifeln, aber doch in einen Kontext zu anderen Werten stellen.

Das sich ergebende „Konzentrations-Wirkzeit-Produkt“ ist 0,6mg/l (für Maximum) mal 0,5 min, also 0,3mg/l*min.

Dieser Wert gilt also für das Becken, dort wo der Schmutz eingetragen wird und die Menschen geschützt werden sollen. Wir wissen: Findet man im Becken was, soll man im Filter nachsehen. Findet man im Filter was, soll man „Hochchloren“... Zum Glück hat das Umweltbundesamt diesen Begriff im Absatz 5.2 mit Werten unterlegt. Für das gleiche Desinfektionsmittel Chlor im Filter wird für die ...

Hochchlorung

ein Konzentrations-Wirkzeit-Produkt von 10mg/l mal 120min = 1200mg/l*min gefordert! Das ist mehr als das 4000-fache!

Wenn Legionellen im Filter gefunden wurden, dann steigert das Umweltbundesamt diesen Wert in Absatz 5.3 für Chlor auf 36000 mg/l*min (in Worten: sechsunddreißigtausend, 50mg/l x 12h). Allein zwischen den „Standard-Keimen“ und Legionellen liegt eine Erhöhung auf das 9-fache! Legionellen müssen schon echt gefährliche Organismen sein. Ein Grund könnten die Untersuchungsergebnisse von Kilvington and Price 1990 sein. Hier heißt es sinngemäß: Die Zellwand der Amöben ist relativ chlorresistent, sodass eingeschlossene Legionellen Chlorkonzentrationen von bis zu 50mg/l überleben.

Aber was ist daran verwirrend?

Antwort: Das Warmsprudelbecken!

Denn die Temperaturen im Warmsprudelbecken und dessen Kreislauf sind ein idealer Ort für Biofilm und Legionellen. Der Moment des Sprudels werden die Legionellen direkt in die Atemluft der Gäste transportiert. Das könnte der Grund sein, warum in DIN 19643 die Chlorkonzentration auf 0,7 bis 1,0mg/l erhöht wurde. Das zugehörige Konzentrations-Wirkzeit-Produkt ist nur 0,5mg/l*min, nur das 1,6-fache. Sind Legionellen im Warmsprudelbecken jünger oder „dünnhäutiger“ als im Filter? Zur Entschuldigung muss man sagen, es liegen einige Jahre zwischen den beiden Dokumenten.

Erfolgte die Festlegung der Werte aber möglicherweise doch nach dem Prinzip „Viel hilft viel!“?

Kleine Zwischenbemerkung: Natürlich sind nicht die ständig durchflossenen Wasser-Rohre die zu suchende Legionellen-Oase. Luft-Rohre ohne Verbindung zum Desinfektionsmittel des Reinwassers gibt's theoretisch nicht, praktisch aber wohl doch...

Nochmal zurück zur Aktivkohle

Bewusst hat der Teil mit einem versteckten Hinweis auf ein „wirksames Desinfektionsmittel“ geendet. Bedeutet dies, Chlor ist in der Nähe von Aktivkohle unwirksam? Ja, denn wenn die Aktivkohle gewollt das Gebundene Chlor entfernt, dann teilt das Freie Chlor ungewollt das gleiche Schicksal.

Ok, man kann so viel Chlor in den Filter schicken, dass die Oberfläche der Aktivkohle zu klein für alle freien Chlor-Moleküle wird. Die Oberfläche ist nach der Aktion aber besetzt, die Aktivkohle damit fast wertlos. Dann könnte man die Aktivkohle auch gleich austauschen und das Chlor sparen.

Ozon? Steht bekanntlich und zum Glück mit Aktivkohle im gleichen kriegesischen Verhältnis. Überschüssige Reste sind nicht erlaubt, man kommt damit vom Regen in die Traufe. Noch schneller als beim Chlor!

Wirksamkeit von Chlor

Oberstes Ziel: Legionellen bekämpfen! Voraussetzung: Wirksames Desinfektionsmittel! Wirkt das Chlor?

Wer sich an den Artikel zur Desinfektion erinnert, der hat sicherlich noch folgendes Diagramm in Erinnerung:

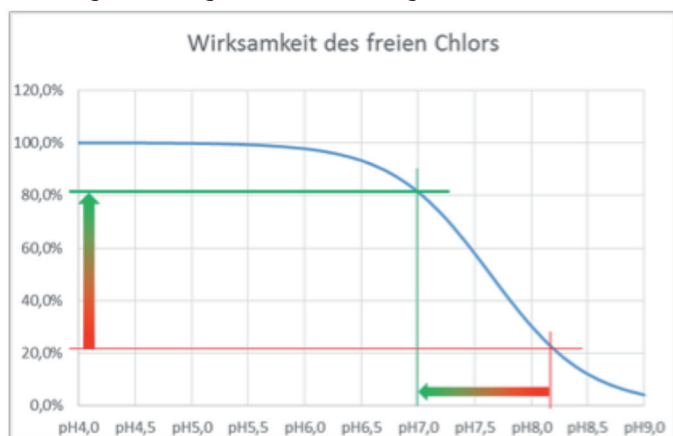


Foto 5 : Darstellung Wirksamkeit freies Chlor

Wer sich **nicht** erinnert, der Artikel steht online unter: <https://www.aquaandpools.de/category/wasseraufbereitung/desinfektion/> oder man klickt sich durch die Publikationen.

Den Hinweis, bei welchem pH-Wert man den mit dem Chlor operieren sollte, konnte ich in den Empfehlungen der unterschiedlichen Dokumente nicht finden. Vermutlich spielt es eine Rolle, ob 100% des Freien Chlors wirksam sind oder nur 10%.

Tun wir mal so, also ob wir den Empfehlungen folgen. Nutzt man zur Chlorung das flüssige Natriumhypochlorit nach DIN 19608 dann dosiert man eine Lauge mit dem Wert von etwa pH11! Die Hobby- oder Profi-Chemiker können berechnen, welche Veränderung der pH-Wert bei Konzentrationen von 10 bis 50mg/l durchmachen muss.

Übrigens, nebenbei, bevor es zu spät ist, bitte die daraus resultierende Kalkausfällung im Filter nicht vergessen! Der Kalk kann sich anschließend 24h im Sand verfestigen. Es ist also notwendig den pH-Wert zu korrigieren.

Am Ende muss man auch klären, wohin mit diesem Chlor-Wasser. Was nicht verbraucht ist, ist vermutlich in keiner Kläranlage willkommen. Was verbraucht ist, das nennt sich jetzt „Gebundenes Chlor“ und verbreitet die bekannten intensiven Chlor-Gerüche. Vorsicht vor übervorsichtigem Personal oder Besuchern, die aus diesem Geruch gern mal einen Chlorgas-Unfall ableiten!

Dabei stellt sich die Frage, warum immer nur über Chlor nachgedacht wird. Liegt es an den Interessen der Autoren? Oder doch an den ausgetretenen Pfaden der chemischen Keulen ... Wir müssen aber nur genau lesen, um vom Umweltbundesamt auf die Spur gebracht zu werden.

Das Schwimmbad und sein Personal · 44. Jahrgang, Heft 09/2018

Chlordioxid kommt ins Spiel

Empfehlung des Umweltbundesamtes Absatz 5.3 „Bei Verwendung von Chlordioxid ist die Mindestkonzentration von 1,0mg/l (gegenüber 10mg/l für Chlor) zu beachten.“

Ist dieses Mittelchen etwa wirksamer als das Chlor? Natürlich hat man das erforscht. Herr Botzenhardt hat 1994 veröffentlicht, dass Chlordioxid auf Escherichia Coli etwa 3-fach besser wirkt als Chlor. Warum? Nun, der erste Unterschied ist schon mit dem Molekül beschrieben. Beim Chlordioxid ClO_2 haben sich 2 Sauerstoff-Atome an 1 Chlor-Atom gekoppelt. Das ist eine „starke Bindung“. Zumindest stärker als zwischen den beiden Chlor-Atomen des Freien Chlors Cl_2 ($\text{HOCl} / \text{OCl}^-$). Der Drang, sich durch Oxidation mit anderen Bestandteilen des Wassers zu verbinden, ist beim Freien Chlor höher. Aber das Freie Chlor kann eben nicht „lebende“ von „toter“ Materie unterscheiden. So freut es sich vermutlich über das Eisen und Mangan im Wasser und färbt gern so:



Trinkwasser nach 120min Luftkontakt, Foto: aqua&pools

Das Chlordioxid wirkt bereits in geringeren Konzentrationen als Gift auf die lebenden Organismen und durchdringt die Zellwände. Die Oxidationswirkung ist geringer, wenn auch vorhanden. Oft gerät in Vergessenheit, dass es selbst in der strengen deutschen Trinkwasserverordnung als Desinfektionsmittel zugelassen ist.

Ein Zusammenhang zum pH-Wert besteht nur in geringerem Maße, Chlordioxid wird als saure Lösung dosiert.

Zum Vergleich, Chlordioxid im Trinkwasser

Ein Kreislauf kennzeichnet die Wasser-Aufbereitung im Schwimmbad. Das Trinkwasser wird einmalig gefördert und verbraucht. Trotzdem treten gelegentlich Legionellen auf. Wenn dort die 100KBE/100ml überschritten wurden, dann wird die Desinfektion mit Chlordioxid empfohlen. Die Kontaktzeit zwischen Dosierstelle und der ersten Entnahmestelle ist dabei vollkommen variabel. Fest ist aber die maximale Konzentration von 0,2mg/l an der ersten Entnahmestelle gegeben. Extrem-Konzentrationen von 10mg/l würden die Menschen gefährden.

Beschaffung die Erste:

Zur Herstellung von Chlordioxid gibt es mehrere chemische Verfahren. Allen gemeinsam sollte sein, dass das Ergebnis ungefährlich ist. Lagert man eine Chlordioxid-Lösung wie in einer Wasch-Schüssel, dann verdunstet die Chemikalie. Je höher die Konzentration in der Flüssigkeit, je höher ist die Konzentration in der Luftschicht darüber. Geruch hin oder her, wenn eine kritische Konzentration überschritten wird, dann knallt! Unter Chemikern „neigt zur Explosion“. Deshalb sind nur stark verdünnte Lösungen lagerbar. DVGW-Richtlinien geben Verfahren vor, die sinnvollerweise Konzentrationen kleiner 3g/l erzeugen. In Zeiten der großen Suchmaschinen kann man (leider) alles kaufen.

Viele Fertigprodukte werden mit höheren Konzentrationen von Chlordioxid beworben. Kann hier die Chemie überlistet werden, oder ist der Kunde das Opfer? Nach meiner Erfahrung wird ausgenutzt, dass die DPD-1 Messung nicht zwischen Freiem Chlor und Chlordioxid unterscheiden kann. Setzt man einen Membranbedeckten Sensor ein, ist schnell klar, dass nicht immer Chlordioxid drin ist, wo Chlordioxid draufsteht. Wer mit der DPD-Methode mal nachprüfen will, der eliminiere das Freie Chlor mit Glycin und messe nun Chlordioxid.



Membranbedeckter amperometrischer Sensor, Quelle: aqua&pools

Beschaffung die Zweite:

Man kann natürlich die wesentlichen Komponenten manuell zu einer Reaktion vor Ort bringen und hat Chlordioxid. Achtung, das ist keine Aufforderung! Denn die Risiken der falschen Handhabung sind riesig. Wasser vergessen oder falsche Anteile, schon kann es heftig knallen. Wer es nicht glaubt, der sollte sich vorher mit seiner Versicherung in Verbindung setzen.

Beschaffung die Dritte:

Mindestens ein Hersteller nutzt besondere Ausgangsstoffe für eine chemischen Reaktion. Wird als einer der Ausgangsstoffe Natriumperoxodisulfat eingesetzt, dann erfolgt die Reaktion vergleichsweise langsam. Zitat: „Das patentierte Verfahren hinter DK-DOX® ermöglicht die gefahrlose manuelle Herstellung wirksamen Chlordioxids zur Wasseraufbereitung. Bei der Vereinigung der beiden Eduktkomponenten kommt es zu keiner spontanen Bildung von Chlordioxid. Darüber hinaus werden zu keinem Zeitpunkt der Reaktion explosionsfähige Chlordioxid-Konzentrationen erzeugt. Die einfache und sichere Handhabung von DK-DOX® ist somit jeder Zeit gegeben. Die Berufsgenossenschaft bewertet das Chlordioxidherstellungssystem DK-DOX® als unbedenklich, aus Sicht des Arbeitsschutzes. Der Einsatz der gebrauchsfertigen Lösung als Kanisterware ermöglicht die vielseitige Verwendung in unterschiedlichen Bereichen.“

Quelle: <http://www.dk-dox-brau.de/index.php?id=26>

Beschaffung die Vierte:

Im Zitat steckt der Ansatz für die schnelle Variante. Die größere Zeit der Reaktion zu Chlordioxid wird für den Transport genutzt. Dann ist Chlordioxid erst drin, wenn der Behälter beim Kunden steht. Keine preisgünstige Lösung, aber doch eine Idee für den absoluten Notfall.

Beschaffung die Fünfte:

Die sichere Herstellung von Chlordioxid kann (und sollte) man einer Generator-Anlage vor Ort überlassen. Diese Anlage wird mit Strom, Wasser, Salzsäure und Natriumchlorit versorgt. Achtung, Natriumchlorit NaClO_2 ist nicht das bekannte Salz Natriumchlorid. Die Anlage produziert eine lagerbare Chlordioxid-Lösung mit

maximal 3g Chlordioxid pro Liter. Die Leistung solcher Anlagen wird in Gramm pro Stunde angegeben, deshalb ist es günstig den eigenen Bedarf ebenfalls in dieser Einheit zu kennen. Eine nähere Beschreibung solcher Anlagen ist unter www.aquaandpools.de/innovative-produkte/ zu finden.



Foto 6: Chlordioxid-Generator, Quelle: aqua&pools

Die Entscheidung, welche Methode der Beschaffung günstig ist, hängt natürlich auch von der Größe des Verbrauches ab. Deshalb ist eine kleine Anleitung mit einer Excel-Tabelle in den Tutorials zur Wasser-Desinfektion bei www.aquaandpools.de online. Kommen wir aber endlich zur praktischen Umsetzung:

Der größte Irrtum

... ist das Desinfektionsmittel in den laufenden Strom der Wasser-Spülung zu dosieren. Zitat Umweltbundesamt (ohne Legionellen): 10mg/l Chlor mit einer Einwirkzeit 2h. Mit Legionellen: 50mg/l Chlor mit einer Einwirkzeit 12h oder 10mg/l Chlordioxid mit einer Einwirkzeit von 24h!

Wer bitte will und kann seine Wasser-Spülung auf 12 Stunden verlängern? Bei 60m/h Geschwindigkeit sind das 120m³ Wasser und Abwasser je 1m² Filterfläche. Als Beispiel: 25x10m als Schwimmerbecken ergeben ca. 110m³/h Volumenstrom und 3,7m² Filterfläche. Bei einer Filtergeschwindigkeit von 60m/h werden also 440m³ Wasser ins Abwasser geschickt. Das Becken muss 1,75m tief sein, damit der Inhalt für eine Filterspülung reicht. Spaß beiseite, die volumenstrom-proportionale Dosierung in das Spülwasser ist unsinnig, da muss der riesige Verbrauch an Chlor oder Chlordioxid nicht nachgerechnet werden.



Foto 7: Ein Eindruck vom Chlorverbrauch, Quelle: Fotolia

Die logische Empfehlung

... muss lauten:

1. Den normalen Spül-Ablauf ohne Desinfektionsmittel durchführen, denn hier ist die Kontaktzeit ohnehin zu kurz.
2. Nach der Wasserspülung stoppen und einen neuen Schritt einfügen. Zur Vorbereitung sollte man das vorhandene Rest-Wasser (Volumen – Filtersand) einmalig errechnen oder praktisch testen.
3. 10mg Chlordioxid je Liter Wasser dieses vergleichsweise kleinen Rest-Wasser-Volumens eindosieren.
4. Einen sehr kurzen Luft-Spül-Stoß geben (nur wenige Luftblasen) damit sich das Chlordioxid im Wasservolumen verteilt und rückwärts am Ende des Luft-Spül-Stoßes auch die zuständige Rohrleitung erreicht und desinfiziert.
5. Wartezeit 24h. Nicht erschrecken, dazu weiter unten die Möglichkeit der Reduktion.
6. Mit dem Schritt „Erstfiltrat“ den Ablauf wieder aufnehmen.

Für mich ist der Ansatz, viel Desinfektionsmittel über lange Zeit in den Filter zu geben, absolut nicht zufriedenstellend. Woher kommt er? Nach meiner Meinung aus der Unsicherheit der Experten über die Ergebnisse. Das kostet alles Zeit und Geld, aber im Abschnitt Fehlerbetrachtung hatten wir die Unsicherheit ja bestätigen müssen. Getreu dem Motto: „Über den Teller-Rand geblickt!“ wechseln wir zur Frage:

Was hat ein Sandfilter und ein Kühlturm gemeinsam?

Antwort: Die idealen Lebensbedingungen für Legionellen und die direkte Wirkung der Legionellen auf Menschen. Nicht zu vergessen, auch die Schadens-Ersatz-Ansprüche der erkrankten Menschen. Auch in der Branche der Wasseraufbereitung für Kühltürme muss die Biologie in den Griff bekommen werden. VDI und Umweltbundesamt erhöhen mit Regeln und Vorschriften seit einiger Zeit den Druck auf die Betreiber. Wesentlicher Punkt: Alle Kühltürme werden in einem Register erfasst und müssen von einem akkreditierten Labor regelmäßig kontrolliert werden. Das akkreditierte Labor



Foto 8: Kühlturm in Portugal während der Desinfektion

ist dann sogar verpflichtet, gefundene Legionellen an das Amt zu melden. Das Amt wiederum darf eine sofortige Schließung anordnen.

Das Problem ist aber ähnlich: Die lange Zeit zwischen Probenahme und vorliegenden Ergebnissen. Wechseln wir mal in die allgemeine Industrie, nehmen wir eine Brauerei als Beispiel. Wenn deren Wasser mit Legionellen verseucht ist, dann muss vermutlich die

Produktion von 13 Tagen (seit der Entnahme der Probe) entsorgt werden. Der Schaden wäre riesig. Zur Entlastung, ich kenne keine Brauerei, die diese Unsicherheit nicht von vorn herein durch permanente Dosierung von Chlordioxid ausschließt. Nachfolgendes Foto zeigt eine Brauerei in Äthiopien, deren Chlordioxid-Anlage ich selbst mehrere Monate vor Beginn der Produktion in Betrieb genommen habe.

**STADT
VAIHINGEN
AN DER ENZ**

Die Stadt Vaihingen an der Enz sucht zum nächst möglichen Zeitpunkt für das Enztalbad, eine/n

Geprüfte/r Meister/ in für Bäderbetriebe/ Schwimmmeister/in (w/m/d)

Entgeltgruppe 8 TVöD

Die Stelle kann auch in Teilzeit besetzt werden. Für Vollzeitnahe- und Tandembewerbungen sind wir offen.

Voraussetzung für die Stelle ist eine abgeschlossene Ausbildung zur/zum geprüften Meister/in für Bäderbetriebe/Schwimmmeister/in oder zur/zum Fachangestellten für Bäderbetriebe/Schwimmmeistergehilfen/gehilfin mit einer zusätzlichen Qualifikation (z.B. Bäderbetriebsmanagement) und die Bereitschaft die Fortbildung zur/zum Meister/in berufsbegleitend zu absolvieren. Die Fortbildung wird durch die Stadt Vaihingen an der Enz gefördert.

Außerdem setzen wir besucherorientiertes und sicheres Auftreten, gute Kenntnisse im Bereich der Bädertechnik und die Bereitschaft im Schichtdienst und an Wochenenden zu arbeiten sowie die Teilnahme am Rufbereitschaftsdienst, voraus. Als persönliche Eigenschaften sollten Sie flexibel, zuverlässig und an eigenverantwortliches, selbstständiges Arbeiten gewöhnt sein.

Die Aufgaben:

- Beaufsichtigung des Badebetriebs
- Überwachung der technischen Anlagen
- Mitarbeit bei der Vor- und Nachbereitung des Saisonbetriebs im Hallen- und Freibad
- Pflege- und Reparaturarbeiten
- Reinigungs- und Desinfektionsarbeiten
- Verantwortung für die Ausbildung von Nachwuchskräften
- Erteilen von Schwimm- und Aqua Fitness-Kursen
- Mitwirkung bei der Durchführung von Veranstaltungen
- Stellvertretung des Betriebsleiters bei Abwesenheit

Wir bieten:

- ein abwechslungsreiches und verantwortungsvolles Tätigkeitsfeld
- ein aufgeschlossenes und sympathisches Team
- Sozialleistungen nach dem TVöD
- Hilfe bei der Wohnungssuche

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung bis spätestens **Montag, den 17.09.2018**. Für Fragen stehen Ihnen Herr Wurst, Betriebsleiter Enztalbad Telefon 07042 970130 oder Herr Werner, Personal- und Organisationsabteilung, Telefon 07042 18361 gerne zur Verfügung.

Bewerbungen mit den üblichen Unterlagen bitten wir zu richten an:

Stadtverwaltung
Vaihingen
an der Enz
Postfach 1180
71654 Vaihingen
an der Enz

Telefon
07042 970130
07042 18361

www.stelleninserate.de



Foto 9: Baustelle der Brauerei in Debre Birhan, Äthiopien 2015, Quelle: aqua&pools · Mehr Infos dazu findet man auf den Referenzen der Webseite.

So sitzen zurzeit auch viele Betreiber von Kühltürmen vor dem oben beschriebenen Wechselspiel zwischen gefühlter Sicherheit aus (noch mehr) Labor-Untersuchungen, erkannter Unsicherheit aus der Wartezeit auf die Ergebnisse und dem Risiko der Abschaltung der Anlage.

Alle drei Faktoren könnte man beseitigen, wenn man über eine schnellere Methode zu Feststellung der Konzentration der Legionellen in einer Probe verfügen würde. Man stelle sich vor, man könnte eine Probe nehmen und wüsste nach 1 Stunde, wie viele lebende fortpflanzungsfähige Legionellen der gefährlichen Untergruppen in der Probe sind. Denn das sind genau die Eigenschaften, die für die Untersuchung im Labor auch notwendig sind. Ihr ahnt sicherlich was jetzt kommt: „Gibt's schon!“

Mobiles Legionellen Labor

Mit einer Stunde konzentrierter Tätigkeit und dem erforderlichen Gerät weiß man, wie viele Legionellen aktuell in der Probe sind. Eine Beschreibung der Funktion würde hier ein paar weitere Seiten „verschlucken“, deshalb für alle die mehr wissen wollen: www.aqua-andpools.de/innovative-produkte/.



Foto 10: Mobiles Legionellen Labor

Wichtig zu wissen ist, dass die Methode des Mobilen Legionellen Labors zwar international genutzt wird, aber in Deutschland durch akkreditierte Labore nicht genutzt werden darf. Wenn das Labor sich nach 13 Tagen mit schlechten Ergebnissen auf den Weg zum Amt machen muss, hatte der Besitzer eines Mobilen Legionellen Labors fast 2 Wochen Zeit für Gegenmaßnahmen.

Wer dieses Gerät besitzt oder einen kennt, der es besitzt, ist jetzt bereit für die ...

Optimierung

... des Spülablaufes. Denn jetzt kann man schon während der Desinfektion beobachten, was man erreicht hat. Das erste Ziel sollte die Verringerung der Zeit sein, damit die Filter wieder ihren Zweck erfüllen können. Achtung, einen zweiten Versuch für diese Beobachtung sollte es nicht geben. Deshalb übt man vor der Spülung die Messung am (vermeintlich) verkeimten Filter. Die Handhabung des Mobilen Legionellen Labors muss sitzen, optimal bei zwei Personen. Die notwendigen Chemikalien kosten Geld, aber die mögliche Einsparung rechnet sich leicht dagegen. Wenn der Ablauf der Auswertung also sitzt, entnimmt man 1,5 Stunden vor der ersten „scharfen“ Spülung eine Probe und wertet aus. 15 Minuten nach der Dosierung des Desinfektionsmittels wird die erste Probe entnommen und sofort mit der Auswertung begonnen. Bei 30 Minuten Einwirkzeit wird eine zweite Probe genommen und parallel ausgewertet. Dazu ist die zweite Person vorteilhaft. Nach 60 Minuten wird die dritte Probe und danach stündlich eine weitere Probe.

Vermutlich wird es nicht so weit kommen. Denn bei 10mg/l Chlordioxid sollten die Legionellen bereits nach 15 Minuten im Reich der Träume angelangt sein. Geringere Abstände als 15 Minuten sind schwierig mit einem Gerät zu erreichen, da die Einzelschritte der Auswertung meist 5 oder 10 Minuten lang sind. Außerdem erscheinen 15min Pause in der Filterspülung zumutbar.

Von der Zeit danach:

Was passiert, wenn wir bei der Filter-Desinfektion erfolgreich waren? Die Biologie ist vom Chlordioxid „erledigt“, aber noch im Filter. Man könnte eine zweite Filterspülung nachschieben, die den toten Biofilm austragen soll. Aber egal ob Nährstoffe mehr oder weniger vorhanden sind, die „desinfizierten“ Oberflächen werden wieder besiedelt.

Biologische Desinfektion

In anderen Systemen könnte man jetzt den Platz nach der Desinfektion mit Bakterien aus der „Probiotischen Gruppe“ besetzen, aber die vertragen sich nicht mit der laufenden chemischen Desinfektion unserer technisierten DIN-Filter-Welt. Auf ein paar Details der Biologischen Desinfektion werde ich in einem späteren Beitrag eingehen, gegebenenfalls stelle ich die Erläuterung in Kürze online.

Der Biofilm beginnt sofort nach der Desinfektion mit der erneuten Ansiedlung. Wie schnell das geht, ist der Hebel für ...

Optimierung, die Zweite!

Wenn wir nach der Desinfektion tägliche Proben nehmen und mit dem Mobilien Legionellen Labor untersuchen, dann erkennen wir schnell den zeitlichen Verlauf der Infektion. Wir können also eine Prognose abgeben, nach wie vielen Tagen die Desinfektion wiederholt werden müsste. Ist dies länger als eine Filterspülung, die wegen steigendem Differenzdruck ausgeführt werden muss, oder ist es sogar kürzer? Die Abstände zwischen den Filterspülungen können also (natürlich regelkonform) angepasst werden. Nun zur

Optimierung, die Dritte!

Wenn man nun weiß, nach welcher Zeit das Ergebnis zufriedenstellend ist, kann die Konzentration des Desinfektionsmittels reduziert werden. In jeder Filterspülung wird die Konzentration der vorangegangenen Filterspülung halbiert bis Legionellen in der 15-Minuten-Probe nachweisbar sind. Für die vorangegangene Konzentration des Desinfektionsmittels besteht dann eine ausreichende Sicherheit. Natürlich ist es für diese Messung erforderlich, immer auch zu pausieren bis mit einer zweiten Messung die Legionellen-Freiheit des Filters nachgewiesen ist. Die Badegäste sind schließlich keine Versuchspersonen.

Optimierung für alle,

die es trotzdem mit Chlor versuchen wollen. Das Chlor tötet die Amöben, die darin befindlichen Legionellen vermehren sich weiter – bis die Schutzhülle „Amöbe“ platzt. Bis dahin ist ein Tal in den

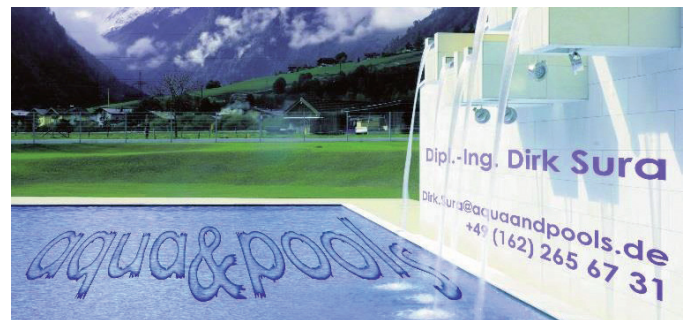
Ergebnissen, um dann umso schneller wieder über das Vor-Niveau zu steigen. Eine Untersuchung der Legionellen-Population sollte also den Rhythmus der platzenden Amöben-Kapseln berücksichtigen. Erfahrungsgemäß nach 4 Tagen wird die nächste Desinfektion fällig.

Zusammenfassung

Vielleicht konnten wir das Chaos vom Anfang etwas strukturieren. Die Vorschriften und Regeln lassen uns über weite Strecken allein. Aber mit „über den Teller-Rand geblickt“ und etwas Beharrlichkeit findet sich ein eventuell nicht so teurer Weg zum gleichen Ziel. Nicht immer ist der Weg in einer Vorschrift beschrieben und trotzdem kürzer.

Vielen Dank für das Interesse!

Ich freue mich über jede Rückmeldung.



SCHWIMMABZEICHEN UND URKUNDEN

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

immer wieder werden wir hier in der Bundesgeschäftsstelle mit der Frage konfrontiert: „wo bekomme ich eine Prüf-Nummer her?“

Alle Fachkräfte sind laut der Deutschen Prüfungsordnung für Schwimmen, Retten und Tauchen automatisch abnahmeberechtigt und sollen dieses eben nur mit ihrem Namen und Dienstbezeichnung beurkunden, also **Stempel und Unterschrift**.

Die Prüfernummern sind ausschließlich für die Prüfer vergeben worden, die im Auftrag von Sport- oder Wasserrettungsorganisationen Abnahmen vornehmen.

Ihren persönlichen Dienststempel können Sie bei unserem Vertragspartner, der Firma Schwimmsport Meyer, nach Vorlage des Gesellen- oder Meisterbriefes in Kopie (jpg- oder pdf-Format) unter Bestellung@schwimmsport-Meyer.de bestellen oder im Shop unter www.bds-ev.de.

Mit freundlichen Grüßen
BDS e.V./Bundesgeschäftsstelle



Das Mineralfreibad Oberes Bottwartal wird als Zweckverband der Gemeinde Oberstenfeld (Kreis Ludwigsburg) und der Stadt Beilstein (Kreis Heilbronn) geführt. Seine landschaftlich sehr reizvolle Lage und die vielen Attraktionen – unter anderem mehrere Wasserrutschen, ein Wellnessbereich, eine Trampolinanlage, ein großer Kinderbereich und viele mehr – machen das Bad zu einer wichtigen Freizeitanlage in der Region. Die sanitären Anlagen werden im Winter 2018/2019 vollständig neu saniert. Auch die Technik ist auf einem modernen Stand und sorgt für einen hochwertigen Gesamteindruck.

Wir suchen zum **1. März 2019** als Verstärkung für unser Freibadteam mehrere

Rettungsschwimmer (100 %) / Fachangestellte für Bäderbetriebe (100 %).

Zu Ihren **Aufgaben** gehören insbesondere die Aufsicht und Überwachung des Badebetriebs, die Betreuung und Animation der Badegäste sowie die Pflege und Wartung der Technik und Außenanlagen.

Wir erwarten

- flexible Einsatzbereitschaft
- aufgeschlossenes und besucherfreundliches Auftreten
- eigenverantwortliches Handeln
- Bereitschaft an Wochenenden zu arbeiten (während der Freibadsaison)
- Teamfähigkeit

Sie erwarten

- ein vielseitiges und verantwortungsvolles Aufgabengebiet
- ein motiviertes Team und ein angenehmes Arbeitsklima
- eine unbefristete und ganzjährige Beschäftigung (100%)
- leistungsgerechte Bezahlung nach TVöD

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!

Bitte senden Sie uns Ihre aussagekräftigen Bewerbungsunterlagen bis spätestens **15. Oktober 2018**. Gerne auch per E-Mail an: mayer@oberstenfeld.de. Zur Beantwortung Ihrer Fragen steht Ihnen Frau Mayer sehr gerne telefonisch unter 07062 261-39 oder per E-Mail zur Verfügung.

Zweckverband Mineralfreibad Oberes Bottwartal
Großbottwarer Str. 20
71720 Oberstenfeld

www.freibad-oberes-bottwartal.de

MINERALFREIBAD
Oberes Bottwartal
Beilstein, Oberstenfeld

