



(10) **DE 10 2011 088 202 A1** 2013.06.13

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 088 202.2**

(22) Anmeldetag: **10.12.2011**

(43) Offenlegungstag: **13.06.2013**

(51) Int Cl.: **C02F 9/04 (2012.01)**

C02F 1/24 (2012.01)

C02F 1/52 (2012.01)

C02F 1/56 (2012.01)

(71) Anmelder:

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

(74) Vertreter:

**Patentanwälte Rauschenbach, 01187, Dresden,
DE**

(72) Erfinder:

**Schwarz, Simona, 01468, Moritzburg, DE; Petzold,
Gudrun, 01257, Dresden, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 40 18 287 A1

DE 10 2005 033 932 A1

EP 0 729 439 B1

**SCHWARZ S. u.a. Synthetische und natürliche
Polymere als Flockungsmittel bei der Fest-
Flüssig-Trennung (2005) Jahresbericht 2005 des
Leibniz-Instituts für Polymerforschung Dresden
e.V., Seite 49 - 58.**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

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

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Chemie und betrifft ein Verfahren, wie es insbesondere zur Entfernung von gelösten Verunreinigungen, aus den Prozesswässern im Stoffkreislauf der Papierindustrie zur Anwendung kommen kann.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren anzugeben, mit dem die Entfernung von Verunreinigungen in den Prozesswässern deutlich verbessert wird.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren, bei dem zuerst 0,2–1,0 Ma.-% an anorganischen Materialien mit einer anionischen Ladung und danach 0,1–2,0 Ma.-% an kationisch modifizierten, amphiphilen Polysacchariden mit hydrophilen und hydrophoben Substituenten an der Polysaccharidkette ein- oder mehrfach zu Prozesswässern zugegeben und die abgesetzten Verunreinigungen entfernt werden.

Die Aufgabe wird weiterhin gelöst durch die Verwendung von anorganischen Materialien mit einer anionischen Ladung und kationisch modifizierten, amphiphilen Polysacchariden mit hydrophilen und hydrophoben Substituenten an der Polysaccharidkette zur Entfernung von Verunreinigungen aus Prozesswässern.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Chemie und betrifft ein Verfahren zur Prozesswasserreinigung, wie es insbesondere zur Entfernung von gelösten Verunreinigungen, wie z.B. Tenside, Hormone oder andere Verunreinigungen aus z.B. Krankenhausabwässern, oder Partikel und/oder Kolloide mit geringer Dichte und/oder klebende Verunreinigungen aus den Prozesswässern im Stoffkreislauf oder zur Wasseraufbereitung der Papierindustrie zur Anwendung kommen kann.

[0002] Die Abtrennung von Partikeln aus Abwässern und technischen Trüben ist ein weit verbreiteter Prozess, zum Beispiel in der Papierindustrie, der Wasserwirtschaft oder bei der Aufbereitung von Klärschlämmen oder Kieswaschwässern. In allen diesen Fällen werden suspendierte Feststoffe aus wässrigen Systemen mit Hilfe von Flockungshilfsmitteln abgetrennt.

[0003] Bei der Abtrennung von Partikeln und/oder Kolloiden mit geringer Dichte oder löslichen Bestandteilen wird mit synthetischen Polyelektrolyten nur eine geringe Abtrennung der Bestandteile von der Flüssigkeit erreicht. Der Überstand ist weiterhin trüb, die Belastung an oberflächenaktiven Bestandteilen nach wie vor hoch.

[0004] Zur Verbesserung des Prozessablaufes oder des Trennergebnisses von anorganischen Partikeln sind Lösungen bekannt, bei denen Kombinationen von wasserlöslichen Flockungsmitteln, Polyelektrolyt/Polyelektrolyt oder Polyelektrolyt/Tensid eingesetzt werden.

[0005] Beispielsweise wird eine bessere Abtrennung und schnellere Sedimentation von sehr feinen Partikeln durch Anwendung eines Mehrkomponenten-Flockungsmittels erreicht (JP 2000 140 861 A).

[0006] Weiterhin wurde auch Bentonit als alleiniges Flockungsmittel eingesetzt. Nach der US 2001023751 A ist die Reduzierung von Stickies enthaltenden Abwässern durch Anwendung von Bentonit und Polyvinylalkohol bekannt.

[0007] Gemäß der WO 2006029404 A ist die Stickieabtrennung mit Enzymen bekannt. Adsorbentien, wie Bentonit, können zusätzlich hinzugefügt werden.

[0008] Die effektive Abtrennung klebriger Bestandteile, die u. a. durch das Recycling von Altpapier in den Stoffkreislauf der Papierindustrie eingebracht werden, ist nach wie vor ein ungelöstes Problem. Diese meist klebrigen Partikel werden von den Papiermachern Stickies genannt. Der ZELLCHE-

MING-Fachausschuss für Altpapierverwertung empfahl 2001 folgende Definition:

– „Klebende Bestandteile können bei der Verarbeitung von Primär- und Sekundärfaserstoffen auftreten. Stickies ist die Bezeichnung für klebende Partikel, die aus dem Rohstoff Altpapier resultieren.“

– „Makro- und Mikro-Stickies unterscheiden sich nach ihrer Abtrennbarkeit. Trennkriterium ist die Schlitzweite von 100 µm. Die im Siebrückstand detektierten Partikel stellen Makro-Stickies, alle im Durchlauf befindlichen Partikel Mikro-Stickies dar.“

– „Primär-Stickies werden mit dem Rohstoff eingetragen und kleben unter Prüfbedingungen. Sekundär-Stickies entstehen durch chemisch-physikalische Einflüsse im Prozess und kleben unter Prüfbedingungen (Putz, H.-J., Hamann, A.; Methodenvergleich zur Bestimmung von Stickies, Wochenblatt für Papierfabrikation 131(2003)5 S. 218–225)“.

[0009] Die Differenzierung der Stickies nach der Größe und insbesondere die Mikro-Stickies wurden nach Doshi, M. R., et al.: (2003). Prog. Pap. Recycling, 12(3): 34–43, mittlerweile weiter spezifiziert in:

- suspendierte Stickies: 20 bis 100µm
- dispergierte Stickies: 1 bis 25 µm
- kolloide Stickies: 5 bis 0,01 µm und
- gelöste Stickies: < 0,01 µm.

[0010] Die Abtrennung der Mikro-Stickies ist aufgrund der Größe und der Eigenschaften (geringe Dichte, klebrig, meist negative Ladung) erschwert.

[0011] Bisher werden neben mechanischen Trennverfahren (z.B. mit Hydrocyclon, EP 0 470 946 A) chemische Trennverfahren eingesetzt, bei denen eine Vielzahl von Produkten zur Abtrennung vorgeschlagen werden, z.B. Talk, Kreide oder Bentonit. Diese Produkte sollen adsorbierend wirken. Ebenso werden Salze oder verschiedene (synthetische) Polymere eingesetzt, die mit Hilfe ihrer kationischen Ladung die Stickies binden sollen (FR 2 722 214 A1). Bei den eingesetzten Polymeren, wie z.B. PDADMAC oder PEI, handelt es sich um Polymere mit einer hohen Ladungsdichte.

[0012] Weiterhin wird vorgeschlagen, die Wirkung von (hydrophilen) kationischen synthetischen Polymeren mit Tensiden zu koppeln (WO 9846828 A1, EP 0 359 590 A, US 4,995,944 A). Das erfordert bei der Anwendung einen Mehrschrittprozess, was die direkte Anwendung in der Produktion erschwert.

[0013] Ebenfalls bekannt ist nach der RU 2347865 A, dass ein Polymer erst im Prozess erzeugt wird indem das Monomer (DADMAC) in einer radikalischen Polymerisation umgesetzt wird, wobei ein Polymer mit höherer Molmasse entstehen soll.

[0014] Gemäß der WO 9846828 werden Anforderungen an die kationischen, synthetischen Polymere aufgeführt, die eine bestimmte Mindestladungsmenge und eine bestimmte Molmasse haben müssen, damit Stickies effektiv abgetrennt werden können. Während die notwendige Ladungsdichte mit mindestens 1,5 meq/g angegeben wird, ist sie vorzugsweise deutlich höher (4–15 meq/g), wenn eine befriedigende Abtrennung der klebrigen Bestandteile bewirkt werden soll. Die Quantifizierung der Abtrennung ist problematisch und mit üblichen Methoden (Messung der Trübung oder Ladung) nicht aussagekräftig, da die klebrigen Bestandteile auch nicht geladene Anteile enthalten. Die Menge der abgetrennten Stickies wird in einer aufwändigen Prozedur (Extraktion der ausgefällten Bestandteile mit Soxhlet und gravimetrische Messung der Masse) ermittelt. Eine aussagekräftige online-Methode zur Angabe der Gehalte an Stickies existiert bisher nicht.

[0015] Weiterhin sind nach der DE 10 2005 033 932 A1 neue amphiphile Stärkederivate und ein Verfahren zu ihrer Herstellung bekannt. Diese Stärkederivate enthalten ein oder mehrere Wiederholungseinheiten der Polysaccharidkette zumindest eine 2-Hydroxypropyltrimethylammoniumgruppe als hydrophilen Substituent sowie ein oder mehrere Wiederholungseinheiten dieser Polysaccharidkette zumindest eine Benzylgruppe als hydrophoben Substituent. Die Substituenten werden über Etherbindungen durch einfache Slurryverfahren an das Polysaccharid gekoppelt. Derartige Stärkederivate finden als biologisch abbaubare Polymere vielfältige Anwendungen als Emulgatoren in Kosmetik und Pharmazie, als Klebstoffe, Tenside, Verdickungs- und Bindemittel sowie bei der Abwasseraufbereitung.

[0016] Nachteilig bei den bisher bekannten Verfahren zur Prozesswasserreinigung in der Papierindustrie ist immer noch, dass nicht in ausreichendem Maße die Verunreinigungen in Form von Stickies entfernt werden können.

[0017] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Prozesswasserreinigung anzugeben, mit dem die Entfernung von Verunreinigungen und/oder Partikeln und/oder Kolloiden mit geringer Dichte und/oder klebenden Verunreinigungen in den Prozesswässern deutlich verbessert wird.

[0018] Die Aufgabe wird durch die in den Ansprüchen angegebene Erfindung gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0019] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Prozesswasserreinigung werden zuerst 0,2–1,0 Ma.-% an anorganischen Materialien mit einer anionischen Ladung und danach 0,1–2,0 Ma.-% an kationisch modifizierten, amphiphilen Polysacchariden mit

hydrophilen und hydrophoben Substituenten an der Polysaccharidkette ein- oder mehrmalig zu Prozesswässern zugegeben und die abgesetzten Verunreinigungen und/oder Partikel und/oder Kolloide mit geringer Dichte und/oder klebende Verunreinigungen entfernt.

[0020] Vorteilhafterweise werden als kationisch modifizierte, amphiphile Polysaccharide mit hydrophilen und hydrophoben Substituenten an der Polysaccharidkette solche Polysaccharide eingesetzt, die ein oder mehrere Wiederholungseinheiten der Polysaccharidkette mit zumindest einer 2-Hydroxypropyltrimethylammoniumgruppe als hydrophilen Substituent sowie ein oder mehrere Wiederholungseinheiten dieser Polysaccharidkette mit zumindest einer Benzyl-, Alkyl- und/oder Arylgruppe als hydrophoben Substituent enthalten.

[0021] Ebenfalls vorteilhafterweise werden als kationisch modifizierte, amphiphile Polysaccharide mit hydrophilen und hydrophoben Substituenten an der Polysaccharidkette Stärke oder Chitin/Chitosan, noch vorteilhafterweise Kartoffelstärke, eingesetzt.

[0022] Weiterhin vorteilhafterweise werden als anorganische Materialien mit einer anionischen Ladung Mineralien, vorteilhafterweise Tone und/oder Bentonite und/oder Kaoline, eingesetzt.

[0023] Und auch vorteilhafterweise werden die Verunreinigungen und/oder Partikel und/oder Kolloide mit geringer Dichte und/oder klebende Verunreinigungen, die aufschwimmen und/oder sedimentieren, nachfolgend abgetrennt.

[0024] Vorteilhaft ist es auch, wenn 0,2–0,5 Ma.-% an anorganischen Materialien mit einer anionischen Ladung und danach 0,1–0,9 Ma.-% an kationisch modifizierten, amphiphilen Polysacchariden mit hydrophilen und hydrophoben Substituenten an der Polysaccharidkette zugegeben werden.

[0025] Erfindungsgemäß erfolgt die Verwendung von anorganischen Materialien mit einer anionischen Ladung und kationisch modifizierten, amphiphilen Polysacchariden mit hydrophilen und hydrophoben Substituenten an der Polysaccharidkette zur Entfernung von Verunreinigungen und/oder Partikeln und/oder Kolloiden mit geringer Dichte und/oder klebenden Verunreinigungen aus Prozesswässern der Papierindustrie oder der Kosmetikindustrie oder bei der Abwasseraufbereitung.

[0026] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird es erstmals möglich, Prozesswässer in deutlich höherem Maße und nahezu vollständig von Verunreinigungen und/oder Partikeln und/oder Kolloiden mit geringer Dichte und/oder klebenden Verunreinigungen in Form von Stickies zu befreien.

[0027] Erreicht wird dies durch die ein- oder mehrmalige Zugabe von zuerst 0,2–1,0 Ma.-% an anorganischen Materialien mit einer anionischen Ladung und danach 0,1–2,0 Ma.-% an kationisch modifizierten, amphiphilen Polysacchariden mit hydrophilen und hydrophoben Substituenten an der Polysaccharidkette zu Prozesswässern. Dabei ist von besonderer Bedeutung, dass anorganischen Materialien mit einer anionischen Ladung den Prozesswässern zugefügt werden. Weiterhin ist von besonderer Bedeutung für die vorliegende Lösung, dass der hydrophile Substituent der kationisch modifizierten, amphiphilen Polysacchariden auch für eine kationische Ladung des Polysaccharides sorgt und der hydrophobe Substituent eine Benzyl-, Alkyl- und/oder Arylgruppe darstellt.

[0028] Die Zugabe der kationisch modifizierten, amphiphilen Polysaccharide mit hydrophilen und hydrophoben Substituenten an der Polysaccharidkette führt zu einer guten Abtrennung der Verunreinigungen und/oder Partikeln und/oder Kolloiden mit geringer Dichte und/oder klebenden Verunreinigungen in Form von Stickies hauptsächlich im Bereich des Ladungsnullpunktes (IEP). Durch die vorherige Zugabe der anorganischen Materialien mit einer anionischen Ladung summieren sich die Einzelladungen und eine Einstellung des Ladungsnullpunktes wird vereinfacht. Es ist aber auch eine Abtrennung außerhalb des Ladungsnullpunktes dadurch möglich.

[0029] Aufgrund der Dichte von anorganischen silikathaltigen Materialien, die regelmäßig im Bereich von etwa 2,5 g/cm³ liegen, ist die Sedimentation dieser Materialien im Vergleich zu den abzutrennenden Partikeln, die eine Dichte üblicherweise von 0,9–1,5 g/cm³ aufweisen, bevorzugt. Der Einsatz anderer anorganischen Materialien ist ebenfalls möglich. Beispielsweise weist Titandioxid eine Dichte von 4,2 g/cm³ auf und wäre daher gut geeignet. Für eine praxisrelevante Anwendung wäre der Einsatz aber zu teuer.

[0030] Durch die kovalente Bindung der kationisch modifizierten, amphiphilen Polysaccharide mit hydrophilen und hydrophoben Substituenten an der Polysaccharidkette und den Zusatz anorganischen Materialien mit einer anionischen Ladung können Verunreinigungen und/oder Partikel und/oder Kolloide mit geringer Dichte und/oder klebende Verunreinigungen in Form von Stickies einfach und sicher abgetrennt werden. Durch diese Wechselwirkung sedimentieren die leichteren Verunreinigungen, Partikel und Kolloide mit den schwereren Partikeln gemeinsam. Für die Verunreinigungen, Partikel und Kolloide mit einer geringen Dichte, die nicht mit den anorganischen Materialien mit einer anionischen Ladung wechselwirken, wird durch die Wechselwirkung mit den kationisch modifizierten, amphiphilen Polysacchariden mit hydrophilen und hydrophoben Substituenten an der Polysaccharidkette ebenfalls ein gutes Trennergebnis

erreicht, da diese Materialien dann in den Prozesswässern aufschwimmen und leicht entfernt werden können.

[0031] Die gereinigten Prozesswässer weisen Überstände mit sehr guten Trübungswerten, geringen TOC-Werten und einer hohen Oberflächenspannung ähnlich der von Wasser auf, wodurch der Nachweis einer sehr guten bis vollständigen Abtrennung der Verunreinigungen und/oder Partikel und/oder Kolloide mit geringer Dichte und/oder klebenden Verunreinigungen in Form von Stickies geführt werden kann. Diese gute bis vollständige Abtrennung gelingt erfindungsgemäß für einen sehr großen Konzentrationsbereich an Verunreinigungen und/oder Partikeln und/oder Kolloiden mit geringer Dichte und/oder klebenden Verunreinigungen in Form von Stickies in den Prozesswässern.

[0032] Weitere Vorteile der erfindungsgemäßen Lösung bestehen in der Erhöhung der Sedimentationsgeschwindigkeit, der Beschleunigung des Trennprozesses und der Abtrennung der Verunreinigungen und/oder Partikel und/oder Kolloide mit geringer Dichte und/oder klebenden Verunreinigungen in Form von Stickies, Latices oder Slurries. Diese verbesserte Abtrennung wird erfindungsgemäß auch erreicht, wenn die Verunreinigungen und/oder Partikel und/oder Kolloide mit geringer Dichte und/oder klebende Verunreinigungen in Form von molekular gelösten Substanzen vorliegen. Eine weitere Beschleunigung des Reinigungsprozesses kann durch den Einsatz von Zentrifugen oder Dekantern erreicht werden.

[0033] Der besondere Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung besteht in der Kombination von Materialien, die hydrophobe Eigenschaften und gleichzeitig unterschiedliche Ladungen aufweisen. Die Abtrennung der Verunreinigungen und/oder Partikel und/oder Kolloide mit geringer Dichte und/oder klebenden Verunreinigungen in Form von Stickies wird erfindungsgemäß durch die Ausnutzung der hydrophoben Wirkung aber auch der Wirkung von Ladungen und gleichzeitig auch der Wirkung von Dichteunterschieden erreicht.

[0034] Von besonderer Bedeutung für die erfindungsgemäße Lösung ist, dass ein relativ einfacher, zweistufiger Prozess der Zugabe der Materialien vorliegt, das heißt, dass zuerst die Zugabe von anorganischen Materialien mit einer anionischen Ladung, wie beispielsweise Bentonit, erfolgen muss und danach die Zugabe der kationisch modifizierten, amphiphilen Polysaccharide mit hydrophilen und hydrophoben Substituenten an der Polysaccharidkette realisiert werden muss. Dadurch wird das gute bis vollständige Trennergebnis erreicht.

[0035] Nachfolgend wird die Erfindung an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert.

Beispiel 1:

[0036] Eine Suspension aus 9,2 g Altpapier pro 1 Liter Leitungswasser unter Zusatz von 0,8 g Haftketten (Stickies) wird unter Rühren und Erhitzen auf 50°C (4h) hergestellt. Nach dem Abkühlen der Suspension werden unter Rühren 10 ml eines anionischen Latex (unverdünnt) zugesetzt. Nach Sedimentation der Feststoffe wird die Suspension charakterisiert und hat die folgenden Eigenschaften:

Trübung: 5960 NTU,

kationischer Bedarf: -1,6 mmol/l;

TOC (total organic carbon): 4000 mgC/l

Oberflächenspannung: 59,4mN/m

[0037] Um aus dieser stark verunreinigten Suspension Stickies abzutrennen, werden zuerst 0,8 Ma.-% Bentonit zugegeben, die Suspension 5 min gerührt und nachfolgend 0,2 Ma.-% kationisch modifizierte Ethylstärke mit einem $DS_N = 0,32$ und einem $DS_{Eth} = 0,04$ zugegeben (DS_N = Substitutionsgrad an kationischen Gruppen; DS_{Eth} = Hydrophobierungsgrad) zugegeben. Die sich bildenden Aggregate sedimentierten sehr schnell und müssen nicht mit einem Filter abgetrennt werden.

[0038] Durch die Zugabe von Bentonit konnte ein Abtrennergebnis von fast 100 % erreicht werden, was durch eine Trübung von 30 NTU belegt wurde. Ebenso konnte der TOC-Wert auf 50 mgC/l reduziert werden. Die gemessene Oberflächenspannung als Maß für das Trennergebnis betrug 70 mN/m (73 mN/m für Wasser bei 20 °C)

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 A [0005] | - EP 0359590 A [0012] |
| - US 2001023751 A [0006] | - US 4995944 A [0012] |
| - WO 2006029404 A [0007] | - RU 2347865 A [0013] |
| - EP 0470946 A [0011] | - WO 9846828 [0014] |
| - FR 2722214 A1 [0011] | - DE 102005033932 A1 [0015] |
| - WO 9846828 A1 [0012] | |

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- Putz, H.-J., Hamann, A.; Methodenvergleich zur Bestimmung von Stickies, Wochenblatt für Papierfabrikation 131(2003)5 S. 218–225 [0008]
- Doshi, M. R., et al.: (2003). Prog. Pap. Recycling, 12(3): 34–43 [0009]

Patentansprüche

wässern der Papierindustrie oder der Kosmetikindustrie oder bei der Abwasseraufbereitung.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen

1. Verfahren zur Prozesswasserreinigung, bei dem zuerst 0,2–1,0 Ma.-% an anorganischen Materialien mit einer anionischen Ladung und danach 0,1–2,0 Ma.-% an kationisch modifizierten, amphiphilen Polysacchariden mit hydrophilen und hydrophoben Substituenten an der Polysaccharidkette ein- oder mehrfach zu Prozesswässern zugegeben und die abgesetzten Verunreinigungen und/oder Partikel und/oder Kolloide mit geringer Dichte und/oder klebende Verunreinigungen entfernt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem als kationisch modifizierte, amphiphile Polysaccharide mit hydrophilen und hydrophoben Substituenten an der Polysaccharidkette solche Polysaccharide eingesetzt werden, die ein oder mehrere Wiederholungseinheiten der Polysaccharidkette mit zumindest einer 2-Hydroxypropyltrimethylammoniumgruppe als hydrophilen Substituent sowie ein oder mehrere Wiederholungseinheiten dieser Polysaccharidkette mit zumindest einer Benzyl-, Alkyl- und/oder Arylgruppe als hydrophoben Substituent enthalten.

3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem als kationisch modifizierte, amphiphile Polysaccharide mit hydrophilen und hydrophoben Substituenten an der Polysaccharidkette Stärke oder Chitin/Chitosan eingesetzt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem kationisch modifizierte, amphiphile Kartoffelstärke eingesetzt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem als anorganische Materialien mit einer anionischen Ladung Mineralien, vorteilhafterweise Tone und/oder Bentonite und/oder Kaoline, eingesetzt werden.

6. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Verunreinigungen und/oder Partikel und/oder Kolloide mit geringer Dichte und/oder klebende Verunreinigungen aufschwimmen und/oder sedimentieren und nachfolgend abgetrennt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem 0,2–0,5 Ma.-% an anorganischen Materialien mit einer anionischen Ladung und danach 0,1–0,9 Ma.-% an kationisch modifizierten, amphiphilen Polysacchariden mit hydrophilen und hydrophoben Substituenten an der Polysaccharidkette zugegeben werden.

8. Verwendung von anorganischen Materialien mit einer anionischen Ladung und kationisch modifizierten, amphiphilen Polysacchariden mit hydrophilen und hydrophoben Substituenten an der Polysaccharidkette zur Entfernung von Verunreinigungen und/oder Partikeln und/oder Kolloiden mit geringer Dichte und/oder klebenden Verunreinigungen aus Prozess-