

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
18. Oktober 2012 (18.10.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/139879 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
C02F 1/463 (2006.01) **D21F 1/66** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/055369
- (22) Internationales Anmeldedatum:
27. März 2012 (27.03.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2011 016 838.9
12. April 2011 (12.04.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **VOITH PATENT GMBH** [DE/DE]; Sankt Poeltener Straße 43, 89520 Heidenheim (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BAUER, Armin** [DE/AT]; Johann-Heßl-Gasse 7, A-3107 St. Pölten (AT).
NAYDOWSKI, Christian [DE/CH]; Vorderes Weidli 11, CH-4806 Wikon (CH).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

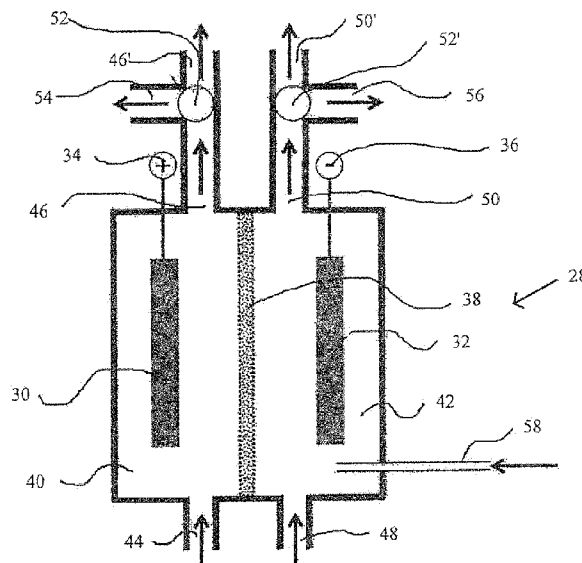
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: METHOD FOR TREATING LIQUIDS AND DISPERSIONS WITH METAL IONS THAT ARE PRODUCED ELECTROLYTICALLY USING A TWO-CHAMBER ELECTROLYSIS CELL

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM BEHANDELN VON FLÜSSIGKEITEN UND DISPERSIONEN MIT ELEKTROLYTISCH UNTER VERWENDUNG EINER ZWEIKAMMER-ELEKTROLYSEZELLE HERGESTELLTEN METALLIONEN

Fig. 2



(57) Abstract: The invention relates to a method for treating a liquid or dispersion with metal ions, in particular for coagulating and/or flocculating compounds dissolved in a liquid or dispersed therein by means of metal ions, or for reacting metal ions with compounds dissolved in a liquid or dispersed therein, comprising the step of introducing metal ions in the liquid or dispersion, said ions being produced by electrolysis in an electrolysis cell comprising an anode and a cathode, wherein the electrolysis cell is divided by a membrane and/or a diaphragm into an anode region containing the anode and a cathode region containing the cathode.

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zum Behandeln einer Flüssigkeit oder Dispersion mit Metallionen, insbesondere zur Koagulation und/oder Flockung von in einer Flüssigkeit gelösten oder darin dispergierten Verbindungen mittels Metallionen oder zur Reaktion von Metallionen mit in

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



einer Flüssigkeit gelösten oder darin dispergierten Verbindungen, umfasst das Einbringen von Metallionen in die Flüssigkeit bzw. Dispersion, welche durch Elektrolyse in einer eine Anode und eine Kathode umfassenden Elektrolysezelle hergestellt werden, wobei die Elektrolysezelle durch eine Membran und/oder ein Diaphragma in einen die Anode enthaltenden Anodenraum und einen die Kathode enthaltenden Kathodenraum unterteilt wird.

**Verfahren zum Behandeln von Flüssigkeiten und Dispersionen mit
elektrolytisch unter Verwendung einer Zweikammer-
Elektrolysezelle hergestellten Metallionen**

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Behandeln einer Flüssigkeit oder Dispersion mit Metallionen, insbesondere zur Koagulation und/oder Flockung von in einer Flüssigkeit gelösten oder darin dispergier-

10 ten Verbindungen mittels Metallionen oder zur Reaktion von Metallionen mit in einer Flüssigkeit gelösten oder darin dispergierten Verbindungen, insbesondere zur Unterstützung der Leimung und Fixierung von Störstoffen, bei dem in die Flüssigkeit bzw. Dispersion Metallionen eingebracht werden. Zudem betrifft die vorliegende Erfindung eine zur Durchführung

15 des Verfahrens geeignete Anlage.

Aufgrund ihrer koagulierenden und flockenbildenden Eigenschaften werden Metallionen, insbesondere dreiwertige Metallionen, wie Aluminiumionen oder Eisenionen, bei einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt, beispielsweise als Koagulationsmittel und/oder Flockungsmittel bei der Rei-

20 nigung von Abwasser oder der Reinigung von Prozesswasser. Abgesehen davon werden Metallionen auch zur Reaktion mit in Flüssigkeiten gelösten oder darin dispergierten Verbindungen, insbesondere anionischen Verbindungen, eingesetzt.

25

Die vorgenannten Anwendungen sind insbesondere für die Behandlung von bei der Papierherstellung eingesetzten Faserstoffsuspensionen und Prozesswasser und von bei der Papierherstellung anfallendem Abwasser mit Metallionen bedeutsam. Dies liegt daran, dass der zunehmende Ein-

satz von Ausschuss und Altpapier und die verstärkte Reduzierung des Frischwassereinsatzes bei der Papierherstellung in dem Prozesswasser und damit auch in der Faserstoffsuspension und in dem Abwasser zu einer Erhöhung der Konzentration an schädlichen oder störenden Substanzen führen. Insbesondere tragen auch chemische Additive, wie beispielsweise Öle, Lösungsmittel, Harzleime, synthetische Leimungsmittel, Klebstoffe, Nassfestmittel, Retentionsmittel, Stärke, Biozidformulierungen, Dispergiermittel, Bleichchemikalien, Reinigungsmittel, Farbstoffe, Komplexbildner und Lösungsvermittler, welche der Faserstoffsuspension bei der Papierherstellung gezielt zugesetzt werden, zu einer Anreicherung kolloidal gelöster Störstoffe in der Faserstoffsuspension, in dem Prozesswasser und in dem Abwasser bei. Durch die hohe Konzentration an Störstoffen wird die Wirksamkeit der in der Faserstoffsuspension bzw. dem Prozesswasser enthaltenen meist kationischen Funktionschemikalien, wie Retentionspolymere, beträchtlich verringert. Abgesehen davon können die enthaltenen Störstoffe, da sich darunter leicht metabolisierbare Verbindungen befinden, zu einer erhöhten mikrobiologischen Aktivität, beispielsweise in Bütten, führen. Ferner werden durch die Anwesenheit von in der Faserstoffsuspension und in dem Prozesswasser insbesondere kolloidal vorliegenden Störstoffen wesentliche Papiereigenschaften, wie Weiße, Opazität, Färbung, Geruch und Festigkeit des Papiers, beeinträchtigt. Aus diesen Gründen ist eine Entfernung oder eine Fixierung der Störstoffe in der Faserstoffsuspension, in dem Prozesswasser und in dem Abwasser notwendig.

25

Zur Entfernung von Störstoffen ist es bekannt, Prozesswasser oder Abwasser Metallsalze, insbesondere Aluminiumsalze, wie Aluminiumsulfat, zuzusetzen, um in das Prozesswasser Aluminiumionen einzubringen, welche eine Koagulation bzw. Flockung insbesondere von darin kolloidal gelösten Störstoffen bewirken. Die so hergestellten Flocken können dann

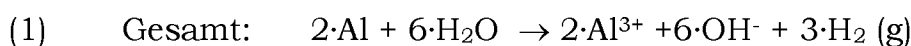
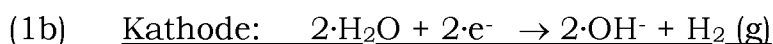
30

beispielsweise durch Flotation einfach aus dem Prozesswasser entfernt werden. Abgesehen davon ist es auch bekannt, Faserstoffsuspensionen Aluminiumsalze zuzusetzen, um in das Prozesswasser Aluminiumionen einzubringen, welche die Leimung unterstützen und Störstoffe fixieren.

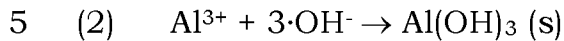
5 Allerdings ist der Zusatz dieser Aluminiumsalze, wie Aluminiumsulfat, nachteilhaft, u.a. weil dieser Zusatz zu einer Aufsalzung in dem Prozesswasser, in dem Abwasser bzw. in der Faserstoffsuspension führt. Zudem werden die in Abwasser enthaltenen Sulfationen bei der späteren biologischen Abwasserbehandlung zu Sulfidionen reduziert, was mit einer Geruchsbelästigung und mit Bakterienwachstum verbunden ist, wodurch
10 eine Wiederverwertung des aufgereinigten Abwassers erschwert wird. Ein weiterer Nachteil der Verwendung eines Metallsalzes, wie Aluminiumsulfat, liegt darin, dass dies bei einem neutralen pH-Wert, bei dem die Faserstoffbahn bevorzugt hergestellt wird, kaum wirksam ist, weil bei einem
15 solchen pH-Wert insbesondere der Leimungseffekt in Kombination mit dem in der Faserstoffsuspension vorhandenen Harzleim ausbleibt. Daher werden für diesen Zweck anstelle von Metallsalzen vermehrt kationische Polymere eingesetzt, welche allerdings sehr teuer sind.

20 Um den Einsatz von Metallsalzen zu vermeiden, können die Metallionen, wie Aluminiumionen, auch durch Elektrolyse hergestellt und dadurch in die zu behandelnde Flüssigkeit oder Dispersion eingebracht werden, wobei bei der Elektrolyse eine Aluminiumanode und eine Kathode eingesetzt werden. Bei dieser Elektrolyse laufen folgende Reaktionen ab:

25



Die Aluminiumionen reagieren dann sofort mit den in der Flüssigkeit bzw. Dispersion vorliegenden Störstoffen oder, falls keine mit Aluminiumionen reaktiven Störstoffe vorliegen, mit der Zeit mit Hydroxidionen gemäß



zu schwer löslichen Aluminiumhydroxidflocken, welche als Flockungsmittel wirken.

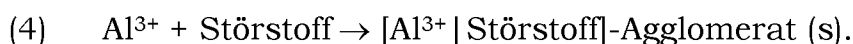
- 10 Wie vorstehend dargelegt, können die gemäß der vorstehenden Gleichung (1) elektrolytisch hergestellten Aluminiumionen dazu genutzt werden, um mit in einer Suspension vorliegenden Komponenten zu reagieren, um beispielsweise verschiedene Komponenten, wie Harzleim an Fasern, zu binden. Diese Reaktion verläuft vereinfacht gemäß nachfolgender Gleichung:

15

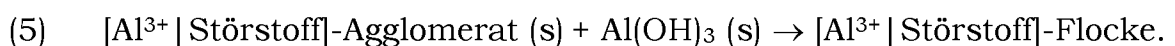


Alternativ dazu können die elektrolytisch hergestellten Aluminiumionen auch dazu genutzt werden, um eine Koagulation bzw. Flockung von in

- 20 einer Flüssigkeit kolloidal gelösten Störstoffen zu bewirken, welche vereinfacht gemäß nachfolgender Gleichung verläuft:



- 25 Dabei stellt das unlösliche $[\text{Al}^{3+} | \text{Störstoff}]\text{-Agglomerat}$ einen Keim für das Wachstum von $\text{Al}(\text{OH})_3$ -Flocken gemäß nachfolgender Gleichung dar:



Die so gebildeten Flocken mit daran gebundenen Störstoffen können dann solange agglomerieren, bis eine Flockengröße erreicht ist, welche eine Abtrennung aus der Flüssigkeit mit üblichen Trennverfahren, wie Flotation, Sedimentation oder Filtration, erlaubt.

5

Allerdings ist die Effizienz der vorstehenden Verfahren unter Verwendung von elektrolytisch hergestellten Aluminiumionen gering. Beispielsweise wird bei der Verwendung der wie vorstehend beschrieben elektrolytisch hergestellten Aluminiumionen in einem Verfahren zur Flockung von in biologisch geklärtem Abwasser verbliebenen Verunreinigungen nur eine auf die eingesetzte Menge an Aluminiumionen bezogene Flockungseffizienz von maximal 10 % erreicht. Dies liegt unter anderem darin begründet, dass bei den vorstehend beschriebenen Verfahren unter Verwendung der elektrolytisch erzeugten Aluminiumionen die Kinetik nur schwer zu steuern ist. Einem an der Anode gemäß der Gleichung (1a) gebildeten Aluminiumion steht nämlich in der elektrolysierten Flüssigkeit bzw. Dispersion nur eine begrenzte Wegstrecke für die beabsichtigte Koagulation von Verbindungen bzw. Reaktion mit Verbindungen beispielsweise gemäß den Gleichungen (3) und (4) zur Verfügung, bevor das Aluminiumion mit kathodisch gemäß der Gleichung (1b) gebildeten Hydroxidionen gemäß der Gleichung (2) zu Aluminiumhydroxidflocken reagiert, ausfällt und somit für die beabsichtigte Reaktion nicht mehr zur Verfügung steht. Diese maximale Wegstrecke lässt sich durch die Einstellung von Verfahrensparametern bei der Elektrolyse, wie Strom und/oder Volumenfluss, nur sehr begrenzt beeinflussen. Aus diesem Grund ist es mit diesen Verfahren auch nicht möglich, die Metallionen durch Elektrolyse einer von der zu behandelnden Flüssigkeit bzw. Dispersion verschiedenen Flüssigkeit, wie beispielsweise Wasser, herzustellen und die so elektrolysierte Flüssigkeit über längere Rohrleitungen zu der zu behandelnden Flüssigkeit bzw. Dispersion zu führen und damit zu vermischen, weil die in der Flüssigkeit

30

enthaltenen Metallionen in der Rohrleitung mit den ebenfalls in der Flüssigkeit enthaltenen Hydroxidionen in einer Reaktion gemäß der Gleichung (2) reagieren würden und dann später in der zu behandelnden Flüssigkeit bzw. Dispersion nicht mehr oder zumindest nicht in einer ausreichenden
5 Menge zur Verfügung stehen würden.

Ein weiterer Nachteil des vorstehend beschriebenen Verfahrens zur elektrolytischen Herstellung von Aluminiumionen ist, dass mit diesem das Verhältnis der Menge von anodisch hergestellten Aluminiumionen zu der
10 Menge an kathodisch hergestellten Hydroxidionen durch die Stöchiometrie der Gleichung (1) festgelegt ist und dieses Verhältnis daher nicht individuell auf das Verfahren, in dem diese Aluminiumionen eingesetzt werden, individuell angepasst und optimiert werden kann. Aus dem gleichen Grund lässt sich der pH-Wert der elektrolysierten Flüssigkeit bzw. Disper-
15 sion nicht einstellen, da sich dieser aus dem Reaktionsmechanismus ergibt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren zum Behandeln einer Flüssigkeit oder einer Dispersion mit Metallionen unter
20 Verwendung von elektrolytisch hergestellten Metallionen bereitzustellen, bei dem die vorgenannten Nachteile vermieden werden und insbesondere die auf die Menge an eingesetzten Metallionen bezogene Effizienz des Verfahrens erhöht ist sowie die Kinetik der Reaktion und der pH-Wert während der Reaktion einfach und zuverlässig gesteuert werden können, so
25 dass dieses Verfahren insbesondere hervorragend zur Unterstützung der Leimung und/oder zum Fixieren von Störstoffen und/oder zur Erhöhung der Retention bei einer bei der Papierherstellung eingesetzten Faserstoffsuspension und/oder zur Koagulation und/oder Flockung von in einer Flüssigkeit gelösten oder darin dispergierten Verbindungen geeignet ist.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zum Behandeln einer Flüssigkeit oder Dispersion mit Metallionen, insbesondere zur Koagulation und/oder Flockung von in einer Flüssigkeit gelösten oder darin dispergierten Verbindungen mittels Metallionen oder zur Reaktion von Metallionen mit in einer Flüssigkeit gelösten oder darin dispergierten Verbindungen, bei dem in die Flüssigkeit bzw. Dispersion Metallionen eingebracht werden, welche durch Elektrolyse in einer eine Anode und eine Kathode umfassenden Elektrolysezelle hergestellt werden, wobei die Elektrolysezelle durch eine Membran und/oder ein Diaphragma in einen die Anode enthaltenden Anodenraum und einen die Kathode enthaltenden Kathodenraum unterteilt wird.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wurde erkannt, dass die Effizienz eines Verfahrens zum Behandeln einer Flüssigkeit oder einer Dispersion mit Metallionen unter Verwendung von elektrolytisch hergestellten Metallionen erhöht werden kann sowie die Kinetik der Reaktion und der pH-Wert während der Reaktion einfach und zuverlässig gesteuert werden können, wenn die zur Herstellung der Metallionen eingesetzte Elektrolyse in einer Zweikammer-Elektrolysezelle mit durch eine Membran und/oder ein Diaphragma räumlich voneinander getrennten Anode und Kathode durchgeführt wird. Eine Steigerung der Verfahrenseffizienz wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren insbesondere deshalb erreicht, weil aufgrund der räumlichen Trennung der Anode und der Kathode in der Zweikammer-Elektrolysezelle die Metallionen räumlich getrennt von den Hydroxidionen erzeugt werden, so dass nicht unmittelbar nachdem die Metallionen nach der Elektrolyse eine gewisse Wegstrecke zurückgelegt haben eine Aluminiumhydroxidflockenbildungsreaktion gemäß der vorstehenden Gleichung (2) oder eine Flockenwachstumsreaktion gemäß der vorstehenden Gleichung (5) stattfindet, infolge der die Metallionen verbraucht werden und nicht mehr für die gewünschte Reaktion zur Verfügung stehen.

Mit anderen Worten werden durch die erfindungsgemäß in einer Zweikammer-Elektrolysezelle durchgeführte Elektrolyse die Aluminiumhydroxidflockenbildungsreaktion gemäß der vorstehenden Gleichung (2) und die Flockenwachstumsreaktion gemäß der vorstehenden Gleichung (5) von
5 der in dem erfindungsgemäßen Verfahren gewünschten Reaktion, wie der Agglomerationsreaktion gemäß der Gleichung (3) zur Unterstützung der Leimung oder gemäß der Gleichung (4) zur Fixierung von Störstoffen, welche bei den vorstehenden Verfahren gemäß dem Stand der Technik miteinander gekoppelt sind, entkoppelt. Aufgrund der Zweikammer-
10 Elektrolysezelle findet bei der Elektrolyse nicht mehr die Reaktion gemäß der vorstehenden Summengleichung (1) statt, sondern nur noch getrennt voneinander die folgenden Reaktionen:



Aufgrund der räumlichen Trennung der Anoden- und Kathodenreaktion in der Zweikammer-Elektrolysezelle kann zudem das in dem Behandlungsverfahren eingesetzte Verhältnis der anodisch hergestellten Metallionen
20 und der kathodisch hergestellten Hydroxidionen in der zu behandelnden Flüssigkeit bzw. Dispersion individuell an das Verfahren angepasst bzw. optimiert werden, indem dem Metallionen enthaltenden und aus dem Anodenraum abgezogenen Strom zu einem gewünschten Zeitpunkt eine entsprechende Menge des die Hydroxidionen enthaltenden und aus dem
25 Kathodenraum abgezogenen Stroms zugemischt wird. Aufgrund dessen lässt sich bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ohne Zugabe von weiteren pH-Einstellmitteln insbesondere auch der pH-Wert der Reaktionsmischung exakt auf einen gewünschten Wert einstellen. Insgesamt erlaubt das erfindungsgemäße Verfahren somit die einfache und zuverlässige
30 Steuerung der Kinetik der unter Beteiligung der Metallionen stattfindenden

den Reaktion und des pH-Wertes während der Reaktion, weswegen das erfindungsgemäße Verfahren hervorragend insbesondere zur Unterstützung der Leimung und/oder zum Fixieren von Störstoffen und/oder zur Erhöhung der Retention bei einer bei der Papierherstellung eingesetzten Faserstoffsuspension und/oder zur Koagulation und/oder Flockung von in einer Flüssigkeit gelösten oder darin dispergierten Verbindungen geeignet ist.

Außerdem kann bei dem erfindungsgemäßen Verfahren der kathodisch gebildete Wasserstoff in einer bevorzugten Ausführungsform aus der in dem Kathodenraum elektrolysierten Flüssigkeit abgetrennt und in einem anderen als dem erfindungsgemäßen Verfahren, wie beispielsweise in einer Brennstoffzelle, genutzt werden, um so die Gesamtenergiebilanz zu erhöhen. Gleichermaßen kann zumindest auch ein Teil der kathodisch hergestellten Hydroxidlösung außerhalb des erfindungsgemäßen Verfahrens beispielsweise in einem anderen Teil der Papiermaschine genutzt werden, und zwar beispielsweise in einer Kalkfalle oder in einem in der Papiermaschine durchgeführten alkalischen Reinigungsschritt.

Als Membran und/oder Diaphragma zur Unterteilung der Elektrolysezelle in einen die Anode enthaltenden Anodenraum und in einen die Kathode enthaltenden Kathodenraum kann jede Membran bzw. jedes Diaphragma eingesetzt werden, welche(s) für die in der in dem Anodenraum der Elektrolysezelle enthaltenen Flüssigkeit gelösten Bestandteile und für die in der in dem Kathodenraum der Elektrolysezelle enthaltenen Flüssigkeit gelösten Bestandteile undurchlässig oder zumindest wenig durchlässig ist. Vorzugsweise wird eine semipermeable Membran und/oder ein semipermeables Diaphragma eingesetzt, also ein(e) Membran bzw. Diaphragma, welches für Flüssigkeiten durchlässig ist, nicht aber für in der Flüssigkeit gelöste Verbindungen und Gase durchlässig ist. Insbesondere ist es bevor-

zugt, wenn die Membran bzw. das Diaphragma unlöslich für die in dem Anodenraum gebildeten Aluminiumionen und für die in dem Kathodenraum gebildeten Hydroxidionen und das in dem Kathodenraum gebildete Wasserstoffgas ist.

5

In Weiterbildung des Erfindungsgedankens wird es vorgeschlagen, dass als Membran eine semipermeable Membran eingesetzt wird, welche aus einem Ionomer, wie beispielsweise aus sulfoniertem Polytetrafluorethylen, welches von der Firma DuPont unter dem Handelsnamen Nafion® kommerziell erhältlich ist, zusammengesetzt ist, weil aus solchen Materialien zusammengesetzte Membranen für gelöste Aluminiumionen, gelöste Hydroxidionen und Wasserstoffgas hinreichend undurchlässig sind.

10

Geeignete Materialien für das Diaphragma sind Ton, Keramik und Glas.

15

Grundsätzlich können in die zu behandelnde Flüssigkeit oder Dispersion alle Metallionen eingebracht werden, welche die angestrebte Wirkung in einem ausreichenden Ausmaß aufweisen. Gute Ergebnisse werden insbesondere erzielt, wenn die Metallionen aus der Gruppe ausgewählt werden, welche aus Eisenionen, Magnesiumionen, Kobaltionen, Nickelionen, Kupferionen, Zinkionen, Titanionen, Aluminiumionen und beliebigen Mischungen aus zwei oder mehr der vorgenannten Ionen besteht. Besonders bevorzugt werden in die zu behandelnde Flüssigkeit oder Dispersion Eisenionen, und zwar insbesondere für die Anwendung in der Abwasserreinigung, und/oder Aluminiumionen eingebracht, wobei Aluminiumionen ganz besonders bevorzugt sind.

20

25

Um während der Elektrolyse die gewünschten Metallionen in die zu behandelnde Flüssigkeit oder Dispersion einzubringen, wird erfindungsgemäß eine Anode eingesetzt, welche aus dem Metall bzw. den Metallen zu-

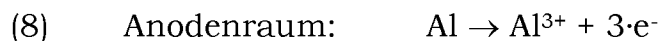
30

sammengesetzt ist, dessen bzw. deren Ionen in die Flüssigkeit eingebracht werden sollen. Bei der ganz besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, bei der in die zu behandelnde Flüssigkeit oder Dispersion Aluminiumionen eingebracht werden, besteht die Anode dem-
5 entsprechend aus Aluminium.

Als Kathode kann eine inerte Kathode, wie beispielsweise eine Kohlenkathode, oder eine Metallkathode, wie eine Aluminiumkathode, eingesetzt werden.

10

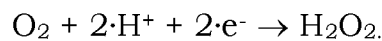
Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann als Kathode eine Gasdiffusionskathode eingesetzt werden, der während der Elektrolyse ein Sauerstoff enthaltendes Gas zugeführt wird. Die Zuführung des Sauerstoff enthaltenden Gases an die Kathode
15 weist den Vorteil auf, dass während der Elektrolyse an der Kathode kein Wasserstoffgas entwickelt wird, weil die Elektrolyse in diesem Fall, beispielsweise bei Einsatz einer Aluminiumanode, wie folgt abläuft:



Diese Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist insbesondere dann sinnvoll, wenn eine hohe Betriebssicherheit besonders wichtig ist, da Wasserstoff bekanntermaßen in Mischung mit Luft bei Wasserstoffkonzentrationen von 4 und 77 Vol.-% explosives Knallgas ausbildet. Abgesehen davon kann so eine Beeinträchtigung des Verfahrens, beispielsweise der Flockung, durch in der Flüssigkeit bzw. Dispersion enthaltene Wasserstoffperlen zuverlässig vermieden werden. Gasdiffusionselektroden sind Katalysator enthaltende Elektroden, in denen die drei Aggregatzustände
25 fest (Elektrodenmaterial), flüssig (Elektrolyt) und gasförmig (Sauerstoff
30

enthaltendes Gas) miteinander in Kontakt stehen und der Katalysator eine elektrochemische Reaktion zwischen der flüssigen und der gasförmigen Phase katalysiert. Dabei findet der elektrochemische Umsatz an der Dreiphasen-Grenze statt, welche der Bereich der Gasdiffusionselektrode ist, bei dem der flüssige Elektrolyt, das Gas und der metallischer Leiter miteinander in Kontakt stehen. Grundsätzlich kann die Gasdiffusionselektrode aus einem Material zusammengesetzt sein, welches gleichzeitig als elektrischer Leiter, also Elektrodenmaterial, und als Katalysator fungiert. Alternativ dazu ist es auch möglich und in der Praxis bevorzugt, dass die Gasdiffusionselektrode aus wenigstens zwei verschiedenen Materialien zusammengesetzt ist, von denen wenigstens eines als elektrischer Leiter und wenigstens ein anderes als Katalysator fungiert. Gute Ergebnisse werden insbesondere erzielt, wenn als Kathode eine Gasdiffusionskathode eingesetzt wird, welche aus einem elektrisch leitfähigen Träger, der zumindest bereichsweise mit einem katalytisch aktiven Material beschichtet ist, zusammengesetzt ist. Dabei weist der Träger bevorzugt, bezogen auf dessen Volumen, eine große Oberfläche auf, was beispielsweise dadurch erreicht wird, dass der Träger als poröses Flächengebilde ausgestaltet ist, und zwar bevorzugt in der Form eines Netzes, eines Gewebes, eines Geflechts, eines Gewirkes, eines Vlieses oder eines Schaumes. Dabei besteht der Träger vorzugsweise aus einem gegenüber den Elektrolysebedingungen inerten Material, wie beispielsweise aus Kohlenstoff oder Edelstahl. Bei der katalytisch aktiven Beschichtung kann es sich um ein Metall oder Metalloxid handeln, wie beispielsweise um Silberoxid, Platin, Palladium oder Mangandioxid, welches in Form von kleinen Partikeln mit einem Bindemittel an den Träger gebunden sein kann. Optional kann desweiteren auf dem Träger eine poröse Gasdiffusionsschicht aufgebracht sein, welche beispielsweise aus einer Mischung aus Kohlenstoff und Bindemittel, wie Polytetrafluorethylen, besteht.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es vorgesehen, die Elektrolyse so durchzuführen, dass durch den Kathodenraum eine Sauerstoff enthaltende Flüssigkeit geführt wird. Auf diese Weise wird bei der Elektrolyse Wasserstoffperoxid, welches
5 als Antibakterizid zur Behandlung von Abwasser eingesetzt werden kann, gebildet, und zwar gemäß der Gleichung:



10 Unabhängig von der Art der eingesetzten Kathode und unabhängig von dem Einsatz eines Sauerstoff enthaltenden Elektrolyten in dem Kathodenraum kann die Elektrolyse entweder bei konstanter Spannung zwischen den Elektroden oder bei konstanter Stromstärke erfolgen. Auch die Zu- oder Abschaltung einzelner Elektrolyse-Reaktoren kann hier hilfreich sein.

15

Grundsätzlich kann das erfindungsgemäße Verfahren in-situ oder ex-situ durchgeführt werden. Unter in-situ-Verfahrensführung wird in diesem Zusammenhang verstanden, dass die Metallionen direkt in der Flüssigkeit bzw. Dispersion, in welcher die Verbindungen, welche zu koagulieren
20 und/oder zu flocken sind oder welche mit den Metallionen reagiert werden sollen, gelöst oder dispergiert sind, erzeugt werden. Hingegen wird in diesem Zusammenhang unter einer ex-situ-Verfahrensführung verstanden, dass die Metallionen in einer anderen Flüssigkeit bzw. Dispersion, als die, in welcher die Verbindungen, welche zu koagulieren und/oder zu flocken
25 sind oder welche mit den Metallionen reagiert werden sollen, gelöst oder dispergiert sind, erzeugt werden und die so elektrolysierte Flüssigkeit bzw. Dispersion später mit der Flüssigkeit bzw. Dispersion, in welcher die Verbindungen, welche zu koagulieren und/oder zu flocken sind oder welche mit den Metallionen reagiert werden sollen, gelöst oder dispergiert sind
30 vermischt wird. Aufgrund der räumlichen Trennung der Anodenraumreak-

tion und der Kathodenraumreaktion durch die Membran bzw. das Diaphragma wird, wie vorstehend erläutert, aus dem Anodenraum nur Flüssigkeit bzw. Dispersion abgezogen, welche die bei der Anodenreaktion erzeugten Metallionen enthält, nicht aber die bei der Kathodenreaktion gebildeten Hydroxidionen enthält, so dass die vorstehende, Metallionen verbrauchende Reaktion (2) nicht stattfinden kann, bevor der in dem Anodenraum elektrolysierten Flüssigkeit bzw. Dispersion die in dem Kathodenraum elektrolysierte Flüssigkeit bzw. Dispersion zugeführt wird. Aus diesem Grund eignet sich das erfindungsgemäße Verfahren insbesondere auch zur Durchführung der ex-situ-Verfahrensführung, und zwar insbesondere in dem Fall, in dem die in dem Anodenraum elektrolysierte Flüssigkeit bzw. Dispersion durch lange Rohrleitungen oder andere Leitungen geführt werden muss, bevor diese mit der zu behandelnden Flüssigkeit bzw. Dispersion vermischt wird.

Mithin sind insbesondere die drei nachfolgenden besonders bevorzugten Ausführungsformen für die vorliegende Erfindung praktikabel.

Gemäß einer ersten besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erfolgt die Metallionenbildung in-situ, indem während der Elektrolyse die Flüssigkeit bzw. Dispersion, in welcher die Verbindungen, welche zu koagulieren und/oder zu flocken sind oder welche mit den Metallionen reagiert werden sollen, gelöst oder dispergiert sind, durch den Anodenraum der Elektrolysezelle geführt und dort elektrolysiert wird. Die so behandelte, d.h. mit gelösten Metallionen versetzte Flüssigkeit, in der die Aluminiumionen beispielsweise eine der Reaktionen gemäß den vorstehenden Gleichungen (3) und (4) durchführen, wird dann aus dem Anodenraum der Elektrolysezelle abgeführt und, je nach konkreter Art und Menge der zu fixierenden Störstoffe und/oder der Art und Menge der zu koagulierenden und/oder zu flockenden Verbindungen, mit einem mehr

oder weniger großen Teilstrom oder Vollstrom der aus dem Kathodenraum der Elektrolysezelle abgezogenen Strom vermischt, um beispielsweise die Reaktion gemäß der vorstehenden Gleichung (5) zu initiieren und/oder, um in der Flüssigkeit bzw. Dispersion einen geeigneten pH-Wert einzustellen. Dabei kann durch die Einstellung der Strömungsgeschwindigkeiten der einzelnen Volumenströme und durch die Einstellung der Länge der Rohrleitungen exakt der Zeitraum eingestellt werden, für den sich die aus dem Anodenraum der Elektrolysezelle abgezogene, die Metallionen enthaltende Flüssigkeit und die Flüssigkeit bzw. Dispersion, in welcher die Verbindungen, welche zu koagulieren und/oder zu flocken sind oder welche mit den Metallionen reagiert werden sollen, gelöst oder dispergiert sind, in Kontakt befinden, bevor die Hydroxidionen enthaltende Flüssigkeit zugegeben wird, und so exakt die mittlere Weglänge der einzelnen Metallionen eingestellt werden, bevor diese auf Hydroxidionen treffen. Je nach Bedarf kann der Flüssigkeit bzw. Dispersion noch ein weiteres pH-Einstellmittel zugegeben werden, um den gewünschten pH-Wert einzustellen. Dabei kann die Vermischung zwischen der in dem Anodenraum der Elektrolysezelle elektrolysierten Flüssigkeit bzw. Dispersion und der in dem Kathodenraum der Elektrolysezelle elektrolysierten Flüssigkeit bzw. Dispersion grundsätzlich in einer Flüssigkeitsleitung, beispielsweise Rohrleitung, wie in dem Stoffauflauf einer Papiermaschine, selbst stattfinden oder in jeder geeigneten Mischeinrichtung, wie in einer mit einer Rühreinrichtung versehenen Bütte. Bevorzugt wird die Flüssigkeit aus dem Kathodenraum oder ein Teil davon mit der Flüssigkeit aus dem Anodenraum oder einem Teil davon mittels eines statischen Mischers vermischt oder diese werden so zusammengeführt, dass eine homogene Vermischung stattfinden kann. Beispielsweise kann die Flüssigkeit aus dem Kathodenraum oder ein Teil davon in radialer Richtung in den die Flüssigkeit aus dem Anodenraum führenden Kanal über ein oder mehrere in Umfangsrichtung verteilte Öffnungen eindosiert

werden. Für die Dosierungen der einzelnen Flüssigkeiten bzw. Dispersio-
nen können Steuer- und/oder Regelkreise vorgesehen sein, mit denen die
Volumenströme der Flüssigkeiten oder ein Teil der Flüssigkeiten in Ab-
hängigkeit von den Reaktionen, d.h. Agglomeratbildung, Fixierung, Flo-
ckenbildung, pH-Wert und dergleichen, einstellbar sind. Dies gilt vor-
zugsweise auch für alle nachfolgend beschriebenen Ausführungsvarian-
ten.

Bei dieser Ausführungsform wird die Elektrolyse in dem Kathodenraum
vorzugsweise mit Wasser und besonders bevorzugt mit Wasser, dem zur
Erhöhung der Leitfähigkeit ein Salz, wie Natriumchlorid, zugegeben wor-
den ist, durchgeführt. Dabei wird die Leitfähigkeit des Wassers besonders
bevorzugt auf einen Wert von wenigstens 1 mS/cm eingestellt. Alternativ
dazu kann in den Kathodenraum auch eine Leimsuspension, wie eine
Harzleimsuspension, eine Alkylketendimer- (AKD-) Suspension oder eine
Suspension aus alkyliertem Bernsteinsäureanhydrid (ASA), eingeführt
werden.

Eine in-situ-Verfahrensführung kann beispielsweise auch so erfolgen,
dass ein erster Teilstrom der Flüssigkeit bzw. Dispersion, in welcher die
Verbindungen, welche zu koagulieren und/oder zu flocken sind oder wel-
che mit den Metallionen reagiert werden sollen, gelöst oder dispergiert
sind, durch den Anodenraum und ein zweiter Teilstrom hiervon durch den
Kathodenraum der Elektrolysezelle geführt wird, bevor stromabwärts der
Elektrolysezelle ein Teilstrom oder der Vollstrom des aus dem Kathoden-
raum abgezogenen Gemischs mit dem aus dem Anodenraum der Elektro-
lysezelle abgezogenen Strom vermischt wird.

Gemäß einer zweiten besonders bevorzugten Ausführungsform der vorlie-
genden Erfindung erfolgt die Metallionenbildung ex-situ, indem während

der Elektrolyse eine von der Flüssigkeit bzw. Dispersion, in welcher die Verbindungen, welche zu koagulieren und/oder zu flocken sind oder welche mit den Metallionen reagiert werden sollen, gelöst oder dispergiert sind, verschiedene Flüssigkeit durch den Anodenraum der Elektrolysezelle geführt und dort elektrolysiert wird und zumindest ein Teil des aus dem Anodenraum der Elektrolysezelle abgeführten Flüssigkeits- bzw. Dispersionsstroms anschließend mit der Flüssigkeit bzw. Dispersion, in welcher die Verbindungen, welche zu koagulieren und/oder zu flocken sind oder welche mit den Metallionen reagiert werden sollen, gelöst oder dispergiert sind, vermischt wird. Auch bei dieser Ausführungsform wird als von der Flüssigkeit bzw. Dispersion, in welcher die Verbindungen, welche zu koagulieren und/oder zu flocken sind oder welche mit den Metallionen reagiert werden sollen, gelöst oder dispergiert sind, verschiedene Flüssigkeit vorzugsweise Wasser eingesetzt und besonders bevorzugt Wasser, dem zur Erhöhung der Leitfähigkeit ein Salz, wie Natriumchlorid, zugegeben worden ist. Dabei wird die Leitfähigkeit des Wassers besonders bevorzugt auf einen Wert von wenigstens 1 mS/cm eingestellt. Alternativ dazu kann in den Anodenraum auch eine Leimsuspension, wie eine Harzleimsuspension, eine Alkylketendimer- (AKD-) Suspension oder eine Suspension aus alkyliertem Bernsteinsäureanhydrid (ASA), eingeführt werden. Die Vermischung des aus dem Anodenraum der Elektrolysezelle abgezogenen Stroms und der Flüssigkeit bzw. Dispersion, in welcher die Verbindungen, welche zu koagulieren und/oder zu flocken sind oder welche mit den Metallionen reagiert werden sollen, gelöst oder dispergiert sind, kann in einer Flüssigkeitsleitung, beispielsweise Rohrleitung, wie in dem Stoffauflauf einer Papiermaschine, selbst stattfinden oder in jeder geeigneten Mischeinrichtung, wie in einer mit einer Rühreinrichtung ausgestatteten Bütte. Dabei erfolgt die Vermischung vorzugsweise so, dass eine homogene Vermischung dieser Flüssigkeitsströme miteinander gewährleistet ist. Beispielsweise kann die Flüssigkeit aus dem Anodenraum oder ein Teil davon

in radialer Richtung in den die Flüssigkeit bzw. Dispersion, in welcher die Verbindungen, welche zu koagulieren und/oder zu flocken sind oder welche mit den Metallionen reagiert werden sollen, gelöst oder dispergiert sind, führenden Kanal über ein oder mehrere in Umfangsrichtung verteilte
5 Öffnungen eindosiert werden.

Die so hergestellte Mischung, d.h. die mit gelösten Metallionen versetzte Flüssigkeit bzw. Dispersion, in der die Aluminiumionen beispielsweise eine der Reaktionen gemäß den vorstehenden Gleichungen (3) und (4)
10 durchführen, kann je nach konkreter Art und Menge der zu fixierenden Störstoffe und/oder der Art und Menge der zu koagulierenden und/oder zu flockenden Verbindungen mit einem mehr oder weniger großen Teilstrom oder mit dem Vollstrom des aus dem Kathodenraum der Elektrolysezelle abgezogenen Stroms vermischt werden, um beispielsweise die Reaktion gemäß der vorstehenden Gleichung (5) zu initiieren und/oder, um
15 in der Flüssigkeit bzw. Dispersion einen geeigneten pH-Wert einzustellen. Dabei erfolgt die Dosierung des aus dem Kathodenraum der Elektrolysezelle abgezogenen Stroms mit der Mischung vorzugsweise zeitlich so versetzt, dass der erste Reaktionsschritt der Metallionen mit den Reaktionspartnern weitgehend abgeschlossen ist, bevor die Dosierung des aus dem
20 Kathodenraum der Elektrolysezelle abgezogenen Stroms oder eines Teils hiervon erfolgt. Die Aluminiumionen lassen sich so sehr effizient einsetzen. Optional kann dem Prozessstrom anschließend nach einer weiteren Zeitspanne ein weiterer Teil der Flüssigkeit aus dem Kathodenraum zur
25 Beeinflussung des pH-Wertes im Prozessstrom zudosiert werden. Werden die Flüssigkeiten in den in einer Rohrleitung strömenden Prozessstrom eindosiert, so lässt sich der Dosierort über den Zeitversatz der Dosierung und über die Strömungsgeschwindigkeit bestimmen. Je nach Bedarf kann der Flüssigkeit bzw. Dispersion noch ein weiteres pH-Einstellmittel zuge-
30 geben werden, um den gewünschten pH-Wert einzustellen. Auch die Ver-

- mischung der Mischung mit dem Teilstrom oder mit dem Vollstrom des aus dem Kathodenraum der Elektrolysezelle abgezogenen Stroms kann wiederum in einer Flüssigkeitsleitung, beispielsweise Rohrleitung, wie in dem Stoffauflauf einer Papiermaschine, selbst stattfinden oder in jeder
- 5 geeigneten Mischeinrichtung, wie in einer mit einer Röhreinrichtung ausgestatteten Bütte. Dabei erfolgt die Vermischung wiederum vorzugsweise so, dass eine homogene Vermischung dieser Flüssigkeitsströme miteinander gewährleistet ist. Beispielsweise kann die Flüssigkeit aus dem Anodenraum oder ein Teil davon in radialer Richtung in den die Flüssigkeit bzw.
- 10 Dispersion, in welcher die Verbindungen, welche zu koagulieren und/oder zu flocken sind oder welche mit den Metallionen reagiert werden sollen, gelöst oder dispergiert sind, führenden Kanal über ein oder mehrere in Umfangsrichtung verteilte Öffnungen eindosiert werden. Diese Ausführungsform eignet sich insbesondere zur Unterstützung der Leimung, wobei dann während der Elektrolyse in den Anodenraum eine Leimsuspension, vorzugsweise eine Harzleimsuspension, eine Alkylketendimer- (AKD-) Suspension oder eine Suspension aus alkyliertem Bernsteinsäureanhydrid (ASA), geführt wird.
- 15
- 20 Die vorgenannte Ausführungsform kann auch so modifiziert werden, dass das Vermischen der Flüssigkeit bzw. Dispersion, in welcher die Verbindungen, welche zu koagulieren und/oder zu flocken sind oder welche mit den Metallionen reagiert werden sollen, gelöst oder dispergiert sind mit der aus dem Anodenraum der Elektrolysezelle abgezogenen Flüssigkeit und
- 25 mit dem Teilstrom bzw. mit dem Vollstrom des aus dem Kathodenraums der Elektrolysezelle abgezogenen Stroms gleichzeitig stattfindet.

- Alternativ dazu ist es auch möglich, zuerst die Flüssigkeit bzw. Dispersion, in welcher die Verbindungen, welche zu koagulieren und/oder zu flocken sind oder welche mit den Metallionen reagiert werden sollen, gelöst
- 30

oder dispergiert sind, mit einem Teilstrom oder dem Vollstrom des aus dem Kathodenraums der Elektrolysezelle abgezogenen Stroms zu vermischen, bevor der so hergestellten Mischung zumindest ein Teilstrom des aus dem Anodenraum der Elektrolysezelle abgeführten Flüssigkeits- bzw. Dispersionsstroms zugeführt und damit vermischt wird.

Schließlich ist es gemäß einer dritten besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung auch möglich, die Metallionenbildung ex-situ durchzuführen, indem während der Elektrolyse durch den Anodenraum und durch den Kathodenraum jeweils eine von der Flüssigkeit bzw. Dispersion, in welcher die Verbindungen, welche zu koagulieren und/oder zu flocken sind oder welche mit den Metallionen reagiert werden sollen, gelöst oder dispergiert sind, verschiedene Flüssigkeit, bevorzugt Wasser, geführt und elektrolysiert wird und dem aus dem Anodenraum abgeführten Flüssigkeits- bzw. Dispersionsstrom zumindest ein Teil des aus dem Kathodenraum der Elektrolysezelle abgeführten, Hydroxidionen enthaltenden Flüssigkeitsstroms zugeführt und damit vermischt wird, bevor zumindest ein Teil des so hergestellten Flüssigkeits- bzw. Dispersionsstroms mit der Flüssigkeit bzw. Dispersion, in welcher die Verbindungen, welche zu koagulieren und/oder zu flocken sind oder welche mit den Metallionen reagiert werden sollen, gelöst oder dispergiert sind, vermischt wird. Dabei wird für die Elektrolyse sowohl in dem Anodenraum als auch in dem Kathodenraum der Elektrolysezelle vorzugsweise Wasser eingesetzt, dessen Leitfähigkeit durch die Zugabe eines Salzes, wie Natriumchlorid, auf einen Wert von wenigstens 1 mS/cm eingestellt worden ist. Alternativ dazu können in den Anodenraum und in den Kathodenraum auch eine Leimsuspension, wie eine Harzleimsuspension, eine Alkylketendimer- (AKD-) Suspension oder eine Suspension aus alkyliertem Bernsteinsäureanhydrid (ASA), eingeführt werden.

Wie dargelegt, eignet sich das erfindungsgemäße Verfahren insbesondere zur Unterstützung der Leimung und/oder zum Fixieren von Störstoffen und/oder zur Erhöhung der Retention bei einer bei der Papierherstellung eingesetzten Faserstoffsuspension. Zudem eignet sich das erfindungsgemäße Verfahren insbesondere auch zur Reinigung von Prozesswasser oder von Abwasser, insbesondere von Prozesswasser oder Abwasser einer Maschine zur Herstellung und/oder Veredlung einer Papier-, Karton-, Tissue- oder einer anderen Faserstoffbahn. Unter Prozesswasser wird im Sinne der vorliegenden Erfindung eine Flüssigkeit oder Dispersion auf Basis von Wasser verstanden, welche in einer Anlage, wie beispielsweise einer Papiermaschine, im Kreislauf geführt wird. Im Unterschied dazu wird im Sinne der vorliegenden Erfindung unter Abwasser eine Flüssigkeit oder Dispersion auf Basis von Wasser verstanden, welche aus einer Anlage, wie beispielsweise einer Papiermaschine, abgeführt wird.

Vorzugsweise wird das Prozesswasser bzw. Abwasser bei der letztgenannten Ausführungsform vor dem Einbringen der Metallionen in einer oder mehreren biologischen Reinigungsstufen gereinigt. Sofern das Prozesswasser bzw. Abwasser in mehreren biologischen Reinigungsstufen gereinigt wird, werden vorzugsweise wenigstens eine anaerobe biologische Reinigungsstufe und wenigstens ein aerobe biologische Reinigungsstufe eingesetzt. Für diesen Zweck geeignet sind beispielsweise das Belebtschlammverfahren, das Tropfkörperverfahren, das Tauchkörperverfahren und das Festbettreaktorverfahren.

Dabei ist es bevorzugt, wenn zwischen den einzelnen biologischen Reinigungsstufen eine Reinigungsstufe mit Nassoxydation durchgeführt wird. Als Nassoxydation wird hier die chemische Oxidation von organischen Verbindungen in einer flüssigen Phase verstanden. Dabei kann die Nassoxydation durch die Einleitung von Ozon oder Sauerstoff, optional bei er-

höhtem Druck und/oder bei erhöhter Temperatur, herbeigeführt werden. Alternativ dazu und aufgrund der höheren Effizienz bevorzugt wird die Nassoxydation elektrochemisch und/oder UV-gestützt durchgeführt. Bei der elektrochemischen Nassoxydation werden durch die elektrolytische

5 Spaltung von Wasser Radikale oder starke Oxidationsmittel, wie Ozon, OH^- , O^+ , hergestellt. Hierzu werden bevorzugt inerte Elektroden, vorzugsweise Diamantelektroden, eingesetzt. Bei der UV-gestützten Nassoxydation werden die Radikale oder Oxidationsmittel durch die Bestrahlung des Abwassers mit UV-Strahlung erzeugt. Besonders bevorzugt wird sowohl

10 eine elektrochemische Nassoxydation als auch eine UV-gestützte Nassoxydation durchgeführt. Im Ergebnis werden durch die Nassoxydation insbesondere kolloidal gelöste Störstoffe im Abwasser oxidiert und langkettige Moleküle aufgebrochen. Die aufgebrochenen Moleküle können dann in der nachfolgenden biologischen, vorzugsweise aeroben Reinigungsstufe abgebaut werden.

15

Unabhängig davon, ob das Prozesswasser bzw. Abwasser vor dem Einbringen der Metallionen in einer oder mehreren biologischen Reinigungsstufen gereinigt worden ist, wird es nach dem Einbringen der Metallionen

20 vorzugsweise in eine Abscheidungsstufe mit Flockenvergrößerung und Flockenabscheidung geführt. Dabei kann die Flockenabscheidung, also das Abtrennen der Flocken von der Flüssigkeit, durch Flotation, Sedimentation, Filtration oder ein ähnliches Verfahren erfolgen.

25 Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist eine Anlage umfassend eine Vorrichtung zur Koagulation und/oder Flockung von in einer Flüssigkeit gelösten oder darin dispergierten Verbindungen mittels Metallionen oder zur Reaktion von Metallionen mit in einer Flüssigkeit gelösten oder darin dispergierten Verbindungen, insbesondere zur Unterstützung

30 der Leimung und/oder zum Fixieren von Störstoffen und/oder zur Erhö-

5 hung der Retention bei einer bei der Papierherstellung eingesetzten Faserstoffsuspension, welche eine eine Anode und eine Kathode enthaltende Elektrolysezelle umfasst, wobei in der Elektrolysezelle eine Membran und/oder ein Diaphragma vorgesehen ist, welche(s) die Elektrolysezelle in einen die Anode enthaltenden Anodenraum und einen die Kathode enthaltenden Kathodenraum unterteilt.

10 In Weiterbildung des Erfindungsgedankens wird es vorgeschlagen, dass diese Anlage zudem einen ersten Mischbehälter und einen zweiten Mischbehälter aufweist, wobei der erste Mischbehälter eine erste Zufuhrleitung für die Flüssigkeit bzw. Dispersion, in welcher die Verbindungen, welche zu koagulieren und/oder zu flocken sind oder welche mit den Metallionen reagiert werden sollen, gelöst oder dispergiert sind, eine zweite Zufuhrleitung, welche mit einer Abfuhrleitung des Anodenraums der Elektrolysezelle
15 le oder mit einer Abfuhrleitung des Kathodenraums der Elektrolysezelle verbunden ist, und eine in den zweiten Mischbehälter führende Abfuhrleitung aufweist, wobei der zweite Mischbehälter zudem eine Zufuhrleitung aufweist, welche mit der Abfuhrleitung des Anodenraums der Elektrolysezelle verbunden ist, wenn die zweite Zufuhrleitung des ersten Mischbehälters mit der Abfuhrleitung des Kathodenraums der Elektrolysezelle verbunden ist, oder mit der Abfuhrleitung des Kathodenraums der Elektrolysezelle verbunden ist, wenn die zweite Zufuhrleitung des ersten Mischbehälters mit der Abfuhrleitung des Anodenraums der Elektrolysezelle verbunden ist.
20

25

Gemäß einer alternativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist die erfindungsgemäße Anlage zudem einen Mischbehälter auf, wobei der Mischbehälter eine erste Zufuhrleitung, welche mit einer Abfuhrleitung des Anodenraums der Elektrolysezelle verbunden ist, und eine zweiten Zufuhrleitung, welche mit einer Abfuhrleitung des Kathodenraums der
30

Elektrolysezelle verbunden ist, sowie eine Abfuhrleitung aufweist, welche mit einem Mischbehälter oder einer Leitung für die Flüssigkeit bzw. Dispersion, in welcher die Verbindungen, welche zu koagulieren und/oder zu flocken sind oder welche mit den Metallionen reagiert werden sollen, gelöst oder dispergiert sind, verbunden ist.

Gemäß einer noch weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist der Anodenraum der Elektrolysezelle eine Zufuhrleitung für die Flüssigkeit bzw. Dispersion, in welcher die Verbindungen, welche zu koagulieren und/oder zu flocken sind oder welche mit den Metallionen reagiert werden sollen, gelöst oder dispergiert sind, und eine Abfuhrleitung für die elektrolysierte Flüssigkeit bzw. Dispersion auf, wobei die Abfuhrleitung in einen Mischbehälter führt, in welchen zudem eine Abfuhrleitung des Kathodenraums der Elektrolysezelle führt.

15

Bei der erfindungsgemäßen Anlage kann es sich beispielsweise um eine Maschine zur Herstellung und/oder Veredlung einer Papier-, Karton- oder Tissuefaserstoffbahn handeln.

Gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung handelt es sich bei der Anlage um eine Anlage zur Reinigung von Prozesswasser oder Abwasser aus einer Maschine zur Herstellung und/oder Veredlung einer Papier-, Karton- oder Tissuefaserstoffbahn, wobei die Anlage wenigstens eine biologischen Reinigungsstufe umfasst, und wobei die Elektrolysezelle stromabwärts der wenigstens einen biologischen Reinigungsstufe angeordnet ist.

25

In Weiterbildung des Erfindungsgedankens wird es vorgeschlagen, dass zwischen der wenigstens einen biologischen Reinigungsstufe und der Elektrolysezelle eine Reinigungsstufe mit Nassoxydation angeordnet ist.

30

Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung rein beispielhaft anhand vorteilhafter Ausführungsformen und unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

5

Dabei zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Querschnitt eines Teils einer Papiermaschine,

10

Fig. 2 eine schematische Ansicht einer Elektrolysezelle gemäß eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung,

Fig. 3 einen Ausschnitt einer Anlage gemäß eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung,

15

Fig. 4 einen Ausschnitt einer Anlage gemäß eines anderen Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung,

Fig. 5 einen Ausschnitt einer Anlage gemäß eines anderen Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung,

20

Fig. 6 einen Ausschnitt einer Anlage gemäß eines anderen Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung,

25

Fig. 7 einen Ausschnitt einer Anlage gemäß eines anderen Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung und

Fig. 8 einen Ausschnitt einer Anlage gemäß eines anderen Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung.

30

Die in der Figur 1 dargestellte Papiermaschine 8 weist eine Stoffaufbereitung 10 auf, in der Frisch- oder Altpapierfasern aufgelöst und behandelt werden. Von dort gelangt die so hergestellte Faserstoffsuspension zu einer

5 Mischbütte 12, in der die Faserstoffsuspension mit über die Zufuhrleitungen 14, 16 zugeführtem Wasser, Füllstoffen und Additiven, wie Fixier- oder Leimungsmitteln, vermischt wird. Stromabwärts der Mischbütte 12 ist eine Maschinenbütte 18 angeordnet, von der die Faserstoffsuspension in den stromabwärts von der Maschinenbütte 18 angeordneten Konstantteil

10 20 gelangt. In dem Konstantteil 20 wird ein im Wesentlichen von aufbereiteten Fasern und Füllstoffen gebildeter, hochkonsistenter Gutstoff mit in der Papiermaschine 8 aufgefangenen und in den Konstantteil 20 zurückgeführten Siebwasser verdünnt und anschließend dem stromabwärts des Konstantteils 20 angeordneten Stoffauflauf 22 der Papiermaschine 8 zuge-

15 führt. Hinter dem Stoffauflauf 22 sind ein Former 24 zur Blattbildung aus der hergestellten Faserstoffbahn 26 und eine Pressenpartie (nicht dargestellt) zur Entwässerung angeordnet. Das in diesen Bauteilen anfallende Siebwasser wird aufgefangen und, wie vorstehend dargelegt, in den Konstantteil 20 zurückgeführt (nicht dargestellt). Danach wird die Papierbahn

20 getrocknet, eventuell gestrichen und geglättet, bevor sie aufgewickelt werden kann.

Erfindungsgemäß ist in der Papiermaschine 8 eine Elektrolysezelle 28 vorgesehen, in der in der darin enthaltenen Flüssigkeit oder Dispersion

25 Metallionen, hier Aluminiumionen, hergestellt werden. Dabei kann die Elektrolysezelle 28 praktischerweise in einem in der Figur 1 gezeigten Bauteil der Papiermaschine 8 integriert sein, wie beispielsweise in dem Stoffauflauf 22. Alternativ dazu kann die Elektrolysezelle 28 ein separates Bauteil sein, in welches beispielsweise Wasser, dem vorzugsweise ein Leit-

30 salz zugegeben wird, oder eine Leimsuspension geleitet und dort unter

Erzeugung von Aluminiumionen elektrolysiert wird, bevor das elektrolysierte, Aluminiumionen enthaltende Medium der Faserstoffsuspension zugeführt und mit dieser vermischt wird. Dieses Vermischen kann beispielsweise in dem Stoffauflauf 22 stattfinden.

5

Dabei enthält die Elektrolysezelle 28, wie in der Figur 2 dargestellt, eine Anode 30 und eine Kathode 32, wobei die Anode 30 mit dem positiven Pol 34 einer Spannungsversorgung, welche in dem vorliegenden Fall eine Gleichspannungsquelle ist, und die Kathode 32 mit dem negativen Pol 36 der Spannungsversorgung verbunden ist. Während die Anode 30 aus Aluminium besteht, enthält die Kathode 32 als Elektrodenmaterial Kohlenstoff. In der Elektrolysezelle 28 ist ferner eine Membran 38 vorgesehen, welche die Elektrolysezelle 28 in einen Anodenraum 40 und in einen Kathodenraum 42 unterteilt. Dabei umfasst der Anodenraum 40 eine Flüssigkeits-/Dispersionszufuhrleitung 44 zur Zufuhr von Flüssigkeit bzw. Dispersion in den Anodenraum 40 sowie eine Flüssigkeits-/Dispersionsabfuhrleitung 46 zur Abfuhr von Metallionen enthaltender Flüssigkeit bzw. Dispersion aus dem Anodenraum 40. Gleichermaßen umfasst der Kathodenraum 42 eine Flüssigkeits-/Dispersionszufuhrleitung 48 zur Zufuhr von Flüssigkeit bzw. Dispersion in den Kathodenraum 42 sowie eine Flüssigkeits-/Dispersionsabfuhrleitung 50 zur Abfuhr von Hydroxidionen enthaltender Flüssigkeit bzw. Dispersion aus dem Kathodenraum 42. Sowohl die Flüssigkeits-/Dispersionsabfuhrleitung 46 als auch die Flüssigkeits-/Dispersionsabfuhrleitung 50 weist ein T-Stück 52, 52' auf, durch welches die Flüssigkeits-/Dispersionsabfuhrleitungen 46, 50 jeweils in die Teilstromleitungen 46', 54 und 50', 56 aufgeteilt werden. Schließlich umfasst der Kathodenraum 42 eine Sauerstoffzufuhrleitung 58.

Bei dem Betrieb der vorstehend erläuterten Elektrolysezellen 28 bilden sich an der Anode 30 Aluminiumionen, welche in der durch den Anoden-

30

raum 40 geleiteten Flüssigkeit bzw. Dispersion gelöst werden. An der Kathode 32 hingegen bilden sich Hydroxidionen, aufgrund der Zufuhr von Sauerstoff jedoch kein Wasserstoffgas. Dabei kann die Menge der während der Elektrolyse gebildeten Aluminiumionen über die angelegte Spannung
5 bzw. die angelegte Stromstärke gesteuert werden, wobei es bevorzugt ist, dass die Spannung während der Elektrolyse konstant gehalten wird.

In der Figur 3 ist ein Ausschnitt einer Anlage zur Unterstützung der Leimung bei einer bei der Papierherstellung eingesetzten Faserstoffsuspension gemäß eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung dargestellt. Eine mit Ausnahme der hier nicht vorhandenen Sauerstoffzufuhrleitung 58 gleich wie die in der Figur 2 dargestellte ausgestaltete Elektrolysezelle 28 ist mit einer Rohrleitung 60 für Faserstoffsuspension verbunden, und zwar dergestalt, dass die aus dem Anodenraum 40 herausgeführte
15 Flüssigkeits-/Dispersionsabfuhrleitung 46, 46' mit dem Teilstromleitungsstück 46' in die Rohrleitung 60 für Faserstoffsuspension mündet. Die Länge der Flüssigkeits-/Dispersionsabfuhrleitung 46 zwischen deren Austritt aus dem Anodenraum 40 und deren Einmündung in die Rohrleitung 60 ist in der Figur 3 mit dem Bezugszeichen A dargestellt. Stromabwärts dieser Mündungsstelle mündet in die Rohrleitung 60 für Faserstoffsuspension die Teilstromleitung 50' der aus dem Kathodenraum 42 herausführenden Flüssigkeits-/Dispersionsabfuhrleitung 50. Der Abstand zwischen der Mündungsstelle der Teilstromleitung 46' der Flüssigkeits-/Dispersionsabfuhrleitung 46 in die Rohrleitung 60 und der Mündungs-
25 stelle der Teilstromleitung 50' in die Rohrleitung 60 ist in der Figur 3 mit dem Bezugszeichen B dargestellt. An dem T-Stück 52' ist zudem eine Teilstromleitung 56 vorgesehen, welche stromabwärts des T-Stücks 52' ein weiteres T-Stück 52'' aufweist, durch welches diese Teilstromleitung 56 in zwei Teilstromleitungen 56' und 56'' aufgeteilt wird. Während die Teilstromleitung 56' ebenfalls in die Rohrleitung 60 für Faserstoffsuspension
30

mündet, führt die Teilstromleitung 56" zu einem Sammelbehälter (nicht dargestellt). Stromabwärts der Stelle der Rohrleitung 60, an welcher die Teilstromleitung 56' in die Rohrleitung 60 mündet, ist ein pH-Messgerät 62 vorgesehen.

5

Bei dem Betrieb der in der Figur 3 dargestellten Anlage wird dem Anodenraum 40 der Elektrolysezelle 28 über die Zufuhrleitung 44 kontinuierlich eine Harzleimsuspension zugeführt und darin elektrolysiert, so dass sich in der Harzleimsuspension Aluminiumionen bilden und lösen. Gleichermaßen wird dem Kathodenraum 42 der Elektrolysezelle 28 über die Zufuhrleitung 48 kontinuierlich mit Natriumchlorid als Leitsalz versetztes Wasser zugeführt und darin elektrolysiert, so dass sich in dem Wasser Wasserstoffgas und Chloridionen bilden. Dabei wird aus dem Anodenraum 40 über die Abfuhrleitung 46 kontinuierlich die Aluminiumionen enthaltende Harzleimsuspension abgeführt und in die Rohrleitung 60, durch welche ein Faserstoffsuspensionsstrom geführt wird, geleitet. Aufgrund der Tatsache, dass die Elektrolysezelle durch die Membran 38 in den Anodenraum 40 und den Kathodenraum 42 unterteilt ist, so dass in die in dem Anodenraum 40 befindliche Harzleimsuspension keine Chloridionen gelangen, ist diese Suspension stabil, so dass während der Weglänge A keine störenden Reaktionen stattfinden. Bei der Einmündung in die Rohrleitung 60 vermischt sich die Aluminiumionen enthaltende Harzleimsuspension mit der Faserstoffsuspension, so dass die Aluminiumionen, das Harzleim und die Fasern gemäß der vorstehenden Gleichung (3) zu Agglomeraten reagieren, und zwar ohne dass diese Reaktion in diesem Abschnitt B der Rohrleitung 60 von Hydroxidionen gestört wird. Erst am Ende des Abschnitts B, nämlich an der Mündungsstelle der Teilstromleitung 50' in die Rohrleitung 60 werden in die Rohrleitung 60 Chloridionen eingebracht, welche aus den zuvor gebildeten Agglomeraten Flocken bilden. An der weiter stromabwärts liegenden Mündungsstelle zwischen der

10

15

20

25

30

Teilstromleitung 56' und der Rohrleitung 60 werden in die Rohrleitung 60 weitere Chloridionen eingeführt, was ausschließlich zu dem Zweck der Einstellung eines geeigneten pH-Wertes für die stromabwärts stattfindenden Bauteile der Anlage erfolgt.

5

Die in der Figur 4 dargestellte Anlage entspricht im Wesentlichen der in der Figur 3 dargestellten, ausgenommen, dass die Teilstromleitung 46' der Flüssigkeits-/Dispersionsabfuhrleitung 46 und die Teilstromleitung 50' nicht jeweils direkt in die Rohrleitung 60 münden, sondern die Teilstromleitung 46' der Flüssigkeits-/Dispersionsabfuhrleitung 46 und die Rohrleitung 60 jeweils in einen ersten Mischbehälter 64 münden und die Teilstromleitung 50' und die Rohrleitung 60 jeweils in einen zweiten Mischbehälter 66 münden. In den Mischbehältern 64, 66 findet eine effektivere Vermischung der einzelnen Ströme statt. Dabei wird die Zeitdauer für die Reaktion zwischen der Aluminiumionen enthaltenden Harzleimsuspension und der Faserstoffsuspension ohne Chloridionen durch die Verweilzeit der Harzleimsuspension in dem ersten Mischbehälter 64 und durch die Verweilzeit in dem Leitungsabschnitt zwischen den Mischbehältern 64 und 66 bestimmt.

20

In der in der Figur 5 gezeigten Anlage führt sowohl die Teilstromleitung 46' der aus dem Anodenraum 40 führenden Flüssigkeits-/Dispersionsabfuhrleitung 46 als auch die Teilstromleitung 50' der aus dem Kathodenraum 42 führenden Flüssigkeits-/Dispersionsabfuhrleitung 50 in einen Mischbehälter 64, wo beide Ströme miteinander vermischt werden, bevor die so hergestellte Mischung in die Rohrleitung 60 für Faserstoffsuspension geleitet wird.

25

Die in der Figur 6 gezeigte Anlage entspricht der in der Figur 4 gezeigten Anlage, ausgenommen, dass die Teilstromleitung 46' der aus dem Anoden-

30

raum 40 führenden Flüssigkeits-/Dispersionsabfuhrleitung 46 in den zweiten Mischbehälter 66 führt und die Teilstromleitung 50' der aus dem Kathodenraum 42 führenden Flüssigkeits-/Dispersionsabfuhrleitung 50 in den ersten Mischbehälter 66 führt.

5

Zudem entspricht die in der Figur 7 gezeigte Anlage der in der Figur 4 gezeigten Anlage, ausgenommen, dass der erste Mischbehälter 64 nicht vorgesehen ist, sondern anstatt dessen die Teilstromleitung 46' der aus dem Anodenraum 40 führenden Flüssigkeits-/Dispersionsabfuhrleitung 46 direkt in die Rohrleitung 60 für die Faserstoffsuspension führt.

10

Schließlich führt in der in der Figur 8 gezeigten Anlage die Rohrleitung 60 für die Faserstoffsuspension als Zufuhrleitung in den Anodenraum 40 der Elektrolysezelle 28, so dass in dem Anodenraum 40 der Elektrolysezelle 28 die Aluminiumionen direkt in der Faserstoffsuspension erzeugt und gelöst werden. Daher führt bei dieser Anlage die aus dem Anodenraum 40 führende Abfuhrleitung 46 direkt in den Mischbehälter 64, in welchen auch die Teilstromleitung 50' der aus dem Kathodenraum 42 führenden Flüssigkeits-/Dispersionsabfuhrleitung 50 führt.

15

Bezugszeichenliste:

5		
	8	Papiermaschine
	10	Stoffaufbereitung
	12	Mischbütte
	14	Zufuhrleitung für Wasser
10	16	Zufuhrleitung für Additive und/oder Füllstoffe
	18	Maschinenbütte
	20	Konstantteil
	22	Stoffauflauf
	24	Former
15	26	Faserstoffbahn
	28	Elektrolysezelle
	30	Anode
	32	Kathode
	34	positiver Pol einer Spannungsversorgung
20	36	negativer Pol einer Spannungsversorgung
	38	Membran
	40	Anodenraum
	42	Kathodenraum
	44	Flüssigkeits-/Dispersionszufuhrleitung in den Anoden-
25		raum
	46	Flüssigkeits-/Dispersionsabfuhrleitung aus dem Anoden-
		raum
	48	Flüssigkeits-/Dispersionszufuhrleitung in den Kathoden-
		raum

	50	Flüssigkeits-/Dispersionsabfuhrleitung aus dem Kathodenraum
	52, 52', 52"	T-Stück
	54, 46'	Teilstromleitungen von Leitung 46
5	56, 56', 56", 50'	Teilstromleitungen von Leitung 50
	58	Sauerstoffzufuhrleitung
	60	Rohrleitung für Faserstoffsuspension
	62	pH-Messgerät
	64	(erster) Mischbehälter
10	66	(zweiter) Mischbehälter
	A	Abstand zwischen dem Beginn der Abfuhrleitung aus dem Anodenraum und der Einmündung dieser in die Rohrleitung für Faserstoffsuspension
	B	Abstand zwischen der Mündungsstelle der Abfuhrleitung aus dem Anodenraum und der Mündungsstelle der Abfuhrleitung aus dem Kathodenraum in die Rohrleitung für Faserstoffsuspension
15		

Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zum Behandeln einer Flüssigkeit oder Dispersion mit Metallionen, insbesondere zur Koagulation und/oder Flockung von in einer Flüssigkeit gelösten oder darin dispergierten Verbindungen mittels Metallionen oder zur Reaktion von Metallionen mit in einer Flüssigkeit gelösten oder darin dispergierten Verbindungen, bei dem
10 in die Flüssigkeit bzw. Dispersion Metallionen eingebracht werden, welche durch Elektrolyse in einer eine Anode (30) und eine Kathode (32) umfassenden Elektrolysezelle (28) hergestellt werden, wobei die Elektrolysezelle (28) durch eine Membran (38) und/oder durch ein Diaphragma in einen die Anode (30) enthaltenden Anodenraum (40)
15 und einen die Kathode (32) enthaltenden Kathodenraum (42) unterteilt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass
20 als Membran (38) eine semipermeable Membran (38) eingesetzt wird, welche bevorzugt aus einem Ionomer und besonders bevorzugt aus sulfoniertem Polytetrafluorethylen zusammengesetzt ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass
25 als Diaphragma ein semipermeables Diaphragma aus Ton, Keramik oder Glas eingesetzt wird.
4. Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,

dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass
die Metallionen aus der Gruppe ausgewählt werden, welche aus
Eisenionen, Magnesiumionen, Kobaltionen, Nickelionen, Kupferio-
nen, Zinkionen, Titanionen, Aluminiumionen und beliebigen Mi-
5 schungen aus zwei oder mehr der vorgenannten Ionen besteht, und
besonders bevorzugt Aluminiumionen sind.

5. Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass
10 eine Anode (30) eingesetzt wird, welche aus dem Metall bzw. den
Metallen zusammengesetzt ist, dessen bzw. deren Ionen in die Flüs-
sigkeit eingebracht werden.

6. Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
15 dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass
während der Elektrolyse die Flüssigkeit bzw. Dispersion, in welcher
die Verbindungen, welche zu koagulieren und/oder zu flocken sind
oder welche mit den Metallionen reagiert werden sollen, gelöst oder
dispergiert sind, durch den Anodenraum (40) der Elektrolysezelle
20 (28) geführt und dort elektrolysiert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass
der Flüssigkeit bzw. Dispersion nach der Abführung aus dem Ano-
denraum (40) der Elektrolysezelle (28) ein Teilstrom des aus dem
25 Kathodenraum (42) der Elektrolysezelle abgeführten, Hydroxidionen
enthaltenden Flüssigkeitsstroms oder der gesamte aus dem Katho-
denraum der Elektrolysezelle (28) abgeführte, Hydroxidionen enthal-
tende Flüssigkeitsstrom zugeführt wird, wobei die Zuführung vor-

zugsweise in einer Bütte erfolgt, in welcher die beiden Ströme miteinander vermischt werden.

8. Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet, dass

während der Elektrolyse eine von der Flüssigkeit bzw. Dispersion, in welcher die Verbindungen, welche zu koagulieren und/oder zu flo-

cken sind oder welche mit den Metallionen reagiert werden sollen, gelöst oder dispergiert sind, verschiedene Flüssigkeit, bevorzugt

Wasser, durch den Anodenraum (40) der Elektrolysezelle (28) ge-

führt und dort elektrolysiert wird und zumindest ein Teil des aus dem Anodenraum (40) der Elektrolysezelle (28) abgeführten Flüssig-

keits- bzw. Dispersionsstroms anschließend mit der Flüssigkeit bzw. Dispersion, in welcher die Verbindungen, welche zu koagulieren und/oder zu flo-

cken sind oder welche mit den Metallionen reagiert werden sollen, gelöst oder dispergiert sind, vermischt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Flüssigkeit bzw. Dispersion, in welcher die Verbindungen, welche zu koagulieren und/oder zu flo-

cken sind oder welche mit den Metallionen reagiert werden sollen, gelöst oder dispergiert sind, vor, während oder nach der Zuführung zumindest eines Teils des aus

dem Anodenraum (40) der Elektrolysezelle (28) abgeführten Flüssigkeits- bzw. Dispersionsstroms zumindest ein Teilstrom des aus dem Kathodenraum (42) der Elektrolysezelle abgeführten, Hydroxidionen

enthaltenden Flüssigkeitsstroms oder der gesamte aus dem Kathodenraum (42) der Elektrolysezelle abgeführte, Hydroxidionen enthal-

tende Flüssigkeitsstrom zugeführt wird, wobei die Zuführung vor-

zugsweise in einer Bütte erfolgt, in welcher die Ströme miteinander vermischt werden.

10. Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis
5 5,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass
während der Elektrolyse durch den Anodenraum (40) und durch
den Kathodenraum (42) jeweils eine von der Flüssigkeit bzw. Disper-
sion, in welcher die Verbindungen, welche zu koagulieren und/oder
10 zu flocken sind oder welche mit den Metallionen reagiert werden sol-
len, gelöst oder dispergiert sind, verschiedene Flüssigkeit, bevorzugt
Wasser, geführt und elektrolysiert wird, dem aus dem Anodenraum
(40) abgeführten Flüssigkeits- bzw. Dispersionsstrom zumindest ein
Teil des aus dem Kathodenraum (42) der Elektrolysezelle (28) abge-
15 führten, Hydroxidionen enthaltenden Flüssigkeitsstroms zugeführt
und damit vermischt wird, bevor zumindest ein Teil des so herge-
stellten Flüssigkeits- bzw. Dispersionsstroms mit der Flüssigkeit
bzw. Dispersion, in welcher die Verbindungen, welche zu koagulie-
ren und/oder zu flocken sind oder welche mit den Metallionen rea-
20 giert werden sollen, gelöst oder dispergiert sind, vermischt wird.
11. Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche zur
Unterstützung der Leimung und/oder zum Fixieren von Störstoffen
und/oder zur Erhöhung der Retention bei einer bei der Papierher-
25 stellung eingesetzten Faserstoffsuspension, bei dem in die Faser-
stoffsuspension Metallionen eingebracht werden, welche durch E-
lektrolyse in einer eine Anode (30) und eine Kathode (32) umfassen-
den Elektrolysezelle (28) hergestellt werden, wobei die Elektrolyse-
zelle (28) durch eine Membran (38) und/oder durch ein Diaphragma

in einen die Anode (30) enthaltenden Anodenraum (40) und einen die Kathode (32) enthaltenden Kathodenraum (42) unterteilt wird.

12. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 10 zur Reini-
5 gung von Prozesswasser oder Abwasser, insbesondere von Prozess-
wasser oder Abwasser einer Maschine (8) zur Herstellung und/oder
Veredlung einer Papier-, Karton-, Tissue- oder einer anderen Faser-
stoffbahn, bei dem in das Prozesswasser oder Abwasser Metallionen
10 eingebracht werden, welche durch Elektrolyse in einer eine Anode
(30) und eine Kathode (32) umfassenden Elektrolysezelle (28) herge-
stellt werden, wobei die Elektrolysezelle (28) durch eine Membran
(38) und/oder durch ein Diaphragma in einen die Anode (30) enthal-
tenden Anodenraum (40) und einen die Kathode (32) enthaltenden
Kathodenraum (42) unterteilt wird.
13. Anlage (8) umfassend eine Vorrichtung zur Koagulation und/oder
Flockung von in einer Flüssigkeit gelösten oder darin dispergierten
Verbindungen mittels Metallionen oder zur Reaktion von Metallio-
nen mit in einer Flüssigkeit gelösten oder darin dispergierten Ver-
20 bindungen, insbesondere zur Unterstützung der Leimung und/oder
zum Fixieren von Störstoffen und/oder zur Erhöhung der Retention
bei einer bei der Papierherstellung eingesetzten Faserstoffsuspensi-
on, welche eine eine Anode (30) und eine Kathode (32) enthaltende
Elektrolysezelle (28) umfasst, wobei in der Elektrolysezelle (28) eine
25 Membran (38) und/oder ein Diaphragma vorgesehen ist, welche(s)
die Elektrolysezelle (28) in einen die Anode (30) enthaltenden Ano-
denraum (40) und einen die Kathode (32) enthaltenden Kathoden-
raum (42) unterteilt.
14. Anlage (8) nach Anspruch 13,
- 30

dadurch gekennzeichnet, dass
diese zudem einen ersten Mischbehälter (64) und einen zweiten
Mischbehälter (66) aufweist, wobei der erste Mischbehälter (64) eine
erste Zufuhrleitung (60) für die Flüssigkeit bzw. Dispersion, in wel-
5 cher die Verbindungen, welche zu koagulieren und/oder zu flocken
sind oder welche mit den Metallionen reagiert werden sollen, gelöst
oder dispergiert sind, eine zweite Zufuhrleitung (46', 50'), welche mit
einer Abfuhrleitung (46) des Anodenraums (40) der Elektrolysezelle
(28) oder mit einer Abfuhrleitung (50) des Kathodenraums (42) der
10 Elektrolysezelle (28) verbunden ist, und eine in den zweiten Misch-
behälter (66) führende Abfuhrleitung aufweist, wobei der zweite
Mischbehälter (66) zudem eine Zufuhrleitung (46', 50') aufweist,
welche mit der Abfuhrleitung (46) des Anodenraums (40) der Elekt-
rolysezelle (28) verbunden ist, wenn die zweite Zufuhrleitung (50')
15 des ersten Mischbehälters (64) mit der Abfuhrleitung (50) des Ka-
thodenraums (42) der Elektrolysezelle (28) verbunden ist, oder mit
der Abfuhrleitung (50) des Kathodenraums (42) der Elektrolysezelle
(28) verbunden ist, wenn die zweite Zufuhrleitung (46') des ersten
Mischbehälters (64) mit der Abfuhrleitung (46) des Anodenraums
20 (40) der Elektrolysezelle (28) verbunden ist.

15. Anlage (8) nach Anspruch 13,

dadurch gekennzeichnet, dass
diese zudem einen Mischbehälter (64) aufweist, wobei der Mischbe-
25 hälter (64) eine erste Zufuhrleitung (46'), welche mit einer Abfuhrlei-
tung (46) des Anodenraums (40) der Elektrolysezelle (28) verbunden
ist, und eine zweiten Zufuhrleitung (50'), welche mit einer Abfuhrlei-
tung (50) des Kathodenraums (42) der Elektrolysezelle (28) verbun-
den ist, sowie eine Abfuhrleitung aufweist, welche mit einem Misch-
30 behälter oder mit einer Leitung (60) für die Flüssigkeit bzw. Disper-

sion, in welcher die Verbindungen, welche zu koagulieren und/oder zu flocken sind oder welche mit den Metallionen reagiert werden sollen, gelöst oder dispergiert sind, verbunden ist.

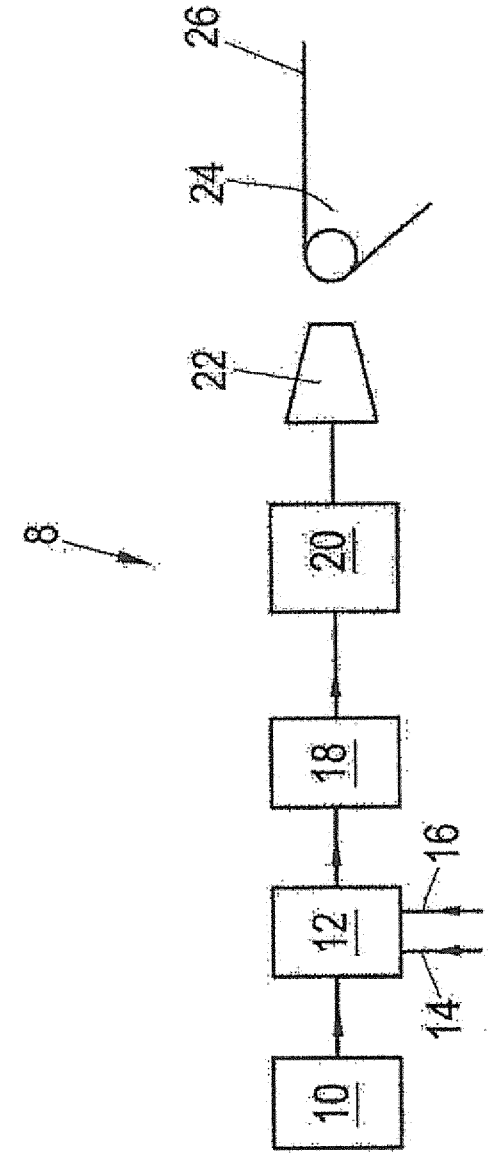
5 16. Anlage (8) nach Anspruch 13,

dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass

der Anodenraum (40) der Elektrolysezelle (28) eine Zufuhrleitung (60) für die Flüssigkeit bzw. Dispersion, in welcher die Verbindun-

10 gen, welche zu koagulieren und/oder zu flocken sind oder welche mit den Metallionen reagiert werden sollen, gelöst oder dispergiert sind, und eine Abfuhrleitung (46) für die elektrolysierte Flüssigkeit bzw. Dispersion aufweist, wobei die Abfuhrleitung (46) in einen Mischbehälter (64) führt, in welchen zudem eine Abfuhrleitung (50, 50') des Kathodenraums (42) der Elektrolysezelle (28) führt.

15



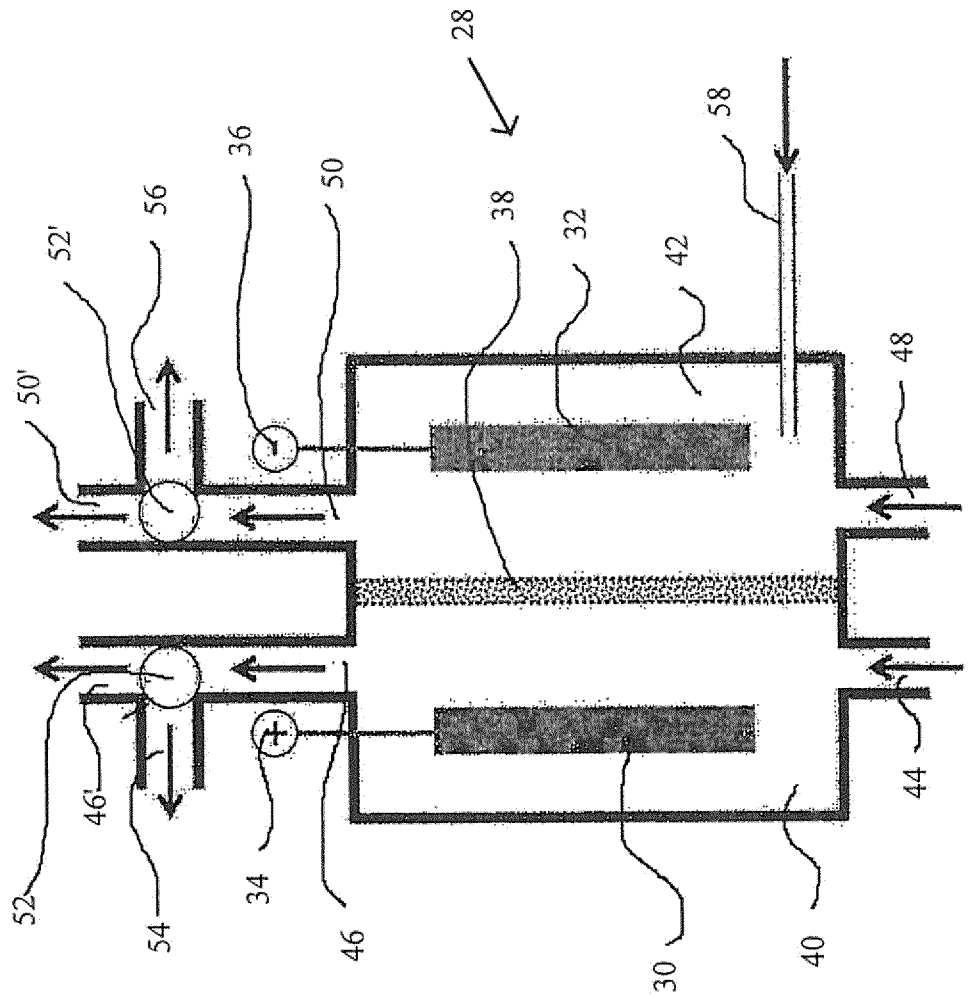


Fig. 2

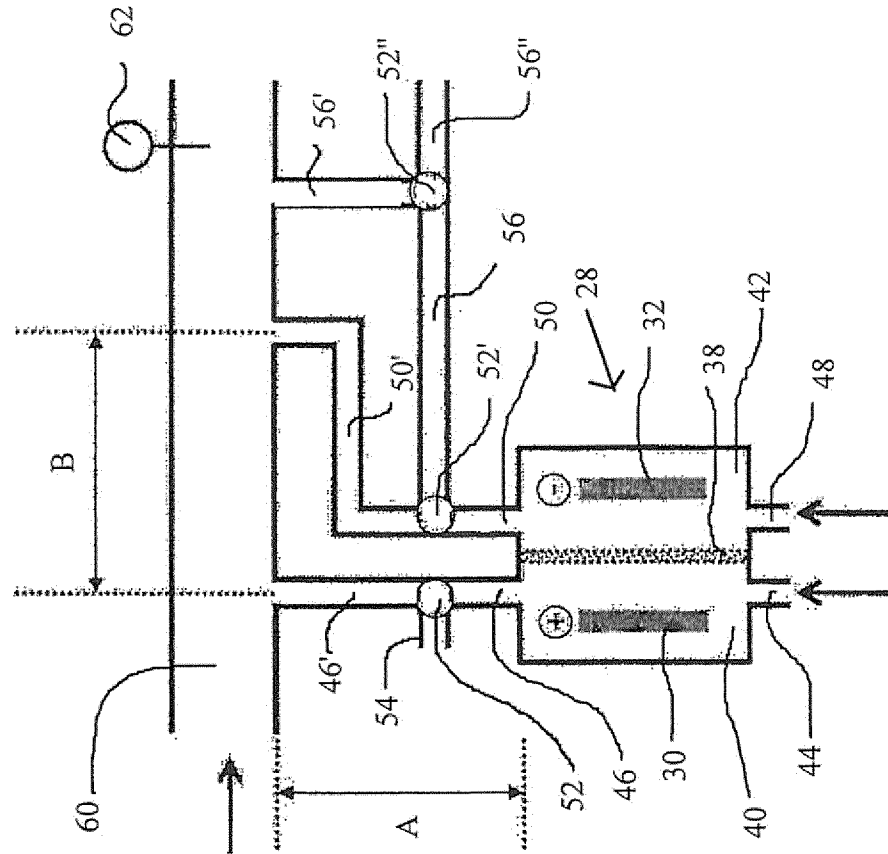


Fig. 3

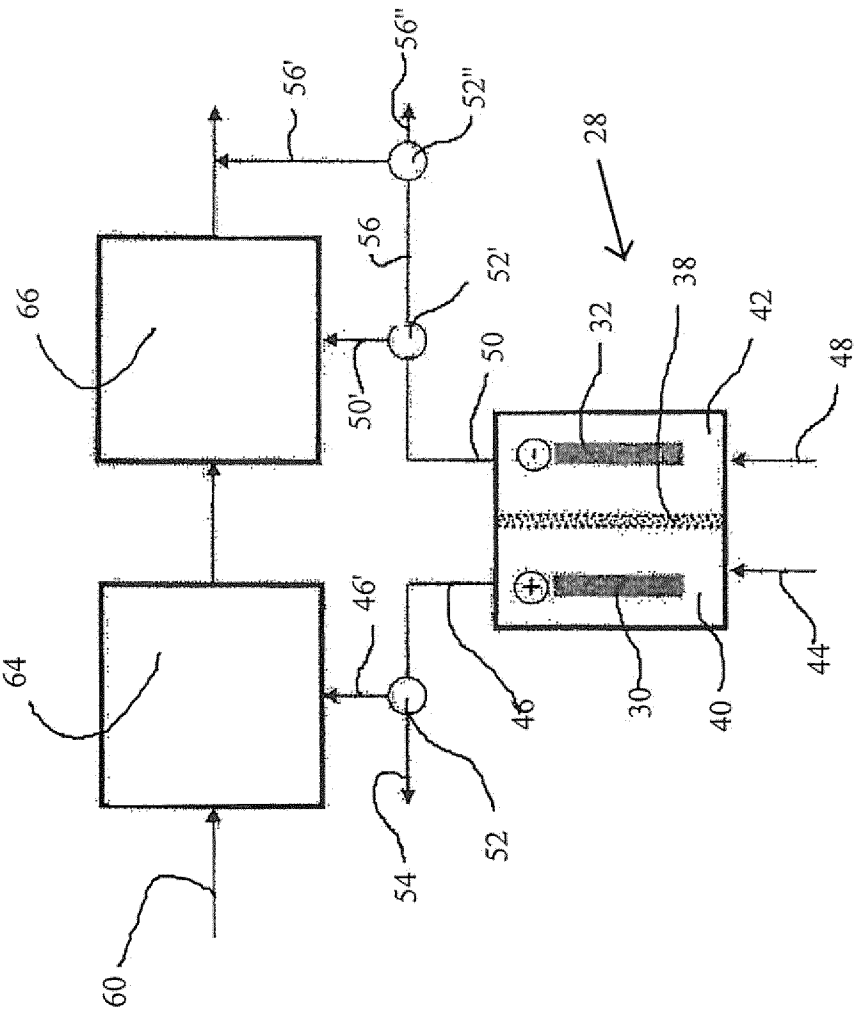
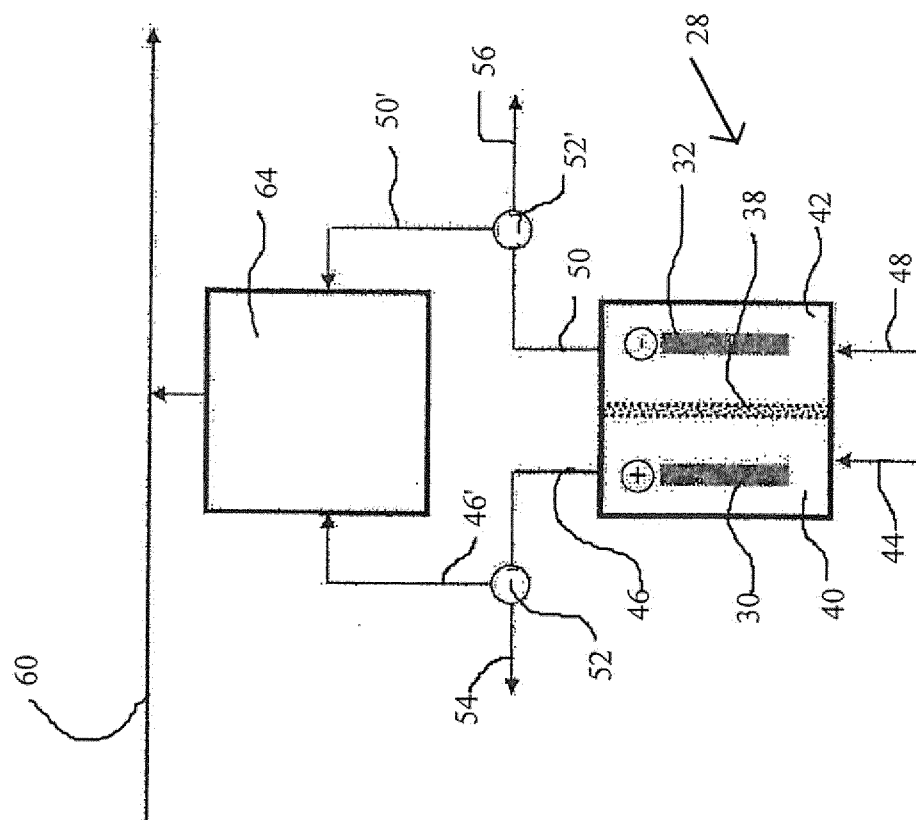


Fig. 4

Fig. 5



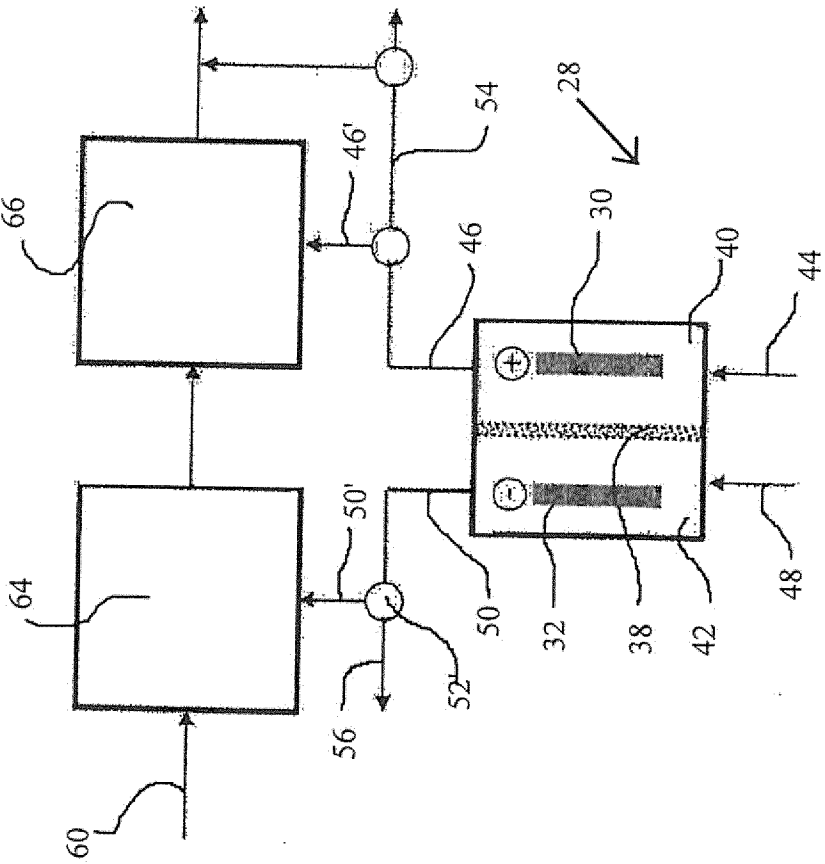


Fig. 6

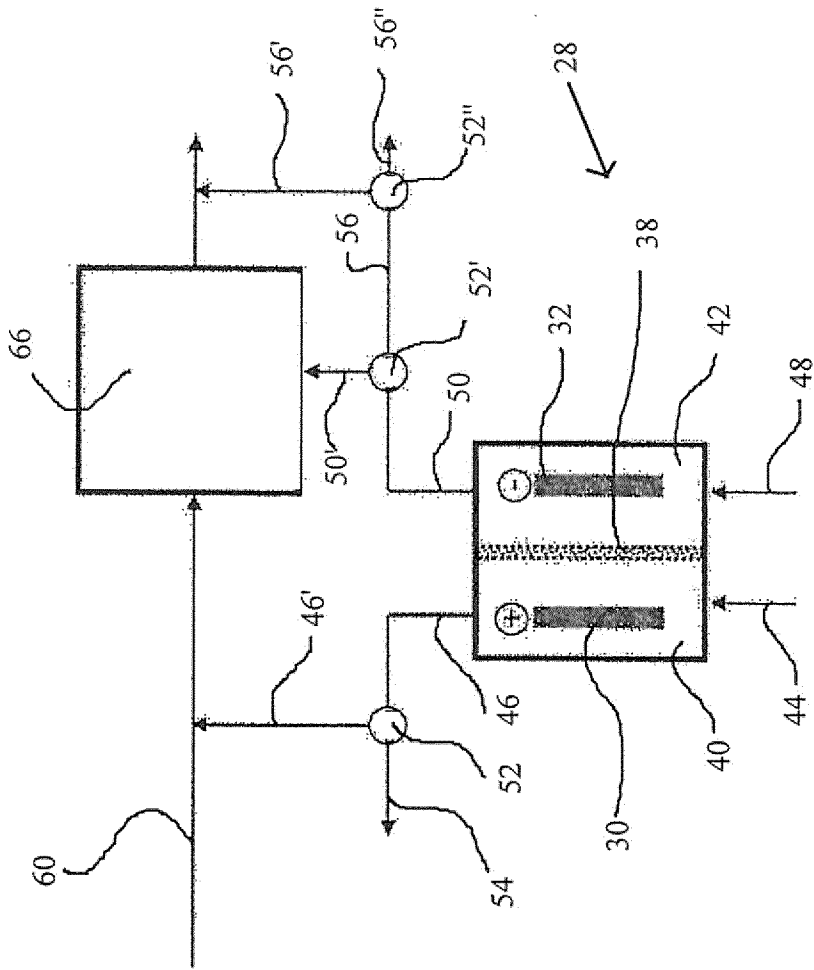


Fig. 7

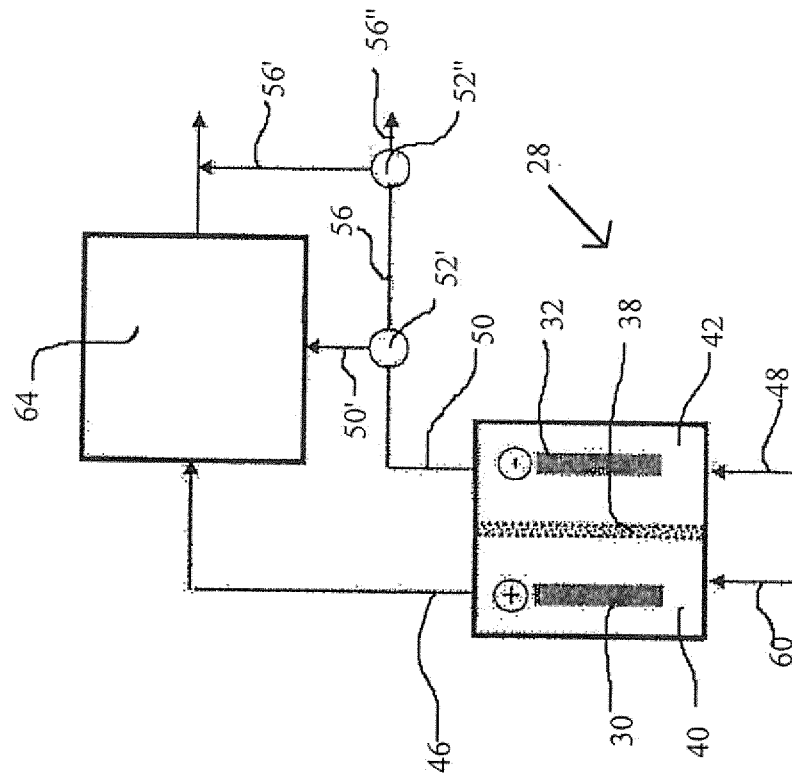


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/055369

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C02F1/463 D21F1/66
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
C02F D21F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, COMPENDEX, BIOSIS

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	MOUEDHEN ET AL: "Behavior of aluminum electrodes in electrocoagulation process", JOURNAL OF HAZARDOUS MATERIALS, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL, vol. 150, no. 1, 19 December 2007 (2007-12-19), pages 124-135, XP022394879, ISSN: 0304-3894, DOI: 10.1016/J.JHAZMAT.2007.04.090 Kapitel 4.4.3	1,2,4-6, 11-13
X	DE 33 12 744 A1 (LE T I KHOLODILNOI PROM [SU]) 20 October 1983 (1983-10-20) page 7, line 34 - page 10, line 29 ----- -/-	1,3-7, 11-13, 15,16



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 June 2012

Date of mailing of the international search report

04/07/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Glod, Guy

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/055369

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DATABASE WPI Section Ch, Week 201061 2 September 2010 (2010-09-02) Thomson Scientific, London, GB; Class D15, AN 2010-L19982 XP002678498, & WO 2010/098492 A1 (UNIV YAMAGUCHI ET AL.) 2 September 2010 (2010-09-02) abstract -----	1-16
X	EP 0 074 530 A1 (PERREN BENNO) 23 March 1983 (1983-03-23) page 4, line 14 - page 11, line 31 -----	1,4-7, 11-13,16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/055369

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
DE 3312744	A1	20-10-1983	DE	3312744 A1		20-10-1983
			FI	831206 A		14-10-1983
			JP	1460301 C		28-09-1988
			JP	58207989 A		03-12-1983
			JP	63007119 B		15-02-1988
			SE	450249 B		15-06-1987
			SE	8301959 A		14-10-1983
			SU	1318535 A1		23-06-1987

WO 2010098492	A1	02-09-2010	CN	101970072 A		09-02-2011
			KR	20100120279 A		15-11-2010
			TW	201036921 A		16-10-2010
			WO	2010098492 A1		02-09-2010

EP 0074530	A1	23-03-1983	DE	3270866 D1		05-06-1986
			EP	0074530 A1		23-03-1983

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. C02F1/463 D21F1/66
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 C02F D21F

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, COMPENDEX, BIOSIS

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	MOUEDHEN ET AL: "Behavior of aluminum electrodes in electrocoagulation process", JOURNAL OF HAZARDOUS MATERIALS, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL, Bd. 150, Nr. 1, 19. Dezember 2007 (2007-12-19), Seiten 124-135, XP022394879, ISSN: 0304-3894, DOI: 10.1016/J.JHAZMAT.2007.04.090 Kapitel 4.4.3	1,2,4-6, 11-13
X	DE 33 12 744 A1 (LE T I KHOLODILNOI PROM [SU]) 20. Oktober 1983 (1983-10-20) Seite 7, Zeile 34 - Seite 10, Zeile 29 ----- -/-	1,3-7, 11-13, 15,16



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

26. Juni 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

04/07/2012

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Glod, Guy

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DATABASE WPI Section Ch, Week 201061 2. September 2010 (2010-09-02) Thomson Scientific, London, GB; Class D15, AN 2010-L19982 XP002678498, & WO 2010/098492 A1 (UNIV YAMAGUCHI ET AL.) 2. September 2010 (2010-09-02) Zusammenfassung -----	1-16
X	EP 0 074 530 A1 (PERREN BENNO) 23. März 1983 (1983-03-23) Seite 4, Zeile 14 - Seite 11, Zeile 31 -----	1,4-7, 11-13,16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/055369

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3312744 A1	20-10-1983	DE 3312744 A1	20-10-1983
		FI 831206 A	14-10-1983
		JP 1460301 C	28-09-1988
		JP 58207989 A	03-12-1983
		JP 63007119 B	15-02-1988
		SE 450249 B	15-06-1987
		SE 8301959 A	14-10-1983
		SU 1318535 A1	23-06-1987

WO 2010098492 A1	02-09-2010	CN 101970072 A	09-02-2011
		KR 20100120279 A	15-11-2010
		TW 201036921 A	16-10-2010
		WO 2010098492 A1	02-09-2010

EP 0074530 A1	23-03-1983	DE 3270866 D1	05-06-1986
		EP 0074530 A1	23-03-1983
