

# Qualitätssichere Wasseraufbereitung in Floatingbecken

## Bemessungskriterien

Dipl.-Ing. Alexander Reuß, Ospa Schwimmbadtechnik, Mutlangen, und Dr. Dirk Peter Dygutsch, Dr. Nüsken Chemie GmbH, Kamen

Floating (engl. *schweben, treiben*) ist eine Entspannungstechnik, bei der Personen mit Hilfe von konzentriertem Salzwasser in einem speziellen Floatingbecken nahezu schwerelos an der Wasseroberfläche treiben. Abgeschottet von Außenreizen wird eine Tiefenentspannung, vergleichbar einer leichten Trance, angestrebt. Ohne den Einfluss von äußeren Reizen kommt es bereits nach kurzer Zeit zur Tiefenentspannung und zu einem neuen Körpergefühl. Floating erfreut sich steigender Beliebtheit. Die medizinische Wirkung von Floatinganwendungen ist seit ihrer Entdeckung Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen. Bereits heute wird Floaten im Hochleistungssport von Therapeuten und Medizinern wegen dadurch verkürzter Regenerationsphasen angewendet. Positive Berichte von Floatinganwendungen finden sich auch bei der Schmerztherapie und beim Stressabbau. Im Wellness-Bereich kommen vor allem der Wohlfühl- und Erlebnisfaktor hinzu.

In einem Floatingbecken muss der Hygiene die gleiche Aufmerksamkeit geschenkt werden wie einem normalen Schwimmbecken, denn dem Infektionsschutzgesetz muss auch hier Rechnung getragen werden. D. h., es muss ebenso regelmäßig gereinigt werden, es muss

auf die Einhaltung der Hygienehilfsparameter geachtet werden, die ordnungsgemäße Rückspülung der Filter muss gewährleistet sein, die Anlagen müssen gewartet und vorbeugend instand gehalten werden usw. Kurz: Die hygienischen Anforderungen, welche die DIN 19 643 stellt, sollten in einem Floatingbecken genauso eingehalten werden.

Floatingbäder sind eher für Einzelanwendungen, also für eine, maximal zwei Personen, gedacht. Zum Konzept des Floatens gehört es, abgeschottet von Außenreizen, d. h. bei absoluter

Ruhe, eine Tiefenentspannung zu erreichen. Aus diesem Grund darf das Wasser im Becken während der Anwendung auch nicht umgewälzt werden, denn damit verbunden wären beispielsweise unerwünschte Abflussgeräusche. Da es unwirtschaftlich ist, die Sole nach jedem Badegang zu ersetzen, muss das Wasser nach jeder Anwendung separat aufbereitet werden. Die Aufbereitung soll gewährleisten, dass für jeden Badegast hygienisch einwandfreie Sole zur Verfügung steht. Durch kurze Aufbereitungs- und Reinigungszyklen soll eine möglichst hohe Belegungsrate der Becken erreicht werden.



■ Abbildung 1: Floatingbecken in Nagold; Foto: Salaveo by Anja Aldinger

Aufgrund dieser Besonderheiten kann grundsätzlich festgehalten werden, dass die Wasseraufbereitung für ein Floatingbecken von der üblichen Aufbereitung nach DIN 19 643 in folgender Weise abweicht und, um einen wirtschaftlichen Betrieb zu gewährleisten, sogar abweichen muss:

- Chargenaufbereitung des Badewassers,
- fehlende Beckenhydraulik, da die Wasseraufbereitung nach Ablassen des Beckens über einen separaten Behälter realisiert wird,
- Nutzung eines Floatingbeckens als Single-Floating und/oder Paar-Floating,
- Füllwasserzugabe unterschreitet den in der DIN 19 643 geforderten Wert von 30 l pro Badegast.

Für Floatingbecken gibt es derzeit keine gültige Norm. Die von der DIN 19 643 gestellten Anforderungen, z. B. an die Beckenhydraulik und Füllwasserzugabe, können aufgrund der völlig verschiedenen Natur des Baderlebnisses nicht vollständig umgesetzt werden.

Es stellt sich deshalb die Frage, wie Floatingbeckenwasser aufbereitet werden sollte, damit eine hygienische Unbedenklichkeit erreicht wird. Sollten beim Floating die gleichen Parameter wie in einem nach DIN 19 643 betriebenen Schwimmbad gelten? Kann man als gegeben voraussetzen, dass hygienische Aspekte beim Paar-Floating eine untergeordnete Rolle spielen, weil man davon ausgehen muss, dass diese Anwendung ohnehin nur von Menschen gewünscht wird, die sich auch sonst körperlich sehr nahe sind?

Derzeit wird die Filtration in vielen Floatinganwendungen über einen Kartuschenfilter realisiert. Kartuschenfilter sind nach der derzeit gültigen Fassung der DIN 19 643 aufgrund hygienischer Bedenken unzulässig und werden dies nach dem Entwurf der neu überarbeiteten Fassung auch bleiben. Sollte deshalb bei Floatingbecken die Vorgabe gemacht werden, dass

nur in der DIN 19 643 festgelegte Filtrationsarten zu verwenden seien?

Ebenso stellt sich die Frage nach der Definition eines Floatingbeckens. Sind hier die sog. Floatingtanks hinzuzurechnen? Floatingtanks haben einen relativ geringen Platz- und Investitionsbedarf; dennoch geht der Trend hin zu optisch ansprechenden, luxuriöseren Floatinganlagen mit offenen Becken in einem separaten Raum. Die Akzeptanz dieser Anlagen beim Gast ist dadurch wesentlich höher. Das Gefühl der Enge in Floatingtanks weicht dem großzügigen Raumeindruck; außerdem ist der Einstieg in das Becken deutlich bequemer, von der Möglichkeit der Reinigung gänzlich abgesehen.

Die Erarbeitung einer separaten Norm oder Richtlinie für Floatingbecken mit eigenen Anforderungen an die Wasseraufbereitung erscheint im Lichte der o. g. Kriterien und Überlegungen sinnvoll. Im Folgenden wollen die Autoren aufzeigen, wie eine Wasseraufbereitung aussehen könnte, welche die Erfüllung der hygienischen Anforderungen gewährleistet.

### **Besondere Anforderungen an die Wasseraufbereitungsanlagen**

Bei Floatinganlagen sind nicht nur die hygienischen Aspekte eine Herausforderung, sondern auch die Auswahl der Materialien für Becken und Wasseraufbereitung. Aufgrund der hohen Aggressivität des mit Chlorid (oder Sulfat bei Verwendung von Magnesiumsulfat) hochangereicherten Wassers und der damit verbundenen besonderen Anforderungen bedarf es besonders korrosionsbeständiger Anlagenkomponenten. Alle mit Solewasser in Berührung kommenden Anlagenteile, wie z. B. Beckeneinbauteile, Pumpen, Filteranlagen oder das Becken selbst, sind daher aus Materialien herzustellen, die für die jeweils verwendete Sole ausreichend korrosionsbeständig sind. Hierzu eignen sich u. a. Kunststoffe. Des Weiteren muss eine spezielle Messelektronik mit Eignung

für konzentrierte Sole zur Bestimmung der Hygienehilfsparameter eingesetzt werden.

### **Prinzipielle Auslegung einer Floatinganlage**

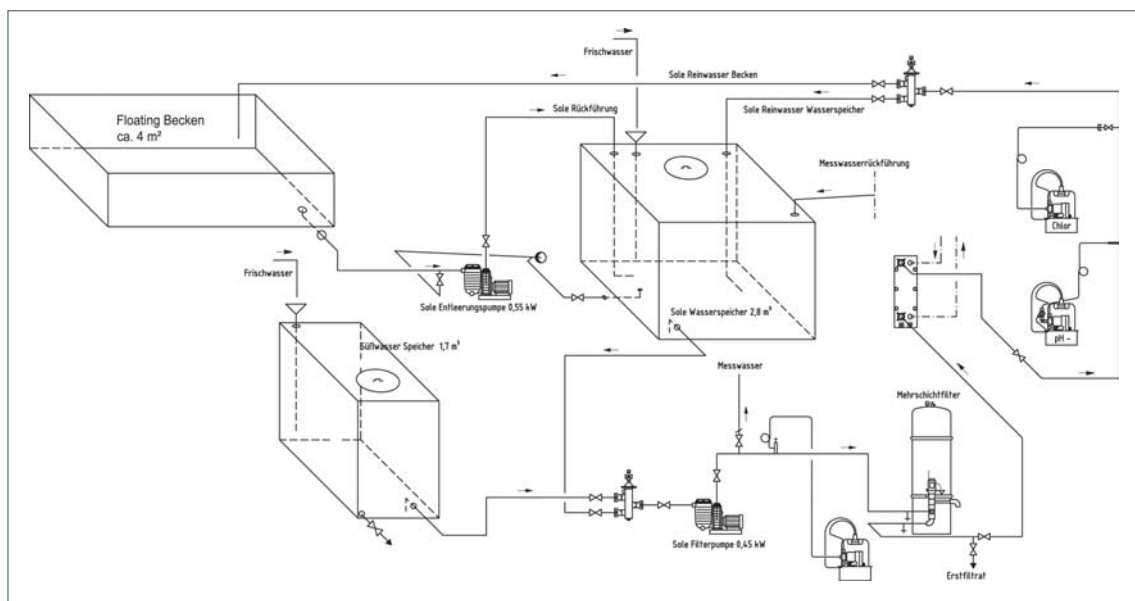
In Nagold im Nordschwarzwald wurde eine Anlage (Salveo by Anja Aldinger) realisiert, bei der alle o. g. Punkte Berücksichtigung fanden. Mangels einer speziell auf Floatingbecken zugeschnittenen Norm hat man sich – in Abstimmung mit dem zuständigen Gesundheitsamt – an den Vorgaben der DIN 19 643 orientiert. Oberste Priorität wurde dabei der ständigen Einhaltung der Hygienehilfsparameter (freies und gebundenes Chlor, pH-Wert, Redoxspannung) eingeräumt. Daneben galt es, die Ansprüche der Bauherrschaft an einfache Bedienung und individuellen Komfort zu erfüllen; schließlich soll das Floating für die Badegäste ein ganz besonderes Erlebnis sein.

Die Anlage wurde wie nachfolgend ausgeführt ausgelegt und installiert (siehe Abbildung 2):

#### **Solebereitung/Solewasserspeicher**

Im 2,8 m<sup>3</sup> großen Solespeicher und -bereiter wird eine gesättigte Solelösung hergestellt. Gleichzeitig dient dieser Speicher als Umwälztank für die Sole außerhalb der Nutzung. Im Gegensatz zu einem konventionellen Becken ist dieser Speicher also kein Schwallwasser- oder Spülwasserspeicher, sondern stellt eher das „Becken“ dar, denn das Wasser wird während des Aufbereitungsbetriebs ständig über diesen Wasserspeicher umgewälzt, um Stagnationen und damit verbundene Verkeimungen zu vermeiden.

Die Solekonzentration wird im Speicher über eine Leitwert-Messzelle erfasst und über einen Steuercomputer automatisch geregelt. Die Lüftungsanlage des Technikraums ist speziell für chloridhaltige Luft ausgelegt. Als Salz kommt Halit-Salz aus dem Himalaya (im Wesentlichen bestehend aus Natriumchlorid) mit < 100 mg/kg TS Bromid zum Einsatz.



■ **Abbildung 2:**  
Installationsschema  
des Floatingbeckens  
im Salveo by Anja  
Aldinger

### **Umwälzpumpe**

Zur Umwälzung der gesättigten Sole, zur Befüllung des Beckens und zur Spülung des Filters wird eine 0,45 kW drehzahlgeregelte Kunststoffpumpe eingesetzt. Die Pumpe ist mit einem Vorsieb zum Schutz gegen evtl. Festkörper im Fördermedium ausgestattet. Der Siebeinsatz im Vorsiebtopf ist aus korrosionsbeständigem Werkstoff.

### **Flockung**

Das Flockungsmittel auf Basis von Polyaluminiumchlorid (PAC) wird kontinuierlich vor dem Filter mit einer Dosierpumpe in die Rohwasserleitung dosiert.

### **Mehrschichtfiltration**

Für die Filtration kommt eine vollautomatische Mehrschichtfilteranlage mit Umsteuerventil zur automatischen Filterspülung zum Einsatz. Die Filterkessel sind entsprechend korrosionsbeständig. Der Filterdurchmesser beträgt 500 mm, die Filterschichthöhe ca. 600 mm (320 mm Filterquarzsand 0,4 - 0,8 mm und 280 mm Hydroanthrazit H 0,6 - 1,2 mm). Der Umwälzvolumenstrom beträgt 6 m<sup>3</sup>/h, die Filtrationsgeschwindigkeit 20 m/h und die Spülgeschwindigkeit ca. 50 m/h.

### **Beckenkörper**

Das Becken besteht aus einem ca. 4 m<sup>2</sup> großen Polymer-Kunststoff-Beckenkörper, dessen Rand mit Natursteinen aus-

gekleidet ist. Von außen sind aus ästhetischen Gründen Salzsteine angeordnet. Es handelt sich hierbei um das gleiche Salz, das für die Bereitung der Sole verwendet wird. Hydraulische Umsteuerventile sorgen für die Umschaltung zwischen Solespeicher und Floatingbecken sowie für die Restentleerung des Floatingbeckens in den Kanal. Niveauelektroden steuern das Niveau im Solespeicher und im Floatingbecken. Es handelt sich dabei um keinen geschlossenen Floatingtank, sondern um ein in den Raum integriertes Becken (siehe Abbildung 1).

### **Süßwasserspeicher**

Da die Beschaffung der Sole mit hohen Kosten verbunden ist, wird der Filter mit Süßwasser gespült. Als Spülwasservorlage dient ein 1,7 m<sup>3</sup> großer Speicher, der unmittelbar vor der Spülung mit Leitungswasser gefüllt wird. Eine separate Chlorung des Frischwassers erfolgt deshalb nicht.

### **Entleerungspumpe**

Die Entleerung erfolgt über eine 0,55 kW Kunststoffpumpe mit Vorsiebtopf. Die Fördermenge beträgt 5 m<sup>3</sup>/h.

### **pH-Korrektur**

Die Zugabe der pH-Korrekturmittel erfolgt über eine Dosierpumpe mit Frequenz- und Hubverstellung zur Leistungsanpassung.

### **Beheizung**

Für die Beheizung des Beckens wurde ein Plattenwärmetauscher aus Titan installiert. Die Beheizung erfolgt über einen Anschluss an die zentrale Warmwasserheizung in solebeständiger Ausführung mit Zirkulationspumpe oder Ventilsteuerung. Die Wärmeleistung beträgt ca. 8,5 kW bei 60 °C Vorlauftemperatur. Alternativ ist eine elektrische Beheizung möglich.

### **Desinfektion**

Eine ständige und kontinuierliche Desinfektion im Becken muss vorhanden sein, um eine Keimübertragung zwischen den Badenden zu vermeiden und aus der Umgebung eingebrachte Mikroorganismen sicher und schnell abzutöten. Hierzu wird eine Chlordosierpumpe verwendet, welche die benötigte Menge an Natriumhypochlorit-Lösung automatisch aus einem Kanister dosiert.

### **Messtechnik, elektrische Steuerung**

Ein kompakter Steuercomputer (siehe Abbildung 3) dient der zentralen Anzeige, Regelung und Steuerung von freiem Chlor, pH-Wert, Redoxspannung, Badewassertemperatur, Salzgehalt, Filterpumpen, Filterspülzeiten usw. Alle elektrisch angeschlossenen Komponenten der Aufbereitungsanlage sind in einem Steuer-schrank zusammengefasst. Über den Steuercomputer erfolgt auch die Regelung



■ Abbildung 3: Steuercomputer

der Solekonzentration im Becken. Der Bildschirm zeigt die Wasserwerte pH-Wert, Redoxspannung, freies Chlor sowie die Soletemperatur und Solekonzentration an. Weichen diese von den eingestellten Sollwerten ab, werden die angeschlossenen Dosieranlagen angesteuert und die Wasserwerte automatisch korrigiert. Der Wasseraufbereitungsprozess wird vom Befüllen bis zum Entleeren des Beckens vollautomatisch gesteuert.

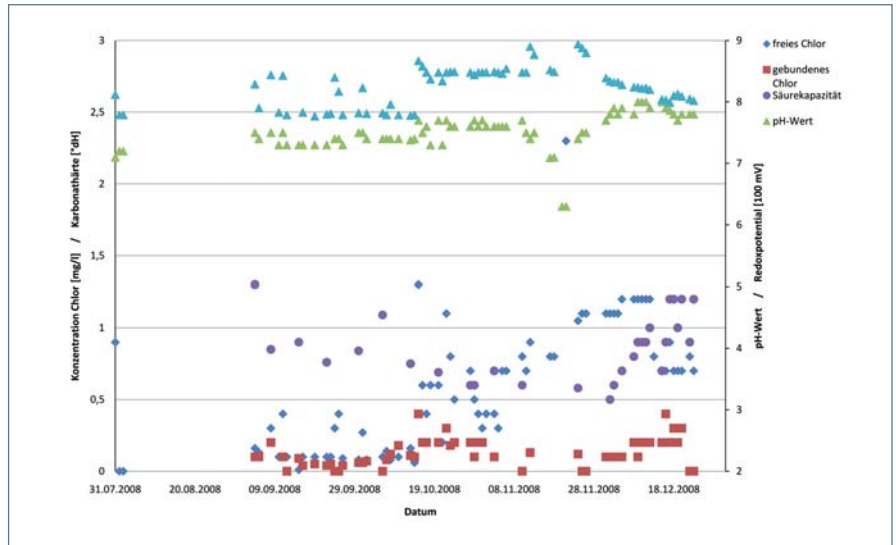
Der Aufbereitungszyklus ist mit 20 min ausreichend kurz und ermöglicht so eine hohe Belegungsrate.

### Auswertung der Messdaten

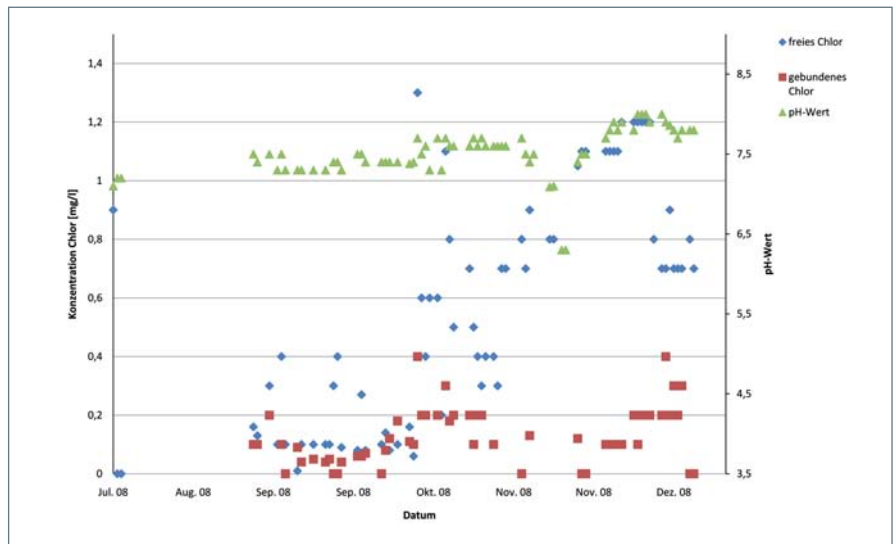
In Abstimmung mit dem Gesundheitsamt wurde vereinbart, dass die Anlage – wie in jedem anderen öffentlichen Bad – regelmäßig auf mikrobiologische Parameter untersucht werden soll. Außerdem wurde in Anlehnung an die DIN 19 643 das Führen eines Betriebsbuches vereinbart.

### Hygienehilfsparameter

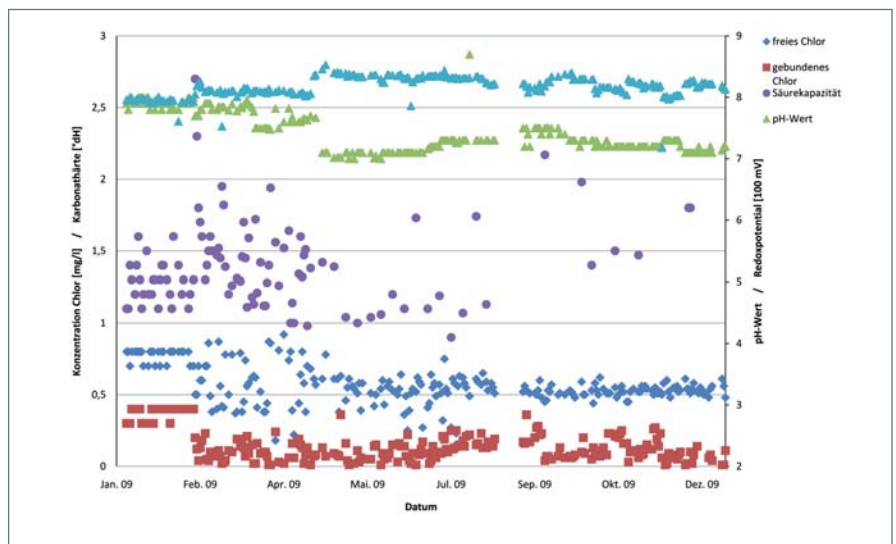
Die Daten aus dem Betriebsbuch wurden seit Inbetriebnahme im Jahr 2008 bis August 2010 ausgewertet (siehe Abbildungen 4 bis 9). Es ist zu erkennen, dass es insbesondere in der Anfangszeit (Juli 2008 - Januar 2009) größere Schwankungen in Bezug auf freies Chlor und gebundenes Chlor gab und der pH-Wert relativ hoch war, an Problemen mit der photometrischen Messung bei hohem Salzgehalt lag und im Februar 2009 behoben wurde. So lagen die Konzentrationen freien Chlors zeitweise bei >1,0 mg/l. Ab Februar 2009 sind die



■ Abbildung 4: Wasserwerte 2008



■ Abbildung 5: Chlor und pH-Wert 2008



■ Abbildung 6: Wasserwerte 2009



## WaterVision

Marktführer LED Unterwasserbeleuchtung

**Über 1000 Europäische Schwimmbäder haben bereits WaterVision Scheinwerfer installiert und profitieren von:**

**Hoher Leuchtkraft:**  
bis zu 32.000 Lumen

**Langer Lebensdauer:**  
9 Jahre keine Lampen mehr wechseln

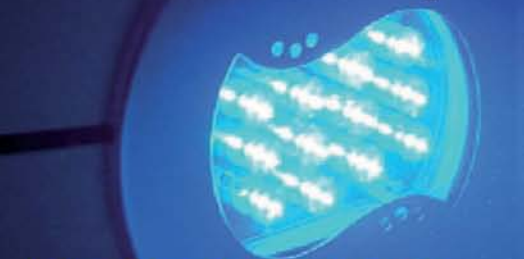
**Hoher Energieeinsparung:**  
Bis zu 90% weniger Energiekosten

**Erhöhter Sicherheit**

**Einfacher Montage:**  
Beleuchtung passt in alle gängigen Einbautöpfe

**Schneller Amortisation:**  
Die Investition ist innerhalb von 10 Monaten zurückverdient

**Höherer Attraktivität:**  
Die Besucheranzahl steigt



**Kontaktieren Sie uns, um einen Termin zur Vorführung unserer gesamten LED-Palette in Ihrem Bad vor Ort zu machen!**

WaterVision GmbH  
Boschstraße 16  
47533 Kleve  
Tel: 02821 8944850  
info@watervision.nl  
www.watervision.de

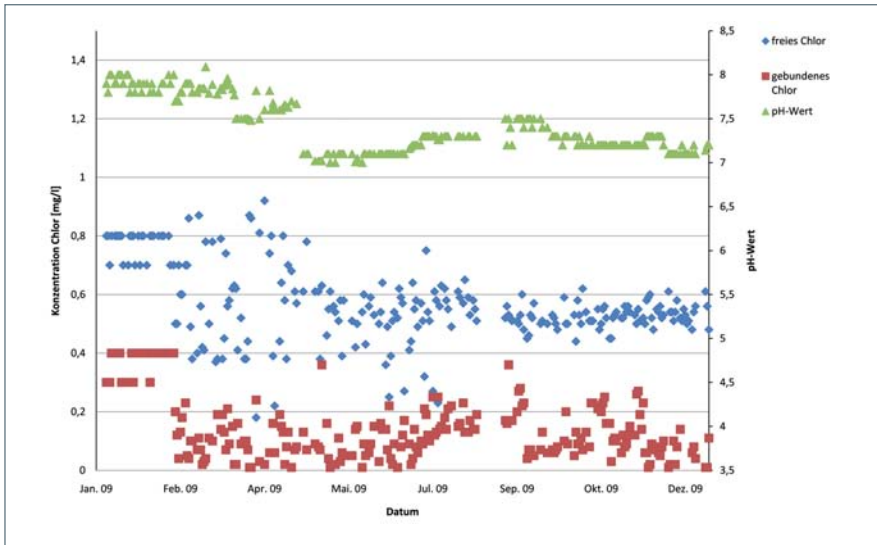


Abbildung 7: Chlor und pH-Wert 2009

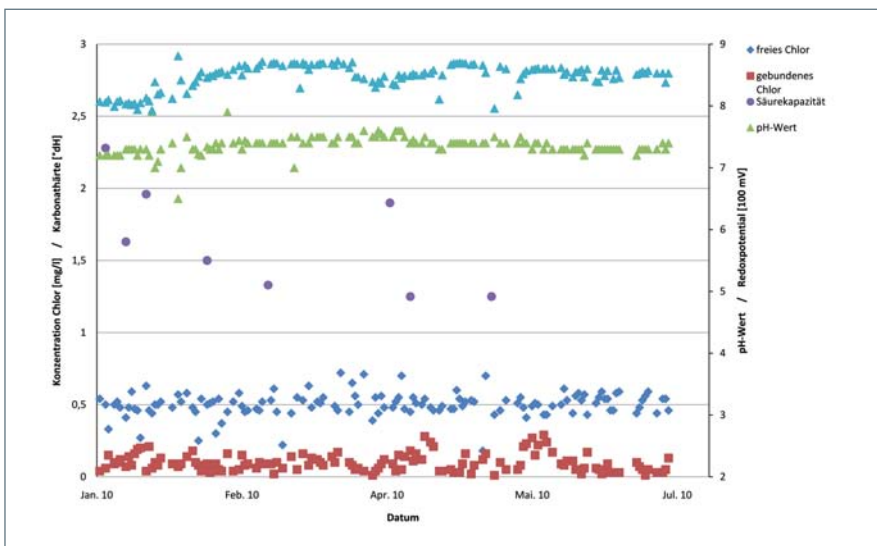


Abbildung 8: Wasserwerte 2010

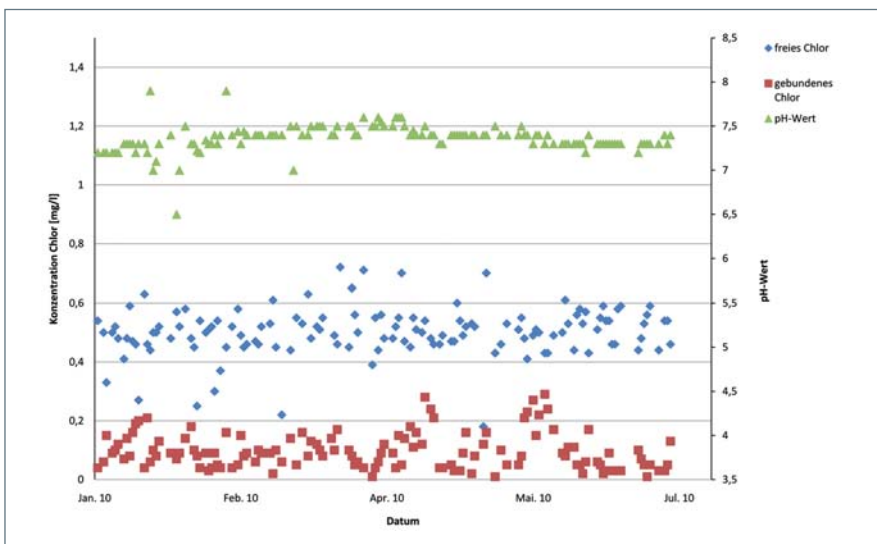


Abbildung 9: Chlor und pH-Wert 2010

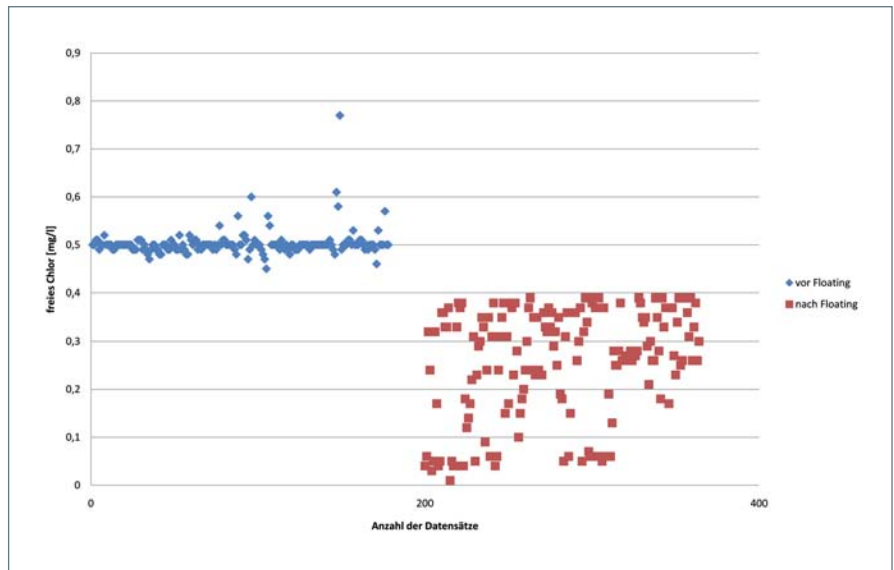
Werte aber bis dato weitgehend stabil geblieben. Das freie Chlor schwankt etwa zwischen 0,4 und 0,7 mg/l, das gebundene Chlor liegt, von wenigen Ausnahmen abgesehen, stets unter 0,2 mg/l. Auch der pH-Wert unterlag in der Anfangszeit größeren Schwankungen, stabilisierte sich aber zwischen 7,0 und 7,4. Die Redoxspannung lag während des gesamten Betrachtungszeitraums stets bei 800 mV oder darüber.

Problematisch ist allein die Säurekapazität. Hier konnte der Mindestwert von 0,71 mmol/l bisher selten eingehalten werden. Dieses kann in der Zukunft sicher noch optimiert werden. Allerdings spielt dieser Wert eine untergeordnete Rolle, solange die mikrobiologischen Parameter eingehalten werden können.

Bei der Betrachtung dieser Ergebnisse gilt es zu bedenken, dass die Wassertemperatur stets bei  $35 \pm 0,5$  °C liegt, denn nur bei dieser Temperatur ist das Floaten über längere Zeit möglich, ohne dass der Badegast nach kurzer Zeit zu frieren beginnt.

Eine entscheidende Rolle spielte auch der Verlauf der Chlorkonzentration während einer Floatinganwendung, stellt sich doch die Frage, ob sie während der gesamten Anwendung ausreichend ist, um bis zum Ende eine Abtötung von Krankheitserregern zu gewährleisten. Dazu wurden die im Zeitraum von August 2010 bis Januar 2011 durchgängig aufgezeichneten Hygienehilfsparameter hinsichtlich der Konzentrationen vor und nach jeder Floatinganwendung ausgewertet (siehe Abbildung 10).

Die Daten der Abbildung 10 zeigen, dass vor dem Floatingvorgang freies Chlor von durchschnittlich etwa 0,5 mg/l und nach der Floatinganwendung von etwa 0,1 bis 0,3 mg/l vorgelegen hat. Im Badewasser liegt also auch nach Ende der Floatinganwendung noch Desinfektionsmittel vor.



■ Abbildung 10: Durchschnittliche Konzentration freien Chlors vor und nach der Anwendung

#### Chemische Untersuchung eines Einmalereignisses

Zusätzlich wurden in einem separaten Versuch die Parameter TOC, Oxidierbarkeit, Chlorat, Nitrat, Ammonium und Phosphat jeweils vor und nach der Benutzung gemessen. Die Ergebnisse sind nur z. T. auswertbar und insofern mit Vorsicht zu betrachten, als nicht ganz klar ist, welche Parameter bei diesen hohen Salzkonzentrationen überhaupt zuverlässig gemessen werden können.

Der nach der Benutzung niedrige TOC-Wert muss in diesem Zusammenhang bereits als Messfehler gewertet werden. Ebenso widersprüchlich ist das Ergebnis in Bezug auf Ammonium. Sowohl Chlorat, Nitrat, Aluminium, Eisen und Phosphat erfahren während der Anwen-

dung keine signifikanten Veränderungen.

Ungewöhnlich ist allerdings der sehr hohe Chloratwert. Er ist wohl zum einen auf die Verwendung von überlagerter Natriumhypochlorit-Lösung zurückzuführen. Zum anderen spielt auch die geringe Wasseraustauschrate und die damit verbundene unzureichende Verdünnung ebenfalls eine Rolle. Unter der Voraussetzung, dass die orale Exposition den Hauptaufnahmeweg für Chlorat darstellt, dürfte die erhöhte Konzentration aber von untergeordneter Bedeutung sein, zumal davon auszugehen ist, dass aufgrund der brechreizverursachenden/abführenden Wirkung keine größere Aufnahme von gesättigter Salzlösung erfolgt.

Bezeichnung der Messgröße	Sole vorher	Sole nachher
TOC [mg/l]	56,5	6,8
Oxidierbarkeit [mg/l]	21,2	23,1
Chlorat [mg/l]	210	210
Nitrat [mg/l]	13	13
Ammonium [mg/l]	0,35	0,14
Phosphat [mg/l]	3,36	3,29
Aluminium [mg/l]	0,1	0,1
Eisen [mg/l]	0,01	0,01

■ Tabelle 1: Ergebnisse der chemischen Untersuchung vor und nach der Anwendung

Während des Versuchs wurden des Weiteren die folgenden Parameter gemessen:

Bezeichnung	Einheit	vorher	nachher	Bemerkungen
pH	[-]	7,35	7,46	Anzeige BlueControl: 7,21
Temperatur	[° C]	-	-	Anzeige BlueControl: 35,7
Redoxspannung	[mV]	-	-	Anzeige BlueControl: 858
freies Chlor	[mg/l]	0,38	0,19	Anzeige BlueControl: 0,5
gebundenes Chlor	[mg/l]	0,04	0,09	
Karbonathärte	[° dH]	8	8	

■ Tabelle 2: Messwerte vor Ort

Die vor Ort beim Versuch gemessenen Parameter zeigen, dass während der Anwendung keine starke Chlorzehrung stattgefunden hat und auch nach Ende der Anwendung noch messbare Chlorkonzentrationen im Wasser vorhanden waren. Die Konzentration des gebundenen Chlors hat unwesentlich von 0,04

auf 0,09 mg/l zugenommen; der pH-Wert wurde nicht signifikant beeinflusst.

#### Mikrobiologie

Wie mit dem Gesundheitsamt vereinbart, wurden nach der Inbetriebnahme in kurzen Intervallen Untersuchungen durchgeführt. Aufgrund fehlender Vor-

gaben für Floatingbecken wurden die oberen Werte der DIN 19 643 als Maßstab herangezogen.

Einen zu beanstandenden Befund gab es nur in der Zeit nach Inbetriebnahme am 6. Oktober 2008; Ursache kann ein Problem mit der Desinfektion gewesen sein:

- Probe 8:25 Uhr (unmittelbar nach Nutzung durch einen Badegast): freies Chlor 0,03 mg/l; Koloniezahl 2 KBE/ml; E. coli 1 KBE/100 ml.
- Probe 9:20 Uhr (unmittelbar nach Nutzung durch einen Badegast): freies Chlor 0,03 mg/l; Koloniezahl 74 KBE/ml, E. coli 0 KBE/100 ml.

Die weiteren Analysen dieses Tages vor und nach diesen beiden Probenahmen sowie die darauffolgende Untersuchung

Datum [dd.mm.jj]	freies Chlor [mg/l]	Koloniezahl bei 36 °C [KBE/1 ml]		Escherichia coli [KBE/100 ml]		P. aeruginosa [KBE/100 ml]		Legionellen [KBE/1 ml]	
		Ergebnis	Norm	Ergebnis	Norm	Ergebnis	Norm	Ergebnis	Norm
06.10.08 8:10 Uhr	k. A.	0	< 100	0	0	0	0	0	0
06.10.08 8:25 Uhr	0,05	2	< 100	1	0	0	0	0	0
06.10.08 9:20 Uhr	0,03	74	< 100	0	0	0	0	0	0
06.10.08 11:00 Uhr	0,03	0	< 100	0	0	0	0	0	0
06.10.08 11:55 Uhr	0,15	0	< 100	0	0	0	0	0	0
11.11.08 7:55 Uhr	1,20	0	< 100	0	0	0	0	0	0
11.11.08 9:20 Uhr	0,19	0	< 100	0	0	0	0	0	0
11.11.08 10:20 Uhr	0,46	0	< 100	0	0	0	0	0	0
11.11.08 10:45 Uhr	0,80	0	< 100	0	0	0	0	0	0
11.12.08	1,49	0	< 100	0	0	0	0	0	0
27.01.09	0,66	0	< 100	0	0	0	0	0	0
22.09.09	0,26	0	< 100	0	0	0	0	0	0
21.01.10	0,36	0	< 100	0	0	0	0	0	0

■ Tabelle 3: Mikrobiologische Daten

am 11. November 2008 ergab keinerlei mikrobiologischen Auffälligkeiten. Auch danach gab es bis dato nie wieder mikrobiologische Beanstandungen.

### **Trihalogenmethane**

In dieser Floatinganlage ist die hohe Konzentration an Trihalogenmethanen (THM) auffällig. Wie der Tabelle 4 zu entnehmen ist, handelt es sich hierbei hauptsächlich um Tribrommethan, was auf den natürlichen Bromidgehalt des verwendeten Natursalzes zurückzuführen ist. Ursache für die erhöhte THM-Bildung scheint die unbenutzte Sole bzw. das hier verwendete natürliche Salz zu sein, da die letzte Untersuchung (03.11.2010) mit frischer Sole durchgeführt wurde, ohne dass ein einziger Badegast die Anlage vorher benutzt hat.

Die THM-Analyse der Raumluft zeigt, dass die Luftbelastung trotz hoher Werte im Wasser eher niedrig ist, was zum einen an der guten Luftaustauschrategie, dem Frischluftanteil etc. liegen dürfte, zum anderen sicherlich auch auf die niedrige Flüchtigkeit des Tribrommethans (Henry-Konstante  $H = 0,025$ , im Vergleich dazu die Henry-Konstante von Trichlormethan  $H = 172$ ) zurückzuführen ist.

Trotzdem laufen derzeit Versuche, das Tribrommethan gezielt auszustrippen.

Bewährt sich diese in anderen Fällen erfolgreich angewandte Methode hier nicht, sollte das Natursalz durch ein künstliches Salz mit möglichst niedrigem Bromidanteil ausgetauscht werden.

### **Weiterentwicklung der Aufbereitungstechnik**

Die beschriebene Technik zur Aufbereitung von Floatingbeckenwasser kam in dieser Art und Weise erstmalig zur Anwendung. Inzwischen wurde die Technik insofern weiterentwickelt (siehe Abbildung 11), dass nun z. B. die Spülung aus dem Becken erfolgt (vorherige Befüllung mit Füllwasser), wodurch ein separater Speicher für Spülwasser und die damit verbundene Kontaminationsgefahr eliminiert wird. Weiterhin ist nur noch eine Pumpe zum Befüllen, Entleeren und Umwälzen erforderlich. Das Wasser wird sowohl vor Befüllung als auch bei Entleeren über den Filter geführt. Aus korrosionschemischen, aber auch aus Gründen der Hautverträglichkeit wird fast ausnahmslos Magnesiumsulfat statt Natriumchlorid eingesetzt.

Sicher lassen sich noch weitere Optimierungen vornehmen. Z. B. wäre es denkbar, statt eines Ein- oder Mehrschichtfilters eine Ultrafiltrationsanlage einzusetzen. Ebenso könnte über Maßnahmen

zur gezielten Reduzierung von THM nachgedacht werden.

### **Zusammenfassung**

Die aufgeführten Ergebnisse zeigen, dass sich mit der beschriebenen Technik, abgesehen von der Problematik mit Bromoformen, eine Wasserqualität nach den Anforderungen der DIN 19 643-1, Tabelle 2, durchaus erreichen lässt.

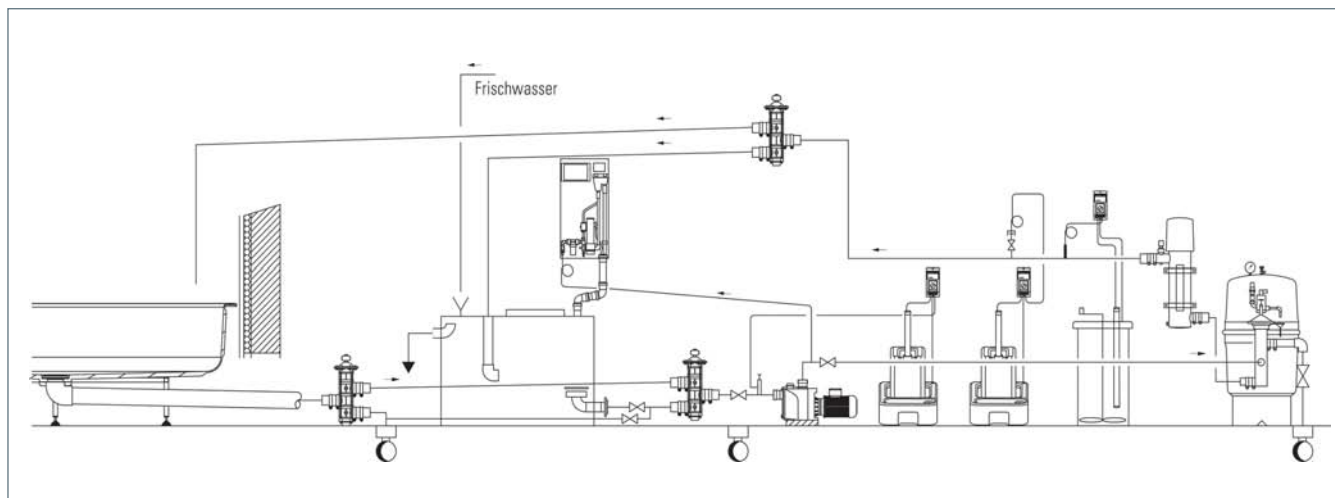
Basierend auf den gegebenen Voraussetzungen und Messergebnissen lassen sich folgende Anforderungen an die Planung und Dimensionierung einer Anlage zur Aufbereitung von Floatingbeckenwasser formulieren:

- Verfahrenskombination mit Flockung, Filtration und Desinfektion,
- vollständige Entleerung und Aufbereitung der abgebadeten Sole nach jedem Floatingvorgang,
- komplette Reinigung des Floatingbeckens nach jeder Floatinganwendung,
- Befüllen des Beckens mit frisch aufbereiteter Sole vor jedem Floatingvorgang,
- Filtrationsgeschwindigkeit 20 m/h,
- automatische Filterspülung mit Spülgeschwindigkeit  $\geq 50$  m/h,
- Einsatz eines Ein- oder Mehrschichtfilters,
- automatische Erfassung und Regelung der Hygienehilfsparameter

Datum	Probenart	Trichlormethan	Bromdi-chlormethan	Dibrom-chlormethan	Tribrommethan	Summe
[dd.mm.jj]	[ $\mu\text{g/l}$ ]	[ $\mu\text{g/l}$ ]	[ $\mu\text{g/l}$ ]	[ $\mu\text{g/l}$ ]	[ $\mu\text{g/l}$ ]	[ $\mu\text{g/l CHCl}_3$ ]
13.10.09	Beckenwasser	7,8	24	180	430	331,54
25.11.09	Beckenwasser	1,6	8	48	81	73,19
18.05.10	Beckenwasser	1,3	9	120	330	232,49
25.11.09	Luft (26,4 °C, 976 hPa)	< 1 [ $\mu\text{g/m}^3$ ]	<1 [ $\mu\text{g/m}^3$ ]	3 [ $\mu\text{g/m}^3$ ]	3 [ $\mu\text{g/m}^3$ ]	3,14 [ $\mu\text{g/m}^3$ ]
25.11.09	Rohwasser	1,4	7,7	45	74	67,75
10.02.10	Rohwasser	< 0,3	2	53	190	121,57
11.08.10	Rohwasser	1,9	8,2	71	170	128,86
03.11.10	Rohwasser, Neubefüllung	2,7	20	190	670	442,6

■ Tabelle 4: Ergebnisse der THM-Messungen





■ **Abbildung 11:** Musterinstallationschema eines Floatingbeckens

- freies Chlor, pH und Redoxspannung sowie der Salzkonzentration,
- Solekonzentration > 20 ‰,
- Führen der Sole über die Filtration vor Befüllung und nach Entleeren,
- Desinfektion der Sole mit 0,4 bis 1,0 mg/l freiem Chlor,
- Wassertemperatur 34 bis 36 °C.

Die Autoren sind der Ansicht, dass durch die vorgelegten Ergebnisse eine Basis für die Auslegung von Floatingbeckens geschaffen wurde, die dem hygienischen Anspruch der DIN 19 643 weitestgehend entspricht.

## Quellen

- Bächle, A., Baldauf, G., Brummel, F., Nahrstedt, A., und Schredelsecker, F.: Entfernung von flüchtigen Schadstoffen aus Wasser durch Strippverfahren, Statusbericht DVGW-Arbeitskreis „Be- und Entgasung“, 1996
- Betriebstagebücher Salaveo by Anja Aldinger 08.2008 bis 07.2010
- DIN 19 643 Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser, Beuth Verlag, 1997
- Eigene Messungen, Ospa-Labor und vor Ort
- Jentsch, Dr. Friedrich: Hygienisch einwandfreie, angenehme Wasserqualität in Salzwasser-Bädern, Skript zum Seminar „Bäder und Salze“, Gelsenkirchen, 2000
- Merkblatt 831 – Edelstahl Rostfrei in Schwimmbädern, Informationsstelle Edelstahl Rostfrei
- Prüfbericht des Hygieneinstituts des Ruhrgebiets zu Gelsenkirchen vom 13.08.2010
- Prüfberichte des UIS Umweltinstituts synlab GmbH zu den THM-Messungen vom 13.10.2009, 25.11.2009, 10.02.2010, 18.05.2010 und 11.08.2010
- Tuschewitzki, Dr. Georg: Bakteriologische Anforderungen, Skript zum Seminar „Bäder und Salze“, Gelsenkirchen, 2000

- Untersuchungsbefunde (Mikrobiologie) des Landesgesundheitsamtes Baden-Württemberg im Regierungspräsidium Stuttgart, Laborbereich Wasserhygiene vom 06.10.2008, 11.11.2008, 11.12.2008, 27.01.2009, 22.09.2009 und 21.01.2010

Anzeige

**Ihr Hygienespezialist für  
Schwimmbad, Sauna & Solarium**

*Der Service macht  
den Unterschied!*

**DRNÜSKEN**

Dr. Nüsken Chemie GmbH  
Poststraße 14 ♦ D-59174 Kamen ♦ Tel. 02307 / 705 -0 ♦ Fax: 705 -49  
E-Mail: info@drnuesken.de ♦ web: www.drnuesken.de