



Chemisch gestützte Flotationsanlagen für Abwässer aus Industriebetrieben

Einleitung

Das bereits viele Jahre bekannte Flotationsverfahren gewinnt in den letzten Jahren sowohl bei Industriebetrieben als auch bei kommunalen Kläranlagen zunehmend an Bedeutung. Durch die Kombination bekannter Technologien mit modernster Regelungs- und Steuerungstechnik sind chemisch gestützte Flotationsanlagen heute wesentlich leistungsfähiger und variabler einsetzbar.

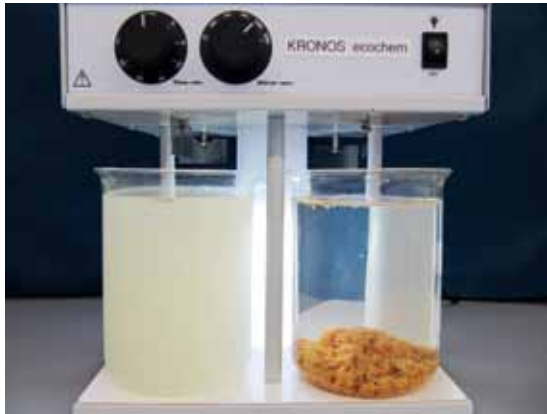
Die bisherige Technik sah für Flotationsanlagen ein vorgeschaltetes Tagesausgleichsbecken vor. Die Chemikaliendosierung vor der Flotation erfolgte streng abwasserproportional.

Biochemische Umsetzungen einzelner Bestandteile des Abwassers im Ausgleichsbecken führten zu hohen Chemikalienverbräuchen, angefaultem Abwasser, Geruchsentwicklung, Betonkorrosion, einem verschlechterten Nährstoffverhältnis und insgesamt zu einer unbefriedigenden Reinigungsleistung.

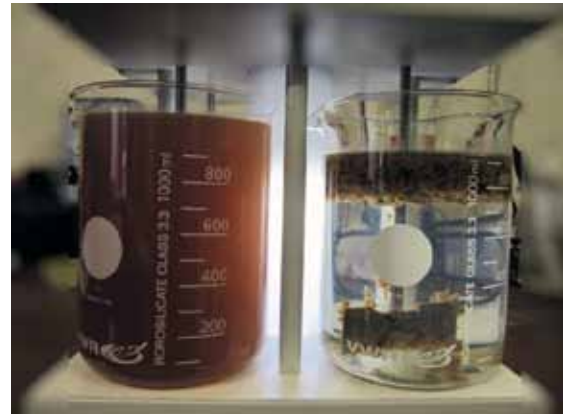
Durch technologische Fortschritte kann heute auf den Bau von Tagesausgleichsbecken verzichtet werden. Moderne, „intelligente“ Flotationsanlagen passen sich schwankenden Abwasserkonzentrationen und hydraulischen Belastungen an. Die Verarbeitung von „frischem“ Abwasser führt zu verringertem Chemikalienverbrauch und verbesserter Reinigungsleistung bei günstigem Nährstoffverhältnis.



Abb. 1: Chemisch gestützte Flotationsanlage in Kunststoffbauweise als Vorbehandlung für Abwasser



Molkereiabwasser



Schlachthofabwasser

Abb. 2: Verschiedene Abwässer aus Lebensmittelbetrieben

Herkömmliche Fettabscheider genügen oft nicht den Anforderungen

Trotz der nahezu flächendeckenden Ausrüstung mit richtig dimensionierten statischen Fettabscheidern nach DIN EN 1825-1 und -2 (früher DIN 4040) oder physikalisch (ohne Chemikalieneinsatz) arbeitenden Flotationsanlagen können einleitende Betriebe - insbesondere die der Lebensmittelindustrie - die geforderten Grenzwerte der nachgeschalteten Klärwerke häufig nicht einhalten.

Welche Ursachen führen zu diesem Dilemma?

Einige Abwasserinhaltsstoffe wie z.B. Eiweiße/Fette sind von Natur aus wasserunlöslich oder hydrophob. Mit einer Dichte von 0,85 - 0,95 g/cm³ sind sie leichter als Wasser und schwimmen an der Oberfläche auf. Man spricht in diesem Fall von „abrahmbaren Stoffen“. Bei Vorliegen dieses Charakters ist der Einsatz eines statischen Fettabscheiders das geeignete Verfahren.

Einige Abwasserinhaltsstoffe haben allerdings die Eigenschaft, unter bestimmten Bedingungen zu emulgieren und kolloidal in Lösung zu gehen. Dieser Prozess wird begünstigt durch die betriebliche Anwendung von

- hohen Wassertemperaturen
- Hochdruckreinigern
- Tensiden zur Absenkung der Oberflächenspannung des Wassers
- alkalischen Reinigern.

Die Schmutzpartikel verteilen sich fein im Betriebsabwasser und trennen sich im statischen Fettabscheider nicht mehr vom Abwasser. Die ursprüngliche Funktion dieses Abscheiders ist nicht mehr gegeben.

Emulsionsspaltung und Flockung

Die beschriebenen Probleme mit der betrieblichen Abwasserbehandlung erfordern eine aufwändigere Behandlung: Durch eine Kombination aus Emulsionsspaltung, Flockung und Flotation können alle nicht gelösten Inhaltsstoffe in eine feste, abscheidbare Form überführt werden.

Aus den Eliminierungsleistungen einer chemisch gestützten Flotation lassen sich die bevorzugten Anwendungsgebiete im Bereich der Vorbehandlung von industriellen, trüben Abwässern ableiten. Die häufigsten Anwendungen finden sich dabei in den folgenden Zweigen der Lebensmittelindustrie. Durch den hohen Emulgierungsgrad der betreffenden Abwässer sind hier die Reduzierung von CSB/BSB, P, N, und besonders der lipophilen Stoffe von Bedeutung.

- Rinder- und Schweineschlachtung
- Geflügelschlachtung
- Verarbeitungsbetriebe (z.B. Wurstproduktion)
- Molkereien
- Gelatineherstellung
- Fischverarbeitung
- Convenience-Produktion
- Feinkostproduktion
- Kartoffelverarbeitung
- Eiverarbeitung
- Petfood
- Fettschmelzen
- Verarbeitung von Ölsaaten.



Abb. 3: Weißkäse-Produktion in Molkerei. Quelle: Hochland

Das Verfahren wird auch in weiteren Industriezweigen, wie der Textilindustrie (Entfärbung), der Papier- und Zellstoffindustrie, der chemischen Industrie, der Kosmetikindustrie u.v.a. eingesetzt.

Der Einsatz des Flotationsverfahren führt zu wesentlichen Vorteilen sowohl für den einleitenden Betrieb, als auch für die nachgeschaltete kommunale oder betriebliche Kläranlage:

- Einhaltung von Grenzwerten für die Einleitung ins öffentliche Kanalnetz und Vermeidung von Starkverschmutzerzuschlägen
- Bei der Steigerung industrieller Produktionen kann durch den Einbau einer vergleichsweise kostengünstigen Flotation der teure Ausbau biologischer Reinigungskapazität oftmals vermieden werden
- Die chemisch gestützte Flotation dient als Maßnahme zur Reduzierung von fadenförmigen Mikroorganismen durch weitgehende Eliminierung von lipophilen Stoffen und setzt somit an den Ursachen an
- Energetische Entlastung der Belüftungsleistung von nachgeschalteten Belebungsbecken
- Erhöhung der Eigenstromversorgung durch energetische Verwertung des Flotatschlammes im Faulturn/BHKW
- Im Falle einer Produktionsverlagerung ist eine Flotationsanlage leicht demontierbar und an einem anderen Standort nutzbar.

Die zu erwartende Reinigungsleistung einer Flotationsanlage lässt sich in Becherglasversuchen mit Reihentrührwerken sicher vorhersagen. Dabei steht Ihnen der KRONOS ecochem Service gerne zur Seite.



Abb. 4: Mechanische Reinigung eines Abwassers aus der Wurstproduktion



Abb. 5: Laborversuche zur Emulsionsspaltung in Praxis und Theorie, v. links: Rohabwasser Molkerei, Abwasser nach Emulsionsspaltung, Koagulation, Phasentrennung fest/flüssig

Chemikalienauswahl

Neben Parametern - wie z.B. der Luftbegasung und der hydraulischen Dimensionierung des Flotationsbeckens - hat vor allem die Chemikalienauswahl und -dosierung einen wichtigen Einfluss auf eine gute Reinigungsleistung.

Die Flockung des Abwassers wird durch eine kombinierte Zugabe eines Primär- und eines Sekundärflockungsmittel erreicht. Die stark positiven Ladungen der Metallionen bewirken die Entladung, Koagulation und Ausflockung negativ stabilisierter Abwasserinhaltsstoffe.

Das Primärflockungsmittel überführt die Schmutzpartikel des Abwassers in eine stabile, feste Phase und sorgt so für die eigentliche Reinigungsleistung. Die Abscheidengeschwindigkeiten dieser Mikrofloken sind jedoch nicht ausreichend, so dass die Zugabe eines polymeren Flockungsmittels nötig ist, um das Flockenwachstum zu beschleunigen. Als Primärflockungsmittel zeigt **FERRIFLOC** Eisen-III-chloridsulfat - Lösung aufgrund seines sauren Charakters deutliche Vorteile gegenüber Aluminiumsalzen auf. Gerade die Spaltung von emulgierten Abwässern findet im sauren Milieu (häufig pH 4 - 6) statt. Aluminiumchloride, Aluminiumsulfate und Polyaluminiumchloride sind zwar saure Lösungen, haben jedoch im Gegensatz zu Eisensalz den Nachteil, dass sie amphoter sind, d.h. Aluminium geht im sauren (< pH 6) wie auch im alkalischen Milieu (> pH 8) wieder in Lösung. Dies beeinträchtigt die Wirkung massiv und begründet die vergleichsweise deutlich schlechteren Reinigungsleistungen.

Eisen-II-Salze sind in diesem Bereich ebenfalls nur bedingt einsetzbar. Für ihren Einsatz ist ein pH-Wert von > pH 8,5 Voraussetzung. Im Bereich der reduktiven Entfärbung von Textilabwasser ist die Anwendung von Fe(II) jedoch unumgänglich.

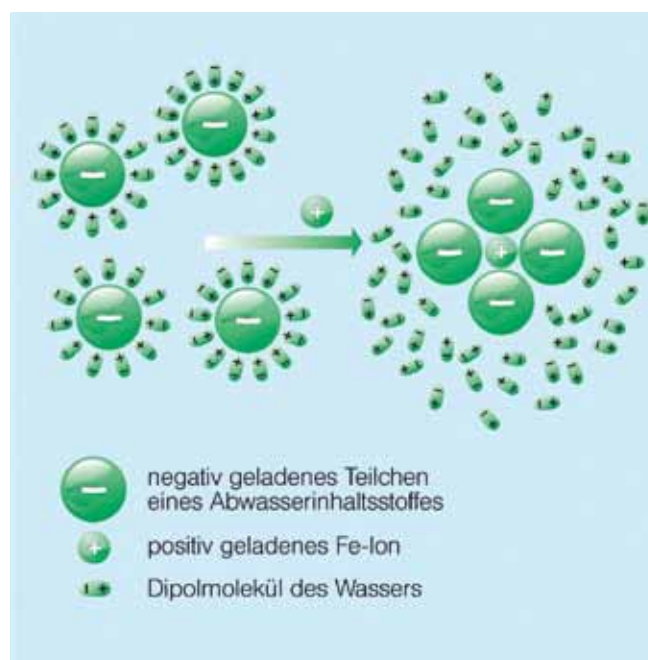


Abb. 6: Flockungsmechanismus

Mit welchen Dosiermengen und somit Betriebsmittelkosten der Anlagenbetreiber zu rechnen hat, lässt sich anhand von Becherglasversuchen durch Ihren Ansprechpartner vom KRONOS ecochem Außendienst abschätzen.

Entscheidend für die langfristigen Betriebskosten ist die Größe des Lagertanks für das Primärflockungsmittel. Wählt man zunächst geringe Investitionskosten und rüstet die Anlage nur mit einer Lagerung in IBC-Containern aus, wird dies auf Dauer eine kostspielige Angelegenheit. Die Lagerhaltung beim Lieferanten und die häufigeren Transporte erhöhen den Produktpreis und machen den Betrieb unter Umständen unwirtschaftlich.

Bei langfristiger Herangehensweise entscheidet man sich für die Aufstellung eines WHG-konformen Lagertanks mit

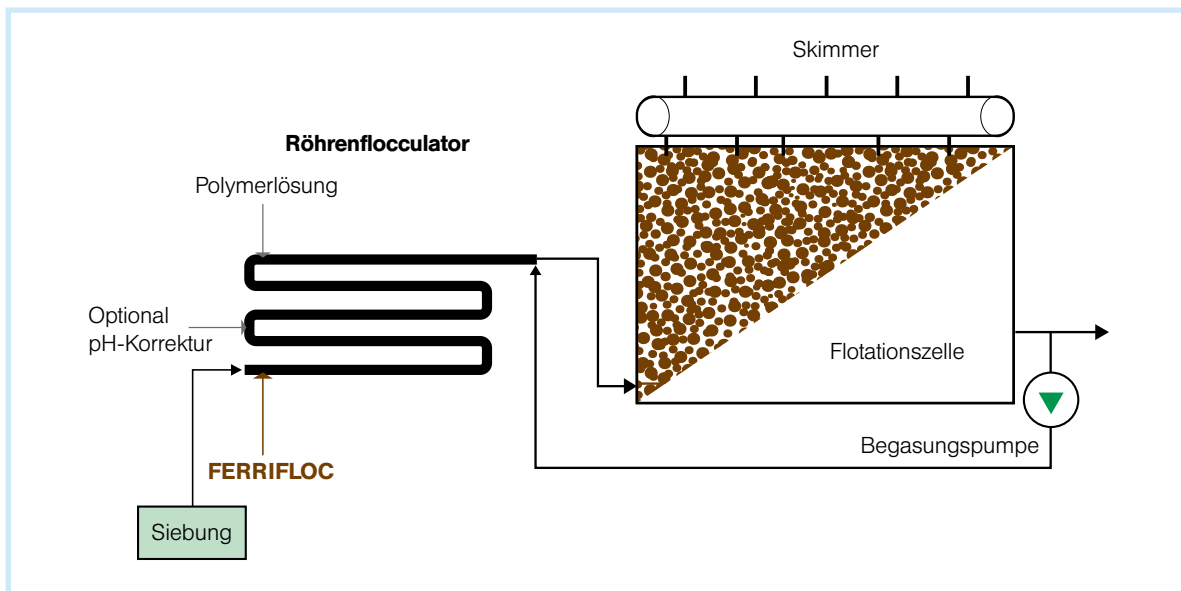


Abb. 7: Schema einer chemisch gestützten Flotation

z.B. 25 m³ Volumen. Bei Abnahme einer ganzen TKW-Ladung wird direkt ab Werk geliefert und somit der teure Umschlag beim Chemikalienhandel umgangen.

Die Kosten für den Einsatz des polymeren Flockungsmittels kann auf diese Weise ebenfalls abgeschätzt werden

Chemikaliengabe im Bereich der Flotationsanlage

Im Gegensatz zu den früher üblichen Kaskadenflockungsstufen vor einer Flotationsanlage hat sich bei vielen Herstellern eine Zugabe der Chemikalien innerhalb eines geschlossenen Röhrenflocculators durchgesetzt. So wird eine vorzeitige Flotation von Schlamm innerhalb der Flockungskaskaden vermieden und gleichzeitig eine optimale Einimpfung und Mischung der Chemikalien ins Abwasser gewährleistet.

Die Einstellung der optimalen Chemikaliengabe ist von mehreren Einflussgrößen abhängig. Dies können z.B. der pH-Wert, die Temperatur oder die Leitfähigkeit sein.

Durch eine entsprechende Messwerterfassung innerhalb des Röhrenflocculators können über eine geeignete, moderne Steuerung die Dosierungen punktgenau erfolgen.

Flotationszelle

Die jeweilige Charakteristik des Abwassers spielt auch bei der Werkstoffauswahl für eine Flotationszelle eine wesentliche Rolle. Während einige Anlagenbauer auf die konventionelle Fertigung in Edelstahlbauweise setzen, haben sich insbesondere bei Abwässern mit hohen Salzgehalten (vornehmlich Chlorid) die chemikalienbeständigen Kunststoffausführungen bewährt.

Es sollte bei Edelstahlanlagen unbedingt darauf geachtet werden, dass neben der Chloridvorbelastung aus dem Abwasser auch noch Chloride aus dem Primärflockungsmittel eingetragen werden. Nach Möglichkeit sollte des-

halb ein chloridreduziertes Produkt eingesetzt werden (z.B. **FERRIFLOC** Eisen-III-chloridsulfat anstelle von Eisen-III-chlorid). Die „Informationsstelle Edelstahl Rostfrei“ berichtet in ihrem Merkblatt 893 „Edelstahl rostfrei für die Wasserwirtschaft“, dass bereits bei Konzentrationen von 250 - 300 mg/l Chlorid Spalt- und Lochkorrosion an VA2- und VA4-Stählen zu beobachten ist.

Es ist dringend ratsam, vor Beauftragung einer Flotationsanlage, eine Chloridbilanz für das Abwasser zu erstellen.

Rundflotationen erreichen selten ausreichend eingedicktes Flotat, da die Rundräumer i.d.R. sehr viel Wasser abschöpfen müssen, um nicht zu verstopfen. Dies widerspricht dem Bestreben, - allein schon aus Kostengründen (Entsorgung des Flotatschlammes) - den Flotatschlamm möglichst weitgehend einzudicken.



Abb. 8: Kontrolle der Flockengröße und der Luftbläschen



Abb. 9: 1 Flotationsanlage mit vorgeschaltetem Rohrreaktor 2 Fällmitteltank (25m³) 3 Flotatschlammbehälter 4 Polymerstation

So bleibt dem (zukünftigen) Betreiber einer Flotationsanlage noch die Auswahl zwischen einer Gleichstrom- oder einer Gegenstromflotation in Rechteckbauweise. Bei entsprechend gut arbeitender Luftbegasung sind beide Verfahren möglich, wobei die Gegenstromflotation aufgrund hoher zu erzielender TR-Gehalte im Flotat häufiger zur Anwendung kommt. Je nach Abwasserqualität und bei günstigen Randbedingungen sind TR-Austragwerte von bis zu 12 % TR zu erreichen.

Vorhandene Flotationsanlagen ohne Chemikalieneinsatz können i.d.R. ohne größere Probleme mit einer chemi-

schen Stufe nachgerüstet werden. Voraussetzung ist natürlich, dass die hydraulische Dimensionierung des Beckens für die aktuelle Beschickung noch ausreichend ist.

Flotatschlammverwertung

Abhängig von der Reduzierung an CSB in der Flotation besitzt der anfallende Flotatschlamm aufgrund seines Eiweiß- und Fettgehaltes ein interessantes Potenzial zur Energiegewinnung in Biogasanlagen oder Faultürmen.

Der spezifische Biogasenertrag eines Molkerei-Flotatschlammes liegt dabei beispielsweise mit 0,66 m³/kg TR um ein Vielfaches über dem eines kommunalen Klärschlammes.

So stieg bei einer Nutzung von Flotatschlamm im Faulturm einer kommunalen Kläranlage sowohl der Biogasenertrag als auch die Biogasqualität deutlich an. Nach entsprechender Nachrüstung von BHKW-Kapazität konnte durch den Einsatz des Flotatschlammes die Eigenstromversorgung der Kläranlage von 70 % auf 125 % gesteigert werden.

Bei Einsatz von Eisensalz als Primärflockungsmittel reichert sich die Eisenkomponente im Flotatschlamm an und sichert bei der anaeroben Behandlung durch seine schwefelbindenden Eigenschaften ein schwefelfreies Faulgas.

Aluminiumprodukte bieten diesen Vorteil nicht.

Durch den Einsatz von Schneckenpressen lassen sich Flotatschlämme noch weiter entwässern und sind damit auch für weitere Transporte zu anderen Verwertungsstellen interessant.



Abb.10: Flotatschlamm wird mittels Skimmer ausgetragen

Abwasserqualität

Die Qualität des gereinigten Abwassers wird wesentlich von der Zugabe des Primärflockungsmittel bestimmt. Bis zu einer bestimmten Zugabemenge (isoelektrischer Punkt) verbessert sich die Abwasserqualität mit steigender Dosis. Übersteigt man den isoelektrischen Punkt, verschlechtert sich die Reinigungsleistung wieder. Über die Einstellung des Primärflockungsmittels lässt sich also die gewünschte Abwasserqualität erzielen. Eine Fahrweise am Optimum macht gelegentlich keinen Sinn, wenn der nachgeschalteten Kläranlage dadurch zu viel Substrat entzogen wird. Hier ist eine Abstimmung zwischen dem Betreiber der Flotation und dem nachgeschalteten Klärwerk sinnvoll.

Technischer Service und Know-how von KRONOS ecochem

Jedes betriebliche Abwasser weist seine eigene Charakteristik auf. Genaue Vorhersagen über zu erwartende Reinigungsleistungen und Chemikalienv verbräuche lassen sich erfahrungsgemäß nur nach Auswertung von Becherglasversuchen treffen.

Mit seinem anwendungstechnischen Außendienst hat sich KRONOS ecochem auch auf diese Themen spezialisiert und steht Ihnen für Ihre Fragen kostenlos zur Verfügung. Weiterhin verfügt KRONOS ecochem über Kontakte zu versierten Ansprechpartnern in Ingenieurbüros und Anlagenbau firmen, die auf Anfrage gerne weitergegeben werden.



Abb. 11: Ablauf der Flotationsanlage bei optimaler Chemikalieneinstellung



Abb. 12: Direkte Nachbarschaft: Der Schlamm aus der Flotationshalle wird energetisch genutzt.



Abb.13: Schnelle Realisierung: Flotationsanlage in Containerbauweise, Modell

Diese Ausführungen sollen dem Verbraucher Hinweise und Anregungen geben; sie erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit und sind unverbindlich. Gesetzliche Bestimmungen, auch hinsichtlich etwaiger Schutzrechte Dritter, müssen in jedem Fall beachtet werden. Vor Gebrauch unserer Produkte bitte die Hinweise in den Sicherheitsdatenblättern beachten.

KRONOS INTERNATIONAL, Inc.
KRONOS ecochem
Peschstr. 5 · D-51373 Leverkusen
Telefon +49 214 356-0 · Telefax +49 214 44117
E-Mail: kronos.ecochem@kronosww.com
www.kronosecochem.com

© KRONOS 2017

DS2370DE/417DE