



Polymeraggregat GoPur® 3000

TECHNISCHE INFORMATION

TI: Nr. WI 03

HeGo Biotec GmbH

Goerzallee 305 B

14167 Berlin

Telefon (030) 847 185 50

Telefax (030) 847 185 60

Ansprechpartner: Herr Dr. Andreas Otto

Wirkstoffe für den Umweltschutz

GoPur® 3000 und HeGo Biotec® sind international eingetragene Warenzeichen der HeGo Biotec GmbH



I n h a l t

- 1. Einleitung**
 - 2. Produktbeschreibung**
 - 2.1 Chemische Struktur
 - 2.2 Eigenschaften
 - 2.3 Einsatzbereich
 - 2.4 Angaben zur Ökologie
 - 3. Beschreibung des Reinigungsmechanismus**
 - 3.1 Einschlußflockung
 - 3.2 Adsorption
 - 3.3 Handhabung
 - 3.4 Bereiten der Gebrauchslösung
 - 3.5 Beispiel zur Lösevorschrift
 - 3.6 Reinigungsvorgang
 - 4. GoPur® 3000 im Vergleich zu bekannten Wasserbehandlungsmethoden**
 - 4.1 GoPur® 3000 im Vergleich zu herkömmlichen Flockungsmitteln
 - 4.2 GoPur® 3000 im Vergleich zur herkömmlichen Wasserreinigungstechnik
 - 4.2.1 Membranfiltration
 - 4.2.2 Ionenaustauscher
 - 4.2.3 Adsorption
 - 5. Einsatz GoPur® 3000 für die Schwermetallionenabtrennung**
 - 5.1 Problemstellung
 - 5.2 Dosierung der GoPur® 3000 - Lösung
 - 5.3 Flockung
 - 5.4 Flockungswirkung
 - 5.5 Selektivität
 - 5.6 Regenerierbarkeit
 - 6. Die Vorteile von GoPur® 3000 im Überblick**
 - 7. Einsatzgebiete für GoPur® 3000**
 - 8. Gebindegröße, Lieferform und Handhabung**
 - 8.1 Gebindegröße und Lieferform
 - 8.2 Handhabung und Rezeptur
 - 9. Rückgewinnung von GoPur® 3000**
 - 10. Zusammenfassung**
- Anlage:**
- Anhang der Tabellen 1 - 3
Sicherheitsdatenblatt



1. Einleitung

Das Polymeraggregat GoPur® 3000 ist der Vertreter einer neuen Klasse von Mitteln für die Wasserreinigung. Diese organischen Primärflockungsmittel vereinen die Vorteile der anorganischen Metalloxydhydrate, wie z.B. Fe- bzw. Al-Salze, mit denen der organischen Flockungshilfsmittel.

Unter Einbeziehung moderner Synthesekonzepte wurde in mehrjähriger Entwicklung ein Polymer konstruiert, das durch Einschlußflockung und Koagulation in Wasser vorhandene Trübstoffe ausflockt sowie durch Adsorption und Chemisorption in Wasser gelöste vorliegende Substanzen, wie z.B. Schwermetallionen, Farbstoffe, Herbizide usw. bindet und auf diese Weise deren Eliminierung aus dem Wasser bewirkt.

Weitere Vorteile beim Einsatz dieses Primärflockungsmittels ergeben sich aus folgenden Eigenschaften:

- rasche Flockenbildung,
- hohe Sedimentationsgeschwindigkeit,
- toxikologische Unbedenklichkeit,
- einfache Handhabung,
- universelle Einsetzbarkeit,
- Regenerierbarkeit nach der Fällung von z.B. Schwermetallionen

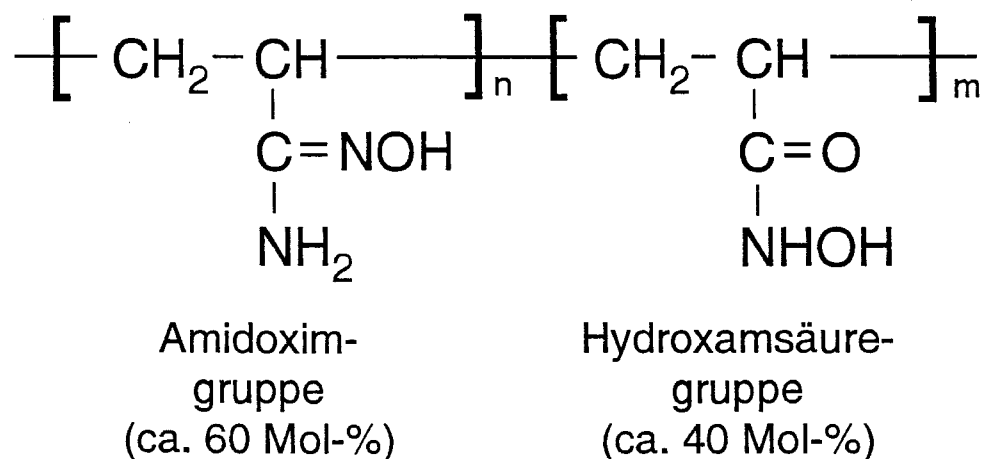
In den folgenden Ausführungen soll neben einer ausführlichen Produktbeschreibung auf den Wirkmechanismus und die sich daraus ableitenden besonderen Einsatzmöglichkeiten für das Polymeraggregat GoPur® 3000 bei der Wasserreinigung eingegangen werden.

2. Produktbeschreibung

2.1. Chemische Struktur

Das Polymeraggregat GoPur® 3000 ist ein hochmolekularer Polyampholyt mit eigenschaftsbestimmenden funktionellen Amidoxim- und Hydroxamsäure-Gruppen.

Die nachfolgende Strukturformel gibt in vereinfachter Form den Aufbau von GoPur® 3000 wieder:



2.2 Eigenschaften

GoPur® 3000 wird entweder pulverförmig oder in flüssiger Form geliefert. Sowohl der Feststoff als auch die Flüssigkeit ist jeweils farblos bzw. schwach rötlich gefärbt.

Das Polymeraggregat GoPur® 3000 ist löslich in verdünnten Säuren und Laugen und unlöslich in Wasser bei pH-Werten zwischen 4 - 11. Bei Eintrag einer vorzugsweise 2 %igen Lösung in 0,3 %iger



Salzsäure bzw. 0,45 %iger Natronlauge in das zu behandelnde Wasser erfolgt die Ausbildung großvolumiger, schnell sedimentierender Flocken, wobei Trübstoffe in die Flocke eingeschlossen und lösliche Wasserinhaltsstoffe an der Flockenoberfläche gebunden werden.

Diese Bindung erfolgt sowohl durch Adsorption als auch durch Chemisorption wie z.B. bei der Komplexbindung von Schwermetallen.

Zur weiteren Erhöhung der Sedimentationsgeschwindigkeit empfiehlt sich die Zugabe von polymeren Flockungshilfsmitteln.

2.3 Einsatzbereich

Das Polymeraggregat GoPur® 3000 läßt sich bei pH-Werten des zu behandelnden Wassers zwischen pH 4 und pH 11 einsetzen. Durch leichte Modifikation läßt sich der Einsatzbereich bei Bedarf auf pH-Werte von 2 - 12 erweitern. Der optimale Einsatz-pH-Wert liegt in vielen Anwendungsfällen zwischen pH 6 und pH 8. Die Temperatur des Abwassers kann bei der Anwendung zwischen 0 und 100°C liegen.

2.4 Angaben zur Ökologie

Algtoxizität: Kein Algizid.
Schwellenkonzentration, oberhalb derer eine schwach giftige Wirkung festgestellt wurde: > 250 mg/l.
Testorganismen: planktische Süßwasseralgeln (*monoraphidium griffithii*).

Fischttoxizität: Kein Fischgift.
Schwellenkonzentration > 500 mg/l.
Testfisch: Guppy (*Poecilia reticulata*).

Warmblüttoxizität: Nicht warmblütertoxisch.
LD₅₀ oral und dermal Ratte > 40 000 mg/kg Körpergewicht.

3. Beschreibung des Reinigungsmechanismus

3.1 Einschlußflockung

Im Abwasser liegen Trübstoffe vorwiegend in Form gleichsinnig geladener Kolloide bzw. Partikel vor. Durch Zusatz von GoPur® 3000 erfolgt aufgrund von Entladungsvorgängen eine Entstabilisierung und gleichzeitig ein Einschluß dieser Schwebeteilchen. Dabei kommt es zur Ausbildung von großvolumigen Flocken, die rasch sedimentieren.

3.2 Adsorption

Aufgrund der polaren Natur der Polymerseitengruppen und der großen Oberfläche der Flocke besitzt das geflockte GoPur® 3000 eine starke Affinität zu einer Reihe gelöster Wasserinhaltsstoffe, die vorrangig über Dipolwechselwirkungen gebunden und mit der Flocke aus dem Wasser eliminiert werden. Gelöste Schwermetallionen werden durch die Ausbildung von Komplexbindungen an die Amidoxim- und Hydroxamsäuregruppen chemisch fest gebunden und mit der sedimentierenden Flocke aus dem Wasser entfernt. Ionische wasserlösliche Substanzen können darüber hinaus durch Salzbindungen an die Polymerflocke fixiert werden.



3.3 Handhabung

Das Polymeraggregat GoPur® 3000 zeichnet sich durch einfache Handhabung aus. Es wird wahlweise in Form einer flüssigen Gebrauchslösung bzw. als festes Polymerpulver angeboten. Da die gebrauchsfertige Lösung nicht unbegrenzt haltbar ist, wird bei großen Liefermengen im allgemeinen die feste Lieferform gewählt. Hierbei erfolgt die Aufbereitung der GoPur® 3000-Lösung beim Anwender. Eine kombinierte Löse- und Dosiereinrichtung kann auf Wunsch geliefert werden.

3.4 Herstellung der Gebrauchslösung von GoPur® 3000

In einem geeigneten Gefäß werden 2 Masse-Teile GoPur® 3000 mit 98 Volumen-Teilen-Wasser gemischt. In diese Polymersuspension wird vorsichtig und unter intensiver Durchmischung 1 Volumen-Teil 33 %ige Salzsäure eingetragen. Unter fortgesetztem Rühren (ca. 5- 10 min) entsteht eine klare, leicht viskose Lösung des GoPur® 3000, die bei 5°C mindestens 12 Wochen haltbar ist; bei Zimmertemperatur verringert sich die Haltbarkeit auf ca. 4 Wochen.

3.5 Beispiel zur Lösevorschrift

20 g GoPur® 3000 werden unter Rühren in 980 ml Wasser suspendiert. Zu der gerührten GoPur® 3000-Suspension werden langsam 10 ml 33 %ige Salzsäure gegeben. Die Durchmischung wird noch ca. 5 - 10 min fortgesetzt, wobei eine wasserklare, schwach viskose Gebrauchslösung des Polymeraggregates GoPur® 3000 entsteht.

3.6 Reinigungsvorgang

Der Einsatz von GoPur® 3000 kann problemlos sowohl in Sedimentationsbecken als auch in Flotationsanlagen erfolgen. Die erreichbaren Sedimentations- bzw. Flotationszeiten hängen in starkem Maße von der Art des behandelten Wassers ab. Generell ergeben sich im Vergleich zu Eisen- oder Aluminiumsalzen deutlich bessere Reinigungsergebnisse.

Die Entwässerbarkeit der entstehenden Schlämme kann in allen bisher untersuchten Fällen als gut bis sehr gut eingestuft werden. Auf einen Zusatz von Stoffen, die das Filtrationsverhalten verbessern, kann in den meisten Fällen verzichtet werden. Der sich hieraus ergebende Vorteil eines minimierten Schlammvolumens wirkt sich besonders günstig auf die Kosten des umbauten Raumes einer Filtrationsanlage sowie auf die Kosten für eine mögliche Deponierung des Schlammes aus.

4. GoPur® 3000 im Vergleich zu bekannten Wasserbehandlungsmethoden

Bei dem Polymeraggregat GoPur® 3000 handelt es sich um eine völlig neue Klasse von Wasserreinigungskemikalien, die die Vorteile von anorganischen Primärflockungsmitteln und organischen Flockulanten in sich vereint, ohne deren Nachteile zu besitzen. Dies zeigt sich insbesondere bei der Behandlung von sog. "Problemabwässern", wie z.B. Färbereiabwässer, lösemittelhaltige Wässer oder stabilisierte Emulsionen bzw. Suspensionen.

4.1 GoPur® 3000 im Vergleich zu herkömmlichen Flockungsmitteln

Als Primärflockungsmittel für die Abtrennung von suspendierten Wasserinhaltsstoffen werden vorrangig Eisen- bzw. Aluminiumsalze verwendet. Da deren Einsatz häufig zu schlecht sedimentierenden Flocken führt, muß in einer weiteren Prozeßstufe ein organisches Flockungshilfsmittel zugesetzt werden.

Außerdem besitzen derartige Primärflockungsmittel nur einen begrenzten Einsatzbereich hinsichtlich des pH-Wertes und der Temperatur des zu behandelnden Wassers. So muß z.B. die Flockung mit Alu-

miniumsalzen bei pH-Werten zwischen 5,5 und 7,5 erfolgen. Aufgrund der Hydrolyse der Fe- bzw. Al-Salze kommt es zu einer Senkung der pH-Wertes des behandelten Wassers, die häufig durch Zusatz von Kalkmilch oder Natronlauge auszugleichen ist.

Werden Fe- oder Al-Salze bei der Behandlung von Abwasser bei tiefen Temperaturen eingesetzt, so zeigt sich eine verzögerte Ausfällung der Hydroxide, welche die Ursache für störende Nachfällerscheinungen auch nach der Filtrationsstufe ist. Sind für den angestrebten Reinigungsprozeß Ionenaustauscher erforderlich, müssen diese durch zusätzliche Filtrationseinrichtungen vor Trübstoffen geschützt werden.

Im Gegensatz hierzu zeigt das Polymeraggregat GoPur® 3000 bei pH-Werten von 4 - 11 und im Temperaturbereich von 0°C bis 100°C ein schnelles und vollständiges Flockungsverhalten.

Besonders kationische organische Flockulanten besitzen häufig die Nachteile einer stark algiziden und bakteriziden Wirkung, so daß sie, wenn das Wasser anschließend einer biologischen Reinigungsstufe zugeführt werden soll, vorher vollständig aus dem Abwasser entfernt werden müssen.

Da das Polymeraggregat GoPur® 3000 bei Eintrag in Wasser vollständig ausflockt, besteht bei seinem Einsatz nicht die Gefahr der Überdosierung.

Werden herkömmliche Flockungsmittel mit dem GoPur® 3000 verglichen, so zeigt sich bei der Abtrennung gelöst vorliegender Wasserinhaltsstoffe, daß GoPur® 3000 eine deutliche Selektivität und eine hohe Abtrennkapazität z.B. gegenüber Schwermetallionen besitzt.

Anwendungsbeispiele von GoPur® 3000 zur Abtrennung von suspendierten und gelösten Wasserinhaltsstoffen im Vergleich zu herkömmlichen Primärflockungsmitteln sind im Anhang in den Tabellen 1 und 2 angegeben.

Besonders wirkungsvolle Flockungen werden auch bei Kombinationen von GoPur® 3000 mit handelsüblichen Flockungshilfsmitteln erreicht (vgl. Anhang Tabelle 3). Hieraus ergibt sich z.B. bei Problemabwässern eine Vielzahl von möglichen Kombinationen, die zum einen die Abtrennleistung erhöhen, zum anderen die Betriebskosten senken.

Durch Verringerung der Konzentration von GoPur® 3000 in der Anwendungslösung auf z.B. 0,5 % bei unveränderter Applikationskonzentration läßt sich mitunter eine Erhöhung des Kläreffekts erreichen. Die Verdünnung der Einsatzlösung kann aus der 1 %igen Stammlösung durch Zusatz von Wasser erfolgen, so daß sich die mit dem Flockungsmittel in das System eingebrachte Menge Elektrolyt bei einem Einsatz verdünnter Lösungen nicht erhöht.

4.2 GoPur® 3000 im Vergleich zur herkömmlichen Wasserreinigungstechnik

Aufgrund der einfachen Handhabung von GoPur® 3000 sind im Vergleich zu herkömmlichen Flockungshilfsmitteln keine speziellen technischen Ausrüstungen erforderlich, so daß die Umstellung vorhandener Flockungs- und Flotationsanlagen auf den Einsatz von GoPur® 3000 mit einem minimalen Aufwand möglich ist.

Flockungs- und Sedimentationszeiten sind in den meisten Anwendungsfällen gegenüber herkömmlichen Flockungsmitteln deutlich geringer, so daß bei gleichbleibender Anlagengröße höhere Durchsätze möglich werden.

Hierdurch lassen sich sowohl die Betriebs- als auch die Investitionskosten senken.

Im folgenden Abschnitt sollen physikalische Verfahren der Wasserreinigung mit dem Einsatz von GoPur® 3000 verglichen werden.



4.2.1 Membranfiltration

Die Membranfiltration unterscheidet sich von der klassischen Filtration durch die Größenordnung der zu eliminierenden Teilchen. In Abhängigkeit von der Beschaffenheit der Membran, wie z.B. der "Porengröße", der Art der abzutrennenden Spezies und dem anzuwendenden Filtrationsdruck, unterscheidet man zwischen Ultrafiltration und Umkehrosmose.

Mit Hilfe der Ultrafiltration können z.B. gelöste oder emulgierte organische Stoffe, deren Molmasse > 500 g/mol beträgt, bei einem Filtrationsdruck von 200 - 1000 KPa abgetrennt werden.

Im Gegensatz hierzu arbeitet man bei der Umkehrosmose mit semipermeablen Membranen bei einem Filtrationsdruck von 2000 - 10000 KPa.

Bei beiden Prozessen wird eine Anreicherung der abzutrennenden Stoffe im Konzentrat erreicht. Suspendierte Wasserinhaltsstoffe können bei den Membranverfahren zu einem schnellen Verstopfen der Membranoberfläche und damit zur Behinderung der Filtration führen. Aus diesem Grunde sind Wässer, die einer Membranfiltration zugeführt werden sollen, stets von Trübstoffen durch einen vorgelegten Trennschritt, z.B. Flockung, zu befreien. Nachteile bei der Anwendung von Membrantrennverfahren sind:

- hohe Investitionskosten,
- hohe Betriebskosten,
- Störanfälligkeit besonders bei Einsatz in der Abwasserreinigung,
- geringe Durchsätze und damit geringe Leistung bei hohem technischen Aufwand.

Die anfallenden Konzentrate müssen entsorgt werden. Dazu werden häufig energieaufwendige thermische Verfahren eingesetzt. Der Betrieb von Membrantrennanlagen stellt außerdem - abhängig vom Membranmaterial - definierte Ansprüche an den pH-Wert und die Temperatur des Wassers. Auch dürfen membranabhängig bestimmte chemische Substanzen oder Mikroorganismen im Wasser nicht enthalten sein, da sie zu einer Zerstörung der Membranen führen können.

Die Schadstoffabtrennung mit Hilfe von GoPur® 3000 erfolgt demgegenüber wesentlich unkomplizierter. Durch das Membranverfahren wird eine flüssige Phase in zwei flüssige Phasen aufgetrennt, und der eigentliche Abtrennschritt des Wasserinhaltsstoffes erfolgt erst in einem nachgeschalteten zweiten Arbeitsschritt (häufig Eindampfung). Im Gegensatz hierzu erfolgt durch Flockung sofort die Abtrennung des verunreinigenden Wasserinhaltsstoffes.

4.2.2 Ionenaustauscher

Typische Ionenaustauscher sind Polymere mit ladungstragenden funktionellen Gruppen, die an ein Trägerharz gebunden sind. Dieses Bauprinzip bedingt Voraussetzungen, die zum optimalen Einsatz der Ionenaustauscher erfüllt sein müssen. Das betrifft besonders die optimale Zugänglichkeit der bindenden Gruppen des Polymers am Harzträger. Ausgetauscht werden Ionen der austauschaktiven Gruppen gegen gleichgeladene Ionen einer flüssigen Phase. Ionenaustauscher werden überwiegend zur Wasserentsalzung und Enthärtung, zur Reinstwasserherstellung und in Spülwasserkreisläufen in der Galvanikindustrie eingesetzt. Neben den harzgebundenen Ionenaustauschern gibt es auch flüssige Ionenaustauscher, deren Einsatz aber aufwendige Mehrschrittverfahren in flüssiger Phase erfordert. Nachteilig beim Einsatz von Ionenaustauschern sind folgende Punkte:

- Eine aufwendige apparative und chemische Vorbereitung ist notwendig. Die betrifft z.B. die Bereitung der optimalen Ionenaustauscher-Harzpackung in Säulen und deren Aktivierung.
- Aufwendige Anwendungstechnik
- Mehrstufige Wasservorreinigung
- Eingeschränkte Regenerierbarkeit



- Regenerierung der Ionenaustauscher mit hochkonzentrierten Elektrolytlösungen. Hierdurch erfolgt eine Aufsalzung der Regeneratwässer.
- Hohe Entsorgungskosten
- Hohe Betriebskosten
- Hohe Investitionskosten

Wird GoPur® 3000 mit der herkömmlichen Ionenaustauschertechnik verglichen, zeigen sich deutlich die Vorteile des neuen Polymeraggregates.

So wirken z.B. die bindungsaktiven Amidoxim- und Hydroxamsäuregruppen von GoPur® 3000 bei der Bindung von Metallionen wie ein üblicher Ionenaustauscher. In diesem Fall besitzt es gegenüber harzgebundenen Ionenaustauschern den Vorteil, daß seine funktionellen Gruppen im Flockenbildungsprozeß für die Reaktion mit den Ionen in der flüssigen Phase direkt reaktionsbereit vorliegen. Da naturgemäß wesentlich kleinere Mengen an Flockungsmittel als an Harz eingesetzt werden, ergeben sich bei der Regenerierung Möglichkeiten, in konzentrierten Lösungen und damit rationeller zu arbeiten. Dabei fällt das regenerierte Flockungsmittel in Form der sofort wieder verwendbaren sauren Lösung an. Ein weiterer Vorteil besteht in der Möglichkeit, Ionenabtrennungen aus suspensionsverunreinigten Wässern vornehmen zu können.

GoPur® 3000 vereint somit die Vorteile des flüssigen und des festen Ionenaustauschers. Hierzu zählen:

- Die Fixierung der auszutauschenden Ionen erfolgt ohne Zugänglichkeitsprobleme der funktionellen Gruppen.
- Das gebundene Metallion kann als Feststoff isoliert werden.
- Nach der Regenerierung liegt das Flockungsmittel wieder als gebrauchsfertige Polymerlösung vor.

4.2.3 Adsorption

Bei adsorptiven Prozessen werden die Schadstoffe an der Oberfläche eines Trägermaterials angelagert bzw. fixiert. Bei der Abwasserreinigung betrifft dies hauptsächlich die Anlagerung von geringeren Mengen gelöster oder schwer entfernbare Stoffe, wie z.B. Farb- oder Geruchsstoffe. In vielen Fällen kann das eingesetzte Adsorptionsmittel z.B. Aktivkohle nicht regeneriert werden. Neben den Schadstoffen ist somit zusätzlich die Aktivkohle mit zu entsorgen. Wird jedoch die Aktivkohle durch ein thermisches Verfahren regeneriert, führt dies zu einer Porenaufweitung, die ein Sinken der Beladungskapazität zur Folge hat.

Bei anderen Regenerationsmethoden, wie z.B. der chemischen oder der biologischen Regeneration werden nicht alle beladenen Bestandteile gleichzeitig desorbiert. Damit bei diesen Verfahren eine ausreichende Desorption erreicht wird, muß die Regeneration mehrstufig durchgeführt werden. Dies führt aber wiederum zu hohen Betriebskosten.

Auch die Adsorption an der Oberfläche anorganischer oder polymerer Flockungsmittel wird zur Abtrennung gelöster Wasserinhaltsstoffe genutzt. Um die Abtrennrage zu erhöhen, werden häufig dem zu behandelnden Abwasser vor der Flockung anorganische Adsorbentien, wie z.B. Bentonite, zudosiert. Als Nachteile sind hierbei folgende Punkte zu werten:

- hohe Einsatzmengen des Adsorbens im Verhältnis zum Adsorbat,
- problematische Regenerierbarkeit und



- die unspezifische Wirkung.

GoPur® 3000 wirkt bereits bei der Dosierung im ppm-Bereich als Adsorbens. Ursache dafür ist die nahezu molekulare Zugänglichkeit der polaren Strukturelemente des geflockten Polymers. Die gute Trennwirkung beruht weiter auf der gleichzeitig ablaufenden Einschlußflockung, wodurch Adsorbate sogleich fixiert werden und eine erneute Desorption ausgeschlossen wird. Darüber hinaus sind hier auch weitere physikalische und chemische Bindungen an die GoPur® 3000-Flocke möglich. Beispiele der geschilderten Abtrennleistung von gelösten Wasserinhaltsstoffen mit Hilfe von GoPur® 3000 sind im Anhang, Tabelle 2 angegeben. Bei der Abtrennung gelöster Substanzen aus Wasser ist aufgrund des vielfältigen Wirkungsmechanismus die optimale Einsatzkonzentration des GoPur® 3000 experimentell zu ermitteln.

5. Einsatz von GoPur® 3000 für die Schwermetallionenabtrennung

5.1 Problemstellung

Schwermetallionen findet man z.B. in Abwässern aus der metallbe- und verarbeitenden Industrie, wie Galvaniken, der Elektronik- und Autoindustrie, der chemischen Industrie, in Abwässern von Gerbereien und Glasfabriken sowie in Wässern der Rauchgaswäsche von z.B. Müllverbrennungsanlagen. Durch Ausfällung der Schwermetallhydroxide mit anschließender Filtration läßt sich der größte Anteil der Metallionen aus dem Abwasser entfernen.

Aufgrund verschiedener Wechselwirkungen der einzelnen Wasserinhaltsstoffe sowie in Anwesenheit von Komplexbildnern ist es auf diese Weise jedoch häufig nicht möglich, die Schwermetallionenkonzentration soweit zu senken, daß die gesetzlich geforderten Abwassereintragsgrenzwerte erfüllt werden können (40. Anhang zur Rahmen-Abwasser VwV von 01.01.1990). Hieraus leitet sich die Notwendigkeit weitergehender Abwasserreinigungsstufen ab.

Möglichkeiten hierzu ergeben sich durch die mit hohem technologischen und finanziellen Aufwand zu realisierenden physikochemischen Reinigungsverfahren, wie z.B. Ionenaustausch, Membranverfahren sowie der Fällung mit Überschußmengen an wasserlöslichen und toxischen Sulfid- und Triazinderivaten. Diese Substanzen müssen anschließend jedoch aufgrund ihrer toxischen Eigenschaften durch Nachfällschritte wieder vollständig aus dem Wasser entfernt werden. Eine Alternative zu diesen Verfahren stellt der Einsatz des neuartigen Polymeraggregates GoPur® 3000 dar.

5.2 Dosierung der GoPur® 3000 -Lösung

Die Einsatzmenge des GoPur® 3000 ist abhängig von der abzutrennenden Schwermetallionenmenge. Bei Ausgangskonzentrationen von summarisch ca. 15 mg/Schwermetallionen pro Liter kann von einer Dosiermenge von 2 - 5 ml der GoPur® 3000-Gebrauchslösung pro l Abwasser ausgegangen werden. Dies entspricht einer Einsatzmenge von ca. 40 - 100 g GoPur® 3000 pro m³ Abwasser. Durch die Verfahrensoptimierung wie z.B. Einmischenergie und Verweilzeit lassen sich die Einsatzmengen häufig reduzieren.

5.3 Flockung

Nach Dosierung der GoPur® 3000 -Gebrauchslösung wird ca. 5 min in dem zu behandelnden Abwasser durchmischt. Eine kontinuierliche Dosierung in den turbulent strömenden Zulauf des Flockungsbeckens ist möglich. Der pH-Wert des Abwassers kann zwischen pH 4 und 11 betragen. Abhängig von den Wasserinhaltsstoffen kann die Ausbildung besonders großvolumiger, gut sedimentierender Flocken zuweilen in einem relativ engen pH-Bereich erfolgen. In einem solchen Fall ist dieser optimale pH-Bereich durch Vorversuche zu ermitteln und während der Flockung einzuhalten. Auch durch einen Zusatz geringer Mengen hochpolymerer Flockungshilfsmittel ist es häufig möglich, besser abscheidbare Flocken zu erhalten.



Die Sedimentationszeit beträgt zwischen 30 und 60 min.

GoPur® 3000 kann bei Abwassertemperaturen von 0 bis 100°C mit praktisch unveränderter Wirksamkeit eingesetzt werden.

5.4 Flockungswirkung

GoPur® 3000 ist ein Polyampholyt mit sauren und basischen Gruppen an der Polymerkette, der bei pH-Verschiebung unter dem Einfluß zwischenmolekularer Wechselwirkungen große Aggregate ausbildet. Die Wasserunlöslichkeit und Flockenbildung kann besonders durch mehrwertige Kationen, z.B. Erdalkalitionen, die mit den sauren Gruppen des Flockungsmittels reagieren und zu Verbrückungen der Polymermoleküle führen, positiv beeinflusst werden. Dazu reichen die Konzentrationen der Ionen, die in hartem Wasser vorkommen, vollständig aus.

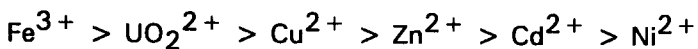
Bei hartem Wasser verändert sich der pH-Wert praktisch nicht, wenn die GoPur® 3000-Gebrauchslösung in Mengen < 10 ml/l dosiert wird.

Bei Vorhandensein von Komplexbildnern hat sich aufgrund notwendiger Umkomplexierungsreaktionen eine Verlängerung der Rührzeit im Flockungsbecken als günstig erwiesen.

Um eine hohe Wirksamkeit zu gewährleisten, sollte die Dosierung der GoPur® 3000-Lösung erst nach Abtrennung der Metallhydroxide erfolgen.

5.5 Selektivität

Wie viele andere Komplexbildner, besitzt auch das GoPur® 3000 unterschiedliche Selektivitäten gegenüber verschiedenen Schwermetallen.



Folgende Bindungskapazitäten des Polymeraggregates GoPur® 3000 für Schwermetallionen wurden ermittelt:

Bedingungen:	Konzentration Metallion:	10 ⁻² mol/l
	Konzentration GoPur® 3000:	1 g/l
	Temperatur:	20°C
	pH-Wert:	4,0
	Durchmischungsdauer:	4 min

Metall:	Ni ²⁺	Zn ²⁺	Cd ²⁺	UO ₂ ²⁺	CU ²⁺	Cr ³⁺	Fe ³⁺
Kapazität [mmol/g]:	3,0	3,5	3,6	4,0	5,0	8,0	10,0

5.6 Regenerierbarkeit

Es besteht die Möglichkeit, das Polymeraggregat GoPur® 3000 nach patentierten Verfahren aus dem Metall-Polymer-Schlamm herauszulösen und auf diese Weise für einen erneuten Einsatz zurückzugewinnen. Neben der gebrauchsfertigen GoPur® 3000-Lösung erhält man hierbei ein metallionenhaltiges Konzentrat.

6. Die Vorteile von GoPur® 3000 im Überblick:

- Sichere Flockenbildung und hohe Sedimentationsgeschwindigkeit

Bei dem Einsatz von GoPur® 3000 entstehen Polymeraggregate, die sich schnell unter Bildung von Makroflocken zusammenlagern. Aufgrund des Dichteunterschiedes von Polymerflocken und gebun-



denen Wasserinhaltsstoffen gegenüber Wasser ergibt sich eine hohe Sedimentationsgeschwindigkeit. Auf den Einsatz von speziellen Flockungshilfsmitteln kann häufig verzichtet werden.

- Gute Schlammfiltrierbarkeit

Bei der Abtrennung von suspendierten Wasserinhaltsstoffen mittels GoPur® 3000 entsteht ein gut entwässerbarer Filterkuchen. Zuschlagstoffe sind in den meisten Fällen nicht erforderlich.

- Problemlose Handhabung

Aufgrund der einfachen Flockungsmittelaufbereitung bis hin zur Gebrauchslösung und der unkomplizierten Dosiertechnik ist der Personalaufwand und damit die Betriebskosten äußerst gering. Eine kombinierte Löse- und Dosierstation ermöglicht einen vollautomatisierten Flockungsmittelansatz.

- Hohe Reinigungsleistung

Im Vergleich zu herkömmlichen Primärflockungsmitteln ergeben sich bei Verwendung von GoPur® 3000 und sonst gleicher Dosierung deutlich höhere Reinigungsleistungen (vgl. Anhang, Tabelle 1).

- Breiter Einsatzbereich

GoPur® 3000 läßt sich bei einem Abwasser-pH-Wert von 4 bis 11 und Temperaturen von 0 bis 100°C bei nahezu gleichbleibenden Abtrennergebnissen einsetzen und ist damit den anorganischen Primärflockungsmitteln deutlich überlegen. In kalten Wässern tritt kein Nachfällverhalten auf.

- Problemlose Adaptionsmöglichkeit

Der Einsatz von GoPur® 3000 ist auf herkömmlichen Flockungs- und Flotationsanlagen problemlos möglich. Hieraus ergeben sich extrem niedrige Umbaukosten.

- Hohe Adsorptionswirkung

Aufgrund polymerspezifischer Wechselwirkungen besitzt GoPur® 3000 eine hohe Affinität zu gelöst vorliegenden organischen Wasserinhaltsstoffen, die an die Flocke gebunden werden.

- Keine Überdosierung

Da GoPur® 3000 in Wasser im angegebenen Einsatz-pH-Bereich vollständig ausflockt, kann das Polymeraggregat nicht überdosiert werden.

- Toxikologische Unbedenklichkeit

GoPur® 3000 wirkt in Einsatzkonzentration (20-1000 ppm) nicht toxisch auf Algen, Bakterien, Fische und Warmblüter. Es kann problemlos vor einer biologischen Reinigungsstufe eingesetzt werden.

- Schwermetallionenabtrennung

Die komplexbindungsfähigen Gruppen von GoPur® 3000 bewirken eine chemische Bindung von Schwermetallionen bei dem Flockungsprozeß. Die fixierten Schwermetalle sind dabei sehr fest gebunden. Remobilisierungen treten unter gewöhnlichen Bedingungen nicht ein.

- Emulsionsbrechende Wirkung

GoPur® 3000 kann zur Spaltung von Emulsionen und Suspensionen eingesetzt werden. Die suspendierten oder emulgierten Bestandteile werden mit dem Flockungsmittelschlamm abgetrennt.



- Recycling von GoPur® 3000

Das Polymeraggregat GoPur® 3000 ist nach einem patentierten Verfahren aus dem Schlamm regenerierbar. Dabei entsteht direkt die einsatzbereite Flockungsmittellösung, wodurch eine Kreislaufführung von GoPur® 3000 möglich ist.

7. Einsatzgebiete für GoPur® 3000

Das Polymeraggregat GoPur® 3000 ist ein neuartiges organisches Primärflockungsmittel mit universeller Einsetzbarkeit. Aus der umfangreichen Palette der Einsatzfälle seien folgende beispielhaft genannt:

- Flockung suspendierter Aschebestandteile
- Entfernung von Restmengen an Schwermetallionen
- Abtrennung von Herbiziden aus dem Abwasser
- Eliminierung von Nitroaromaten aus Abwässern der chemischen Industrie
- Reinigung von Färbereiabwässern
- Spaltung von Bohrölemulsionen
- Klärung von latexhaltigen Abwässern in der Möbelindustrie
- Aufbereitung stark eiweißbeladener Molkerei- und Käsereiabwässer

8. Gebindegröße, Lieferform und Handhabung

8.1 Gebindegröße und Lieferform

Die Abgabe von GoPur® 3000 erfolgt in Gebindegrößen von 10, 20 und 25 kg. Im Gebinde ist bei Bedarf die zum Bereiten einer 1%igen Lösung erforderliche Menge 37 %iger Salzsäure bzw. 45 %ige Natronlauge sowie eine detaillierte Lösevorschrift enthalten.

Auf Wunsch kann eine automatische Löse- und Dosierstation bereitgestellt werden.

Bei kleineren Verbrauchsmengen bzw. auf Kundenwunsch wird auch die fertige Gebrauchslösung geliefert.

Diese flüssigen Gebrauchslösungen werden in unseren Standard-Gebindegrößen von 100 l bis 1.000 l geliefert. Sondergrößen sind nach Absprache möglich.

8.2 Handhabung und Rezeptur

Herstellung der Flockungsmittellösung

Für den Einsatz als Flockungsmittel ist vorzugsweise die 2 %ige Polymerlösung in 0,1 N Salzsäure oder bei bestimmten Einsatzfällen in 0,1 N Natronlauge zu verwenden.

In einem geeigneten Gefäß werden 2 Masse-Teile GoPur® 3000 mit 98 Volumen-Teilen Wasser gemischt. In diese Polymersuspension wird vorsichtig und unter intensiver Durchmischung 1 Volumen-Teil 33 %ige Salzsäure eingetragen. Unter fortgesetztem Rühren (ca. 5 - 10 min) entsteht eine klare,



leichte viskose Lösung des GoPur® 3000, die bei 5°C mindestens 12 Wochen haltbar ist; bei Zimmertemperatur verringert sich die Haltbarkeit auf ca. 4 Wochen.

Dosierung der Gebrauchslösung

Unter intensiver Durchmischung wird die Gebrauchslösung von GoPur® 3000 dem zu behandelnden Abwasser z.B. über Sprühdüsen oder Inline-Mischer zudosiert.

Zur vollständigen Ausbildung der Flocken schließt sich eine Rührphase von 5 bis 10 min an, die der homogenen Verteilung von GoPur® 3000 in der Suspension dient. Die Sedimentation der gebildeten Flocken erfolgt in einem Zeitraum von 5 - 30 min.

Es hat sich in vielen Einsatzfällen als besonders zweckmäßig erwiesen, die Dosierung bereits in den turbulent strömenden Wasserzulauf zum Flockungsbecken vorzunehmen, um so bereits die Strömungsenergie für den Durchmischungsprozeß zu nutzen.

Erfolgt der Einsatz des Flockungsmittels in sehr weichem Wasser, so kann sich ein Zusatz von Wasserhärtebildnern wie z.B. Mg^{2+} , Ca^{2+} oder SO_4^{2-} -Ionen günstig auf die Flockenbildung auswirken.

Die Einsatzmenge des Flockungsmittels ist vergleichbar mit der von anorganischen Primärflockungsmitteln; sie liegt bei ca. 20 ppm bis 500 ppm.

Selbstverständlich ist die Einsatzmenge stark abhängig von dem Verschmutzungsgrad des zu reinigenden Wassers. Die optimale Einsatzmenge wird für jeden Einsatzfall durch Vorversuche ermittelt.

9. Rückgewinnung von GoPur® 3000

Abhängig vom Einsatzfall kann sich eine Rückgewinnung des Polymeraggregates GoPur® 3000 günstig auf die Prozeßkosten auswirken. Für ein Recycling von GoPur® 3000 aus dem flockungsmittelhaltigen Schlamm wurden Verfahrensweisen erarbeitet, in deren Ergebnis die jeweils 2 %ige Gebrauchslösung in verdünnter Salzsäure bzw. Natronlauge entsteht. Die Verfahren nutzen die Löslichkeit des Polymers in Abhängigkeit vom pH-Wert aus. Das Polymer ist in saurer Lösung etwa bei $pH < 1$ unlöslich, bei $pH = 1 - 4$ löslich, bei pH-Werten > 4 bis < 11 unlöslich und im stark alkalischen Bereich wieder löslich.

10. Zusammenfassung

Das Polymeraggregat GoPur® 3000 ist ein Vertreter eines neuartigen Flockungsmitteltyps. Flockungsmittel dieser Art vereinen die Vorteile anorganischer Metallsalze beim Einsatz in der Wasserreinigung mit den günstigen Eigenschaften der polymeren Flockungshilfsmittel. Sie wirken als Prozeßhilfsmittel für die Fest-Flüssig-Trennung sowie als Reaktionspartner für gelöste Wasserinhaltsstoffe.

Einsatzgebiete ergeben sich sowohl für die Wasseraufbereitung als auch in der Abwasserreinigung.

Das Polymeraggregat GoPur® 3000 ist in der Handelsform ein weißer rieselfähiger Feststoff. Für den Einsatz als Flockungsmittel wird GoPur® 3000 in verdünnter Salzsäure oder Natronlauge zu jeweils 2 %igen Lösungen verarbeitet.

Vorteile bei der Anwendung ergeben sich aus den folgenden Eigenschaften von GoPur® 3000:

- sichere Flockenbildung in einem weiten pH- und Temperaturbereich
- gute Sedimentation bzw. Flotation bei hoher Reinigungsleistung
- gute Schlammfiltrierbarkeit
- starke Affinität zu Schwermetallionen und einer Anzahl gelöst vorliegender organischer Verbindungen
- destabilisierende Wirkung auf Emulsionen und Suspensionen
- Ungiftigkeit und ökologische Unbedenklichkeit
- einfache Handhabung des Produktes

Werden diese Vorteile zusammengefaßt, zeigt sich das breite Anwendungsfeld von GoPur® 3000.



Anhang

Um die Wirkung von GoPur® 3000 im Vergleich zu herkömmlichen Flockungsmitteln zu untersuchen, wurden Schlammkreide-Testsuspensionen mit einem Feststoffgehalt von 1 g/l CaCO₃ bei 20°C mit jeweils 20 ppm Primärflockungsmittel bzw. 1 ppm Flockulant bei 200 min⁻¹ und 2 min Sedimentationszeit behandelt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1

Flockung von Schlammkreidesuspensionen mit verschiedenen Flockungsmitteln

Flockungsmittel	Reinigungseffekt (%)
<u>Flockulant:</u>	
kationisch mod. Polyacrylamid	44,6
anionisch mod. Polyacrylamid	41,7
nichtionisches Polyacrylamid	7,6
<u>Primärflockungsmittel:</u>	
Eisen(III)-chlorid	38,5
Aluminiumsulfat	7,8
GoPur® 3000	80,0

Tabelle 2:

Abtrennungsergebnisse für wasserlösliche Chemikalien (Konzentration = 100 mg/l) unter Einsatz von GoPur® 3000:

chem. Substanz	Einsatzmenge GoPur® 3000 (ppm)	pH-Wert	Reinigungseffekt (%)
Dodecylpyridiumchlorid	1000	6,6	27,8
Crypurrot	100	6,6	53,6
Auramin	600	6,7	26,3
Columbiaechtschwarz	200	7,6	97,6
Xiroscharlach	400	6,7	53,2
Columbiaechtscharlach	600	6,8	80,0
K ₃ [Cu(CN) ₄]	800	5,2	79,2

**Tabelle 3:**

Flockung von Schlämme-Testsuspensionen (1 g/l CaCO₃, 20°C) mit Flockungsmittelkombinationen aus 20 ppm GoPur® 3000 und 1 ppm Flockulant.

<u>Flockulant</u>	<u>Reinigungseffekt (%)</u>
kationisch mod. Polyacrylamid	81,9
anionisch mod. Polyacrylamid	83,7
nichtionisches Polyacrylamid	76,5
stark kationischer Polyelektrolyt	79,4
20 ppm GoPur® 3000 ohne Zusatz	80,0