

Brom / Chlor

Brom versus Chlor

Die Vorteile des chlorfreien Ozon-Brom-Verfahrens gegenüber herkömmlichen Verfahren auf Basis von Chlor:

- hohe Hautverträglichkeit, gerade für sensitive Haut. Aus diesem Grund wird dieses Verfahren auch häufig in Therapiebädern eingesetzt
- geruchsarmes Badewasser, es entsteht kein typischer Schwimmbadgeruch
- sauerstoffreiches Badewasser, da bei der Desinfektion als Nebenprodukt Sauerstoff entsteht, der sich im Wasser löst und so dem Badewasser einen frischen und perlenden Charakter verleiht
- kein Hantieren und Lagern von gefährlichen Chemikalien zur Desinfektion notwendig
- Hoher Desinfektionsmittelgehalt auch im Filter vorhanden, wodurch einer Filterverkeimung vorgebeugt wird

Brom ist wie Chlor ein Halogen. Als absolut gleichwertige Desinfektionsmittel für die Wasserpflege kommen vorwiegend deren aktivierte Formen als Hypobromige Säure HOBr (freies Brom) und Hypochlorige Säure HOCl (freies Chlor) zum Einsatz. Die beiden stark desinfizierenden Säuren bilden durch Protolyse im für Schwimmbadwasser üblichen pH-Bereich Gleichgewichtsreaktionen mit Hypobromit BrO^- und Hypochlorit ClO^- .

Beim pH-Wert 7 liegt bei Brom nahezu ausschließlich Hypobromige Säure vor (bei $\text{pH}=7,5$ noch rund 94%), bei Chlor sind dies nur ca. 75% Hypochlorige Säure, bei $\text{pH} = 7,5$ sinkt dieser Anteil bereits auf ca. 50%.

Meerwasser und Thermalwasser enthalten in der Regel bereits ausreichend Bromid. Bei Süßwasser wird der erforderliche Bromidgehalt durch eine geringe Zugabe von Natriumbromidsalz ins Beckenwasser eingestellt, die Hypobromige Säure entsteht durch Oxidation von Bromid mit Ozon. Durch die Regelung der Ozondosis wird die Menge des erforderlichen Desinfektionsmittels eingestellt.

Brom wirkt pH neutral und benötigt dadurch weniger chemische Zusätze zur pH-Korrektur. Zudem tritt kein störender „Hallenbadgeruch“ durch Trichloramin auf, welches auch für die Reizungen der Augen und Atemwege verantwortlich ist.

Hinweis zu Bromtabletten:

Das Ozon-Brom-Verfahren ist **völlig unterschiedlich** im Vergleich mit der Verwendung von Bromgranulat oder Bromtabletten!

Bromtabletten enthalten 1-Bromo-3-chloro-5,5-dimethylhydantoin (BCDMH). Sie geben beim langsamen Auflösen freies Brom und freies Chlor in das Wasser ab. Wenn freies Brom mit Wasserinhaltsstoffen oxidiert (Sauerstoffabgabe), bleibt Bromid übrig, welches teilweise durch freies Chlor wiederum zu freiem Brom umgesetzt wird. Die Wirkung ist nur kurzfristig anhaltend.

Entwicklung Ozon-Brom-Verfahren

Wann und warum wurde das Ozon-Brom-Verfahren entwickelt?

Bis zum Jahre 1974/1975 gab es kein einfach zu betreibendes chlorfreies Verfahren zur Badewasseraufbereitung. Die Dosierung von Brom war sehr aufwändig, störanfällig und nicht gefahrlos möglich.

Erst durch die Entwicklung des Ozon-Brom-Verfahrens durch Hydro-Elektrik wurde ein leistungsfähiges, chlorfreies Aufbereitungsverfahren für private sowie öffentliche Bäder am Markt bereitgestellt. Das Verfahren basiert auf der Reaktion von Ozon mit Bromidionen.

Das zunächst patentierte Verfahren ist seit April 2021 als Teil 5 der DIN 19643 genormt.

Zwischenzeitlich ist auch allgemein anerkannt, dass jedes bromidhaltige Wasser, so wie es in vielen Thermal- und vor allem Meerwasserbädern vorkommt, mit freiem Brom als Desinfektionsmittel desinfiziert. Der Grund ist, dass sowohl Ozon als auch Chlor sofort mit Bromidionen reagieren und damit freies Brom bilden, das als Desinfektionsmittel Hypobromige Säure im Wasser verbleibt.

Premiumpartner

Warum Premiumpartner und wie werde ich es?

Premiumpartner sind ausgewählte und zertifizierte Firmen, die Schwimmbadtechnik für Schwimmbadbetreiber und Privatpersonen anbieten, installieren, in Betrieb nehmen und warten.

Das Ozon-Brom-Verfahren weicht in wesentlichen Punkten stark von den chlorbasierten Standardverfahren ab. Mit den hochwertigen HYDROZON®-Kompaktfilteranlagen stellen wir dem Anwender ein hervorragendes Wasseraufbereitungspaket zur Verfügung, welches optimal in den Badewasserkreislauf eingebunden werden sollte. Optionale Erweiterungen ermöglichen zudem eine Vielfalt an Gestaltungsmöglichkeiten bei der Ansteuerung von heute üblichen Komponenten in einem Schwimmbad.

Aus diesem Grunde werden unsere Premiumpartner speziell geschult, mit den Besonderheiten der Verfahrenstechnik vertraut gemacht sowie in die Funktionalitäten der Kompaktfilteranlagen so detailliert eingeführt, dass jeder zertifizierte Premiumpartner am Ende in der Lage ist, die Anlage richtig zu installieren, in Betrieb zu nehmen, den Anwender in den Betrieb einzuweisen und auch die Regelwartung durchführen zu können.

Die theoretischen und vor allem praktischen Schulungen erfolgen in kleinen Gruppen. Dauer - je nach gewünschtem Umfang - ca. 1 Tag.

Termine auf Anfrage mehrmals jährlich nach Bedarf.

Nach erfolgreicher Schulungsteilnahme erhalten alle Premiumpartner ein Zertifikat.

Sie haben Interesse und wollen Premiumpartner werden? Dann freuen wir uns über Ihre Anfrage.

Umrüstung von Chlor auf Ozon-Brom

Kann eine bestehende, auf Chlor basierende Aufbereitungsanlage auf das Ozon-Brom-Verfahren umgerüstet werden?

Im Prinzip ja, die HYDROZON®-Oxidator-Einheiten der Baureihe POX können sowohl in neue Systeme als auch nachträglich in bestehende Anlagen integriert werden. Die Oxidatoren beinhalten alle für den Betrieb erforderlichen Komponenten und werden

anschlussfertig und geprüft ausgeliefert. Im Rahmen einer Anfrage findet auch eine Abfrage zu den im wasserführenden System verwendeten Werkstoffe (Filter/Rohrleitungen/Armaturen) statt.
Steuer- und Regelungstechnische Komponenten können i. d. Regel übernommen werden.

Ozonfreisetzung Schwimmbecken

Kann beim HYDROZON®-Verfahren Ozon im Schwimmbecken austreten?

Durch den überstöchiometrischen Gehalt von Natriumbromid-Salz im Badewasserkreislauf, wird gewährleistet, dass sämtliches Ozon mit Natriumbromid zu Hypobromiger Säure oxidiert wird. Die eigentliche Ozonreaktion findet vor dem Filter statt. Hypobromige Säure passiert den Filter und wirkt als Desinfektionsmittel im Beckenbereich.

Bei der Reaktion des Desinfektionsmittels mit den Wasserinhaltsstoffen wird Sauerstoff abgespalten, welcher zusammen mit dem durch die Ozonung eingetragenen Sauerstoff, für den frischen Charakter des Wassers sorgt.

Materialverträglichkeit

Greifen Ozon oder Brom Materialien wie Rohrleitungen, Fliesen, Edelstahlarmaturen etc. an?

Ozon ist nur im Ozonerzeuger, im Einmischbereich der HYDROZON®-Aufbereitungsanlage sowie im Reaktionsraum vor dem Filter vorhanden. Die dort verwendeten Materialien und Dichtungen sind aus hochwertigen, ozonbeständigen Materialien (EPDM, Viton, Edelstahl).

Bromidionen liegen im Wasser in sehr geringer Konzentration vor. Wie zuvor beschrieben, reagiert Ozon bei Anwesenheit von Bromidionen zur Hypobromigen Säure, die aus korrosionschemischer Sicht vergleichbar mit herkömmlichen Desinfektionsmitteln ist. Eine Beschränkung bei der Materialwahl ist im Normalfall nicht erforderlich und herkömmliche Materialien im Schwimmbadbereich sind geeignet.

Achtung!

Grundsätzlich zu vermeiden ist – und zwar unabhängig vom Desinfektionsmittel Chlor oder Brom - eine direkte Zugabe von pH-Senker bzw. Säure in das desinfektionsmittelhaltige Beckenwasser. Durch den starken pH-Wertabfall im Einmischbereich kann es zu einer starken Verschiebung der Gleichgewichtsreaktion kommen und damit örtlich zu Ausgasungen von stark reizendem elementarem Chlor (bei Chlorbädern) oder Brom (bei Brombädern). Elementares Chlor und Brom sind gesundheitsschädlich und können Materialien angreifen.

In Schwimmbädern kommt einem stabilen pH-Wert deshalb eine große Bedeutung zu.

Raumluft

Entfeuchtung, Lüftung, Frischluft

Durch die nicht vermeidbare Verdunstung von Wasser erhöht sich die Luftfeuchtigkeit in der Schwimmhalle und es kann dadurch eine schwüle, unangenehme Raumluft entstehen, deren Wasserdampfanteil auch die Bausubstanz schädigen kann.

Eine kontinuierlich, automatisch arbeitende Lüftungsanlage muss für den erforderlichen Luftaustausch, die Entfeuchtung sowie eine angenehme Temperatur in der Schwimmhalle sorgen.

Durch moderne Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung kann ein großer Teil der Wärmeenergie im Schwimmbadkreislauf gehalten werden.

Vorteile Ozon-Brom-Verfahren

Welche Vorteile bietet das HYDROZON®-Verfahren gegenüber herkömmlichen Chloraufbereitungsverfahren?

Von einem Schwimmbad oder Pool wird heute mehr erwartet, als nur darin schwimmen zu können. Ein Schwimmbad soll ein Ort der Ruhe sein, an dem man den stressigen Arbeitsalltag schnell vergessen kann. Ein Ort, an dem Geist und Seele Entspannung und Erholung finden und der Körper Energie tanken kann.

Das zentrale Element im Pool ist und bleibt das Wasser. Dessen Qualität ist der entscheidende **Wohlfühlfaktor**, denn es beeinflusst direkt unsere Sinne. Das Wasser soll geruchlos, optisch klar und sanft zu den Augen und dem größten Wahrnehmungsorgan unserer Haut sein. Das Wasser soll deshalb eine angenehme Temperatur haben, nicht reizend sein und sich fein perlend anfühlen. Durch das

chlorfreie Ozon-Brom-Verfahren wird das aufbereitete Wasser zum besonders angenehmen Wohlfühlwasser, das gerade für sensitive Haut besonders geeignet ist. Aus diesem Grund wird das HYDROZON®-Verfahren auch häufig in Therapiebädern verwendet.

Die Badegäste schätzen es, dass hierbei kein typischer Schwimmbadgeruch entsteht.

Ein weiterer Vorteil ist, dass das Desinfektionsmittel vor dem Filter gebildet und der Filter vollständig mit Desinfektionsmittel durchströmt wird. Eine Filterverkeimung wird dadurch unterbunden.

Aus technischer Sicht ist bei HYDROZON®-Anlagen Funktionalität und Kompaktheit ideal miteinander vereint. Die platzsparenden vollautomatischen Kompaktanlagen verfügen über sämtliche Steuerungs- und Überwachungsfunktionen mit der Möglichkeit zum Fernzugriff über mobile Endgeräte.

Hantieren und Lagern von gefährlichen Chemikalien entfallen beim pH-neutral arbeitenden HYDROZON®-Verfahren, was für das Personal äußerst vorteilhaft ist.

DIN 19643

Ist das Ozon-Brom-Verfahren ein anerkanntes DIN-Verfahren?

Die Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser im öffentlichen Bereich wird in Deutschland durch die Normenreihe DIN 19643 geregelt. Seit April 2021 ist das Ozon-Brom-Verfahren als Teil 5 im Regelwerk beschrieben. Initiator für den Normungsantrag war die Firma Hydro-Elektrik GmbH, die den Weg der chlorfreien Badewasseraufbereitung vor über 40 Jahren begründet und das Verfahren in der Praxis laufend weiterentwickelt hat. Das Ergebnis dieser Entwicklung sind die optimierten HYDROZON®-Kompaktfilteranlagen.

Brommessung

Wie wird das freie Brom bestimmt?

Die Messung des als freies Brom bezeichneten Desinfektionsmittels erfolgt wie bei den Standard-Chlorverfahren mit der DPD-Methode (DPD 1) photometrisch oder manuell durch Farbvergleich mit der Farbscheibe Brom.

Brom Grenzwert **Gibt es einen Grenzwert für Brom?**

Da sowohl Brom als auch Monobromamin mit DPD reagieren, lässt die Methode keinen Unterschied zwischen freiem und gebundenem Brom zu. Weiter sind keine Unterschiede bezüglich der chemischen und biologischen Wirksamkeit zwischen freiem und gebundenem Brom - wie dies bei Chlor der Fall ist - festgestellt worden. So hat die getrennte Bestimmung nur wenig bzw. keine Bedeutung für die Praxis. Aus diesem Grunde ist hier auch kein Grenzwert relevant.

**Parameter-
vergleich** **Sind die Parameter bei Chlordesinfektion niedriger?**

DIN 19643 gibt für das freie Chlor - je nach Becken - Werte zwischen 0,3 und 1,0 mg/l vor. Die Werte für das freie Brom von 0,5 - 1,5 mg/l liegen nur vordergründig höher. Der Grund ist das mehr als doppelt so hohe Atomgewicht von Brom mit 79,9 zu Chlor mit 35,45. Diese Gesetzmäßigkeit ist auch bei der Bestimmung der Reaktionsnebenprodukte (z.B. Haloforme) zu beachten. Die Desinfektionsmittelgehalte sind also direkt miteinander vergleichbar.

**Bestimmung
Oxidierbarkeit** **Was ist bei der Bestimmung der Oxidierbarkeit zu beachten?**

Die Oxidierbarkeit als ein Maß für die Belastung des Wassers mit organischen Substanzen, wird durch den Bromidanteil im Wasser beeinflusst, da Bromid KMnO_4 zehrt. Dadurch wird ein höheres Oxidationspotenzial ermittelt, als auf die tatsächliche organische Belastung zurückzuführen ist. Der Grund ist die Bildung von unterbromiger Säure durch die Reaktion von Bromid mit Kaliumpermanganat. Beim HYDROZON®-Verfahren muss deshalb der Bromidgehalt bei der Bestimmung der Oxidierbarkeit zwingend berücksichtigt werden. Dies erfolgt im Allgemeinen durch Korrektur der gemessenen Werte.

Bromofloc® **Was ist Bromofloc®?**

Bromofloc® ist ein speziell für das HYDROZON®-Verfahren entwickeltes chemisch-physikalisches Hilfsmittel (Flockungsmittel). Es ist eine Lösung aus Polyaluminiumchlorid mit Natriumbromid als Additiv. Bromofloc® ist kein Gefahrgut im Sinne der Transportvorschriften.

**Brom vs. Chlor –
Gefahren?** **Wie gefährlich ist Brom?**

Die Bromidgehalte liegen beim HYDROZON®-Verfahren zwischen 20 und 40 mg/l und damit weit unter den natürlichen Bromidgehalten von Meerwasser- und Sole-Schwimmbädern, welche bis zu 70 mg/l aufweisen können. Brom und Chlor sind in ihrer elementaren Form ätzend und giftig. Beide sind Halogene und als hervorragende Desinfektionsmittel bekannt. Die Wirkungsmechanismen in Bezug auf die Desinfektionskapazität im Beckenbereich (Hypobromit - Hypochlorit) sind vergleichbar. Dies trifft auch auf die mögliche Bildung anorganischer Verbindungen (THM) zu. Insofern ist der Einsatz von Brom im Schwimmbad nicht gefährlicher als

die Verwendung von Chlor. Im Gegensatz zu Chlor handelt es sich beim Flockungsmittel Bromofloc® um kein Gefahrgut!

Made in Germany **Werden HYDROZON®-Anlagen in Deutschland produziert?**

Alle HYDROZON®-Anlagen werden in Deutschland unter Berücksichtigung der gültigen nationalen und europäischen Gesetze und Vorschriften produziert und geprüft.