

DIN 19643-5



ICS 13.060.30

**Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser –
Teil 5: Verfahrenskombinationen mit Nutzung von Brom als
Desinfektionsmittel, erzeugt durch Ozonung bromidreichen Wassers**

Treatment of water of swimming pools and baths –

Part 5: Combinations of process using bromine as disinfectant, produced by ozonation of bromide-rich water

Traitement de l'eau des bassins des piscines et des bains –

Partie 5: Combinaisons du procès utilisant du brome comme désinfectant, produit par l'ozonation d'eau riche en bromure

Anwendungswarnvermerk

Diese Norm wurde in das DVGW-Regelwerk aufgenommen.

Gesamtumfang 24 Seiten

DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW)
DIN-Normenausschuss Sport- und Freizeitgerät (NASport)

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	6
4 Grundlagen der Verfahrenskombinationen	7
4.1 Allgemeines	7
4.2 Flockung — Ozonung/Desinfektion — Filtration	8
4.3 Flockung — Ozonung/Desinfektion — Filtration — Adsorption an Kornaktivkohle im rezirkulierten Teilstrom	8
5 Verfahrensstufen	8
5.1 Einstellung der Säurekapazität	8
5.1.1 Allgemeines	8
5.1.2 Mittel zur Einstellung der Säurekapazität	8
5.1.3 Werte der Säurekapazität	8
5.1.4 Prüfung der Säurekapazität	8
5.2 pH-Wert-Einstellung	8
5.3 Flockung	9
5.3.1 Allgemeines	9
5.3.2 Mittel zur Flockung	9
5.3.3 Mindestzugabe von Flockungsmittel	9
5.3.4 Prüfung der Flockung	10
5.4 Desinfektion	10
5.4.1 Allgemeines	10
5.4.2 Prinzip der Desinfektionsmittelerzeugung	10
5.4.3 Bromiddosierung	11
5.4.4 Ozonung	12
5.4.5 Ozonzugabe	13
5.4.6 Ozonreaktionszeit	13
5.4.7 Prüfung der Ozonerzeugungsanlage	13
5.4.8 Zusätzliche Desinfektionsmaßnahmen	13
5.5 Flockungsfiltration	14
5.5.1 Allgemeines	14
5.5.2 Filtration mit Schnellfiltern nach DIN 19605	14
5.5.3 Prüfung der Filtration	17
5.6 Sorptionsfiltration im Teilstrom	17
5.6.1 Allgemeines	17
5.6.2 Korngruppen, Schichthöhen und Filtrationsgeschwindigkeiten	17
5.6.3 Filterspülung für Sorptionsfilter	18
5.6.4 Prüfung der Sorptionsfiltration	18
5.7 Prüfung der Flockungsfiltration und der Sorptionsfiltration	18
6 Betriebskontrolle der Wasserbeschaffenheit	19
7 Belastbarkeitsfaktor k	20
Anhang A (informativ) Beispielhafte vereinfachte Darstellung von Verfahrenskombinationen . .	21
Anhang B (normativ) Reinheitskriterien des Biozidprodukts NaBr	23
Literaturhinweise	24

Bilder

Bild A.1 — Beispielhafte vereinfachte Darstellung für Verfahrenskombination mit Brom als Desinfektionsmittel erzeugt durch Ozonung bromidreichen Wassers	21
Bild A.2 — Beispielhafte vereinfachte Darstellung für Verfahrenskombination mit Brom als Desinfektionsmittel erzeugt durch Ozonung bromidreichen Wassers und mit Sorptionsfilter in Rezirkulation	22

Tabellen

Tabelle 1 — Untere Werte für Bromid	11
Tabelle 2 — Nennleistung der Ozonerzeugungsanlage	12
Tabelle 3 — Korngruppen, Schichthöhen und Filtrationsgeschwindigkeiten für Einschichtfilter mit Filtersand	16
Tabelle 4 — Korngruppen-Kombinationen für Mehrschichtfilter	16
Tabelle 5 — Schichthöhen und Filtrationsgeschwindigkeiten für Mehrschichtfilter	16
Tabelle 6 — Korngruppen, Schichthöhen und Filtrationsgeschwindigkeiten für Sorptionsfilter	17
Tabelle 7 — Vorgaben für die Prüfung der Filtration	18
Tabelle B.1 — Zusammensetzung/Zusatzstoffe	23
Tabelle B.2 — Chemische Parameter	23

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom DIN-DVGW-Gemeinschaftsarbeitsausschuss NA 119-07-16 AA „Schwimmbekkenwasseraufbereitung“ im DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW) erarbeitet.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

DIN 19643, *Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser*, besteht aus den folgenden Teilen:

- *Teil 1: Allgemeine Anforderungen*
- *Teil 2: Verfahrenskombinationen mit Festbett- und Anschwemmfiltern*
- *Teil 3: Verfahrenskombinationen mit Ozonung*
- *Teil 4: Verfahrenskombinationen mit Ultrafiltration*
- *Teil 5: Verfahrenskombinationen mit Nutzung von Brom als Desinfektionsmittel, erzeugt durch Ozonung bromreichen Wassers*

Um eine sachgerechte Umsetzung der Anforderungen dieser Norm auch unter Beachtung wirtschaftlicher Aspekte sicherzustellen, wird empfohlen, mit der Planung und Errichtung der Aufbereitungsanlagen nur erfahrene Fachfirmen mit entsprechenden Qualifikationsnachweisen zu betrauen. Ferner sollte der Aufbereitungserfolg regelmäßig durch erfahrene Fachleute kontrolliert werden.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument ist in Verbindung mit DIN 19643-1 anzuwenden für die Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser durch Verfahrenskombinationen mit Nutzung von Brom als Desinfektionsmittel, erzeugt durch Ozonung bromidreichen Wassers. Es ist auch für Therapiebecken anzuwenden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 19605, *Festbettfilter zur Wasseraufbereitung — Aufbau und Bestandteile*

DIN 19627, *Ozonerzeugungsanlagen zur Wasserbehandlung*

DIN 19643-1:2012-11, *Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

DIN 19645, *Aufbereitung von Spülabwässern aus Anlagen zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser*

DIN 38409-7, *Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung — Summarische Wirkungs- und Stoffkenngrößen (Gruppe H) — Teil 7: Bestimmung der Säure- und Basekapazität (H 7)*

DIN EN 12904, *Produkte zur Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch — Quarzsand und Quarzkies*

DIN EN 15031, *Produkte zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser — Flockungsmittel auf Aluminiumbasis*

DIN EN 15075, *Produkte zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser — Natriumhydrogencarbonat*

DIN EN 15362, *Produkte zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser — Natriumcarbonat*

DIN EN 15795, *Produkte zur Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch — Natürliche, nicht expandierte Aluminiumsilikate*

DIN EN 15797, *Produkte zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser — Flockungsmittel auf Eisenbasis*

DIN EN 15798, *Produkte zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser — Filtermaterialien*

DIN EN ISO 6878, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung von Phosphor — Photometrisches Verfahren mittels Ammoniummolybdat*

DIN EN ISO 7027-1, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung der Trübung — Teil 1: Quantitative Verfahren*

DIN EN ISO 10304-1, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung von gelösten Anionen mittels Flüssigkeits-Ionenchromatographie — Teil 1: Bestimmung von Bromid, Chlorid, Fluorid, Nitrat, Nitrit, Phosphat und Sulfat*

DIN EN ISO 15681-1, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung von Orthophosphat und Gesamtphosphor mittels Fließanalytik (FIA und CFA) — Teil 1: Verfahren mittels Fließinjektionsanalyse (FIA)*

DIN EN ISO 15681-2, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung von Orthophosphat und Gesamtphosphor mittels Fließanalytik (FIA und CFA) — Teil 2: Verfahren mittels kontinuierlicher Durchflussanalyse (CFA)*

DIN ISO 15923-1, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung von ausgewählten Parametern mittels Einzelanalysensystemen — Teil 1: Ammonium, Nitrat, Nitrit, Chlorid, Orthophosphat, Sulfat und Silikat durch photometrische Detektion*

DGUV Regel 103-001, *Richtlinien für die Verwendung von Ozon zur Wasseraufbereitung*¹

DGUV Regel 103-015, *Richtlinien für die Verwendung von Ozon zur Wasseraufbereitung*¹

Hygieneanforderungen an Bäder und deren Überwachung; Empfehlungen des Umweltbundesamtes (UBA) nach Anhörung der Schwimm- und Badebeckenwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit (BMG) beim Umweltbundesamt, Bundesgesundheitsbl 2014 · 57: 258-279²

A. Matthiessen, Bestimmung der Oxidierbarkeit in Schwimmbeckenwässern mit hohem Chlorid- und/oder Bromid-Gehalt, AB Archiv des Badewesens, 09/2015, S. 534 — 537

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN 19643-1 und die folgenden Begriffe.

ANMERKUNG Abweichend von den Begriffsbestimmungen in DIN 19643-1 findet keine Unterscheidung von Filtrat und Reinwasser statt, da das Desinfektionsmittel bereits vor dem Filter erzeugt wird.

DIN und DKE stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term>

— DKE-IEV: verfügbar unter <http://www.dke.de/DKE-IEV>

3.1

Brom

Desinfektions- und Oxidationsmittel, das in diesem Verfahren anstelle von Chlor eingesetzt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die wirksame Verbindung im Wasser ist die hypobromige Säure HOBr. Der Begriff Brom ist analog definiert zum Begriff Chlor bei Desinfektion mit Chlor. Dort ist die wirksame Verbindung im Wasser die hypochlorige Säure HOCl.

Anmerkung 2 zum Begriff: Auch bei der Anwendung anderer Verfahren erfolgt unter bestimmten Umständen die Desinfektion mit Brom. Wird bromidhaltigem Wasser Chlor zugegeben, oxidiert dieses Chlor die Bromidionen in entsprechender Menge sofort zu Brom: $\text{HOCl/OCl}^- + \text{Br}^- \rightarrow \text{HOBr/OBr}^- + \text{Cl}^-$. In allen Bädern mit natürlichem Bromidgehalt ab etwa 3 mg/l, insbesondere in Meerwasserbädern und Solebädern, ist daher Brom das Desinfektionsmittel, was am Anteil an bromierten THM in Bezug auf den Gesamtgehalt der THM zu erkennen ist [1].

3.2

bromidreiches Wasser

Wasser mit einem bestimmten Mindestbromidgehalt

BEISPIEL Meerwasser, Sole und mit Bromid versetztes Süßwasser

3.3

Chloräquivalent

Stoffmenge an Brom, ausgedrückt als Chlor

¹ Bezugsquelle: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV) (Internet: <http://www.dguv.de>).

² Bezugsquelle: Umweltbundesamt (UBA) (Internet: <http://www.uba.de>).

Anmerkung 1 zum Begriff: Zur Berechnung des Chloräquivalents gilt $n(\text{Chlor}) = n(\text{Brom})$ [mol], d. h. beide Stoffmengen sind gleich. Zur Berechnung der äquivalenten Chlorkonzentration gilt $c(\text{Chlor}) = c(\text{Brom})/2,25$ [mg/l].

BEISPIEL Die Konzentration an freiem Brom von 1,35 mg/l entspricht einer Konzentration an freiem Chlor von 0,6 mg/l; der Unterschied ergibt sich aus der unterschiedlichen Molekülmasse. Die Bestimmung von freiem Brom als Chloräquivalent liefert mit beiden Bestimmungsmethoden – DPD und Chlormesszelle – den Wert 0,6 mg/l.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Begriff „Chloräquivalent“ wurde eingeführt, um der Tatsache Rechnung zu tragen, dass die Desinfektion in diesem Verfahren in Abhängigkeit des pH-Werts durch hypobromige Säure und Hypobromit-Anion, ausgedrückt als (freies) Brom, abläuft; die Messung des Desinfektionsmittels erfolgt aber in Analogie zu den bisherigen Teilen der Norm als (freies) Chlor. Zur Bestimmung des Broms als Chloräquivalent sind die Methoden aus der Chlorbestimmung mittels DPD (für freies Chlor und gebundenes Chlor) [2] und mittels Chlormesszellen (für freies Chlor und Gesamtchlor) unmittelbar geeignet.

3.4

Rezirkulation

Teilstrom des Sandfilter-Filtrats, der nach Passieren eines Sorptionsfilters in den Hauptstrom unmittelbar vor oder unmittelbar hinter der Ozoneinmischung zurückgeführt wird

3.5

In-situ-Erzeugung des Wirkstoffs

Erzeugung des Wirkstoffs am Ort seiner Anwendung aus spezifizierten Ausgangsstoffen (Präkursoren)

Anmerkung 1 zum Begriff: Begriff dient zur Abgrenzung gegenüber dem Gebrauch von handelsüblichen, anwendungsfähigen spezifizierten Wirkstoffen.

4 Grundlagen der Verfahrenskombinationen

4.1 Allgemeines

Durch Flockung mit Eisen(III)- und/oder Aluminiumsalzen werden partikuläre und kolloidal gelöste Verunreinigungen entstabilisiert und geflockt sowie ortho-Phosphate teilweise gefällt.

Bei der anschließenden Ozonung des bromidreichen Wassers (3.2) wird das Wasser desinfiziert und gleichzeitig Brom (im Wesentlichen vorliegend als hypobromige Säure) gebildet. Das Brom wirkt als Desinfektions- und Oxidationsmittel und geht dabei wieder in Bromid über. Dadurch bleibt der Bromid-Gehalt im Wasser weitgehend stabil. Durch Überschuss an Bromid wird das dosierte Ozon in der Aufbereitung vollständig umgesetzt, sodass kein Verfahrensschritt zur Restozon-Entfernung erforderlich ist, um das Beckenwasser frei von Ozon zu halten.

Der Zusatz von Ozon bewirkt die Abtötung von Mikroorganismen und Inaktivierung von Viren [3], die Erzeugung des Broms [4],[5],[6], die Oxidation chemischer Wasserinhaltsstoffe und er bewirkt eine Unterstützung der Flockung. Ozonung und Bromerzeugung vor der Filtration verhindern Filterbettverkeimungen.

Durch Einhalten des vorgegebenen pH-Wert-Bereichs wird eine Bromat-Anreicherung vermieden sowie der Einsatz üblicher Aluminium- und/oder Eisen-Salze zur Flockung ermöglicht. In der folgenden Filtrationsstufe werden partikuläre und kolloidale Stoffe weitgehend entfernt. Brom-reduzierende Filtermaterialien, z. B. Kornaktivkohle oder Braunkohlenkoks, sogenannte H-Kohle, sind im Hauptstrom nicht zulässig.

Desinfektionsnebenprodukte können in einer weiteren Verfahrensstufe durch Adsorption an Kornaktivkohle beseitigt werden. Die Reduktion der Desinfektionsnebenprodukte muss im Teilstrom erfolgen, damit der Abbau des Broms im Hauptstrom vermieden wird.

Der Belastbarkeitsfaktor k beträgt $0,5 \text{ m}^{-3}$ entsprechend einem Reinwasservolumen von 2 m^3 je Person. Es ergeben sich somit die Verfahrenskombinationen nach 4.2 und 4.3.

4.2 Flockung — Ozonung/Desinfektion — Filtration

Eine beispielhafte vereinfachte Darstellung dieser Verfahrenskombinationen zeigt Bild A.1 in Anhang A.

4.3 Flockung — Ozonung/Desinfektion — Filtration — Adsorption an Kornaktivkohle im rezirkulierten Teilstrom

Eine beispielhafte vereinfachte Darstellung dieser Verfahrenskombinationen zeigt Bild A.2 in Anhang A.

5 Verfahrensstufen

5.1 Einstellung der Säurekapazität

5.1.1 Allgemeines

Um eine einwandfreie Flockung sicherzustellen, muss die Säurekapazität ($K_{S4,3}$ nach DIN 38409-7) des Rohwassers einen vorgegebenen Mindestwert einhalten, der von der Art des eingesetzten Flockungsmittels abhängig ist. Dies kann durch Zusatz von geeignetem Füllwasser und/oder von Säurekapazität erhöhenden Chemikalien erreicht werden.

5.1.2 Mittel zur Einstellung der Säurekapazität

Zur Einstellung der Säurekapazität dürfen verwendet werden:

- Natriumcarbonat (Soda) nach DIN EN 15362;
- Natriumhydrogencarbonat nach DIN EN 15075;
- Calciumcarbonat, fest, nach DIN EN 15798 (als Filtermaterial einzusetzen).

5.1.3 Werte der Säurekapazität

- a) Bei Verwendung der Verfahrenskombination für alle Schwimm- oder Badebecken außer Warmsprudelbecken (mit eigener Aufbereitungsanlage)

$$K_{S4,3} \geq 0,7 \text{ mol/m}^3$$

- b) bei Verwendung der Verfahrenskombination für Warmsprudelbecken mit eigener Aufbereitungsanlage

$$K_{S4,3} \geq 0,3 \text{ mol/m}^3$$

- c) bei Verwendung von Flockungsmitteln mit einer Basizität³ > 65 % darf abweichend zu a) eine Säurekapazität von $K_{S4,3} \geq 0,3 \text{ mol/m}^3$ eingestellt werden.

5.1.4 Prüfung der Säurekapazität

Nach vollständiger Einmischung der zugesetzten Stoffe ist die Säurekapazität im Rohwasser zu bestimmen und die Einhaltung der Mindestwerte zu prüfen. Die wöchentliche Prüfung ist im Betriebstagebuch zu dokumentieren.

5.2 pH-Wert-Einstellung

Für die pH-Wert-Einstellung gilt DIN 19643-1:2012-11, 11.3.

³ Die Basizität ist ein Maß für die Vorneutralisation eines Produktes und definiert als: % Basizität = $(m/3n)^{\text{oxo}} \cdot 100 \%$ mit m = molare Stoffmenge OH^- und n = molare Stoffmenge Al^{3+} .