

White Paper

Flocken im Klärprozess,
der Schlüssel zur Effizienzsteigerung
um bis zu 30%

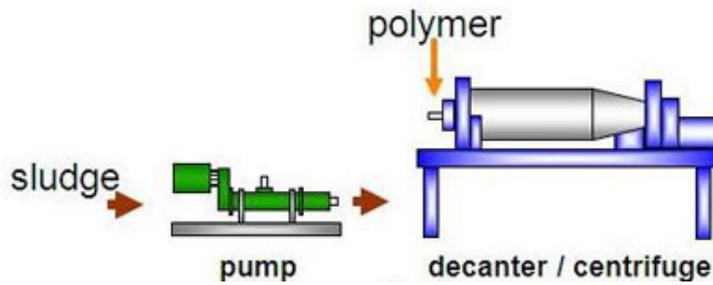
Einleitung:



Die Prozesse zur Klärung von Abwässern werden kontinuierlich optimiert, eine Aufgabe für den verantwortlichen Klärwerksleiter und seine Mannschaft. Neue Meß- und Regelungstechniken und eine kontinuierlich gewachsene Prozess Erfahrung haben zur Klärprozessverbesserung beigetragen. Die Betrachtung der in den produzierenden Prozessindustrien wichtigen Prozessgröße OEE (Overall Equipment Effectiveness) gewinnt auch als Klärwerkskenngroße mehr und mehr an Bedeutung. Der Druck auf den Kläranlagenbetreiber, getrieben durch das Klärmaterial und dessen Inhaltsstoffe, aber auch durch eine veränderte gesellschaftliche und gesetzgeberische Landschaft, nimmt kontinuierlich zu. Die landwirtschaftliche Ausbringung der Klärschlämme wird zunehmend schwieriger, die kostenintensivere Verbrennung wird zunehmen. Die Kosten für die *Flockungshilfsmittel*, die *Transportkosten* und die *Abnahmekosten* für den Klärschlamm werden daher stetig steigen. An diesen drei Kostenblöcken anzusetzen führt nach einer Prozessanalyse der Spezialisten der TU Clausthal zu kurzfristig einführbaren Reduzierungen im zweistelligen Prozentbereich, mit Amortisationszeiten von deutlich weniger als einem Jahr. Einfach erreichbar durch die Integration eines überschaubaren Anlagenblocks zur Vorbehandlung des Klärschlammes. Mit einer neuartigen Konditionierungstechnik für polymer-initiierte Flockungsvorgänge kann durch das zweistufige Verfahren mit vier Freiheitsgraden für jeden Trennprozess die Flockenstruktur optimiert werden. Anwendung findet die Technologie bisher in der Abwassertechnik, zur Schlammbehandlung und in der Deponiesickerwasserreinigung. In Kombination mit marktüblichen Trennaggregaten kommt es neben der Erhöhung der Separationsleistung zu einer signifikanten Reduzierung des Polymerverbrauchs.

Kurz: Eine höhere Entwässerungsleistungen ist durch gezieltere Flockung möglich.

Prozess/Verfahren:



In der Abwasserbehandlung sind polymer - initiierte Eindick- und Entwässerungsprozesse seit langer Zeit ein

zentraler Bestandteil der Verfahrensführung. In jüngerer Zeit werden Flockungsprozesse auch zunehmend in anderen Bereichen genutzt, um aus einem Medium bestimmte Inhaltsstoffe abtrennen zu können, so zum Beispiel in der Papierindustrie. Geschichtlich bedingt lag das bisherige Augenmerk primär auf den Separationsmaschinen selbst. Im Regelfall wenig Beachtung fand und findet jedoch die Erzeugung der richtigen Flocke für den Separationsprozess. Einstufige oder statische Mischer sind in Hinsicht auf die Flockenausprägung nur begrenzt zu regeln; daher ist eine reproduzierbare Flockenstruktur nur sehr schwer realisierbar. Schwächen in der Flockenerzeugung werden durch Überdosierung des Flockungshilfsmittels kompensiert, dies wiederum verursacht höhere Kosten.

Für die Effizienz von Separationsprozessen, wie Filtrationen oder Trennungen im Schwerfeld, hat neben der eigentlichen eingesetzten Trenntechnik die Konditionierung des Mediums einen entscheidenden Einfluss auf das Ergebnis. Unter Konditionierung wird hierbei die Vorbereitung des Mediums für den Trenprozess verstanden. Für die Konditionierung finden in Abwasseranwendungen sehr häufig organische Flockungshilfsmittel Anwendung. Die Zugabe dieser organischen Polymere bewirkt eine Flockung der kolloidalen Bestandteile der Medien. Dabei werden die erzielten Flockenstrukturen sehr stark davon beeinflusst, wie die Einbringung des Konditionierungshilfsmittels in den Schlamm erfolgt.

Um diese bisherigen Nachteile und Schwächen aufzuheben und eine regelbare und reproduzierbare Flockenstruktur erzeugen zu können, wurde in Zusammenarbeit mit der TU Clausthal ein neuartiger zweistufiger Flockungsreaktor entwickelt. Neben den prozessspezifischen Zielvorgaben

mußte die Integrierbarkeit in bestehende Prozesse durch eine hybride, kompakte Bauweise gestützt werden.

Hohe Trennleistung durch ´gute´ Flocken

Voraussetzung für eine hohe Trennleistung ist die Konzentration und das möglichst vollständige Zusammenfügen der abzutrennenden kolloidalen



Flockenbildung

Inhaltsstoffe in mechanisch belastbare und somit filtrierbare Flockenstrukturen. Hierbei muß besonderes Augenmerk auf das Einbinden von Feinstpartikeln in die Flockenstruktur gelegt werden, sie sollen mit

gebunden werden.

Konventionelle Konditionierungstechnik ist selten in der Lage, dieser Anforderung zu genügen. Die Einmischung des Polymers in einstufige Inline-Mischer oder statische Mischapparaturen ist aufgrund der geringen Zahl an Stellgliedern wenig effektiv. Beim Inline-Mischer lässt sich lediglich die Umdrehungsgeschwindigkeit des Rührwerks regeln. Die Bildung einer Flockenstruktur, die eine bestimmte Größe und gleichzeitig eine bestimmte Stabilität bedarf, ist hiermit nicht möglich. Die Durchmischungsintensität im statischen Mischer ist direkt abhängig vom fließenden Volumenstrom. Eine Änderung der Mischcharakteristik lässt sich bei festgelegtem Volumenstrom also nicht realisieren.

Durch Flocculation Engineering können die bestimmenden Faktoren der Konditionierung, wie beispielsweise Verweilzeit, Energieeintrag in den Teilschritten des Prozesses sowie der Verbrauch des Flockungshilfsmittels, gezielt gesteuert werden. Mit dem neuartigen zweistufigen Flockungsverfahren besteht nun die Möglichkeit, die Teilprozesse Flockenentstehung und Flockenausprägung separat zu beeinflussen.

Der Flockungsreaktor im Prozess, Wirkungsweise

Der Flockungsvorgang wird in einem zweistufigen Reaktor mit vier Freiheitsgraden durchgeführt. Zunächst wird in einem Mischer das Flockungshilfsmittel homogen unter turbulenten Bedingungen in das Medium eingebracht. Es findet eine Totalflockung statt. Anschließend werden die zu diesem Zeitpunkt großvolumigen und scherinstabilen Flocken in einem Flockenformungsreaktor gezielt erodiert, kompaktiert und für die Separation optimiert ausgeprägt.

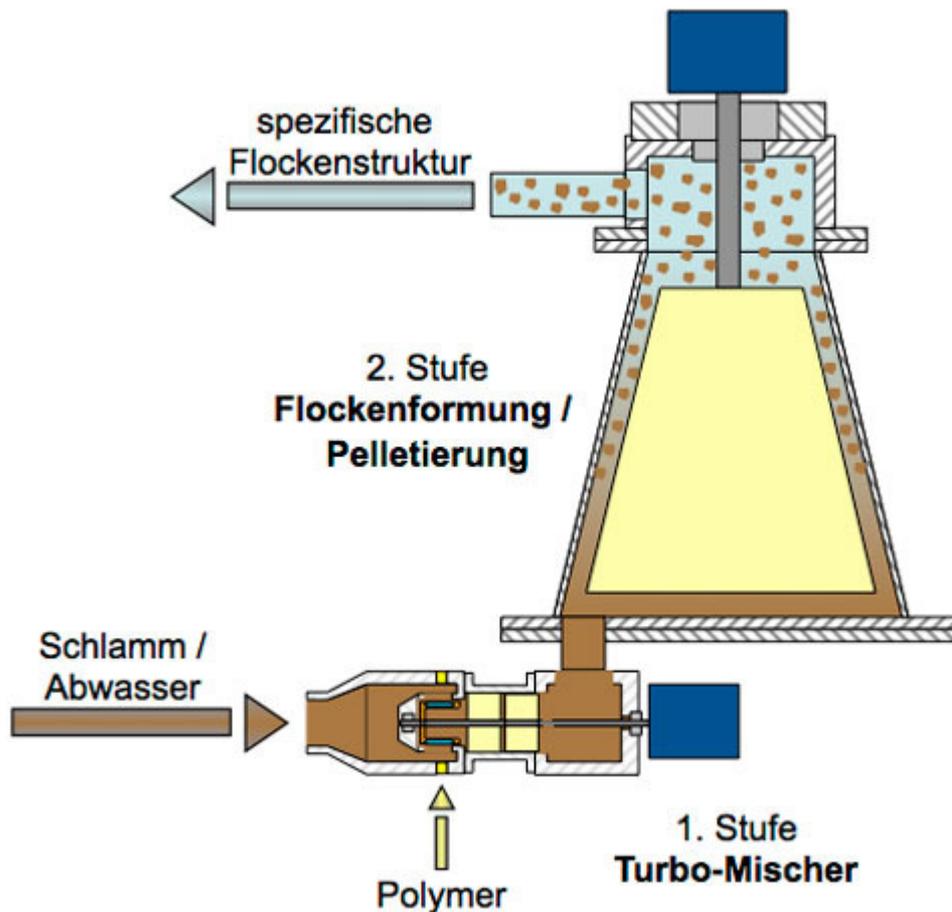
Als Flockenformungsreaktor dient ein modifizierter Kegelmischer. Ein innerer



FlocFormer 3L für 18 m³Medium/h

Kegel rotiert coaxial in einer äußeren Kegelschale. Die Strömungsverhältnisse im Kegelspalt sind nicht konstant, sondern ändern sich mit der axialen Position im Kegel. An der Kegelspitze treten aufgrund des größeren Durchmessers höhere Umfangsgeschwindigkeiten auf als in der Nähe der Kegelspitze. Diese spezifischen Strömungsverhältnisse ermöglichen die Koexistenz von laminaren und laminar-zellularen Strömungszuständen in einem Apparat.

Der Umschlagpunkt von der laminaren in die laminar-zellulare Strömung wird beim Kegelmischer vornehmlich von der auftretenden Rotationsgeschwindigkeit sowie von den Radienverhältnissen im Kegelspalt bestimmt. Zusätzlich zur Änderung der Rotationsgeschwindigkeit kann der innere Kegel im äußeren Kegel axial verschoben werden. Auf diese Weise wird Einfluss auf die Radienverhältnisse im Kegelmischer genommen. Der Betriebspunkt des Rührers kann durch Änderungen der Rotationsgeschwindigkeit und der Spaltweite bewusst beispielsweise an höhere Volumenströme oder Massenströme angepasst werden. Ein optimiertes Strömungsregime wird somit sichergestellt.



Fließschema der zweistufigen Konditionierung

Als zusätzliche, weiterreichende Einflussgröße wird neben der perikinetischen und der orthokinetischen Flockung der Effekt der mechanischen Synerese im Flockenformungsreaktor genutzt, um eine Pelletierungsflockung zu realisieren. Durch das Abrollen der Flocken auf den Flächen der Kegel werden lokale, ungleichmäßige, äußere mechanische Kräfte auf die Flocken aufgebracht, die somit verdichtet werden. Die Endprodukte der zweistufigen Konditionierung sind Flockenpellets. Diese Pellets lassen sich sehr gut entwässern oder separieren. Durch die vier verschiedenen Freiheitsgrade können spezifische Flocken für die unterschiedlichsten Separationsmaschinen und Medien erzeugt werden. Die gewünschte Flockenstruktur ändert sich von Maschinentyp zu Maschinentyp und von Medium zu Medium.

Optional kann ein Flockungssensor zur Charakterisierung der Flockenstruktur eingesetzt werden. Der photooptische Sensor berechnet aus einer Flockengrößenverteilung spezifische Parameter, die Rückschlüsse auf die Separationseigenschaften des geflockten Mediums ermöglichen.

Die Ergebnisse

Aufgrund der gezielten zweistufigen Konditionierung wird die Abtrennleistung auf filtrierenden Maschinen wie Bandfilter, Trommelsiebe, Kammerfilterpressen, Schneckenpressen etc. signifikant erhöht. Durch die bereitgestellte kompakte Flockenstruktur findet die primäre Filtration sehr viel schneller statt, und durch die robuste Struktur der Flocken kann während der Filtration oder des Pressens lange Zeit aus dem Filterkuchen Hohlraumwasser abgegeben werden. Als zusätzlicher Effekt ist eine Verminderung der eingesetzten Polymermenge möglich, da im vorgestellten Konditionierungsreaktor das Polymer optimal mit dem Medium vermischt wird. Das Polymer kann seine Wirkung voll entfalten, eine Überdosierung ist nicht mehr nötig, damit entfallen Polymerkosten.

Am Beispiel von Bandfilterpressen lässt sich der vorteilhafte Filtrationseffekt gut veranschaulichen. Die Bandfilterpresse unterteilt sich in die Bereiche Schwerkraftfiltration (Vorentwässerung), und gegebenenfalls mehreren Druckpresszonen.

Die gebildeten Flocken werden im Zulauf der Schwerkraftfiltration aufgegeben. Hier scheidet die flüssige Phase sehr schnell und sehr weitreichend ab. Dies hat zur Folge, dass die Bandgeschwindigkeit der Filterpresse reduziert werden kann. Dadurch wird eine längere Verweilzeit in der Presse realisiert, was zu einem höheren Entwässerungsergebnis führt. Unterstützt wird dies durch die scherstabile Flockenstruktur.

Das Ergebnis:

In Abhängigkeit vom Anwendungsfall ist eine Erhöhung der Separationsleistung bzw. Entwässerungsleistung zwischen 10 bis 30 % und eine Reduzierung der Polymermenge um bis zu 25 % erreichbar. Da die Entsorgungskosten nach den Energiekosten ein wesentliches Kostenpaket für den Betreiber sind ist mit dem Einsatz des Flockenkonditionierers FlocFormer eine Verbesserung der OEE (Overall Equipment Effectiveness) im zweistelligen %-Bereich möglich.

Auch die Separationsleistung von Zentrifugen lässt sich durch die externe,

vorgeschaltete Konditionierung steigern. Voraussetzung hierfür ist, dass die gebildeten Flocken über eine hohe Stabilität verfügen. Das wird durch das Verfahren unterstützt.



Deponiesickerwasserreinigung mit FlocFormer 2L

Die neuartige Konditionierungstechnik hat sich bis heute in mehr als 40 Betriebsversuchen bewährt. Der Schwerpunkt der bisherigen Anwendungen lag in der Abwassertechnik.

Im kommunalen Klärschlammbereich konnten

die Entwässerungsleistungen von Kammerfilterpressen, Trommelsieben, Schneckenpressen, Bandfilterpressen, Bucherpressen und Dekantern verbessert werden. Neben der Erhöhung der Entwässerungsleistung kann im Regelfall der Polymerverbrauch signifikant reduziert werden.

Die Zusatznutzen für die Umwelt:

- Die Klärschlämme kommen trockener in die Verbrennungsanlage, die Energieausbeute steigt
- Die auf der Straße bewegte Trockenschlammtonnage nimmt (s.Bsp.) um ca.20%, also um 1/5, ab (bei 10.000 Kläranlagen in D ein enormes Transportmengenreduzierungspotential weg von der Straße)
- ein Gesamtnutzen für die Umwelt ist eindeutig nachweisbar

Zur Abtrennung des CSB wird das zweistufige Flockungsverfahren ökonomisch in der Deponiesickerwasserbehandlung eingesetzt.

Weitere Anwendungen sind überall dort denkbar, wo durch Polymere geflockt wird. Dies können beispielsweise Papierindustrie, Fruchtsaftherstellung, Abwasserbehandlungen, Schlammaufbereitungen und Eindickungen sein.

