



Flockungsmittel und Flockungshilfsmittel zur Trinkwasser-Behandlung

Produkte - Eigenschaften - Auswahl - Service



**Partner der
Stadt- und Wasserwerke**

Nachfolgend beschrieben sind Produkte der Kurita Europe GmbH.

Allgemeines

Aufgabe der Wasseraufbereitung ist es, unerwünschte gelöste oder suspendierte Stoffe aus dem Wasser zu entfernen. In den meisten Fällen geschieht das Abtrennen durch mechanische Verfahren wie Filtration, Sedimentation und Flotation. Oftmals wird der mechanischen Trennstufe ein chemischer oder biologischer Prozess vorgeschaltet, durch den die zu entfernenden Stoffe erst in eine mechanisch abtrennbare Form überführt werden. Hierzu gehört die Umwandlung gelöster Stoffe in schwer lösliche Verbindungen, wie z.B. bei der Kalkentkarbonisierung oder die Flockung kolloidal suspendierter Stoffe unter Verwendung von Flockungsmitteln und Flockungshilfsmitteln.

Bei der Flockung müssen zwei Teilreaktionen ablaufen, die in der Praxis mehr oder weniger ineinander übergehen:

1. Die Entstabilisierung, durch die eine Zusammenlagerung einzelner kolloidaler Teilchen zu größeren Einheiten stattfinden kann (Koagulation). Dies wird erreicht, indem entweder die wirksame Ladung der Teilchen durch chemische Reaktionen ausreichend verringert, oder diese Ladung durch Elektrolytzusatz abgeschirmt wird.
2. Eine als Flockulation bezeichnete Zusammenballung sehr vieler dieser Einheiten zu größeren, spezifisch schwereren und damit mechanisch abtrennbaren Flocken.

Flockungsverfahren

Bei den Flockungsverfahren unterscheidet man Flockungsfiltration, Flockenfiltration und Flockungsanlagen, bei denen die gebildeten Flocken in einem Reaktionsraum in Schwebelage gehalten werden und schließlich sedimentieren. Letztere werden als Sedimentationsflockung mit Schlammrückführung oder auch als Schlammkontaktverfahren bezeichnet. Schlammkontaktverfahren eignen sich insbesondere bei stark schwebstoffhaltigen Wässern. Durch Flockenschlammrückführung (Schlammzirkulation) oder Teilkreislaufführung des Wassers ist ein mehrfacher Kontakt des Wassers mit den Flocken gegeben und es kommt zu einer größeren Flockungsdichte. Dies garantiert eine gute Ausnutzung der zugegebenen Flockungsmittel.

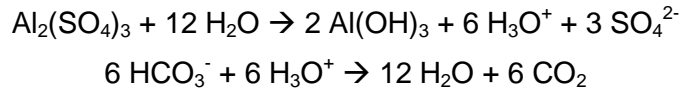
Bei der Flockenfiltration erfolgt zunächst - ggf. unter Energieeintrag (Langsamrührwerk) - die Zugabe von Flockungsmittel und Flockungshilfsmittel zur Entstabilisierung und Aggregation. Anschließend wird das geflockte Wasser auf einen Mehrschichtfilter geleitet. Im Gegensatz zur Flockenfiltration kommt es bei der Flockungsfiltration erst im nachgeschalteten Filter zur eigentlichen Flockenausbildung.

Flockungsmittel

Die als **Primärflockungsmittel** bezeichneten Salze des dreiwertigen Eisens und Aluminiums können durch Adsorption an der Teilchenoberfläche eine Ladungsverringerung hervorrufen, in jedem Falle aber wirken sie als Elektrolyte abschirmend auf die Teilchenladung und ermöglichen so die Koagulation der Kolloide. Darüber hinaus bilden Eisen und Aluminium in verschiedenen pH-Wert-Bereichen sehr schwer lösliche Hydroxidflocken mit grossen Oberflächen. Bei der Bildung dieser Flocken werden die vorher durch Koagulation entstandenen Teilchen mit eingebunden. In diesem Sinne wirken Eisen- und Aluminiumsalze nicht nur als Koagulations-, sondern auch als Flockulationsmittel. Sie werden deswegen allgemein als Flockungsmittel bezeichnet.

Aluminiumsulfat

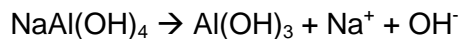
Durch Hydrolyse des Aluminiumsulfats bildet sich über intermediär positiv geladene polynukleare Hydroxokomplexe (bewirken die Ladungsneutralisation) schließlich Aluminiumhydroxid. Die bei diesem Prozeß freigesetzten Hydroniumionen (H_3O^+) werden durch die im Wasser vorhandenen Hydrogenkarbonationen gebunden und abgepuffert:



Reicht die Hydrogenkarbonationenkonzentration im Wasser nicht aus, müssen vor Zugabe des Flockungsmittels entsprechende Alkalisierungsmittel, beispielsweise Natrium- oder Calciumkarbonatlösung, zur Stabilisierung des pH-Wertes auf 6,5-7,2 zugegeben werden. Der optimale Flockungs-pH-Wert beim Einsatz von Aluminiumsulfat beträgt 6,5 bis 7,0. Ein Überschreiten eines pH-Werts von 7,5 ist mit einer Flockenauflösung und erhöhten Restaluminiumgehalten verbunden, was auf die Bildung von $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ zurückzuführen ist. Die technisch unvermeidbare Restkonzentration für Aluminium beträgt 0,1 mg/l.

Natriumaluminat

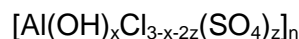
Beim Einsatz von Natriumaluminat $\text{NaAl}(\text{OH})_4$ entsteht in Analogie zu Aluminiumsulfat durch Hydrolyse Aluminiumhydroxid:



Durch Mitfällung werden Partikel in den sich bildenden Aluminiumoxidhydratflocken eingelagert. Natriumaluminat bringt Vorteile gegenüber Aluminiumsulfat in sauren Wässern, da unter Umständen auf eine Alkalisierung verzichtet werden kann. Ein Nachteil des Aluminats ist die erheblich schlechtere Entwässerung der Flocken.

Polyaluminiumchlorid (GILUFLOC[®])

Polyaluminiumchloride (PAC) sind basische polymere Aluminiumsalze, die sich unter der folgenden pauschalen chemischen Formel zusammenfassen lassen:



PAC-Lösungen reagieren sauer. Dennoch wird aufgrund der eigenen Basizität von PAC der pH-Wert des zu behandelnden Wassers wesentlich geringer beeinflusst als durch monomere Aluminiumsalze wie zum Beispiel Aluminiumsulfat. Zusätzliche Alkalisierungsmittel sind in der Regel nicht erforderlich. Die Flockung mit PAC erfolgt auch noch bei pH-Werten bis 7,5 zufriedenstellend. Über die Basizität können PAC-Produkte auf die Wasserqualität angepaßt werden. PAC eignet sich besonders gut zur Aufbereitung von Wässern mit organischen Inhaltsstoffen. PAC hat einen hohen Al_2O_3 -Gehalt, woraus sich gegenüber Aluminiumsulfat ein Vorteil ergibt. Ein weiterer Vorteil gegenüber Aluminiumsulfat ist die generelle Eignung als Flockungsmittel bei Temperaturen $< 8^\circ\text{C}$.

Eisen-(III)-Salze (TRIFLOC[®])

Der Flockungsprozess ist der Aluminiumsulfatflockung ähnlich. Die entstehenden Schlammflocken sind dichter, haben eine hohe Sedimentationsgeschwindigkeit und dicken gut ein. Eisen-(III)-Salze können in einem pH-Bereich zwischen 3,3 und hoch alkalisch (Kalkentkarbonisierung) angewandt werden.

Die Anwendung von Eisen-(III)-Salzen erweist sich als vorteilhaft, wenn gleichzeitig Mangan-(II)-Ionen durch Oxidation im alkalischen Medium mittels Kaliumpermanganat entfernt werden und dadurch die Flockung bei pH-Werten von 7 bis 8 vorgenommen werden muß. Ebenfalls sind Eisen-(III)-Salze gut geeignet für eine Fällung von huminsäuren Verbindungen im pH-Wert-Bereich von 5,5 bis 6,5.

Flockungshilfsmittel (LABUFLOC[®], KOARET[®], MIKROSORBAN[®] FERROCRYL[®])

Flockungshilfsmittel sind Substanzen, die lediglich die Bildung ausreichend schwerer und damit abtrennbarer Flocken bewirken. In den meisten Fällen tragen diese Substanzen nur zu einer besseren Flockulation bei. Ausnahmen bilden hierbei stark kationische bzw. anionische Flockungshilfsmittel, die in bestimmten Anwendungsfällen auch die Koagulation von Kolloiden bewirken. Die Wirkungsweise der heute marktbeherrschenden, synthetischen organischen Flockungshilfsmittel kann man sich so vorstellen, dass die langen, fadenförmigen Moleküle an mehreren Schwebstoffteilchen anhaften und durch Brückenbildung oder Einschlüsse größere Einheiten bilden. Die unterschiedliche Ladungsart und -stärke der einzelnen Polymertypen ermöglichen eine gezielte Anpassung an Art und Ladung der Schwebstoffteilchen und fördern somit die optimale Adsorption und damit die Ausflockung. Nichtionogene Typen dagegen wirken nicht ladungsspezifisch.

Flockungshilfsmittel werden mit Erfolg bei einer Vielzahl von Suspensions-Trennverfahren eingesetzt, um die Leistung bestehender Anlagen zu erhöhen, die Trennung wirkungsvoller zu gestalten, zu einer höheren Ausbeute an Feststoff zu gelangen oder um bessere Reinwasserqualität zu erreichen. Die Einsatzgebiete umfassen die Aufbereitung von Brauch-, Trink- und Abwasser, die kommunale und industrielle Schlammbehandlung (Entwässerung) sowie eine Vielfalt industrieller Prozesse im Bergbau, in der metallverarbeitenden und der chemischen Industrie.

Flockungshilfsmittel werden - oft kombiniert mit anorganischen Flockungsmitteln - in allen üblichen Trennverfahren (fest-flüssig) angewendet:

- Flotation
- Sedimentation
- Zentrifugation
- Dekantation
- Filtration

Anwendung der Flockungshilfsmittel

Flockungshilfsmittel sind synthetische organische Polymerisate mit hohem bis sehr hohem Molekulargewicht. Die Palette aus pulverförmigen Festprodukten, flüssigen Emulsionen und wässrigen Lösungen umfasst den gesamten Bereich von stark anionischen über nichtionogene bis zu stark kationischen Flockungshilfsmitteln.

Für ein rasches, problemloses Lösen von pulverförmigen Flockungshilfsmitteln ist es sehr wichtig, dass die einzelnen Teilchen beim Ansetzen der Lösung gut benetzt und gleichmäßig verteilt werden. Einmal gebildete Klumpen lösen sich wegen der hohen Viskosität der Lösung nicht mehr in vertretbarer Zeit auf. Im Wasser gleichmäßig verteilt, benötigen Teilchen eine bestimmte Zeit zum vollständigen Lösen und zum Erreichen der vollen Aktivität. Die im trockenen Zustand miteinander verknäulten langkettigen Moleküle müssen sich beim Lösen erst vollständig voneinander trennen und strecken, die Lösung muss „reifen“.

Während des Lösens sollte der Ansatz gleichmäßig bewegt werden, um ein Absetzen der Polymer-Teilchen zu verhindern. Zu schnelles Rühren und damit hohe Scherkräfte (auch beim anschließenden Pumpen und Dosieren) sind zu vermeiden, da ein mechanischer Abbau der Molekülketten stattfinden kann und unter Umständen zu einer Verminderung der Flockungswirksamkeit führt.

Eine Automatisierung des Lösevorganges ist durch Einsatz geeigneter Anlagen möglich. Das zum Lösen verwendete Wasser muss frei von suspendierten Feststoffen sein, da diese sonst ausgeflockt werden und zu Ablagerungen und Verstopfungen führen können.

Anionische Polyelektrolyte können durch hohe Konzentrationen mehrwertiger Kationen an Wirksamkeit verlieren und in seltenen Fällen sogar ausgefällt werden.

Die im Wasser normalerweise vor kommenden Elektrolytmengen werden im Allgemeinen ohne Aktivitätsverlust toleriert, bei sehr harten Wässern kann jedoch eine Trübung auftreten. Der pH-Wert des Lösewassers sollte im Neutralbereich liegen, bei sehr niedrigen pH-Werten können einige anionische Polyelektrolyte ebenfalls ausgefällt werden. Mit zunehmender Temperatur erhöht sich die Lösegeschwindigkeit von Flockungshilfsmitteln.

Oberhalb von 40 °C beginnt jedoch auch ein Abbau der Molekülketten, hierdurch kann eventuell die Wirksamkeit vermindert werden. Unter 15 °C erhöht sich die Lösezeit beträchtlich.

Für eine optimale Wirksamkeit ist eine gleichmäßige Vermischung der Flockungshilfsmittellösung mit dem zu behandelnden Wasser erforderlich. Die günstigste Zugabestelle der Flockungshilfsmittellösung ist deshalb eine Zone intensiver Durchmischung, gefolgt von einem Bereich geringer Scherbelastung, so dass einmal gebildete Flocken nicht wieder zerschlagen werden. Erfahrungsgemäß gibt es solche geeigneten Stellen in fast allen Anlagen, z.B. in Rundklärbecken die zentrale Rühr- und Mischzone oder bei Zentrifugen die Zulaufleitung mit Durchmischung im Beschleunigungsbereich. In einigen Fällen muss für zusätzliche Turbulenz gesorgt werden, z.B. durch Einbau von Schikanen in eine Zulaufrinne etwa eines Langklärbeckens.



Vollautomatische Ansetz- und Dosierstation

Produktauswahl

Für die Auswahl eines Flockungshilfsmittels gibt es keine allgemein gültigen Regeln. Sie kann aber recht verlässlich anhand von Vorversuchen im Labormassstab getroffen werden (Jar-Test). Die letzte Sicherheit über Produktauswahl und Dosierhöhe kann jedoch in allen Fällen erst ein Betriebsversuch geben.

Bei der Durchführung von Versuchen muss man unterscheiden, ob das synthetische organische Polymer als Flockungshilfsmittel allein oder ob es in Kombination mit einem primären Flockungsmittel, z.B. auf Eisen-III- oder Aluminiumbasis, verwendet werden soll. Im letzteren Falle ist es offensichtlich, dass sowohl die Menge und Art des Primärflockungsmittels als auch die Menge und Type des Flockungshilfsmittels - und zwar nicht unabhängig voneinander - optimiert werden müssen. Außerdem muss gesichert sein, dass zwischen Zugabe des primären Flockungsmittels und der Dosierung des Flockungshilfsmittels ausreichend Zeit für die Reaktion zur Verfügung steht.



Jar-Test

Die Untersuchung der Flockenbildung und der Sedimentationsgeschwindigkeit erfolgt über den Becherglasversuch oder „Jar-Test“. Da die Wirksamkeit von Flockungs- und Flockungshilfsmitteln stark von mechanischen Faktoren (z. B. Rührdauer und -geschwindigkeit) abhängig ist, kann dieser Test nur vergleichenden Charakter haben. Er dient zur Auswahl des geeigneten Flockungsmittels und der Bestimmung der erforderlichen Dosiermenge. Hinsichtlich der Dosiermenge können sich in Betriebsversuchen mehr oder minder starke Abweichungen ergeben, die einmal gefundene Flockungsmitteltype dagegen versagt selten im Betriebsversuch.

Um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten und unterschiedliche mechanische Einflüsse auszuschließen, kann ein „Jar-Test“ nur dann erfolgreich durchgeführt werden, wenn ein Reihenrührgerät zur Verfügung steht.

Die Durchführung des „Jar-Tests“ besteht aus folgenden Teilschritten:

1. Zugabe des Primärflockungsmittels. Die Mischzeit sollte 3 Minuten bei 100 U/min. betragen.
2. Kontrolle und Einstellung des pH-Wertes
3. Ggf. Zugabe der LABUFLOC[®]-Lösung. Nach Zugabe des Flockungshilfsmittels sollte zwecks Vermischung nochmals 3 min bei 100 U/min. gerührt werden.
4. langsames Nachrühren (30-40 U/min; ca. 7 min.) Diese Zeit wird benötigt, um die gröberen Flocken an einem zu schnellen Absetzen zu hindern und so deren Kontakt mit Feinstflocken zu verbessern. Am Ende der Nachrührzeit wird das Reihenrührgerät abgestellt. Es erfolgt dann die Beurteilung der Flockenausbildung, der Sedimentationsgeschwindigkeit sowie des Aussehens und der Trübung des Überstandes. Chemische Untersuchungen des klaren Überstandes werden allgemein nach etwa 30 Minuten durchgeführt.

Technischer und Labor-Service

Projektierung, Produktauswahl, technische Konzeption, Lieferung, Montage, Inbetriebnahme und Optimierung der Maßnahme gehören zu unserem umfassenden Angebot.

Ob in Zusammenarbeit mit Instituten, Ingenieur-Büro's oder direkt mit dem Anwender, verstehen wir uns nicht nur als Hersteller und Lieferant. Vielmehr muss eine solche Maßnahme exakt auf die betrieblichen Gegebenheiten und die jeweilige Wasserqualität abgestimmt werden. Gerade bei der Flockungsfiltration von Rohwässern wird durch unseren technischen Service die Maßnahme auch auf wechselnde Betriebsbedingungen wie Wassertemperatur (Sommer- und Winterbetrieb) oder wechselnde Rohwasserbelastungen überprüft und optimiert.

Normen und Verordnungen

DIN EN 878 Aluminiumsulfat
DIN EN 882 Natriumaluminat
DIN EN 883 Polyaluminiumchlorid-Hydroxid und Polyaluminiumchlorid-Hydroxidsulfat
DIN EN 888 Eisen (III) Chlorid
DIN EN 1407 Anionische- und nichtionische Polyacrylamide
DIN EN 1408 Poly(diallyldimethylammoniumchlorid)
DIN EN 1409 Polyamine
DIN EN 1410 Kationische Polyacrylamide

DVGW Arbeitsblatt W 204
DVGW Arbeitsblatt W 213
DVGW Arbeitsblatt W 218
DVGW Arbeitsblatt W 219
DVGW Arbeitsblatt W 220
DVGW Arbeitsblatt W 221

Bitte sprechen Sie uns an, wenn Sie weitere Informationen benötigen

Die Angaben dieser Druckschrift entsprechen dem heutigen Stand der technischen Kenntnisse und Erfahrungen. Sie sind keine Zusage bestimmter Eigenschaften oder Eignungen für einen konkreten Einsatzzweck und befreien den Verwender wegen der Fülle möglicher Einflüsse nicht von eigenen Prüfungen und entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen.

AQUAKORIN-Wasser-Technologie

Peter Schmidt
Auf dem Heidchen 10
D-51519 Odenthal

Telefon: 02174 – 6719-708
Fax: 02174 – 6719-709
E-Mail: info@aquakorin.de
Internet: www.aquakorin.de

Handelsvertretung und Servicepartner der

→ Kurita Europe GmbH
→ Mösslein Products GmbH
→ Mösslein Wassertechnik GmbH

