

Empfehlung des figawa-Arbeitskreises
„Schwimmbeckenwasseraufbereitung“
01/2005



Chemische Betriebsmittel für die Wasseraufbereitung eines öffentlichen Bades

Bundesvereinigung der Firmen im Gas- und Wasserfach e. V.
Technisch-wissenschaftliche Vereinigung
Postfach 51 09 60
50945 Köln

Fon + 49 (0) 221-376 68 20
Fax + 49 (0) 221-376 68 60
info@figawa.de
www.figawa.de

Inhalt

1.	Vorwort.....	3
2.	Filtration und Flockung.....	3
2.1	Produktkonzentration und Zusammensetzung.....	4
2.1.1	pH-Wert des Wassers.....	4
2.1.2.	Säurekapazität / Karbonathärte.....	4
2.1.3.	Dosierung und Einmischung.....	4
3.	pH-Wert Einstellung.....	5
3.1	Produkte zur Absenkung des pH-Wertes.....	5
3.1.1	Mineralsäuren und Kohlendioxid.....	5
3.1.2	Salzsäure.....	5
3.1.3	Schwefelsäure.....	6
3.1.4	Natriumhydrogensulfat.....	6
3.1.5	Kohlendioxid.....	6
3.2	Produkte zur Anhebung des pH-Wertes.....	6
4.	Desinfektion mit Chlor.....	7
4.1	Chlorgas.....	7
4.2	Natriumhypochloritlösung.....	7
4.3	Calciumhypochlorit.....	8
4.4	Natriumhypochlorit produziert in vor Ort installierten Elektrolyseanlagen.....	8
4.4.1	Betriebssalz für Elektrolyseanlagen mit künstlicher Sole.....	8
4.4.2	Durchlaufelektrolyseanlagen.....	8
4.4.3	Membranelektrolyseanlagen.....	9
5.	Oxidation mit Ozon.....	9
6.	Pulveraktivkohle.....	9
7.	Anforderungen an Filtermaterialien.....	9
7.1	Aktivkohlefilter.....	10
7.2	Sand, Kies.....	10
7.3	Thermisch behandelte Braunkohle.....	11
7.4	Anthrazit, Bims und Petrolkohlekoks.....	11
8.	Zitierte Normen und Regelwerke.....	12
9.	Die Autoren.....	12

Hinweise zu Urheberrechten

© 2004, figawa Köln, Alle Rechte vorbehalten.

Die vorliegende Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung und des Nachdrucks, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung von figawa reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme vervielfältigt oder verbreitet werden. Auch die Rechte der Wiedergabe durch Vortrag, Funk und Fernsehen sind vorbehalten.

1. Vorwort

Um eine nach gültigen Richtlinien geplante und gebaute Aufbereitungsanlage optimal zu betreiben, wird eine Reihe von chemischen Stoffen benötigt. Die Stoffe werden im einschlägigen Handel z. T. in unterschiedlichen Qualitäten und Konzentrationen angeboten, so dass es dem Betreiber eines Bades nicht ohne weiteres möglich ist, qualitativ geeignete Produkte auszuwählen.

Grundsätzlich sind nur Produkte einzusetzen, deren Inhaltsstoffe und Konzentrationen vom Lieferanten konkret genannt werden, deren Sicherheitsdatenblatt nach § 14 der Gefahrstoffverordnung vorliegt und deren Inhaltsstoffe in der DIN 19 643 benannt sind. Für kennzeichnungspflichtige Produkte gemäß Gefahrstoffverordnung § 20 ist eine Betriebsanweisung durch den Nutzer zu erstellen.

Dieser Leitfaden soll einen Überblick über die technischen Möglichkeiten der Anwendung verbunden mit einem optimalen Nutzen geben.

2. Filtration und Flockung

Zur Sicherstellung einer ausreichend guten Filtration bei Ein- und Mehrschichtfilteranlagen ist der Einsatz eines Flockungsmittels unerlässlich. Hierzu werden Stoffe oder Stoffgemische auf Basis von Aluminium- und/oder Eisensalzen wie folgt empfohlen und eingesetzt.

Aluminiumsulfat	DIN EN 878
Aluminiumchloridhexahydrat (polymer)	DIN EN 881
Natriumaluminat	DIN EN 882
Aluminiumhydroxidchlorid (polymer) oder Aluminiumhydroxidchloridsulfat (polymer)	DIN EN 881
Eisen(III)- Chlorid - Hexahydrat	DIN EN 888
Eisen(III)- Chloridsulfatlösung	DIN EN 891
Eisen(III)- Sulfat	DIN EN 890
Aluminiumverbindungen	DIN EN 883

Die Zugabemengen sollten gemäß DIN 19 643 je nach personenbezogener Belastung des Wassers mindestens $0,05 \text{ g/m}^3$ (bezogen auf Al) bzw. $0,1 \text{ g/m}^3$ (bezogen auf Fe) betragen.

Die Zugabemenge des Flockungsmittels ist vom Wirkstoffgehalt des Produktes, berechnet als Al oder Fe, abhängig. Deshalb sind Herstellerangaben in [ml Dosierung/ m^3 Umwälzleistung] nur in Verbindung mit dem Wirkstoffgehalt des betreffenden Produktes vergleichbar.

Sowohl Eisen- als auch Aluminiumsalze können unerwünschte Phosphate aus dem Wasser fällen, so dass damit auch dem Algenwachstum durch Nährstoffentzug entgegengewirkt werden kann.

Aluminiumverbindungen:

Heute werden vorzugsweise Polyaluminiumsalze eingesetzt, die in flüssiger Form als wässrige Lösung anwendungsfertig geliefert werden.

2.1 Produktkonzentration und Zusammensetzung

Bewährt haben sich flüssige Stoffe auf vorgenannter Basis und folgender Zusammensetzung:

Aluminium (Al) 4 - 6 %

Produkte dieser Konzentration lassen sich in der Lieferform mit geeigneten Dosierverfahren direkt aus den Liefergebinden dosieren. Bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist die Wirkstoffkonzentration an Al oder Fe zu berücksichtigen. Bei sehr hohen Al- und Fe-Konzentrationen im Produkt ist zu beachten, dass die Zugabe des Flockungsmittels mit der gewählten Dosierpumpe noch möglich sein muss.

Bei Vorverdünnungen vor Ort sind die Herstellerangaben zu beachten. Bei längerer Standzeit, höherer Temperatur ($> 30^{\circ}\text{C}$), hoher Wasserhärte kann es bei Aluminiumverbindungen zu Ausfällungen im Vorratsbehälter kommen. Alkalische Aluminiumverbindungen (Aluminate) dürfen nicht vorverdünnt werden.

Zusätzlich sind beim Einsatz von Aluminiumsalzen zu beachten:

2.1.1 pH-Wert des Wassers

Der pH-Wert des zu behandelnden Wassers sollte bei monomeren Al-Verbindungen einen pH-Wert von 6,5 nicht unter- und von 7,2 nicht überschreiten. Bei niedrigerem oder höherem pH-Wert kann es zu Störungen bei der Flockenbildung, zu verminderter Filtrationsschärfe und zur Eintrübung des Beckenwassers kommen.

2.1.2. Säurekapazität / Karbonathärte

Um eine ausreichende Flockungswirkung zu erzielen, sollte eine ausreichende Pufferkapazität (Säurekapazität, $\text{Ks}_{4,3}$) von min. 0,7 mmol/l (2°dKH) im Schwimmbeckenwasser und 0,3 mmol/l ($0,86^{\circ}\text{dKH}$) bei der Aufbereitung des Wassers von Warmsprudelbecken vorhanden sein.

Speziell bei sehr weichem Wasser ist der Einsatz von Flockungsmitteln auf Natriumaluminatbasis vorteilhaft. Voraussetzung hierfür ist, dass der pH-Bereich von 6,5 – 7,2 eingehalten wird.

Sollte die Säurekapazität zu niedrig sein, kann dies durch geeignete Maßnahmen korrigiert werden. Dazu zählen die Zugabe von Natriumcarbonat, Natriumhydrogencarbonat, der Einsatz von Marmor Kies sowie Kohlensäure.

2.1.3. Dosierung und Einmischung

Die Dosierung des Flockungsmittels muss kontinuierlich und belastungsabhängig über die gesamte Betriebszeit mit einer geeigneten Dosiereinrichtung erfolgen. Je besser die Einmischung des Flockungsmittels, desto besser dessen Wirkungsentfaltung.

Nach der Zugabe sollte unmittelbar für eine gute Durchmischung gesorgt werden. Beispiele für geeignete Maßnahmen dazu sind: Statischer Mischer, Rohrsprung oder Zugabe vor der Umwälzpumpe.

3. pH-Wert Einstellung

Je nach Wasserzusammensetzung, Badefrequenz, Temperatur des Badewassers, Art des Aufbereitungsverfahrens und Anzahl und Art zusätzlicher Attraktionen sind saure oder alkalische pH-Wert-Korrekturmittel erforderlich. Da es Wechselwirkungen zwischen pH-Wert, Säurekapazität, Flockungs- und Chlorwirksamkeit gibt, wird in der Praxis meist ein pH-Wert von ca. 7,0 – 7,2 eingestellt. Grundsätzlich sind pH-Wert-Korrekturmittel über geeignete Mess-, Regel- und Dosieranlagen einzusetzen.

3.1 Produkte zur Absenkung des pH-Wertes

3.1.1 Mineralsäuren und Kohlendioxid

Im Allgemeinen ist bei Hallenbädern bei mittlerer Wasserhärte (Säurekapazität) – selbst bei Verwendung von Chlorgas – der pH-Wert abzusenken.

Bei höherer Wasserhärte empfiehlt sich der Einsatz einer Mineralsäuredosierung. Bei geringerer Wasserhärte kann Mineralsäure in Verbindung mit Kohlendioxid oder ausschließlich Kohlendioxid verwendet werden.

Bei Bädern mit starken Turbulenzen wie Attraktions- und Wellenbecken oder Kaskadenüberläufen, besteht die Möglichkeit, dass die gewünschte pH-Absenkung mit Kohlendioxid allein nicht erreicht wird, da das Kohlendioxid in den Becken- und Attraktionsbereichen schneller ausgasst als es zudosiert werden kann.

Bei der Zugabe von Mineralsäure wird ein Teil der Wasserhärte dauerhaft in Chlorid oder Sulfat umgewandelt und hat keinen Einfluss mehr auf die Bildung des pH-Wertes des Wassers.

Beim Einsatz von Mineralsäuren (Salzsäure und Schwefelsäure) ist Folgendes zu beachten: Mineralsäuren werden im Allgemeinen in baumustergeprüften Kanistern mit einem Fassungsvermögen von 30 oder 60 Litern oder im Tankwagen geliefert. Bei der Tankanlieferung ist ein Lagertank zu verwenden, der eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung besitzt und nach den Vorgaben des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG § 19) konstruiert ist - je nach jeweiligem Länderrecht mit Auffangwanne oder Rückhaltebereich.

3.1.2 Salzsäure (DIN EN 939), technische Salzsäure ca. 30 – 33 %,

Salzsäure handelsüblicher Konzentration gasst stark aus und führt zu Korrosion im Umfeld der Dosierung und Lagerung. Sie bildet mit Calcium und Magnesiumsalzen des Wassers leicht lösliche Chloride und erhöht zusätzlich zur Chlordosierung den Chloridgehalt. Höhere Chloridgehalte > 250 mg/l können zu Korrosionen an Beckeneinbauten (z.B. Edelstahl Werkstoffnummer 1.4401 "V2A") führen. Durch Aerosolbildung kann Korrosion im Lüftungsbereich von Hallenbädern auftreten. Chloride können nur durch eine ausreichende Füllwassernachspeisung begrenzt werden.

3.1.3 Schwefelsäure (DIN EN 899), technische Schwefelsäure ca. 38 % oder 53 %,

Schwefelsäure gasst nicht aus und bildet nach Zugabe in das Wasser Sulfate. Diese führen im Gegensatz zu Chlorid nicht zu einer Korrosion an Metalleinbauteilen und im Lüftungsbereich. Erhöhte Dosierungen von Schwefelsäure können zu einem unerwünschten Sulfatanstieg führen und in Verbindung mit hohem Kalziumgehalt im Wasser zur Gipsbildung beitragen. In solchen Fällen ist für eine erhöhte Frischwasserzugabe zu sorgen.

Überhöhte Sulfatkonzentrationen können im Badewasser, je nach verwendetem Zement auf Dauer zur Schädigung von Beton und Zementfugen führen. Auch hier ist durch eine ausreichende Füllwasserzugabe für eine Verdünnung zu sorgen. Alles in allem betrachtet ist die Handhabung von Schwefelsäure unproblematischer als der Einsatz von Salzsäure.

3.1.4 Natriumhydrogensulfat

Als Feststoff zur pH-Absenkung kommt Natriumhydrogensulfat zum Einsatz. Das Produkt wird in kristalliner Form geliefert und muss zu einer Dosierlösung angesetzt werden. Die pH-Wert senkende Wirkung ist vergleichbar mit der von Schwefelsäure.

3.1.5 Kohlendioxid (DIN EN 936)

Kohlendioxid bildet im Wasser Kohlensäure. Es hat eine geringe Säurewirkung. Solange Kohlendioxid im Überschuss vorhanden ist stabilisiert es im Wasser vorhandene Ca- und Mg-Carbonate vorübergehend durch Verschiebung des Kalk-Kohlensäuregleichgewichtes. Hierzu ist es erforderlich, dass das Wasser einem geringen Überdruck (Leitungsdruck in der Umwälzung) ausgesetzt wird.

Sobald sich atmosphärischer Druck an der Wasseroberfläche einstellt, wird die zuvor zugegebene Kohlensäure wieder freigesetzt und gasst aus – je wärmer das Wasser, desto schneller. Deshalb muss das Wasser kontinuierlich mit Kohlendioxid behandelt werden.

Kohlendioxid zur Neutralisation reduziert gegenüber Mineralsäuren nicht die Säurekapazität des Schwimmbeckenwassers. Bei weichen Wässern kann dieses Verfahren aus technischer Sicht empfohlen werden. Die Investitions- und Betriebskosten sind zu prüfen.

Kohlendioxid wird in Druckgasflaschen und/oder in Tankwagen geliefert.

3.2 Produkte zur Anhebung des pH-Wertes

In Betracht kommen

- Natriumhydroxid (Natronlauge, DIN EN 896) als dosierfertige Lösung,
- Natriumcarbonat (Soda, DIN EN 897),
- Natriumhydrogencarbonat (Natriumbicarbonat, DIN EN 898) in fester Form.

Flüssige Mittel zur pH- Anhebung basieren meist auf Natriumhydroxid in unterschiedlichen Konzentrationen. Am einfachsten in der Handhabung sind Lösungen von 20 – 30 % Wirkstoffgehalt. Höher konzentrierte Lösungen neigen zu Kristallisationsbildungen der Flüssigkeitsoberfläche und „gefrieren“ bei

Temperaturen oberhalb des Gefrierpunktes von Wasser (z.B. 40 %ige NaOH-Lauge „gefriert“ bei + 14 °C).

Lieferformen:

im Allgemeinen in baumustergeprüften Kanistern mit einem Fassungsvermögen von 30 oder 60 Litern oder im Tankwagen. Bei der Tankanlieferung ist ein Lagertank zu verwenden, der nach den Vorgaben des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG § 19) ausgeführt ist, mit Auffangwanne oder Rückhaltebereich nach jeweiligem Länderrecht, und eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung besitzt.

Soda oder Natriumbicarbonat sollten in Wasser vorgelöst dosiert werden. Soda und Natriumbicarbonat erhöhen gleichzeitig mit der pH-Wert Anhebung die Säurekapazität.

Lieferform: Säcke mit 25 und 50 kg oder Eimer.

4. Desinfektion mit Chlor

Zur Badewasserdeseinfektion muss Chlor eingesetzt werden. Es können dabei unterschiedliche Produkte zum Einsatz kommen.

4.1 Chlorgas (DIN EN 937)

Chlorgas wird verflüssigt in Druckflaschen mit 65 kg oder Großbehältern mit bis zu 800 kg geliefert. Der Einsatz erfolgt in Chlorgasanlagen, die heute vorzugsweise nach dem Vollvakuumverfahren arbeiten. Verfahrensbedingt entsteht beim Einsatz von Chlorgas Salzsäure, welche die Säurekapazität verringert und den pH-Wert senkt. Die entstehende Salzsäure kann durch Marmorkies neutralisiert werden. Bei Beachtung der jeweils geltenden Unfallverhütungsvorschriften für Chlorungsanlagen wird bei diesem Verfahren die größtmögliche Sicherheit für Mensch, Umwelt und technische Einrichtungen gewährleistet. Die Qualität des Chlorgases ist von gravierender Bedeutung für einen störungsfreien Betrieb der Chlorgasanlagen. Qualitätsnachweise des Lieferanten sollten vorgelegt werden.

Chlorgasbehälter müssen jährlich technisch überprüft werden, weshalb sich der Einsatz von Leihbehältern empfiehlt.

Im direkten Betriebskostenvergleich zu anderen Chlorprodukten für die Desinfektion sind neben dem Beschaffungspreis auch die Kosten für die Dosierung (Energie, Treibwasser für den Injektor) und die Wartung der Anlage zu berücksichtigen.

4.2 Natriumhypochloritlösung (Chlorbleichlauge, DIN EN 901)

Diese wird im Rahmen der großtechnischen Chlorerzeugung hergestellt. Frisch produziert enthält sie ca. 12 – 13 % Chlor. Der Aktivchlorgehalt baut sich unter Einfluss von Licht und/oder Wärme relativ schnell ab. Aus Aktivchlor entsteht zunehmend Chlorid und/oder Chlorat.

Natriumhypochloritlösung kann je nach Hersteller und Charge unterschiedlich hohe Gehalte an Schwermetallen enthalten, die den Chlorabbau begünstigen, hierdurch wird die Lieferqualität extrem gemindert.

Durch geeignete anorganische Zusätze kann der Abbau des Aktivchlorgehaltes stark verzögert und die Haltbarkeit des Produktes verbessert werden. Phosphate oder Phosphonatzusätze, die ein Verstopfen der Impfstelle verhindern sollen, fördern das Algenwachstum und sollten deshalb nicht eingesetzt werden.

Lieferform in Kunststoffkanistern mit 30 oder 60 Litern Füllvolumen, Containern und Tankwagen zur Tankbefüllung.

4.3 Calciumhypochlorit

Calciumhypochlorit ist als Granulat oder in Form von Tabletten mit einem Aktivchlorgehalt von ca. 60 - 75 % im Handel.

Das Produkt ist relativ schlecht wasserlöslich, weshalb das Ansetzen einer Dosierlösung mit technischem Aufwand verbunden ist.

Herstellungsbedingt sind in Calciumhypochlorit bis zu 5 % wasserunlösliche Anteile enthalten, die sich in einer Dosierlösung als Schlamm absetzen können. Mit hartem Wasser kann es zu Ausfällungen kommen. Minderwertige Qualitäten enthalten hohe Staubanteile (Unterkorn).

4.4 Natriumhypochlorit produziert in vor Ort installierten Elektrolyseanlagen

Durch Elektrolyse kann mittels unterschiedlicher Verfahren aus natürlichen oder künstlichen Kochsalzlösungen Natriumhypochlorit oder Chlorgas vor Ort hergestellt werden. Als Ausgangsstoff ist auch Salzsäure geeignet.

4.4.1 Betriebssalz für Elektrolyseanlagen mit künstlicher Sole

Inhaltsstoffe des Salzes wie Eisen, Mangan, Calcium und Magnesium können, wenn sie in zu hoher Konzentration in der hergestellten künstlichen Betriebssole vorhanden sind, zu Ablagerungen und Störungen im Elektrolyseprozess führen. Zu hohe Bromidgehalte führen zur Bildung von unerwünschtem Bromoform im behandelten Wasser. Deshalb sollte bei Betriebssalz für Elektrolyseanlagen auf die geeignete Salzqualität geachtet werden.

4.4.2 Durchlaufelektrolyseanlagen

Aktivchlorgehalt 0,5 – 0,6 %.

Verfahrensbedingt sind in der Dosierlösung bis zu 1,2 % NaCl (Kochsalz) enthalten. Bei Verwendung von natürlicher Sole oder Meerwasser werden niedrigere Aktivchlorkonzentrationen erzielt. Zusätzlich ist die Zusammensetzung der Sole zu beachten.

Bei Anlagen, die mit NaCl-haltigem Beckenwasser im Bypass-Verfahren arbeiten, führt der erforderliche erhöhte Chloridgehalt im Beckenwasser zu verstärkter Korrosionsgefahr an wasserberührten Einbauteilen sowie im Lüftungssystem. Der bei der Elektrolyse zwangsläufig entstehende Wasserstoff wird über die Wasseroberfläche unkontrolliert freigesetzt.

4.4.3 Membranelektrolyseanlagen

Damit können Aktivchlorgehalte von 2,5 – 5 %, ohne Salzverschleppung, erreicht werden. Zum Betrieb der Anlagen ist ausschließlich der Einsatz künstlicher Sole erforderlich.

5. Oxidation mit Ozon

Ozon wird bei den Verfahrenskombinationen gem. DIN 19 643, Teil 3 und 4 eingesetzt. Ozon ist nicht stabil und muss deshalb am Einsatzort mittels Ozonerzeugungsanlagen (nach DIN 19 627) generiert werden. Zur Ozonerzeugung sind Luft-Sauerstoff und elektrische Energie erforderlich. Ozon darf nach der Oxidation nicht in das Beckenwasser gelangen, da es zu Reizungen der Schleimhäute und Atemwege führen würde. Aus diesem Grunde muss nicht reagiertes Restozon im Wasser über Aktivkohle vollständig abgebaut werden. Ozon ersetzt keine Desinfektionsstufe mit Chlor.

Die Unfallverhütungsvorschrift ZH 1/474 „Ozon zur Verwendung in der Wasseraufbereitung“ ist zu beachten.

6. Pulveraktivkohle (DIN EN 12 093)

Ziel des Einsatzes von Pulveraktivkohle ist die Adsorption von THM (Trihalomethan) und die Reduktion von gebundenem Chlor. Die Mindestqualitätsanforderung der Pulveraktivkohle in Bezug auf die innere Oberfläche sowie die Korngrößenverteilung ist in der Norm beschrieben. Für die Anwendung in der Aufbereitungsanlage sollte auf eine gut handhabbare Verpackung (Trommeln oder staubfreie angefeuchtete Pulveraktivkohle in Beuteln) geachtet werden. Für die Dosierung gibt es unterschiedliche Verfahren. Um der Verkeimung einer angesetzten Suspension entgegenzuwirken, ist eine Ansäuerung auf $\text{pH} < 2$ zu empfehlen, bzw. Aktivkohle mit Säurekomponente einzusetzen.

Die jeweilige Zugabemenge muss je nach Betriebsbedingungen der Aufbereitungsanlage ermittelt werden und liegt in der Regel zwischen $0,5 \text{ g/m}^3$ und 3 g/m^3 Umwälzleistung.

Pulveraktivkohle wird auch in Anschwemmfilteranlagen in Verbindung mit Kieselgur eingesetzt. Der Betrieb ohne den gleichzeitigen Einsatz von Pulveraktivkohle kann zu unzulässig hohen Werten an THM und gebundenem Chlor führen.

Für alle Anwendungen von Pulveraktivkohle sind die Anforderungen der örtlichen Einleitervorgaben zu beachten (Klärwerke, Kanalbetreiber).

7. Anforderungen an Filtermaterialien

Die zur Filtration verwendeten Materialien sind in den Normen beschrieben.

Beim Einsatz von Filtermaterial ist auf die Körnung zu achten. Der Ungleichförmigkeitsgrad (d_{60}/d_{10}) darf 1,5 nicht überschreiten. Dieser Parameter wird in Siebanalysen ausgewiesen und kann zusammen mit entsprechenden Analysenzertifikaten und Sicherheitsdatenblättern angefordert werden.

Druck.- bzw. Schnellfilter:	
Sand, Kies	DIN EN 12 904
Thermisch behandelte Braunkohle	DIN EN 12 907
Anthrazit	DIN EN 12 909
Bims	DIN EN 12 906
Aktivkohle	DIN EN 12 915
Petrolkohlekoks	
Anschwemmfilter:	DIN 19 624
Kieselgur/Pulveraktivkohle	DIN EN 12 913

7.1 Aktivkornkohlefilter

Aktivkornkohle wird zum Abbau von Restozon nach DIN 19 643, Teil 3, 4 und 5 eingesetzt. Adsorptive Filtermaterialien werden zur Reduzierung von THM und gebundenem Chlor eingesetzt. Grundsätzlich ist zu berücksichtigen, dass der Gehalt an freiem Chlor im Filtrat ebenfalls reduziert wird. Eine Verkeimung des Filters kann dadurch begünstigt werden. Die entstehende höhere Chlorzehrung führt zu einem Anstieg des Chloridgehaltes. Für das Einbringen und die Einarbeitung der Materialien können bei Herstellern Merkblätter angefordert werden. Die Herstellerhinweise sollten unbedingt beachtet werden.

Die üblicherweise eingesetzten Körnungen und Kornkombinationen können den Tabellen 2 und 3 in DIN 19 643-2 entnommen werden. Auch Filtergeschwindigkeiten und Schichthöhen werden dort erläutert. Herstellerangaben sind zu berücksichtigen. Die örtlichen Gegebenheiten müssen entsprechend den tatsächlichen Spülgeschwindigkeiten überprüft und angepasst werden. Eine Spülung muss aus hygienischen Gründen nach DIN-Angaben und Bedarf erfolgen. Je nach betrieblichen Bedingungen müssen die Spülintervalle gegebenenfalls verkürzt werden.

7.2 Sand, Kies

Für die filtrative Entfernung von Trübstoffen kann Filtersand im Einschichtfilter oder in Kombination mit allen anderen oben aufgeführten Materialien im Mehrschichtfilter verwendet werden.

Die vom Lieferanten der Anlage vorgeschriebenen Schichthöhen und Körnungen müssen eingehalten werden. Werden mehrere unterschiedliche Körnungen eingebracht, dann ist jede einzelne Schicht nach ihrem Einbringen einzuebnen. Weil bakteriologische Verunreinigungen bei der Verwendung von Sand oder Kies nicht auszuschließen sind, sollte eine Desinfektion der Tragschichten und der kompletten Filteranlage nach Einbringung erfolgen (Siehe DVGW-Arbeitsblatt W 291).

Sand und Kies können in Säcken sowie lose bezogen werden.

7.3 Thermisch behandelte Braunkohle (DIN EN 12 907)

Thermisch behandelte Braunkohle kann in Verbindung mit Sand als Mehrschichtfiltermaterial eingesetzt werden.

Für den Einsatz von Mehrschichtfiltern im Gegensatz zu Einschichtfiltern (z.B. mit Sand) sprechen die erhöhte Aufnahmekapazität und die sich daraus ergebende längere Standzeit des Filters. Die Kornkombinationen haben Einfluss auf Filtratqualität und Filterstandzeit.

Thermisch behandelte Braunkohle besitzt im Vergleich zu Aktivkohle eingeschränkte adsorptive Eigenschaften und reduziert Desinfektionsnebenprodukte. Rohstoffbedingt kann es zu Eisen- und Mangan- auswaschungen aus dem Filtermaterial kommen. Für das Einbringen und die Einarbeitung von thermisch behandelter Braunkohle können bei verschiedenen Herstellern Merkblätter angefordert werden. Die Hinweise der Hersteller sollten unbedingt beachtet werden. So ist beispielsweise durch die erhöhte Porosität der Kohle mit unterschiedlichen Benetzungszeiten zu rechnen.

Thermisch behandelte Braunkohle wird üblicherweise in Säcken oder lose geliefert. Bei der Aufbewahrung sollte auf eine trockene Lagerung des Materials geachtet werden.

7.4 Anthrazit ⁽¹⁾, Bims und Petrolkohlekoks

Für die filtrative Entfernung von Trübstoffen können ebenfalls Anthrazit, Bims und Petrolkohlekoks mit Sand als Mehrschichtfilter verwendet werden. Für den Einsatz von Mehrschichtfiltern im Gegensatz zu Einschichtfiltern mit z.B. Sand sprechen die erhöhte Aufnahmekapazität und die sich daraus ergebende längere Standzeit des Filters. Durch spezielle Kornkombinationen kann auch die Filtratqualität verbessert werden.

Alle genannten Produkte sind reine Filtrationsmaterialien und nicht in der Lage Desinfektionsnebenprodukte zu entfernen. Die Produkte werden üblicherweise in Säcken oder lose geliefert. Bei der Aufbewahrung sollte auf eine trockene Lagerung des Materials geachtet werden.

⁽¹⁾ Anthrazit ist die Steinkohlenart mit dem höchsten Inkohlungsgrad

8. Zitierte Normen und Regelwerke

Aluminiumsulfat	DIN EN 878
Aluminiumchloridhexahydrat	DIN EN 881
Natriumaluminat	DIN EN 882
Aluminiumhydroxidchlorid/-sulfat	DIN EN 881
Eisen(III)- Chlorid - Hexahydrat	DIN EN 888
Eisen(III)- Chloridsulfatlösung	DIN EN 891
Eisen(III)- Sulfat	DIN EN 890
Aluminiumverbindungen	DIN EN 883
Salzsäure	DIN EN 939
Schwefelsäure	DIN EN 899
Kohlendioxid	DIN EN 936
Natriumhydroxid (Natronlauge),	DIN EN 896
Natriumcarbonat (Soda)	DIN EN 897
Natriumhydrogencarbonat (Na-Bicarbonat)	DIN EN 898
Chlorgas	DIN EN 937
Natriumhypochloritlösung (Chlorbleichlauge)	DIN EN 901
Pulveraktivkohle	DIN EN 12 093
Sand, Kies	DIN EN 12 904
Thermisch behandelte Braunkohle	DIN EN 12 907
Anthrazit	DIN EN 12 909
Bims	DIN EN 12 906
Aktivkohle	DIN EN 12 915
Anschwemmfilter	DIN 19 624
Kieselgur/Pulveraktivkohle	DIN EN 12 913
Schwimmbeckenwasseraufbereitung	DIN 19 643, Teil 1-5

9. Die Autoren

Die vorliegende Empfehlung wurde maßgeblich von den Mitgliedern des Arbeitskreises Schwimmbeckenwasseraufbereitung erstellt in dem Anlagenbauer, Hersteller von Komponenten, Zulieferer und Ingenieurbüros vertreten sind.

Seit 1926 organisieren sich Hersteller und Dienstleister von Produkten des Gas- und Wasserfachs in einem technisch-wissenschaftlichen Dachverband, der Bundesvereinigung der Firmen im Gas- und Wasserfach – figawa. Das Ziel dieser Vereinigung besteht seit ihrer Gründung darin, Produkte und Verfahren im Hinblick auf Sicherheit, Hygiene, Umweltschutz und Wirtschaftlichkeit in Regelwerken zu verankern. Insgesamt sind etwa 1.030 Unternehmen Mitglied in der figawa. Einen aktuellen Überblick über die Mitgliedsunternehmen finden Sie unter www.figawa.de.