

Systeme und Zubehör für die Schwimmbadtechnik

Grundlagen



bauarena

Alle Bauideen unter einem Dach

BERGMANN AG

Showroom in der bauarena | Industriestrasse 18

Office | Industriestrasse 4a | CH-8604 Volketswil

T +41 44 908 68 08 | F +41 44 908 68 09

info@bergmann.ch | bergmann.ch

Wasseraufbereitung für Schwimm- und Badebecken

Warum Wasseraufbereitung für das Schwimmbad?

Jeder Mensch gibt beim Baden unerwünschte Substanzen in das Wasser ab. Auch noch so gründliches Duschen und Waschen kann dies nicht verhindern. Zu diesen Verunreinigungen zählen Mikroorganismen, Viren, Erreger übertragbarer Krankheiten, organische Substanzen wie Ausscheidungen aus Mund, Rachen und Nase sowie aus Ohren, Urin Kot und Schweiß, Hautpartikel und Schuppen, Blut aus Verletzungen, Pilze, Sonnenschutzmittel, Hautcremes usw..

Beim Baden in der Badewanne ist das kein Problem, das das Badewasser in der Regel nur von einer Person benutzt wird. In öffentlichen Bädern baden aber nicht selten bis zu mehreren hundert Menschen im gleichen Wasser und führen damit zur aufgezeigten Wasserverschmutzung. Aus hygienischen Gründen und zur Vermeidung von Seuchen muss Badewasser durch entsprechende Massnahmen kontinuierlich aufbereitet und desinfiziert werden.

Wollte man die Wasserreinigung nur durch Verdünnung lösen, wären enorme Mengen an Frischwasser erforderlich. Aus diesem Grunde wird das Wasser in Schwimm- und Badebecken in der Regel über ein Wasseraufbereitungssystem im Kreislauf umgewälzt.

Ein wichtiger Schritt der Wasseraufbereitung ist die Bildung eines Desinfektionsdepots im Beckenwasser. Aufgabe der Desinfektionsmittels im Beckenwasser ist vor allem die sofortige Entkeimung des Wassers, um einen direkten Übergang von Krankheitserregern auf andere Badende zu vermeiden.

Dieser chemische Prozess erfordert aber auch eine gute Wasservermischung und intensive Becken-durchströmung. Wichtig ist auch ein guter und gleichmässiger Oberflächenabzug, um Schwimmstoffe wie Haare und Schleim schnell aus dem Becken zu entfernen.

Beckenhydraulik

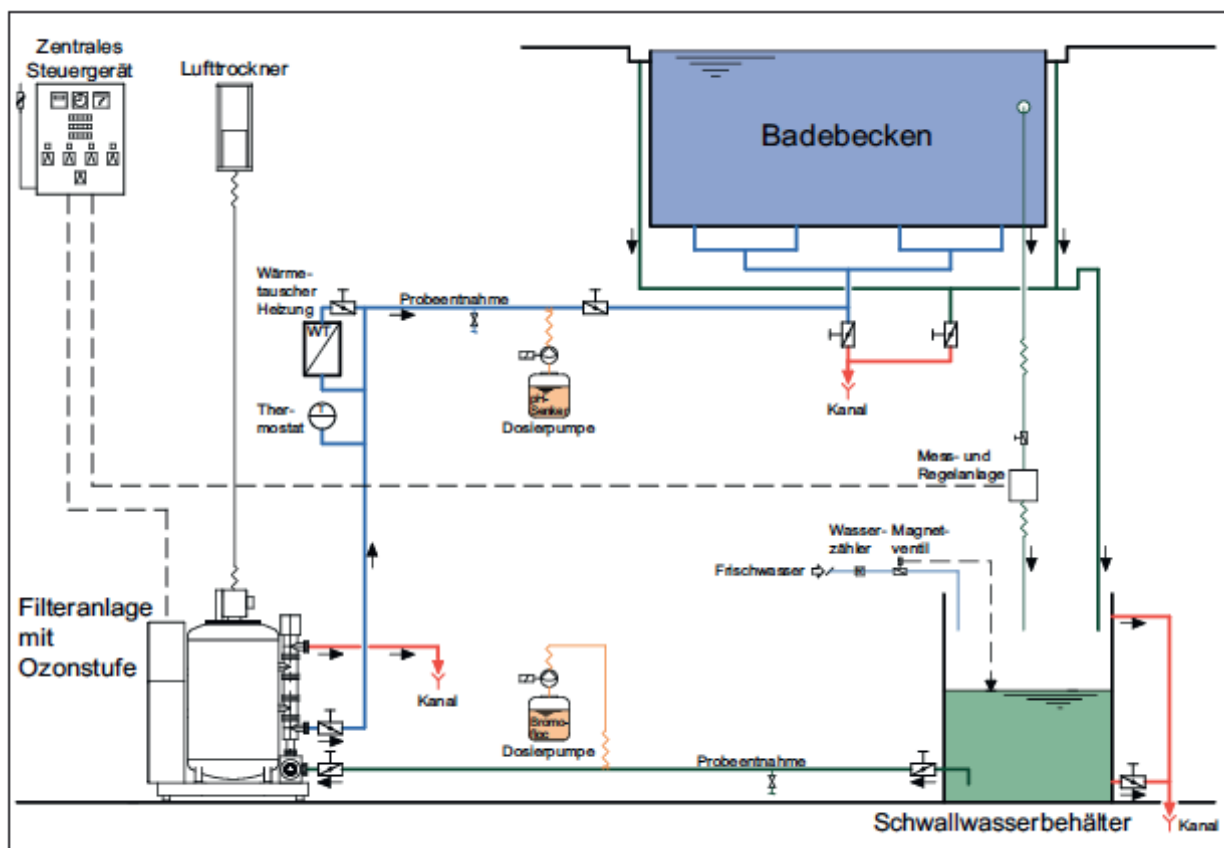
Eine gute Durchströmung des Beckens bildet die Grundlage für die gleichmässige Verteilung des Desinfektionsmittels und den sicheren und schnellen Abtransport von abgetöteten Mikroorganismen, Verunreinigungen und Belastungsstoffen. Wichtig ist, dass der gesamte Volumenstrom gleichmässig über die Beckenkante abläuft, um insbesondere im Kopfbereich eine gute Wasserqualität zu sichern. Ignoriert wird allzu oft die Wand- und vor allem die Bodenreinigung. Die Wassergeschwindigkeit an den Grenzflächen Wand und Boden geht gegen Null. So ist es logisch, dass besonders bei der Wahl nicht idealer Werkstoffe - gepaart mit ungenügender Beckenhydraulik - Probleme fast vorprogrammiert sind (schmierige Wandflächen, schwarze Fugen, etc.).

Aus diesem Grunde sollte die Beckenhydraulik bei Schwimm und Badebecken - insbesondere bei künstlerischen Gestaltungen - ausschliesslich von erfahrenen Fachleuten geplant werden, denn, eine mangelhafte Beckenhydraulik kann durch die Wasseraufbereitung nicht kompensiert werden. Im späteren Betrieb hat deshalb auch eine periodische manuelle Reinigung der Wände und des Bodens (Unterwassersauger) zu erfolgen, denn eine Sedimentation von Feststoffen in den Becken ist letztlich unvermeidbar.

Aufgabe der Wasseraufbereitung

Die Wasseraufbereitung von Schwimm und Badebeckenwasser darf sich nicht nur auf die der Wasser- Desinfektion beschränken. Die Desinfektion ist vielmehr das letzte Glied in der Verfahrenskette zur Sicherung der Hygiene im Badebeckenwasser. Auch die der Desinfektion vorhergehende Flockungs-filtration ist Teil der Hygienisierung. Hauptaufgabe der Filterstufe ist neben dem Rückhalt von Partikeln und Trübstoffen auch der Rückhalt des partikelgebundenen, organischen Kohlenstoffs und die Eliminierung eines Grossteils des vom Badegast abgegebenen gelösten, organischen Kohlenstoffs. Eine Oxidationsstufe mit Ozon unterstützt diesen Vorgang erheblich. Durch eine funktionierende Filterstufe kann somit auch der Desinfektionsmittel-verbrauch reduziert werden.

Aufbereitungskreislauf beim Einsatz von HYDROZON®-Kompaktanlagen



Flockungsfiltration

Ziel der Flockung ist die Optimierung der Filterleistung. Flockungsmittel sind anorganische Elektrolyte auf der Basis von Eisen- oder Aluminiumsalzen. Flockungsmittel kompensieren (=entstabilisieren) elektrische Ladungen an den Oberflächen von Feststoffen. Dies führt zur Ausbildung von Mikro- und Makroflocken, welche wiederum grössere Agglomerate bilden und durch den Filter zurückgehalten werden. Durch die Flockungsfiltration wird das Wasser vor allem von korpuskulären Teilchen sowie kolloidal gelösten Verunreinigungen gereinigt. Weiter wird Phosphat durch Flockung ausgefällt.

Desinfektion

Unter Desinfektion versteht man die Inaktivierung von Mikroorganismen im Badewasser durch Abspaltung eines an ein Desinfektionsmittel gebundenen Sauerstoffatoms. Der Desinfektionsvorgang ist somit mit einer Verbrennung vergleichbar, wobei der atomare Sauerstoff in die Zellstruktur eindringt und damit den Lebensvorgang irreparabel schädigt bzw. beendet. Dem Desinfektionsmittel kommt somit nur eine Trägerfunktion zu. Dies ist auch bei der Chlorung mit Chlorgas so. Durch die Protolyse (-> Zerfall unter Protonenübergang) des Chlors entsteht nach dem Chlorungsvorgang unterchlorige Säure und Salzsäure. Die Salzsäure führt dabei zur pH-Wertabsenkung, welche wieder kompensiert werden muss. Die unterchlorige Säure ist die eigentliche Wirksubstanz für die Desinfektion. Zu beachten ist, dass die Protolyse eine Gleichgewichtsreaktion ist und vom pH-Wert abhängig ist. Im für Badewasser relevanten Bereich zwischen pH = 6 bis 8 nimmt der Gehalt an wirksamen Desinfektionsmittel mit steigendem pH-Wert immer mehr ab. Bei zunehmendem pH-Wert ist deshalb mehr Desinfektionsmittel erforderlich.

Desinfektionsmittel

Chlor-, brom- und jodhaltige Desinfektionsmittel werden in den verschiedensten Bereichen im Alltag eingesetzt. Die Wirkungsmechanismen der drei Halogene bzw. deren Verbindungen zur Desinfektion sind weitgehend identisch und bekannt. Desinfektionsmittel wirken auch oxidierend und führen somit zur Bildung unerwünschter Nebenprodukte insbesondere im Zusammenwirken mit organischen Wasserinhaltsstoffen.

Oxidation

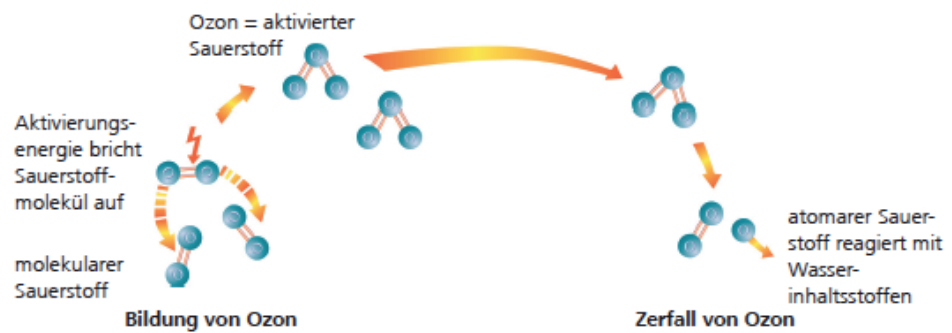
Bei der Oxidation werden Elemente oder Verbindungen mit Sauerstoff vereinigt. Die zu oxidierende Substanz gibt dabei Elektronen ab, welche vom Oxidationsmittel wiederum aufgenommen werden. Als hervorragendes Oxidationsmittel im Bereich der Schwimm- und Badebecken-Wasseraufbereitung gilt Ozon. Ozon ist aktivierter Sauerstoff mit einem hohen spezifischen Oxidationspotential (2,07 V).

Potentiale wichtiger Oxidationsmittel

Oxidationsmittel	Potential in V
Hydroxylradikal OH*	2,80
Ozon O₃	2,07
Wasserstoffperoxid H ₂ O ₂	1,78
Kaliumpermanganat KMnO ₄	1,70
Hypochlorit HOCl	1,49
Chlor Cl ₂	1,36
Chlordioxid ClO ₂	1,27
Sauerstoff O ₂	1,23

Wirkung des Ozons

Ozon bewirkt aufgrund seines hohen Oxidations-potentials eine sehr rasche Oxidation organischer und anorganischer Wasserverunreinigungen.



Ozon ist sowohl ein hervorragendes Oxidationsmittel als auch Desinfektionsmittel. Aus diesem Grunde müssen insbesondere Therapiebecken in Kliniken mit hohem Infektionsrisiko mit Ozonstufen ausgerüstet werden. Durch die Ozonung werden auch die durch Chloreinwirkung aus Harnstoff entstandenen Reaktionsprodukte mineralisiert. Ozon ist nicht stabil und muss deshalb am Einsatzort mittels spezieller Ozonerzeuger generiert werden. Zur Ozonerzeugung ist Luftsauerstoff und elektrische Energie erforderlich.

Nennbelastung

Unter Nennbelastung versteht man die bei der Auslegung des Beckens ermittelte zulässige Zahl an Personen, die zusammengezählt in einer Stunde im Becken sind. Die Nennbelastung ist eine rechnerische Grösse und berücksichtigt die Beckenart, die Beckengrösse sowie die Häufigkeit der Nutzung. Für die Ermittlung der Nennbelastung gibt DIN 1964311 empirisch gewonnene Daten wieder.

Volumenstrom

Unter Volumenstrom versteht man die rechnerisch ermittelte und für ein ordnungsgemäss betriebenes Schwimmbad erforderliche Umwälzung des Wasserinhalts. Dieser Wert - oft auch als Umwälzvolumenstrom oder Umwälzleistung bezeichnet - orientiert sich ausschliesslich an der Beckenart plus Zuschlägen für im Becken eingebaute Attraktionen. Die Umwälzleistung wird auch nach den Vorgaben der DIN 19643 T 1 ermittelt.

Hygienehilfsparameter

Zu den Hygienehilfsparametern zählen der pH-Wert, die Redoxspannung sowie die Oxidierbarkeit.

Laut DIN 1964311 soll der **pH-Wert im Beckenwasser** zwischen 6,5 und 7,6 bzw. 7,8 bei Meerwasser liegen. Der pH-Wert ist für die Wirkung der Desinfektion - wie bereits aufgezeigt - mitentscheidend.

Als wichtigster Parameter gilt die **Redoxspannung**. Die Redoxspannung gibt einen Hinweis auf die im Beckenwasser herrschende Desinfektionswirkung. Die Redoxspannung sollte 750 mV bei Süsswasser bzw. 700 mV bei Meerwasser nicht unterschreiten. Die Differenz der **Oxidierbarkeit** zwischen dem Füllwasser bzw. dem Reinwasser bei unbelasteter Anlage und dem Beckenwasser ist ein Indikator auf die Wirksamkeit der Wasserreinigung bzw. auf die Belastung des Beckenwassers. Bei bromidhaltigen Wässern muss der Bromidgehalt bei der labormässigen Bestimmung beachtet werden.

Chlorfreie Badewasseraufbereitung mit dem HYDROZON®- Verfahren

Badewasseraufbereitung ohne Chlor

Grundlagen HYDROZON®-Verfahren

Badewasseraufbereitung ohne Chlor ist für viele Hygieniker und Hersteller chlorhaltiger Produkte eine provozierende Aussage. Schliesslich ist die Zugabe von Chlor zur Desinfektion von Schwimm- und Badewasser bewährte Praxis und dessen Wirkungsmechanismen bekannt.

Alternativen zum Chlor können sich deshalb nur durchsetzen, wenn:

- die Desinfektionskraft mit der des Chlors vergleichbar ist
- der Desinfektionsmittelgehalt leicht messbar ist
- die automatische Betriebssteuerung belastungsabhängig und sicher funktioniert
- das Risikopotential im Umgang mit dem alternativen Mittel kleiner ist als bei Chlor
- eine ausgezeichnete oder bessere Wasserqualität erreicht wird
- das Wasser gut hautverträglich ist
- die Betriebskosten gesenkt werden
- und der Chemikalienverbrauch minimiert werden kann.

Vorteile des HYDRZON®-Verfahrens

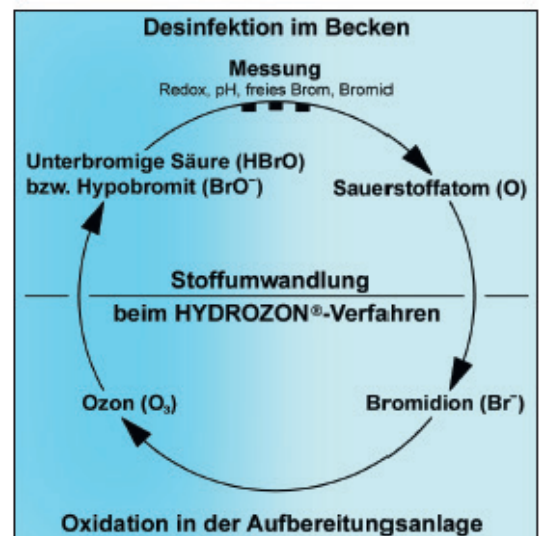
Das patentierte HYDROZON®-Kompaktverfahren (Ozon-Bromid-Methode) realisiert die chlorfreie Aufbereitung und Desinfektion von Schwimm- und Badebeckenwasser in geradezu idealer Weise.

Das langjährig bewährte Verfahren zeichnet sich aus durch:

- integrierte Ozonstufe zur Oxidation und Desinfektion
- angenehmes, geruchsarmes und optisch einwandfreies Badewasser mit hoher Desinfektionskraft für alle Arten von Bädern, insbesondere stark belastete Bäder
- besondere Eignung für Personen mit sensibler Haut
- Desinfektionsmittelproduktion im Aufbereitungskreislauf durch Ozon aus Bromid
- geringen Chemikalienverbrauch
- langlebige Anlagentechnik mit hoher betriebstechnischer Zuverlässigkeit
- kompakte, raumsparende und standardisierte Einheiten in Modulbauweise

Wie funktioniert das Verfahren?

Die Ozonerzeugung und Vermischung erfolgt beim HYDROZON®-Verfahren im geschlossenen hydraulischen Anlagen-system. Ozon wird im Ozonerzeuger aus Luftsauerstoff mit Hilfe elektrischer Energie generiert. Das Bromid wird dem Beckenwasser als Salz (NaBr), in wässriger Lösung oder mit dem Flockungs-mittel Bromofloc® zugegeben. Die Vermischung des Ozon-Luft gemisches mit dem Wasser erfolgt in einer Hochleistungs-Venturilinjektor-kombination vor dem Filter. Im Reaktionsraum wird das Wasser



desinfiziert und oxidiert. Gleichzeitig reagiert überschüssiges Ozon mit Bromidionen und erzeugt das Desinfektionsmittel unterbromige Säure bzw. Hypobromit. Die Desinfektion im Beckenbereich erfolgt durch Abspaltung des Sauerstoffatoms vom wirksamen Desinfektionsmittel. Nach der Desinfektion im Beckenbereich steht das Bromidion wieder zur Reaktion mit Ozon zur Verfügung. Bromid wird so ständig im Kreislauf geführt.

Zusätzliches Bromidsalz muss lediglich zum Ausgleich der Frischwasserzuführung bzw. der Rückspülwasserverluste nachdosiert werden. Der erforderliche Bromidionengehalt ist bei diesem Verfahren mit ca. 10 ppm (= 10 mg/l) äusserst gering. Meerwasser enthält bis zu 60 ppm Bromid.

HYDROZON®-Verfahrensstufen Die HYDROZON®-Verfahrensstufen sind aufeinander abgestimmt und für diesen Prozess in den Kompaktanlagen optimiert:

Flockung - Oxidation mit Ozon - Filtration - Desinfektion

Bestehende Bäder können auf diese Verfahrenskombination umgestellt werden, wenn eine Ozonstufe vorhanden ist oder nachgerüstet wird. Ein Aktivkohlefilter ist beim HYDROZON®-Verfahren nicht erforderlich, da die Reduktion des Restozons durch die Produktion des Desinfektionsmittels erfolgt.

Hygiene-hilfsparameter

Wesentlicher Parameter ist das gemessene freie Brom. Der Messwert sollte - je nach Beckenart - im Bereich von 0,5 - 1,5 mg/l (max. 2,0 mg/l) liegen. Der anzustrebende Praxiswert liegt bei 0,8 - 1,2 mg/l. Das Verfahren ist pH-Wert-neutral. pH-Praxiswerte liegen bei 6,8-7,0 der anzustrebende Wert bei 6,9. Das Redoxpotential sollte 750 mV nicht unterschreiten. Es ist der wichtigste Hygiene-Summenparameter, der über die aktuelle Belastung des Beckenwassers und über die Wirksamkeit des als freies Brom gemessenen Desinfektionsmittels informiert. So weist zum Beispiel ein hohes Redoxpotential bei einem geringen Desinfektionsmittelgehalt auf eine hohe Desinfektionskraft und eine geringe Belastung des Wassers hin. Beim HYDROZON®-Verfahren besteht ein direkter Zusammenhang zwischen der erzeugten Ozonmenge, dem freien Brom und dem Redoxpotential.

Freies Brom

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

Oxidierbarkeit

Bei der Bestimmung der Oxidierbarkeit mittels KMnO_4 -Methode ist zu berücksichtigen, dass es - bedingt durch den Bromidgehalt - zu Messwertbeeinflussungen kommt. 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 rechnerische Korrektur der gemessenen Werte. Ein besserer Kontrollparameter für die Überprüfung der Wirksamkeit der Wasseraufbereitung ist die Ermittlung des spektralen Absorptionskoeffizienten SAK bzw. des Gesamtkohlenstoffgehaltes TOC.

Entwicklung des HYDROZON®-Verfahrens

Seit wann gibt es das Verfahren?

1974: Entwicklung eines Ozonerzeugers zur Integration in den Wasserkreislauf.

1975: Beginn der Ausrüstung mit Anlagen zur Aufbereitung und Desinfektion von Wasser in medizinischen Bädern mit der Ozon-Bromid-Methode.

1978: Modifizierte b-Wert Bestimmung für die Verfahrenskombination „Ozonung - Filterung - Bromung“ zur Feststellung der Eignung der Ozon-Bromid-Methode in physikalisch-therapeutischen Einrichtungen. Zusätzliche Untersuchungen im Hygieneinstitut des Ruhrgebiets in Gelsenkirchen mit zugegebenen Mikroorganismen wie Escherichia Coli, Pseudomonas aeruginosa, Clostridium spec., Candida albicans und Poliomyelitis Impfvirus (Typ 1) zur Feststellung der Keimtötungsgeschwindigkeit bzw. Inaktivierungszeit.

1979: b-Wert Bestimmung für die Verfahrenskombination „Ozonung - Filterung - Bromung“ für den öffentlichen Bäderbau, im 6-Tage-Versuch entsprechend KOK- Richtlinie, bei einer Ozonzugabe von 0,5 g/m³ °h (ohne Flockung).

Durchgeführt vom Hygieneinstitut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen, mit gutachterlicher Stellungnahme.
Ausgewiesener Belastbarkeits-Faktor k (b-Wert) 0,5 Personen/m³ Umwälzleistung.

1980: Bestätigungsvermerk für die Verfahrenskombination „Ozonung - Filterung - Bromung“ für den öffentlichen Bäderbau im 2-Tage-Versuch entsprechend KOK- Richtlinie bei einer Ozonzugabe von 0,5 g/m³ °h (ohne Flockung).

Durchgeführt vom Hygieneinstitut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen, mit gutachterlicher Stellungnahme.

1989: Zuschaltung einer Flockungsstufe vor der Ozonung zur Optimierung der Wasseraufbereitung mit der Ozon-Bromid-Methode und Erhöhung der Ozonzugabe von 0,5 auf 1 g/m³ 0h

Abschluss der Versuchsreihe in einem 2-Tage-Versuch bei jeweils 150% der Nennbelastung über 10 Stunden. Durchgeführt vom Hygieneinstitut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen, mit gutachterlicher Stellungnahme. Veröffentlichung der Ergebnisse auf dem Ozon-Weltkongress 1989, New York, und folgend im international erscheinenden Wissenschaftsmagazin „OZONE

SIENCE AND ENGINEERING

1990: Prüfzeugnis über die Prüfung des Desinfektionsverfahrens auf Brom-Basis zur Desinfektion von Schwimm- und Badebeckenwasser, gemäss Empfehlung des Bundesgesundheitsamtes zur einfachen Prüfung der Desinfektionskapazität von Schwimm- und Badebeckenwässern und den Richtlinien der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM) für die Prüfung und Bewertung chemischer Desinfektionsverfahren.

Durchgeführt vom Hygieneinstitut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen, mit gutachterlicher Stellungnahme.

1991: DIN-gemässe Beurteilung der Leistungsfähigkeit des erweiterten HYDROZON®- Kompaktverfahrens mit gutachterlicher Stellungnahme zur Verfahrenskombination: „ Flockung - Ozonung - Filterung - Bromung Ausgewiesener Belastbarkeits-Faktor k (b-Wert) 0,6 Personen/m³ Umwälzleistung.

1998: Entwicklung einer Reduktionseinheit zur Abrechnung der Trihalogenmethane in HYDROZON ®-Aufbereitungssystemen.

2000: Beginn der Ausrüstung von Anlagen mit der THM-Reduktionseinrichtung und Patentanmeldung in Deutschland und der Schweiz.

2001: Beginn der Ausrüstung von Anlagen mit einem Bromwert-Mess- und Regelsystem.

