



(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 100 652.7**

(22) Anmeldetag: **12.01.2018**

(43) Offenlegungstag: **18.07.2019**

(51) Int Cl.: **C02F 1/56 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden
e.V., 01069 Dresden, DE**

(72) Erfinder:

Schwarz, Simona, 01468 Moritzburg, DE

(74) Vertreter:

**RAUSCHENBACH Patentanwälte GbR, 01187
Dresden, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2005 009 808	A1
DE	10 2008 041 051	A1
DE	10 2012 201 438	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN ZUR ABWASSERAUFBEREITUNG**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Chemie und betrifft ein Verfahren zur Abwasseraufbereitung, wie es beispielsweise bei der Aufbereitung von Kommunal-, Industrie- und Landwirtschafts-Abwässern zur Abtrennung der Feststoffe von der Flüssigkeit zur Anwendung kommen kann.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Angabe eines Verfahrens zur Abwasseraufbereitung, mit dem verbesserte Trennergebnisse und/oder eine deutliche Verringerung des Einsatzes an Polyelektrolyten bei der Abwasseraufbereitung erreicht werden.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Abwasseraufbereitung, bei dem die Ladungsmenge der Feststoffe von Abwasser ermittelt und dazu mindestens ein Polyelektrolyt mit einer entgegengesetzt, im Wesentlichen gleich großen Ladung zur Erreichung möglichst eines Ladungsausgleiches gegeben wird, wobei der oder die Polyelektrolyte vor oder während der Zugabe zu dem Abwasser durch Bereitstellung eines Flüssigkeitsvolumens in eine Form überführt worden sind oder werden, bei der mindestens 30 % bis 100 % ihrer Ladungen für einen Ladungsausgleich zugänglich sind.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Chemie und betrifft ein Verfahren zur Abwasseraufbereitung, wie es beispielsweise bei der Aufbereitung von Kommunal-, Industrie- und Landwirtschafts-Abwässern zur Abtrennung der Feststoffe von der Flüssigkeit zur Anwendung kommen kann.

[0002] Industrielle und kommunale Abwässer enthalten gewöhnlich organische und anorganische Trübstoffpartikel mit einer Größenverteilung, die von kolloidalen Dimensionen bis zu 0,1 nm reicht. Elektrostatische Abstoßungskräfte, bedingt durch die Oberflächenladungen und die geringen Teilchengrößen, verhindern eine einfache Abtrennung der dispergierten Partikel durch Verfahren der maschinellen Entwässerung (Flockungs-Filtration, Flotation, Zentrifugation).

[0003] Aus ökologischen und ökonomischen Gründen ist die Reinigung oder die Entwässerung solcher Trüben oder Abwässer zwingend erforderlich. Dies ist jedoch wirtschaftlich unter anderem nur mit Flockungsverfahren unter Einsatz von makromolekularen Flockungshilfen möglich. Sobald die Feststoffe geflockt sind, können sie leichter sedimentiert, filtriert und zentrifugiert und damit von der Flüssigkeit abgetrennt werden.

[0004] Diese Verfahren sind langjährig untersucht worden und es liegt dazu ein breiter Stand der Technik vor. Ebenfalls werden diese Verfahren sehr umfangreich in der Praxis benutzt.

[0005] Unabhängig davon sind aber die Mechanismen des Flockungsprozesses wissenschaftlich noch nicht vollständig aufgeklärt. Daher wurden die vielfältigsten anorganischen, organischen (natürliche) und synthetischen Flockungsmittel untersucht.

Diese Flockungsmittel sind Polyelektrolyte, die die Feststoffpartikel zu großvolumigen und rasch sedimentierenden Flocken vereinigen und damit die Effektivität der Fest/Flüssig-Trennung erheblich steigern.

Zur Verbesserung der Prozessabläufe oder des Flockungsergebnisses können auch Mehrkomponenten-Flockungsmittel eingesetzt (JP 2000140861 A1). Ebenso kann das sogenannte Flockungsfenster durch Anwendung neuer Polykationen mit höherer Molmasse oder mit zusätzlichen hydrophoben Anteilen verbreitert und der Prozess störungsunabhängiger gemacht werden (DE 10 2005 009 809 A1).

[0006] Aus Umweltgründen wurde in den letzten Jahren versucht, verstärkt natürliche Flockungsmittel anzuwenden. Dies insbesondere, da synthetische Polyelektrolyte in vielen Fällen eine Toxizität gegenüber Wasserlebewesen aufweisen. Dementspre-

chend wurde der Einsatz von Biopolymeren als Flockungshilfsmittel untersucht.

Chitin gehört wie Cellulose und Stärke zur Gruppe der natürlich vorkommenden Biopolymere. Chitin ist das neben Cellulose am häufigsten vorkommende Polysaccharid und wird hauptsächlich aus dem Panzer von Krebstieren gewonnen. Wirtschaftlich interessante Mengen werden derzeit aus den bei der Verarbeitung von Krabben, Krebsen und Garnelen anfallenden Schalen gewonnen.

[0007] Chitosan ist ein Produkt der Verseifung von Chitin mit starken Alkalien. Bei der Verseifung erfolgt die Abspaltung einer Acetylgruppe vom Chitin. Chitosan wird als Flockungsmittel eingesetzt (www.biolog-heppe.de).

Während die Flockungsmittelmenge bei Einsatz von Chitosan auf etwa 30 % reduziert werden konnte gegenüber Polyacrylamid, ist die Scherstabilität der Flocken für bestimmte technische Prozesse wie z.B. anschließendes Zentrifugieren aber unzureichend.

[0008] Ebenfalls sind Stärke-Chitosan-Mischungen und Verfahren zu ihrer Herstellung bekannt, wonach eine solche Mischung mit einem Gehalt an wasserlöslichem Chitosan von 0,1 - 50 Gew.-% und gegebenenfalls weiteren Hilfsmittel besteht (DE 10 2006 042 791 A1).

[0009] Weiterhin wird ein Chitosan-Polyacrylsäure-Komplex als Agens für osmotische Pumpen eingesetzt (Tuntikulwattana, S. et al: Drug Development and Industrial Pharmacy 37 (2011) 8, 926-933).

[0010] Flockungshilfsmittel und Flockungsmittel sind organische, hochmolekulare Stoffe, Polymere oder Polyelektrolyte, welche zum Flockungswachstum und zur anschließenden Sedimentation beitragen. Die Flockung wird in der Wasser- und Abwasseraufbereitung hauptsächlich zur Entfernung von Trübstoffen verwendet. Die Trübstoffe haben in der Regel eine negative Ladung. Die Flockungsmittel werden oft als Polykationen, also mit positiver Ladung eingesetzt und an der negativen Oberfläche der abzutrennenden (Trüb)stoffe durch Adsorption angelagert. Häufig findet gleichzeitig eine Entfernung der an den Schwebstoffen haftenden Verunreinigungen (organische Stoffe, Spurenmetalle, Bakterien, Viren) statt.

Ein weiterer Vorteil der Flockung ist die vollständige oder teilweise Eliminierung von gelösten Stoffen. Dies ist besonders für die Abwasseraufbereitung von Bedeutung, da das gereinigte Wasser in benachbarte Gewässer eingeleitet werden soll. Hierbei müssen Grenzwerte eingehalten werden.

[0011] Die Nachteile des Standes der Technik bestehen vor allem in den noch nicht zufrieden stellenden Trennergebnissen bei der Anwendung von Flo-

ckungsmitteln oder Flockungshilfsmitteln in der Abwasseraufbereitung.

[0012] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Angabe eines Verfahrens zur Abwasseraufbereitung, mit dem verbesserte Trennergebnisse und/oder eine deutliche Verringerung des Einsatzes an Polyelektrolyten bei der Abwasseraufbereitung erreicht werden.

[0013] Die Aufgabe wird durch die in den Ansprüchen angegebene Erfindung gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0014] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Abwasseraufbereitung wird die Ladungsmenge der Feststoffe von Abwasser ermittelt und dazu mindestens ein Polyelektrolyt mit einer entgegengesetzt, im Wesentlichen gleich großen Ladung zur Erreichung möglichst eines Ladungsausgleiches gegeben, wobei der oder die Polyelektrolyte vor oder während der Zugabe zu dem Abwasser durch Bereitstellung eines Flüssigkeitsvolumens in eine Form überführt worden sind oder werden, bei der mindestens 30 % bis 100 % ihrer Ladungen für einen Ladungsausgleich zugänglich sind.

[0015] Vorteilhafterweise werden als Abwasser Kommunal-, Industrie- und Landwirtschafts-Abwässer, Schlämme, Gülle, verschmutztes Fluss- oder Seewasser, Prozesswässer, Klärwässer mit Polyelektrolytlösung aufbereitet, wobei noch vorteilhafterweise Polyelektrolyte zu Abwässern mit einem Feststoffgehalt von 0,001 Ma.-% bis 20 Ma.-% zugegeben werden.

[0016] Ebenfalls vorteilhafterweise werden als Polyelektrolyt kationische Polymere, wie Polyacrylamide, Polysaccharide, Polyethylenimin, Polydiallyldimethylammoniumchlorid, und/oder anionische Polymere eingesetzt.

[0017] Weiterhin vorteilhafterweise wird ein Ladungsausgleich von mindestens 95 % eingestellt.

[0018] Und auch vorteilhafterweise erfolgt die Bereitstellung des Flüssigkeitsvolumens durch Herstellung einer wässrigen Stammlösung der gelösten Polyelektrolyte mit einer festgelegten Konzentration oder durch Zugabe der Polyelektrolyte zu den Abwässern.

[0019] Vorteilhaft ist es auch, wenn der oder die Polyelektrolyte in fester Form oder in Wasser oder Abwasser gelöst dem Abwasser zugegeben werden.

[0020] Ebenfalls vorteilhaft ist es, wenn der oder die Polyelektrolyte zu mindestens 95 % in Wasser gelöst vorliegen.

[0021] Weiterhin vorteilhaft ist es, wenn als Wasser zu dem oder den Polyelektrolyten Wasser, Brunnenwasser, Kommunal-, Industrie- und Landwirtschafts-Abwässer, Schlämme, Gülle, verschmutztes Fluss- oder Seewasser, Prozesswässer, Klärwässer mit Polyelektrolytlösung zugegeben werden.

[0022] Und auch vorteilhaft ist es, wenn als Stammlösung eine wässrige Polyelektrolytlösung mit einer Konzentration von 0,001 g/l bis 10 g/l, das entspricht 0,01 bis 1 Ma.-% Polyelektrolyt pro Liter Wasser, hergestellt und zugegeben wird.

[0023] Von Vorteil ist es auch, wenn eine wässrige Polyelektrolytlösung mit 0,01 bis 0,1 Ma.-% an Polyelektrolyt zu den Abwässern zugegeben wird.

[0024] Ebenfalls von Vorteil ist es, wenn die Zugabe der wässrigen Polyelektrolyt-Stammlösung oder der Polyelektrolyten als Feststoff zu dem Abwasser unter Rühren durchgeführt wird, wobei noch vorteilhafterweise das Rühren der wässrigen Polyelektrolytlösung mit dem Abwasser mit Schergeschwindigkeiten von 100 U/min bis 4000 U/min, vorteilhafterweise von 100 U/min bis 2000 U/min, realisiert wird.

[0025] Weiterhin von Vorteil ist es, wenn die wässrige Polyelektrolytlösung mit dem Abwasser nach dem Rühren ruhen gelassen und der gereinigte Abwasserüberstand entfernt wird, wobei noch vorteilhafterweise die wässrige Polyelektrolytlösung mit dem Abwasser zwischen 10 min und 5 h ruhen gelassen wird.

[0026] Und auch von Vorteil ist es, wenn 30 % bis 70 % der Ladungen der Polyelektrolyte für einen Ladungsausgleich zugänglich sind.

[0027] Mit der erfindungsgemäßen Lösung wird es erstmals möglich, ein Verfahren zur Abwasseraufbereitung anzugeben, mit dem verbesserte Trennergebnisse bei der Abwasseraufbereitung erreicht werden.

[0028] Erreicht wird dies durch ein Verfahren zur Abwasseraufbereitung, bei dem zuerst die Ladungsmenge der Feststoffe von Abwasser ermittelt wird. Dazu wird pro Einheit Abwasser die Ladungsmenge aller darin enthaltenen Feststoffe ermittelt, die in der Regel anionisch ist. Davon ausgehend wird erfindungsgemäß mindestens ein Polyelektrolyt mit einer entgegengesetzt, im Wesentlichen gleich großen Ladung zur Erreichung möglichst eines Ladungsausgleiches zugegeben.

[0029] In der Praxis wird beispielsweise in Kläranlagen laufend an einer Testmenge die Ladungsmenge des Feststoffes ermittelt und es wird dann davon ausgegangen, dass die Feststoffe des Abwassers insgesamt, von dem die Testmenge entnommen worden ist, auch diese Ladungsmenge aufweisen.

[0030] Davon ausgehend und von der Kenntnis der maximalen Ladungsmenge der zuzugebenden Polyelektrolyte wird dann in einfacher Art und Weise die Menge an zuzugebendem Polyelektrolyt berechnet, um möglichst einen vollständigen Ladungsausgleich zu erreichen.

Dies ist in einem laufenden Produktions-Prozess nicht immer vollständig zu erreichen, jedoch kann ein Ladungsausgleich von ca. 95 % erfindungsgemäß im Wesentlichen immer erreicht werden.

[0031] Dies wird erfindungsgemäß auch deshalb erreicht, da die Polyelektrolyte nicht nur einfach zugegeben werden, sondern sie werden durch Bereitstellung eines Flüssigkeitsvolumens in eine Form überführt, bei der mindestens 30 bis 100 % ihrer Ladungen für einen Ladungsausgleich zugänglich sind.

Die Bereitstellung des Flüssigkeitsvolumens kann durch ein zusätzliches Flüssigkeitsvolumen, beispielsweise in Form eines Lösungsmittels für die Polyelektrolyten, meist Wasser, zur Herstellung einer Stammlösung, oder durch das Flüssigkeitsvolumen des zu reinigenden Abwassers realisiert werden.

[0032] Durch die Bereitstellung des zusätzlichen Flüssigkeitsvolumens kann mit den Polyelektrolyten eine Stammlösung (Konzentrat) hergestellt werden, in der die ganz oder teilweise verknäulten Polyelektrolyte Gelegenheit haben, ihre Form deutlich aufzulockern, so dass sie als möglichst gut bis sehr gut durchströmte Polymerknäule vorliegen und/oder die Polymerketten sich soweit strecken können, bis im Wesentlichen gestreckte Polymerketten vorliegen.

Durch diese Auflockerung der Polymerknäule zur besseren Durchströmung bis zu einer möglichst gestreckten Form der Polymerketten werden deutlich mehr oder alle an den Polymerketten befindlichen Ladungen für einen Ladungsausgleich zugänglich. Im Idealfall sind im Wesentlichen alle Ladungen der Polymerketten für einen Ladungsausgleich zugänglich, so dass bei Ermittlung der zuzugebenden Menge an Polyelektrolyt im Wesentlichen von der maximalen oder nahe an der maximalen Menge an Ladungen ausgegangen werden kann.

Meist sind aber nur 30 bis 70 % ihrer Ladungen für einen Ladungsausgleich zugänglich, so dass sicherheitshalber auch eine Ermittlung der maximalen Ladungsmenge einer Stammlösung vor Zugabe zu dem Abwasser durchgeführt werden kann.

[0033] Erreicht wird die Auflockerung des Polymerknäuls und/oder die im Wesentlichen gestreckte Form der Polymerketten indem der oder die Polyelektrolyte vor oder während der Zugabe zu den Abwässern mit Wasser in irgendeiner Form als Flüssigkeitsvolumen in Kontakt gebracht werden.

Dies kann vorteilhafterweise durch Zugabe von zusätzlichem Wasser (Verdünnung) zu Polyelektrolyten erfolgen. Die Polyelektrolytknäule lockern auf und entfalten sich, sofern sie mehr Volumen zur Verfü-

gung haben, wobei mehr Volumen auch mehr Streckung der Polymerketten bedeutet.

[0034] Besonders vorteilhaft ist es, wenn Polyelektrolyte mit Wasser oder Abwässern, wie Brunnenwasser, Kommunal-, Industrie- und Landwirtschafts-Abwässer, Schlämme, Gülle, verschmutztes Fluss- oder Seewasser, Prozesswässer, Klärwässer mit Polyelektrolytlösung in Kontakt gebracht werden.

[0035] Vorteilhafterweise kann die Bereitstellung des Flüssigkeitsvolumens vor Zugabe der Polyelektrolyte zu den Abwässern durch die Herstellung einer wässrigen Stammlösung mit einer festgelegten Konzentration realisiert werden, die dann je nach ihrer Konzentration von 0,001 g/l bis 10 g/l, das entspricht 0,01 bis 1 Ma.-% Polyelektrolyt pro Liter Wasser, hergestellt und zugegeben wird. Vorteilhafterweise wird eine wässrige Polyelektrolytlösung mit 0,01 bis 0,1 Ma.-% an Polyelektrolyt zu den Abwässern zugegeben.

Die Bereitstellung des Flüssigkeitsvolumens kann aber auch durch Zugabe der Polyelektrolyte zu den Abwässern realisiert werden.

Für diesen Fall ist jedoch vorab die zuzugebende Menge an Polyelektrolyt vorab ein einem Testvolumen einmalig zu ermitteln.

[0036] Es ist weiterhin vorteilhaft, dass in der Stammlösung oder in dem Abwasser der oder die Polyelektrolyte zu mindestens 95 % in Wasser gelöst vorliegen.

[0037] Als Abwässer, zu denen die Polyelektrolyte erfindungsgemäß zugegeben werden, können vorteilhafterweise Brunnenwasser, Kommunal-, Industrie- und Landwirtschafts-Abwässer, Schlämme, Gülle, verschmutztes Fluss- oder Seewasser, Prozesswässer, Klärwässer mit Polyelektrolytlösung aufbereitet werden.

[0038] Derartige Abwässer haben einem Feststoffgehalt von 0,001 Ma.-% bis 20 Ma.-%, wobei die Feststoffe meist anionisch geladen sind.

[0039] Als Polyelektrolyte können vorteilhafterweise kationische Polymere, wie Polyacrylamide, Polysaccharide, Polyethylenimin, Polydiallyldimethylammoniumchlorid, und/oder anionische Polymere eingesetzt werden.

Dabei kann die Zugabe der Polyelektrolyte zu dem Abwasser in Form einer wässrigen Polyelektrolyt-Stammlösung erfolgen oder die Polyelektrolyten werden als Feststoff zu dem Abwasser zugegeben. Die Polyelektrolytfeststoffe können vorteilhafterweise in Form von Granulaten, Pellets oder als Pulver zugegeben werden. Die Zugabe der Polyelektrolyte zum Abwasser erfolgt unter Rühren.

[0040] Erfindungsgemäß wird die Zugabe von Polyelektrolyt als wässrige Stammlösung oder als Feststoff zu dem Abwasser unter Rühren durchgeführt, wobei vorteilhafterweise das Rühren der wässrigen Polyelektrolytlösung mit dem Abwasser mit Schergeschwindigkeiten von 100 U/min bis 4000 U/min, noch vorteilhafterweise von 100 U/min bis 2000 U/min, realisiert wird.

[0041] Im Anschluss an das Rühren wird die wässrige Polyelektrolytlösung mit dem Abwasser ruhen gelassen und danach kann der gereinigte Abwasserüberstand entfernt werden, wobei vorteilhafterweise die wässrige Polyelektrolytlösung mit dem Abwasser zwischen 10 min und 5 h ruhen gelassen wird.

[0042] In der Praxis wird in der Regel bei Polyelektrolytkonzentrationen oberhalb von 0,5 %, dies entspricht 5 g/l Polyelektrolyt, eine Polyelektrolytstamm-lösung aufbereitet. Da hohe Polyelektrolytkonzentrationen, insbesondere mit langkettigen Polyelektrolyten, zu Verhakungen zwischen den einzelnen Polymerketten führen, kommt es daher auch zur Verlängerung der Lösezeiten derartiger Polyelektrolyte. Dies kann mit der Herstellung einer solchen Polyelektrolytstamm-lösung deutlich verringert werden.

[0043] Die Löseeigenschaften eines Polyelektrolyten werden beeinflusst von

- der Anwendungsform (Emulsion, Pulver),
- der Korngröße des Pulvers,
- den Konzentrationen,
- der Scherung,
- der Zeitdauer,
- der Temperatur.

[0044] Erfindungsgemäß werden entweder bereits gelöste Polyelektrolyte zu dem Abwasser zugegeben oder diese lösen sich in dem Abwasser direkt.

[0045] Es wurde erfindungsgemäß festgestellt, dass in jedem Fall gerade durch geringere Polyelektrolytkonzentrationen eine verbesserte Löslichkeit und damit eine bessere Zugänglichkeit der Ladungen erreicht werden kann, da sich weniger langkettige Polymere besser entfalten können und dann in gestreckter Form vorliegen. Ist die Polyelektrolytkonzentration zu hoch, liegen die Polymere verknäuelte vor. Die Ladung im Knäuelinneren steht damit nicht zur Verfügung, insbesondere nicht für eine Fest/Flüssig-Trennung von Feststoffen z.B. in der Abwasseraufbereitung oder in der Papierproduktion nicht zur Verfügung.

Der Einsatz von Polyelektrolytlösungen mit einer geringen Polyelektrolytkonzentration und die Nachverdünnung bei höheren Polyelektrolytkonzentrationen bevor diese für beispielsweise einen Trennprozess

eingesetzt werden, haben den besonderen Vorteil, dass eine deutliche Verringerung der Polyelektrolytmenge erreicht werden kann und trotzdem ein gutes bis sehr gutes Trennergebnis erreicht wird. Damit können erhebliche Kosten beim Polyelektrolyteinsatz gespart werden und auch die Umweltbelastung verringert werden.

[0046] Polyelektrolytlösungen werden häufig als Flockungsmittel zur Aufbereitung von Flüssigkeiten, insbesondere Abwässern eingesetzt. Dabei ist ein effizienter Flockungsmittelleinsatz, der vorzugsweise durch Adsorption kationischer Polyelektrolyte an Partikeln, Faser- und Füllstoffen erreicht wird, sehr wichtig, einerseits zur Erreichung eines optimalen Flockungsergebnisses, andererseits auch um Kosten einzusparen und die Umwelt zu schonen.

Ein derartiger effektiver Flockungsmittelleinsatz kann durch eine möglichst vollständige Lösung der Polyelektrolyte im Wasser oder Abwasser aber auch durch einen möglichst geringen Polyelektrolyteinsatz insgesamt erreicht werden.

[0047] Erfindungsgemäß wird dies erreicht durch die Realisierung eines Lösungszustandes von Polyelektrolytlösungen für die Abwasseraufbereitung, bei dem die Polyelektrolytlösungen einerseits eine vollständige Lösung der Polyelektrolyte aufweisen und damit frei bewegliche, gestreckte Polymerketten in der Lösung zur Verfügung stellt, deren Ladungen auch frei zugänglich sind.

[0048] Um dies zu erreichen, müssen bei den eingesetzten Polyelektrolyten ihre Konformation und Ladung berücksichtigt werden. Es werden freie, möglichst gestreckte Polymermoleküle mit Ladungen entlang der Polymerkette benötigt, die wiederum für ihre Entfaltung große Volumina an Wasser oder Abwasser benötigen. Aufgrund der Erkenntnis dieses Zusammenhanges ist es erfindungsgemäß möglich, bis zu 50 % an Flockungsmitteln einzusparen

[0049] Das Lösen der Polymergranulate in Wasser erfolgt vorteilhafterweise durch einen Energieeintrag. Das kann durch einfaches Rühren oder unter Verwendung verschiedener Hilfsmittel wie Dissolver, Ultra-Turrax, Ultraschall oder anderer erfolgen.

[0050] Die Abwässer werden vor und/oder während der Zugabe der Polyelektrolytlösung mit Schergeschwindigkeiten von 100 bis 4000 U/min, vorteilhafterweise von 100 bis 2000 U/min, gerührt.

Weder höhere noch geringere Schergeschwindigkeiten führen zu einem erfindungsgemäßen Ergebnis, da sonst einerseits die Polymerketten nicht ausreichend gelöst oder die Polymerketten zu sehr zerstückelt werden.

[0051] Nach dem Rühren wird die wässrige Polyelektrolytlösung mit dem Abwasser ruhen gelassen,

vorteilhafterweise zwischen 10 min und 5 h, und der gereinigte Abwasserüberstand kann entfernt werden.

[0052] Es wurde nun von der Erfinderin herausgefunden, dass die Menge an zugesetztem Polyelektrolyt pro Feststoffgehalt im Abwasser (Masse (kg/t)) deutlich verringert werden kann, wenn möglichst alle positiven Ladungen der Polyelektrolyte für die Ankopplung an die negativ geladenen abzutrennenden Stoffe aus dem Abwasser zur Verfügung stehen, wodurch ein Ladungsausgleich realisiert wird.

Da die Trübstoffe und alle anderen abzutrennenden Stoffe der Abwässer im Wesentlichen immer eine negative Ladung aufweisen, werden zur Abtrennung dieser Stoffe aus der Flüssigkeit positiv geladenen Stoffe, wie die Polyelektrolyte, eingesetzt.

[0053] Erreicht wird die überraschende Wirkung der eingesetzten Polyelektrolytlösung dadurch, dass einerseits ein möglichst vollständig gelöster Polyelektrolyt eingesetzt wird, bei dem durch das Auflösen des Polyelektrolyts die Polymerketten, die vorher als Knäule vorlagen, sich zu Ketten strecken können, so dass dadurch auch die im Inneren des Polymerknäules vorliegenden positiven Ladungen für die Koppelung der Trübstoffe der Abwässer zur Verfügung stehen.

[0054] Andererseits müssen die bestehenden gestreckten Polymerketten möglichst auch bis zum Abtrennen des Abwasserüberstandes erhalten bleiben, so dass für die nachfolgenden Verfahrensschritte des Rührens die Rührbedingungen so gewählt werden müssen, dass die vorhandenen langen Polymerketten möglichst nicht zerstört oder wieder verknäult werden. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass der Energieeintrag durch das Rühren gering gehalten wird. Dies wird durch die Anwendung der verringerten Schergeschwindigkeiten von 100 bis 2000 U/min erreicht.

[0055] Mit der erfindungsgemäßen Lösung können deutlich geringere Mengen an Polyelektrolyten für die Abwasseraufbereitung eingesetzt und trotzdem ein deutlich besseres Trennergebnis durch bessere Löseeigenschaften des Polyelektrolyts erreicht werden.

[0056] Nachfolgend wird die Erfindung an mehreren Ausführungsbeispielen näher erläutert

Beispiel 1

[0057] Zur Flockung wurden 10 Bechergläser mit jeweils 50 ml Kaolin-Suspension, mit einem Feststoffgehalt an Kaolin von 10 g/l auf einem Magnetrührer vorgelegt und bei gleichbleibender Drehzahl (Stufe 3), was einer Schergeschwindigkeit von 350 U/min entspricht, gerührt.

Die Ladung dieser Kaolin-Suspension wurde mittels Titration ermittelt und betrug -0,18 meq/g.

[0058] Es werden 2 Polyelektrolyt-Stammlösungen aus 0,5 g und 6 g kationisch modifiziertem Polyacrylamid in jeweils 1 l Wasser durch Rühren innerhalb von 60 min hergestellt. Dadurch liegen 2 Polyelektrolytlösungen mit einer Polyelektrolytkonzentration von 0,5 und 6 g/l vor.

Das eingesetzte kationisch modifizierte Polyacrylamid hat eine Ladung von 3,9 meq/g bei pH 7.

[0059] Nachfolgend wird zu jedem Becherglas mit der Kaolin-Suspension je eine Polyelektrolytlösung der beiden Stammlösungen mit einer anderen Konzentration zugegeben und während und nach der Zugabe die Suspension weiter mit einer Schergeschwindigkeit von 350 U/min für jeweils 15 min gerührt.

[0060] Danach wurde der Rührer ausgestellt und die Suspension mit den Polyelektrolytlösungen konnte ruhen und sedimentieren.

[0061] Nach weiteren 20 Minuten Sedimentationszeit erfolgte die Entnahme des Überstandes. Die Trübungswerte wurde ermittelt und gegen das Verhältnis Polyelektrolytkonzentration zu Substratkonzentration ausgewertet.

[0062] Als Ergebnis wurde festgestellt, dass bei niedrigeren Polyelektrolytkonzentrationen der Ladungsausgleich und damit das Flockungsoptimum schneller erreicht werden konnte.

[0063] So wurde bei einer Verwendung einer Polyelektrolytlösung von 0,5 g/l ein Flockungsoptimum bei 7 mg/g erreicht. Im Vergleich dazu wird bei Verwendung einer Polyelektrolytlösung von 6 g/l das Flockungsoptimum erst bei 8,4 mg/g erreicht. Das entspricht einem 17%ig höherem Polyelektrolytverbrauch um optimale Flockungsbedingungen zu erreichen.

Beispiel 2

[0064] Zur Flockung wurden 10 Bechergläser mit jeweils 50 ml Blauton-Suspension, mit einem Feststoffgehalt an Blauton von 10 g/l auf einem Magnetrührer vorgelegt und bei gleichbleibender Drehzahl (Stufe 3), was einer Schergeschwindigkeit von 350 U/min entspricht, gerührt.

Die Ladung dieser Blauton-Suspension wurde mittels Titration ermittelt und betrug -0,24 meq/g.

[0065] Es werden 3 Polyelektrolyt-Stammlösungen aus 0,1; 1 und 10 g Chitosan in jeweils 1 l Wasser durch Rühren innerhalb von 60 min hergestellt. Dadurch liegen 3 Polyelektrolyt-Stammlösungen mit einer Polyelektrolytkonzentration von 0,1 g/l ; 1 g/l und 10 g/l vor.

Die Ladung des verwendeten Chitosans beträgt 5,3 meq/g bei pH 7.

[0066] Nachfolgend wird zu jedem Becherglas mit der Blauton-Suspension je eine Polyelektrolytlösung mit einer anderen Konzentration zugegeben und während und nach der Zugabe die Suspension weiter mit einer Schergeschwindigkeit von U/min für jeweils 15 min gerührt.

[0067] Danach wurde der Rührer ausgestellt und die Suspension mit den Polyelektrolytlösungen konnte sedimentieren.

Nach weiteren 20 Minuten Sedimentationszeit erfolgte die Entnahme des Überstandes. Die Trübungswerte wurde ermittelt und gegen das Verhältnis Polyelektrolytkonzentration zu Substratkonzentration ausgewertet.

[0068] Als Ergebnis wurde festgestellt, dass bei niedrigeren Polyelektrolytkonzentrationen der Ladungsausgleich und das Flockungsoptimum schneller erreicht werden konnte.

[0069] So wurde festgestellt, dass eine optimale Flockung bei Trübungswerten unter 50 NTU ein Verbrauch an Polyelektrolyt zu Feststoff von 0,2 mg/g für die geringste Polyelektrolytkonzentration und 1,8 mg/g für die höchste Polyelektrolytkonzentration erreicht wurde .

Mit steigender Verdünnung wird weniger Polyelektrolyt für eine optimale Flockung benötigt.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2000140861 A1 [0005]
- DE 102005009809 A1 [0005]
- DE 102006042791 A1 [0008]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- Tuntikulwattana, S. et al: Drug Development and Industrial Pharmacy 37 (2011) 8, 926-933 [0009]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Abwasseraufbereitung, bei dem die Ladungsmenge der Feststoffe von Abwasser ermittelt und dazu mindestens ein Polyelektrolyt mit einer entgegengesetzt, im Wesentlichen gleich großen Ladung zur Erreichung möglichst eines Ladungsausgleiches gegeben wird, wobei der oder die Polyelektrolyte vor oder während der Zugabe zu dem Abwasser durch Bereitstellung eines Flüssigkeitsvolumens in eine Form überführt worden sind oder werden, bei der mindestens 30 % bis 100 % ihrer Ladungen für einen Ladungsausgleich zugänglich sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem als Abwasser Kommunal-, Industrie- und Landwirtschafts-Abwässer, Schlämme, Gülle, verschmutztes Fluss- oder Seewasser, Prozesswässer, Klärwässer mit Polyelektrolytlösung aufbereitet werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem Polyelektrolyte zu Abwässern mit einem Feststoffgehalt von 0,001 Ma.-% bis 20 Ma.-% zugegeben werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem als Polyelektrolyt kationische Polymere, wie Polyacrylamide, Polysaccharide, Polyethylenimin, Polydiallyldimethylammoniumchlorid, und/oder anionische Polymere eingesetzt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem ein Ladungsausgleich von mindestens 95 % eingestellt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Bereitstellung des Flüssigkeitsvolumens durch Herstellung einer wässrigen Stammlösung der gelösten Polyelektrolyte mit einer festgelegten Konzentration erfolgt oder durch Zugabe der Polyelektrolyte zu den Abwässern.

7. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der oder die Polyelektrolyte in fester Form oder in Wasser oder Abwasser gelöst dem Abwasser zugegeben werden.

8. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der oder die Polyelektrolyte zu mindestens 95 % in Wasser gelöst vorliegen.

9. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem als Wasser zu dem oder den Polyelektrolyten Wasser, Brunnenwasser, Kommunal-, Industrie- und Landwirtschafts-Abwässer, Schlämme, Gülle, verschmutztes Fluss- oder Seewasser, Prozesswässer, Klärwässer mit Polyelektrolytlösung zugegeben werden.

10. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem als Stammlösung eine wässrige Polyelektrolytlösung mit einer Konzentration von 0,001 g/l bis 10 g/l, das ent-

spricht 0,01 bis 1 Ma.-% Polyelektrolyt pro Liter Wasser, hergestellt und zugegeben wird.

11. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem eine wässrige Polyelektrolytlösung mit 0,01 bis 0,1 Ma.-% an Polyelektrolyt zu den Abwässern zugegeben wird.

12. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Zugabe der wässrigen Polyelektrolyt- Stammlösung oder der Polyelektrolyten als Feststoff zu dem Abwasser unter Rühren durchgeführt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, bei dem das Rühren der wässrigen Polyelektrolytlösung mit dem Abwasser mit Schergeschwindigkeiten von 100 U/min bis 4000 U/min, vorteilhafterweise von 100 U/min bis 2000 U/min, realisiert wird.

14. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die wässrige Polyelektrolytlösung mit dem Abwasser nach dem Rühren ruhen gelassen und der gereinigte Abwasserüberstand entfernt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, bei dem die wässrige Polyelektrolytlösung mit dem Abwasser zwischen 10 min und 5 h ruhen gelassen wird.

16. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem 30 % bis 70 % der Ladungen der Polyelektrolyte für einen Ladungsausgleich zugänglich sind.

Es folgen keine Zeichnungen