



(11) **EP 1 932 951 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**18.06.2008 Patentblatt 2008/25**

(51) Int Cl.:  
**C25C 7/00 (2006.01) C25D 17/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **06450168.7**

(22) Anmeldetag: **17.11.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI  
SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR MK RS**

(72) Erfinder: **Adalbert Prior  
6841 Mader (AT)**

(74) Vertreter: **Ellmeyer, Wolfgang  
Patentanwalt,  
Mariahilferstrasse 50  
1070 Wien (AT)**

(71) Anmelder: **PRIOR Engineering Services AG  
9444 Diepoldsau (CH)**

(54) **Elektrodenkorb mit gepulster Stromversorgung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Elektrolyse von zumindest eine anodisch oder kathodisch, vorzugsweise anodisch, lösliche und zumindest eine unlösliche Komponente enthaltendem Schüttgut, umfassend zumindest eine Stromversorgung sowie zumindest einen Elektroden-, vorzugsweise Anoden-, Korb und pro Korb zumindest eine außerhalb des Korbs vorgesehene Gegenelektrode, vorzugsweise Kathode, wobei der Elektrodenkorb Folgendes umfasst: einen Schüttgut-

raum zur Befüllung mit Schüttgut, einen darunter anschließenden Schlammraum zur Aufnahme von entstehendem Elektrodenschlamm, eine Elektrode, vorzugsweise Anode, und ein zwischen diesen Räumen angeordnetes, vorzugsweise über eine Antriebsmechanik (2) bewegliches Trennelement (3), wobei die Stromversorgung einen Strom mit einer periodisch variablen Stromstärke und/oder einer periodisch umkehrbaren Stromflussrichtung an zumindest einer der Elektroden bereitstellt.

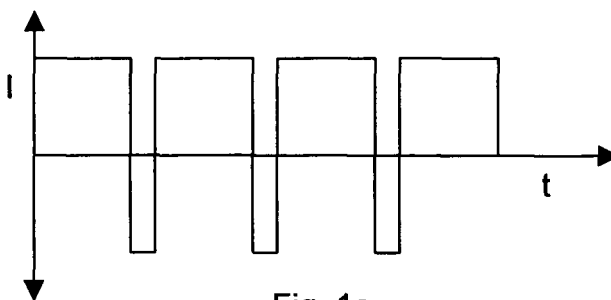


Fig. 1a

EP 1 932 951 A1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Elektrolyse von zumindest eine anodisch oder kathodisch, vorzugsweise anodisch, lösliche und zumindest eine unlösliche Komponente enthaltendem Schüttgut, umfassend zumindest eine Stromversorgung sowie zumindest einen Elektroden-, vorzugsweise Anoden-, Korb und pro Korb zumindest eine außerhalb des Korbs vorgesehene Gegenelektrode, vorzugsweise Kathode, wobei der Elektrodenkorb Folgendes umfasst: einen Schüttgutraum zur Befüllung mit Schüttgut, einen darunter anschließenden Schlammraum zur Aufnahme von entstehendem Elektrodenschlamm, eine Elektrode, vorzugsweise Anode, und ein zwischen diesen Räumen angeordnetes, vorzugsweise über eine Antriebsmechanik bewegliches Trennelement.

**[0002]** AT 407 996 B beschreibt eine Vorrichtung zur Elektrolyse von Schüttgut mit anodisch löslichen Bestandteilen, worin jede Anode in einem Anodengehäuse untergebracht ist. Es ist ein oberer Schüttgutraum und ein unterer Schlammraum vorhanden, die durch ein Trennelement getrennt sind, das gleichzeitig als einzige Anode und als Reibelement zur Zerkleinerung des Schüttguts dient. Der Stromfluss erfolgt kontinuierlich mit einer Amplitude.

**[0003]** Werden Vorrichtungen nach dem Stand der Technik zur Elektrolyse von größeren Mengen an Schüttgut verwendet, kommt es zu Verklumpungen des Schüttguts sowie zu Ablagerungen an der Elektrode. Der Stromfluss von der Anode durch das Schüttgut wird erschwert. Auch wird oft das nicht gesamte Schüttgut gleichmäßig Elektrolyse unterzogen.

**[0004]** Aufgabe der Erfindung ist nun, eine Vorrichtung zur Elektrolyse von Schüttgut bereitzustellen, die ein Verklumpen des Schüttguts und die Bildung von Ablagerungen an den Elektroden verhindert sowie eine gleichmäßige Elektrolyse von größeren Mengen an Schüttgut ermöglicht.

**[0005]** Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass die Stromversorgung einen Strom mit einer periodisch variablen Stromstärke und/oder einer periodisch umkehrbaren Stromflussrichtung an zumindest einer der Elektroden bereitstellt.

**[0006]** Die variable Stromstärke und/oder die periodische Umkehrung der Stromflussrichtung an zumindest einer der Elektroden bewirkt, dass an oder in der Nähe der Elektrode verklumptes Schüttgut durch Variieren der Stromstärke und/oder durch Umkehrung des Stroms ab- und/oder aufgelöst wird. Beispielsweise setzt sich bei Verwendung des Trennelements als Anode kathodisch lösbarer Rückstand an der Anode an, der auf diese Weise einfach ab- und/oder aufgelöst werden kann. Dadurch lagern sich an der Elektrode weniger Rückstände an, und die Elektrolyse kann ungehindert ablaufen.

**[0007]** In einer Ausführungsform dient das Trennelement gleichzeitig als Elektrode, vorzugsweise Anode. Dies ist von Vorteil, da keine Elektrode, also kein zusätz-

liches Bauelement, im Elektrodenkorb vorgesehen werden muss. Der konstruktive Aufwand ist beträchtlich vermindert.

**[0008]** In einer Ausführungsform der Erfindung ist dabei die Stromflussrichtung nach einer Dauer von etwa 1  $\mu$ s bis etwa 10.000 s für eine Dauer von etwa 0,01  $\mu$ s bis etwa 5 s umkehrbar. Nach einer Elektrolysedauer von etwa 1  $\mu$ s bis etwa 10.000 s kann sich an der bzw. den Elektrode(n) ein Rückstand abgelagert haben, der sich durch Umkehrung der Stromflussrichtung ab- und/oder auflösen lässt. Die Zeitdauer der Umkehrung der Stromflussrichtung von etwa 0,01  $\mu$ s bis etwa 5 s reicht aus, um den Rückstand ab- und/oder aufzulösen, gleichzeitig ist die Umkehrdauer aber so kurz, dass die Gesamtreaktion nicht ernsthaft gestört wird.

**[0009]** Vorzugsweise ist die Stromflussrichtung nach einer Dauer von etwa 10  $\mu$ s bis etwa 1.000 s für eine Dauer von etwa 0,1  $\mu$ s bis etwa 1 s umkehrbar. Diese Elektrolysedauer bzw. Dauer der Umkehrung der Stromflussrichtung ist im Allgemeinen ausreichend, um Rückstände an der bzw. den Elektrode(n) ab- und/oder aufzulösen und die Elektrolyse wie ursprünglich geplant fortzusetzen.

**[0010]** In einer Ausführungsform der Erfindung ist die Stromstärke zwischen zumindest zwei Werten umschaltbar. Dadurch kann ein Pulsen durchgeführt werden, das ein Auflösen der löslichen Komponente(n) und/oder von Ablagerungen bewirkt. Mit einer höheren Stromstärke kann eine größere Menge Schüttgut besser elektrolysiert werden, ebenso kann, wenn die Elektrolyse schon weiter fortgeschritten ist, das verbleibende Schüttgut mit einem hohen Anteil an unlöslichen Komponenten besser elektrolysiert werden.

**[0011]** In einer Ausführungsform ist die Stromzufuhr zu zumindest einer der Elektroden periodisch unterbrechbar. Durch die Unterbrechung der Stromzufuhr wird das kontinuierliche Ablagern von Rückständen an den Elektroden verhindert.

**[0012]** In einer anderen Ausführungsform ist die Stromzufuhr nach einer Dauer von etwa 1  $\mu$ s bis etwa 10.000 s für eine Dauer von etwa 0,01  $\mu$ s bis etwa 5 s unterbrechbar. Diese Dauer ist im Allgemeinen ausreichend, um eine Ablagerung von Rückständen zu verhindern.

**[0013]** Vorzugsweise ist die Stromzufuhr nach einer Dauer von etwa 10  $\mu$ s bis etwa 1.000 s für eine Dauer von etwa 0,1  $\mu$ s bis etwa 1 s unterbrechbar. Diese Dauer der Unterbrechung ist zur Verhinderung von Ablagerungen ausreichend, gleichzeitig wird die Gesamtelektrolyse nicht dadurch gestört.

**[0014]** In einer Ausbildung der Erfindung ist zur Unterstützung der Elektrolyse zumindest eine weitere Elektrode, vorzugsweise Anode, mit derselben Polung wie die Elektrode, vorzugsweise Anode, im Elektrodenkorb vorgesehen. Der von bzw. zur Elektrode fließende Strom nimmt mit zunehmendem Abstand von der Elektrode ab; es entsteht somit ein Stromgradient. Der Strom erreicht daher nicht das gesamte Schüttgut mit derselben Strom-

stärke. Die Anbringung zumindest einer weiteren Elektrode bietet den Vorteil, dass an einer weiteren Stelle, vorzugsweise an mehreren weiteren Stellen, dem Schüttgut Strom zugeführt wird und die Elektrolyse dort mit höherer Stromstärke stattfinden kann, als das mit herkömmlichen Elektrolysevorrichtungen möglich war.

**[0015]** Zumindest eine der weiteren Elektroden in dem normalerweise von einer Wand bzw. einem Rahmen begrenzten Schüttgutraum kann an dieser Wand bzw. am Rahmen des Schüttgutraums angebracht sein. Eine solche Anbringung stellt sicher, dass die Elektroden ohne großen konstruktiven Aufwand in der Nähe des Schüttguts vorhanden sind und dieses gut kontaktieren können.

**[0016]** Alternativ oder zusätzlich dazu kann zumindest eine der weiteren Elektroden an der Antriebsmechanik des beweglichen Trennelements angebracht sein. Dadurch wird mit dem Bewegen des Trennelements auch die zumindest eine weitere Elektrode mitbewegt. Die Bewegung der Elektroden stellt einen besseren Kontakt mit dem Schüttgut her, weiters wird dadurch auch das Schüttgut durchmischt und gegebenenfalls zerkleinert und deshalb einer besseren Elektrolysereaktion unterzogen.

**[0017]** Wiederum alternativ oder zusätzlich zu den beiden obigen Ausführungsformen kann zumindest eine der weiteren Elektroden am beweglichen Trennelement angebracht sein. Durch diese Konstruktionsweise ist es sehr einfach, die zusätzliche Elektrode gemeinsam mit dem Trennelement zu bewegen, um so einen größeren Anteil des Schüttguts mit der Elektrode direkt zu kontaktieren.

**[0018]** Bevorzugt sind Ausführungsformen, in denen mehrere Elektroden in Abhängigkeit von der Menge des unlöslichen Anteils und der Menge des Schüttguts am Rahmen angebracht sind.

**[0019]** In einer Ausführungsform der Erfindung ist der oder jeder Elektrodenkorb zweiteilig in Form eines inneren und eines äußeren Korbs ausgeführt, wobei der innere Korb im äußeren Korb untergebracht und aus diesem entnehmbar ist und die beiden Körbe miteinander durch eine Elektrolytlösung in Flüssigkeitskommunikation stehen. Diese getrennte Konstruktion von innerem und äußerem Korb ermöglicht ein einfaches Entnehmen, Reinigen, Befüllen usw. sowie eine mehrfache Verwendung der Körbe.

**[0020]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der innere Korb relativ zum äußeren Korb beweglich angeordnet und während der Elektrolyse bewegbar. Diese bewegliche Anordnung dient der Bewegung, beispielsweise zum Rütteln oder Schütteln, gegebenenfalls auch zum Schwenken, des inneren Korbs, der das Schüttgut enthält. Dadurch wird eine Vermischung des Schüttguts erreicht, wodurch das Schüttgut in besseren Kontakt zu den Elektroden gebracht wird. Weiters kann durch das Bewegen des inneren Korbs eine Agglomeration des Schüttguts verhindert bzw. wieder aufgelöst werden.

**[0021]** In besonders bevorzugten Ausführungsformen

der Erfindung dient das bewegliche Trennelement als Reibelement zur Zerkleinerung und/oder zur Desintegration von Agglomerationen des Schüttguts. Durch die Ausbildung des Trennelements als Mittel zur Zerkleinerung und/oder Desintegration von Agglomerationen des Schüttguts kann ein zusätzliches Zerkleinerungsmittel vermieden werden, was die Vorrichtung konstruktions-technisch vereinfacht. Das Zerkleinern bewirkt das Freisetzen von löslichen Einschlüssen in beispielsweise unlöslichem Material, das sonst einer Elektrolyse nicht zugänglich gewesen wäre. Dadurch wird die Ausbeute erhöht.

**[0022]** In einer anderen Ausbildung der Erfindung ist im inneren Korb der Schüttgutraum, das bewegliche Trennelement sowie die Antriebsmechanik dafür untergebracht. Durch die Anbringung dieser Elemente im inneren Korb kann bei einem etwaigen mechanischen Gebrechen der innere Korb einfach zur Reparatur entnommen werden.

**[0023]** In wiederum einer anderen Ausbildung der Erfindung besteht die Antriebsmechanik aus elektrisch leitendem Material, z.B. Titan, ragt über den oberen Rand des inneren Korbs hinaus, ist an eine äußere Stromquelle angeschlossen und dient zur Stromzufuhr an das bewegliche Trennelement und gegebenenfalls zu einer oder mehreren der zusätzlichen Elektroden. Durch diese einfache Konstruktion ist eine effektive Stromzuleitung zum als Elektrode dienenden Trennelement und etwaigen daran oder an der Antriebsmechanik vorgesehenen zusätzlichen Elektroden möglich. Gesonderte Stromzuleitungen können entfallen, was die Konstruktion der ganzen Vorrichtung vereinfacht. Vorzugsweise dient die Antriebsmechanik zur Stromzufuhr an das bewegliche Trennelement und zumindest eine weitere, an der Antriebsmechanik und/oder am Trennelement angebrachte Elektrode. Hierdurch wird mit einer Stromzuleitung gleich mehrere Elektroden mit Strom versorgt. Dies ist eine konstruktiv einfach realisierbare Lösung, die zusätzliche Stromleitungen in der Elektrolysevorrichtung vermeiden hilft.

**[0024]** In diesen Ausführungsformen ist die Mechanik vorzugsweise zur Gegenelektrode, vorzugsweise Kathode, hin durch elektrisch nicht leitendes Material im Wesentlichen abgedeckt oder beschichtet. Dadurch wird der Stromfluss von der Mechanik zum Schüttgut gelenkt und ein direkter Stromfluss von der Mechanik zur Gegenelektrode verhindert. Somit wird sichergestellt, dass der Strom durch das Schüttgut fließt und seine Arbeit im Schüttgut verrichten kann.

**[0025]** In einer anderen Ausbildung der Erfindung besteht die Wand bzw. der Rahmen des Schüttgutraums aus elektrisch leitendem Material, z.B. Titan, und dient zur Stromzufuhr an zumindest eine weitere, daran angebrachte Elektrode. Hierdurch werden wiederum mit nur einer Stromzuleitung gleich mehrere Elektroden mit Strom versorgt. Wiederum ist in solchen Ausführungsformen die Wand bzw. der Rahmen zur Gegenelektrode, vorzugsweise Kathode, hin durch elektrisch nicht leiten-

des Material im Wesentlichen abgedeckt oder beschichtet. Dadurch wird erneut die Stromzuleitung nur an den gewünschten Stellen ermöglicht und eine Korrosion der Wand bzw. des Rahmens effizient vermieden.

**[0026]** In einer Ausbildung der Erfindung ist der innere Korb nach oben hin zum Einsetzen des beweglichen Trennelements und zum Einfüllen des Schüttguts und nach unten hin zur Abgabe des Elektrodenschlamm offen. Durch diese offene Ausführung kann Schüttgut einfach nachgefüllt werden und der Elektrodenschlamm einfach entfernt werden, ohne auf eine komplizierte Mechanik zurückgreifen zu müssen, die defekt anfällig ist. Durch das einfache Nachfüllen des Schüttguts und Entnehmen des Elektrodenschlamm kann die Vorrichtung kontinuierlich betrieben werden.

**[0027]** In wiederum einer anderen Ausbildung der Erfindung ist der innere Korb von einer Filtrierwirkung aufweisenden Membran, die für Kationen und Anionen durchdringbar ist, umgeben. Dadurch wird eine Grobfiltration erreicht.

**[0028]** In einer anderen Ausbildung der Erfindung ist im äußeren Korb der Schlammraum untergebracht. Diese Trennung des Schlammraums vom inneren Korb ermöglicht eine bessere Trennung des Elektrodenschlamm vom Schüttgut.

**[0029]** In einer Ausführungsform der Erfindung besteht der äußere Korb aus einem elektrisch nicht leitenden Material, z.B. Kunststoff oder Keramik. Der äußere Korb nimmt dadurch nicht an der Elektrolyse teil und bleibt von elektrochemisch bedingter Verunreinigung unberührt. Weiters sind Kunststoff und Keramik chemisch inerte Materialien, die mit dem Elektrolyt nicht reagieren. Ebenfalls werden unerwünschte Reaktionen bei beispielsweise halbvollem Korb hintangehalten.

**[0030]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist der den Schlammraum beherbergende äußere Korb nach unten hin konisch verjüngt, um den Elektrodenschlamm im unteren Bereich des äußeren Korbs zu sammeln. Der Elektrodenschlamm fällt somit in diese konische Verjüngung hinein und wird dort gesammelt. Die Entnahme des Schlamm im Verlauf der Elektrolysenreaktion ist dadurch sehr einfach möglich.

**[0031]** In wiederum einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist am unteren Ende des äußeren Korbs eine Absaugöffnung zum Anschluss eines Absaugrohrs vorgesehen. Durch dieses Absaugrohr kann der entstehende Elektrodenschlamm einfach, rasch und kostengünstig aus der Elektrolysenreaktion entfernt werden.

**[0032]** In einer Ausbildung der Erfindung ist am Absaugrohr eine Sedimentations- und/oder Filtriervorrichtung angeschlossen, wobei am Ende der Sedimentations- und/oder Filtriervorrichtung eine Rückleitung für geklärte Flüssigkeit in den Elektrodenkorb vorgesehen ist. Die Rückleitung kann in den Kathodenraum und/oder in den Anodenraum erfolgen. Durch diese Anordnung kann der Schlamm kontinuierlich aus dem Schlammraum entfernt werden, von dem Elektrolyt abgetrennt werden und der geklärte Elektrolyt wieder rückgeführt werden. Die

kontinuierliche Betriebsweise erfordert daher keine Unterbrechung des Betriebs durch Auswechseln des äußeren Korbs zur Entfernung des Elektrodenschlamm, wodurch natürlich das Schüttgut ebenfalls kontinuierlich zugeführt werden kann.

**[0033]** In einer weiteren Ausbildung der Erfindung ist der äußere Korb von einer/m von Elektrolytlösung durchdringbaren und Feststoffteilchen nicht durchdringbaren Membran bzw. Diaphragma umgeben. Dadurch wird ein Sammeln des gesamten Schlamm im Schlammraum ermöglicht. Es wird daher sichergestellt, dass kein Elektrodenschlamm in die den äußeren Korb umgebende Konstruktion übertritt und der gesamte Schlamm aus dem Elektrolysenkorb entfernt werden kann, um ihn anschließend eventuell noch weiterzubehandeln und darin enthaltene Wertstoffe zu extrahieren.

**[0034]** In einer wiederum anderen Ausbildung der Erfindung ist der äußere Korb von einer von Kationen oder Anionen durchdringbaren Membran umgeben. Durch diese konstruktive Maßnahme können entweder nur Kationen oder nur Anionen die Membran durchdringen. Dadurch wird ein "Umsalzen" ermöglicht, d.h. im äußeren Korb herrscht ein Kation bzw. Anion vor, während außerhalb des äußeren Korbs ein anderes Kation bzw. Anion vorherrscht. Ein im äußeren Korb lösliches Salz kann daher außerhalb des äußeren Korbs ein unlösliches Salz bilden. So kann eine Trennung der elektrolytisch gelösten Stoffe vorgenommen werden.

**[0035]** In einer Ausführungsform der Erfindung sind im äußeren Korb zumindest an einer der Gegenelektrode, vorzugsweise Kathode, zugewandten Seite Fenster vorgesehen, die etwa gleich groß wie oder größer als der Schüttgutraum ausgebildet und mit einer Membran vollständig ausgekleidet sind. Durch diese Membran kann die Elektrolytflüssigkeit ungehindert vom äußeren Korb zur Gegenelektrode wandern und so einen Ladungsausgleich herstellen. Ein Austreten von Schlamm hingegen wird durch dieses Fenster verhindert; er verbleibt im äußeren Korb.

**[0036]** In einer anderen Ausführungsform der Erfindung besteht die Membran aus elektrisch leitendem Material. Hier kann zusätzlich ein Strom angelegt werden, um den Elektrolyseprozess zu unterstützen.

**[0037]** In weiterer Ausbildung der Erfindung sind an beiden Seiten des äußeren Korbs Gegenelektroden, vorzugsweise Kathoden, vorgesehen, und der äußere Korb weist an beiden Seiten jeweils ein membranverkleidetes Fenster auf. Diese Anordnung von Elektroden an beiden Seiten des äußeren Korbs bewirkt eine effektivere Elektrolyse, da der Strom nicht an einer Seite konzentriert wird. Dadurch wird eine gleichmäßigere Elektrolyse erreicht.

**[0038]** In einer weiteren Ausbildung der Erfindung sind an den Gegenelektroden, vorzugsweise Kathoden, Auffangvorrichtungen zum Auffangen von Elektrodenschlamm vorgesehen. Dadurch wird ein an den Gegenelektroden entstehender Schlamm direkt aufgefangen und kann von dort einer Weiterbehandlung zugeführt

werden.

**[0039]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind mehrere Elektrodenkörbe seriell geschaltet. Durch eine serielle Schaltung von Elektrodenkörben wird nur eine Stromquelle benötigt, um die Elektrodenkörbe mit konstanter Spannung zu versorgen. Es wird nur ein Gleichrichter für alle Elektrodenkörbe benötigt.

**[0040]** In einer anderen Ausführungsform der Erfindung sind mehrere Elektrodenkörbe parallel geschaltet. Durch eine parallele Schaltung von Elektrodenkörben wird nur eine Stromquelle benötigt, um die Elektrodenkörbe mit konstanter Spannung zu versorgen, jedoch muss für jeden Elektrodenkorb ein Gleichrichter bereitgestellt werden.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

**[0041]** Die Fig. 1a bis 1i zeigen verschiedene Pulsmuster, die in der vorliegenden Erfindung verwendet werden. Fig. 1a zeigt ein Pulsmuster, bei dem die Umkehrung mit gleicher Amplitude erfolgt. Fig. 1b zeigt ein Pulsmuster, bei dem die Umkehrung mit niedriger Amplitude erfolgt. Fig. 1c zeigt ein Pulsmuster, bei dem die Umkehrung mit höherer Amplitude erfolgt. Fig. 1d zeigt ein Pulsmuster, bei dem vor der Umkehrung eine Unterbrechung der Stromzufuhr stattfindet. Fig. 1e zeigt ein Pulsmuster, bei dem die Stromzufuhr diskontinuierlich erfolgt. Fig. 1f zeigt ein Pulsmuster, bei dem die Stromzufuhr zwischen zwei Werten oszilliert. Fig. 1g zeigt ein Pulsmuster, bei dem die Stromzufuhr diskontinuierlich mit zwei unterschiedlichen Amplituden erfolgt. Fig. 1h zeigt ein Pulsmuster, bei dem die Stromzufuhr mit zwei unterschiedlichen Amplituden erfolgt, dann unterbrochen wird und dann mit negativer Amplitude erfolgt. Fig. 1i zeigt ein Pulsmuster, bei dem die Stromzufuhr zwischen zwei Werten oszilliert und dann unterbrochen wird.

**[0042]** Die Fig. 2a und 2b zeigen eine Seitenansicht bzw. eine Draufsicht einer Ausführungsform eines inneren Korbs der Erfindung, in dem eine weitere Elektrode an einer Wand bzw. am Rahmen angebracht ist.

**[0043]** Die Fig. 3a und 3b zeigen eine Seitenansicht bzw. eine Draufsicht einer Ausführungsform eines inneren Korbs der Erfindung, in dem eine weitere Elektrode an der Antriebsmechanik des beweglichen Trennelements angebracht ist.

**[0044]** Die Fig. 4a und 4b zeigen eine Seitenansicht bzw. eine Draufsicht einer Ausführungsform eines inneren Korbs der Erfindung, in dem eine weitere Elektrode am beweglichen Trennelement angebracht ist.

#### Beispiel

**[0045]** In einem Beispiel für die vorliegende Erfindung wird ein anodisch oder kathodisch, vorzugsweise anodisch, lösliche und eine unlösliche Komponente enthaltendes Schüttgut in einen Schüttgutraum eingebracht. Der Schüttgutraum kann bei zweiteiliger Ausführung des Elektrodenkorbs im inneren Korb untergebracht

sein. Vorzugsweise ist der innere Korb mit einer Filtrierwirkung aufweisenden Membran, die für Kationen und Anionen durchdringbar ist, umgeben. Die Membran kann gemeinsam mit vorhandenen Stützrippen oder der Wand bzw. dem Rahmen den Aufnahmekorb für das Schüttgut bilden. Das Schüttgut kann beispielsweise aus Granalien oder einem Pulver oder auch Zementationsniederschlägen bestehen und weist eine Teilchengröße von etwa 5 µm bis etwa 15 mm, vorzugsweise etwa 50 µm bis etwa 10 mm, auf. Beispielsweise besteht das Schüttgut aus einer Ag/Cu-Matrix mit einem Verhältnis Ag:Cu von ca. 70:30, es kann aber auch ein Verhältnis Ag:Cu von ca. 60:40 bis ca. 80:20 oder in einem Verhältnis von ca. 50:50 bis ca. 90:10 vorliegen. Der restliche Anteil des Schüttguts, in etwa 18 %, vorzugsweise 10 bis 30 %, besteht aus unlöslichen Beimetallen wie beispielsweise Au oder Platingruppenmetallen sowie gegebenenfalls aus unlöslichen Metalloxiden bzw. solchen Metalloxiden, die sich bei der Anodenreaktion bilden, wie beispielsweise PbO<sub>2</sub>, jedoch können auch andere unlösliche Metalloxide vorhanden sein oder auch andere unlösliche oder schwer lösliche Substanzen, wie beispielsweise Chloride, sowie gegebenenfalls auch lösliche Verbindungen beispielsweise der Metalle Fe, Ni usw. Amphotere Metalle können ebenfalls vorhanden sein, die zuerst aufgelöst werden und in weiterer Folge unlösliche Oxide bilden.

**[0046]** Im Schüttgutraum ist ein Trennelement 3 vorhanden, das gleichzeitig als Elektrode dient und sich vorzugsweise über im Wesentlichen die gesamte Breite des Korbs erstreckt. Das Schüttgut wandert von oben in Schwerkraftrichtung nach unten, während der Strom vom Trennelement 3 nach oben fließt, also entgegengesetzt zum Schüttgut. Zusätzlich ist zumindest eine weitere Elektrode 4 im Schüttgutraum vorhanden, wobei die Anordnung und/oder die Länge nicht erfindungswesentlich sind. Sie kann parallel zum Trennelement 3 angeordnet sein aber auch in einem beliebigen Winkel dazu. Vorzugsweise ist die zumindest eine weitere Elektrode 4 parallel zum Trennelement 3 ausgebildet. Die Länge kann kürzer oder länger sein als das Trennelement 3. Vorzugsweise ist sie in etwa gleich lang wie das Trennelement 3. In einer Ausführungsform können zwei Elektroden 4, die an den jeweils gegenüber liegenden Stellen in den Schüttgutraum ragen, zusammen in etwa die Länge des Trennelements 3 ergeben. Beispielsweise kann die zumindest eine weitere Elektrode 4 am Rahmen des inneren Korbs 1 angebracht sein, aber auch an der Antriebsmechanik 2 für das bewegliche Trennelement oder aber auch am Trennelement 3 selbst, wie eingangs beschrieben und in den Figuren dargestellt. Die Anzahl der zusätzlichen Elektroden variiert und wird der Menge des unlöslichen Anteils bzw. der Menge des Schüttguts angepasst. Auch kann im unteren Bereich des Schüttgutraums der Abstand zwischen den Elektroden geringer sein als im oberen Bereich.

**[0047]** Gegebenenfalls ist eine Elektrode auch im Schlammraum angeordnet.

**[0048]** Der innere Korb 1 ist vorzugsweise relativ zum

äußeren Korb beweglich angeordnet. Die Verbindung kann beispielsweise über Gelenke, Scharniere oder biegsame Verbindungen erfolgen. Der innere Korb 1 kann somit während der Elektrolyse mittels eines äußeren Antriebs bewegt, z.B. geschüttelt oder geschwenkt, werden, was ein Durchmischen des Schüttguts ermöglicht und gleichzeitig ein Verklumpen sowohl des Schüttguts als auch der entstandenen Reaktionsprodukte verhindert. Weiters kommen so die elektrisch leitenden Teilchen immer wieder in Kontakt und ermöglichen eine kontinuierliche Stromleitung durch das gesamte Schüttgut, wodurch das gesamte Schüttgut als Anode wirkt.

**[0049]** Über das Trennelement 3 und die zumindest eine weitere Elektrode 4 wird dem Schüttgut Strom zugeführt. Als Beispiel für die angelegte Spannung und den angelegten Strom kann ca. 0,1 bis ca. 30 V bzw. > 1000 A angegeben werden, jedoch können auch andere Spannungen und Stromstärken verwendet werden, je nach Zusammensetzung des Schüttguts und des zu trennenden Elements. Es kann auch eine potentiometrische Steuerung der Elektrolyse angewandt werden. Auch kann die Stromstärke variiert werden. Bei Verwendung einer Cu/Ag-Matrix kann die Spannung so eingestellt werden, dass Cu in Lösung geht, Ag jedoch nicht. Es bleibt ein Gerüst aus Ag über. Die Spannung kann in weiterer Folge so verändert werden, dass auch Ag in Lösung geht. Bei dieser so genannten "Skelettelektrolyse" beträgt der Elektrodendurchmesser bis zu 5 mm.

**[0050]** Der im Beispiel verwendete Elektrolyt ist eine schwefelsaure Lösung mit einem Gehalt an  $H_2SO_4$  von < 12 M, um  $CuSO_4$  gezielt in Lösung zu bringen. Cu wird dann kathodisch in einer Reinheit von > 99 % Cu abgeschieden. Die Temperatur kann beispielsweise -5 °C betragen, jedoch sind auch andere Temperaturbereiche anwendbar, beispielsweise -10 °C, 0 °C, 5 °C, 10 °C, Raumtemperatur aber auch Temperaturen bis ca. 50 °C oder sogar ca. 90 °C. In einem anderen Beispiel kann auch ein salpetersaurer Elektrolyt verwendet werden oder auch ein salzsaurer Elektrolyt. Die Konzentration der Säuren beträgt im Allgemeinen etwa 12 M, kann aber auch weniger betragen. Das Schüttgut kann aber auch aus > 60 % Platingruppenmetallen bestehen. Es kann aber auch ein anderer stromleitender oder nicht stromleitender Elektrolyt verwendet werden.

**[0051]** Während der Elektrolyse wird der angelegte Strom vorzugsweise kurzzeitig umgekehrt, d.h. aus der Anode wird kurzzeitig eine Kathode und aus der Kathode kurzzeitig eine Anode. Dies kann beispielsweise nach einer Elektrolysendauer von etwa 1  $\mu s$  bis etwa 10.000 s für eine Dauer von etwa 0,01  $\mu s$  bis etwa 5 s vorgesehen werden. Ein bevorzugter Bereich ist die Umkehr nach einer Dauer von etwa 10  $\mu s$  bis etwa 1.000 s für eine Dauer von etwa 0,1  $\mu s$  bis etwa 1 s. Die Umkehrdauer kann beispielsweise 100  $\mu s$ , 200  $\mu s$ , 500  $\mu s$ , 700  $\mu s$ , 1 s, 2 s, 3 s, 4 s oder 5 s betragen, ist aber nicht darauf beschränkt und kann auch jeden beliebigen anderen Wert annehmen. Dies ermöglicht die Ab- und/oder Auflösung von ursprünglich an der Anode abgelagerten

kathodisch löslichen Ablagerungen und umgekehrt. Die Elektrode wird also von Ablagerungen befreit. Eine Bildung von größeren Verunreinigungen an den jeweiligen Elektroden kann so vermieden werden. Ebenfalls kann der Stromfluss nach einer Elektrolysendauer von etwa 1  $\mu s$  bis etwa 10.000 s für eine Dauer von etwa 0,01  $\mu s$  bis etwa 5 s unterbrochen werden. Ein bevorzugter Bereich ist die Unterbrechung nach einer Dauer von etwa 10  $\mu s$  bis etwa 1.000 s für eine Dauer von etwa 0,1  $\mu s$  bis etwa 1 s. Die Unterbrechungsdauer kann beispielsweise 100  $\mu s$ , 200  $\mu s$ , 500  $\mu s$ , 700  $\mu s$ , 1 s, 2 s, 3 s, 4 s oder 5 betragen, ist aber nicht darauf beschränkt und kann auch jeden beliebigen anderen Wert annehmen. Dies ermöglicht ebenfalls die Ab- und/oder Auflösung von ursprünglich an der Anode abgelagerten kathodisch löslichen Ablagerungen und umgekehrt. In Fig. 1 sind beispielhafte Pulsmuster schematisch dargestellt. Fig. 1a zeigt ein Pulsmuster, bei dem die Umkehrung der Stromflussrichtung mit derselben Amplitude vorgenommen wird wie vorher die Elektrolyse. In Fig. 1b ist ein Pulsmuster dargestellt, bei dem die Umkehrung der Stromflussrichtung mit einer geringeren Amplitude vorgenommen wird als die Elektrolyse. In Fig. 1c ist ein Pulsmuster dargestellt, bei dem die Umkehrung der Stromflussrichtung mit höherer Amplitude vorgenommen wird als die Elektrolyse. Fig. 1d zeigt wiederum ein Pulsmuster, bei dem zwischen dem Umpolen eine Stromzufuhrpause liegt. Diese Pause kann wie oben angegeben sein. In Fig. 1e ist ein Pulsmuster dargestellt, bei dem die Stromzufuhr unterbrochen wird. Fig. 1f zeigt ein Pulsmuster, bei dem die Stromzufuhr zwischen zwei Werten oszilliert. Fig. 1g zeigt ein Pulsmuster, bei dem die Stromzufuhr diskontinuierlich mit zwei unterschiedlichen Amplituden erfolgt. Fig. 1h zeigt ein Pulsmuster, bei dem die Stromzufuhr mit zwei unterschiedlichen Amplituden erfolgt, dann unterbrochen wird und dann mit negativer Amplitude erfolgt. Fig. 1i schließlich zeigt ein Pulsmuster, bei dem die Stromzufuhr zwischen zwei Werten oszilliert und dann unterbrochen wird. Es können jedoch auch andere Pulsmuster eingesetzt werden, die dem Fachmann auf dem Gebiet der Erfindung bekannt sind. Die Erfindung ist nicht auf die aufgezählten beschränkt. Die Zeiten für eine Pulsfolge können beliebig gewählt werden, sind jedoch vorzugsweise so wie oben angeführt. Mit einer höheren Stromstärke kann eine größere Menge Schüttgut besser elektrolysiert werden, ebenso kann, wenn die Elektrolyse schon weiter fortgeschritten ist, das verbleibende Schüttgut mit einem hohen Anteil an unlöslichen Komponenten besser elektrolysiert werden.

**[0052]** Während der Elektrolyse wird besonders bevorzugt auch das Trennelement 3 bewegt, das in solchen Fällen über eine Antriebsmechanik 2 beweglich angeordnet ist. Das Bewegen des Trennelements 3, das hier gleichzeitig als Reibelement dient, verursacht eine Zerkleinerung und/oder Desintegration des Schüttguts und trägt so wesentlich zu einer verbesserten Elektrolyse bei. Etwaige an der Antriebsmechanik 2 (Fig. 3a, 3b) oder am Trennelement 3 selbst (Fig. 4a, 4b) angebrachte zu-

sätzliche Elektroden 4 der vorliegenden Erfindung werden dabei gleichzeitig mitbewegt und können somit zur Durchmischung und Zerkleinerung beitragen.

[0053] Die Stromzufuhr kann hierbei vorzugsweise über die Antriebsmechanik 2 erfolgen, wobei die Antriebsmechanik 2 besonders bevorzugt zur Gegenelektrode hin durch elektrisch nicht leitendes Material im Wesentlichen abgedeckt oder beschichtet ist. Dies hält unerwünschte Reaktionen hinten. Die Stromzufuhr kann aber, speziell in Fällen, bei denen zumindest eine zusätzliche Elektrode 4 am Rahmen angebracht ist, auch über diesen erfolgen, der hierfür aus elektrisch leitendem Material besteht und ebenfalls vorzugsweise zur Gegenelektrode hin mit elektrisch nicht leitendem Material abgedeckt oder beschichtet ist. Dies verhindert ebenfalls eine unerwünschte Elektrolyse an anderen Stellen.

[0054] Während der Elektrolyse löst sich der elektrolytisch lösliche Anteil des Schüttguts auf, während der elektrolytisch unlösliche Anteil am Trennelement 3 vorbei in den Schlammraum fällt. Das Trennelement 3 kann beispielsweise Öffnungen mit einer Größe von etwa 20 µm bis etwa 2 mm, vorzugsweise etwa 50 µm bis etwa 1 mm, aufweisen, durch die die unlöslichen Teilchen in den darunter befindlichen Schlammraum fallen können. Der Schlammraum ist vorzugsweise in einem äußeren Korb angebracht und unten konisch verjüngt. Der äußere Korb besteht üblicherweise aus elektrisch nicht leitendem Material, etwa Kunststoff. Dadurch wird bei halbvollem Korb eine unerwünschte Reaktion hintangehalten. Die konische Verjüngung am unteren Ende ermöglicht eine vereinfachte Entnahme des Schlammes. Dies wird umso mehr erleichtert, wenn eine Absaugöffnung am unteren Ende vorhanden ist, an die ein Absaugrohr angeschlossen werden kann. Das Absaugrohr kann wie eingangs erwähnt mit einer Sedimentations- und/oder Filtriervorrichtung verbunden sein, wobei am Ende der Sedimentations- und/oder Filtriervorrichtung eine Rückleitung für geklärte Flüssigkeit in den Elektrodenkorb vorgesehen sein kann. Diese Anordnung wird bevorzugt, wenn der Elektrolyt im Kreis geführt werden soll. Die Abtrennung des Schlammes erfolgt außerhalb des Elektrodenkorbs. Sie kann beispielsweise durch einen Filter, eine Zentrifuge oder ein anderes geeignetes Mittel erfolgen.

[0055] In einem Beispiel ist der äußere Korb mit einer nur für die Elektrolytlösung durchdringbaren Membran umgeben. So wird ein Austreten von Schlamm vermieden. Wenn die Membran in bevorzugten Ausführungsformen so ausgeführt ist, dass sie entweder nur von Kationen oder nur von Anionen durchdrungen werden kann, kann auch eine Umsalzung stattfinden. Eine lösliche Komponente, beispielsweise ein Kation, kann dann beispielsweise als Sulfat in Lösung gehen und im von der Membran getrennten Raum mit einem anderen Anion, beispielsweise Nitrat, gefällt werden. Umgekehrt kann auch ein Anion gelöst werden, die Membran durchdringen und dann mit einem anderen Kation gefällt werden oder eine andere Reaktion damit eingehen. Anstelle dieser oder auch einer anderen hierin erwähnten Membran

kann auch ein Diaphragma oder Ionenleiter wie beispielsweise eine Feststoffmembran oder ein Gel oder jedes andere Material verwendet werden, das dieselbe Wirkung wie die Membran aufweist.

[0056] In einem anderen Beispiel für die Erfindung weist der äußere Korb Fenster auf, durch die Elektrolytlösung hindurchtreten kann. An den Gegenelektroden sind beispielsweise Auffangvorrichtungen zum Auffangen von Reaktionsprodukten, die an dieser Elektrode entstehen, vorgesehen. So können Reaktionsprodukte einfach gewonnen werden. Gegebenenfalls entstehen an der Gegenelektrode gasförmige Reaktanten, wie beispielsweise Wasserstoff. Dies ist von Vorteil, weil eine aufwendige Weiterbehandlung bzw. Entsorgung von festen und/oder flüssigen und/oder gelösten Reaktionsprodukten entfällt, da gasförmige Produkte aus der Vorrichtung entweichen. Gasförmige Reaktionsprodukte können auch energetisch verwertet werden.

[0057] In einem Beispiel für diese Erfindung sind die Elektrodenkörbe vorzugsweise seriell geschaltet. So kann mit einer Stromzuleitung eine konstante Spannung angelegt werden, und es ist nur ein Gleichrichter für die ganze Elektrodenkorbanordnung erforderlich. So kann bei der anodischen Auflösung von Pt ( $\text{Pt} \rightarrow \text{Pt}^{4+} + 4 \text{e}^-$ ) mit einer seriellen Schaltung mit gleichem Strom eine höhere Ausbeute erreicht werden. Aber eine parallele Schaltung der Elektrodenkörbe ist ebenfalls möglich.

## 30 Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Elektrolyse von zumindest eine anodisch oder kathodisch, vorzugsweise anodisch, lösliche und zumindest eine unlösliche Komponente enthaltendem Schüttgut, umfassend zumindest eine Stromversorgung sowie zumindest einen Elektroden-, vorzugsweise Anoden-, Korb und pro Korb zumindest eine außerhalb des Korbs vorgesehene Gegenelektrode, vorzugsweise Kathode, wobei der Elektrodenkorb Folgendes umfasst: einen Schüttgutraum zur Befüllung mit Schüttgut, einen darunter anschließenden Schlammraum zur Aufnahme von entstehendem Elektrodenschlamm, eine Elektrode, vorzugsweise Anode, und ein zwischen diesen Räumen angeordnetes, vorzugsweise über eine Antriebsmechanik (2) bewegliches Trennelement (3), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stromversorgung einen Strom mit einer periodisch variablen Stromstärke und/oder einer periodisch umkehrbaren Stromflussrichtung an zumindest einer der Elektroden bereitstellt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Trennelement (3) gleichzeitig als Elektrode, vorzugsweise Anode, dient.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stromflussrichtung nach

einer Dauer von etwa 1  $\mu$ s bis etwa 10.000 s für eine Dauer von etwa 0,01  $\mu$ s bis etwa 5 s umkehrbar ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stromflussrichtung nach einer Dauer von etwa 10  $\mu$ s bis etwa 1.000 s für eine Dauer von etwa 0,1  $\mu$ s bis etwa 1 s umkehrbar ist. 5
5. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stromstärke zwischen zumindest zwei Werten umschaltbar ist. 10
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stromzufuhr zu zumindest einer der Elektroden periodisch unterbrechbar ist. 15
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stromzufuhr nach einer Dauer von etwa 1  $\mu$ s bis etwa 10.000 s für eine Dauer von etwa 0,01  $\mu$ s bis etwa 5 s unterbrechbar ist. 20
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stromzufuhr nach einer Dauer von etwa 10  $\mu$ s bis etwa 1.000 s für eine Dauer von etwa 0,1  $\mu$ s bis etwa 1 s unterbrechbar ist. 25
9. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Unterstützung der Elektrolyse zumindest eine weitere Elektrode (4), vorzugsweise Anode, mit derselben Polung wie die Elektrode, vorzugsweise Anode, im Elektrodenkorb vorgesehen ist. 30
10. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schüttgutraum von einer Wand bzw. einem Rahmen begrenzt ist und zumindest eine der weiteren Elektroden (4) an der Wand bzw. am Rahmen des Schüttguttraums angebracht ist. 35 40
11. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine der weiteren Elektroden (4) an der Antriebsmechanik (2) des beweglichen Trennelements (3) angebracht ist. 45
12. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine der weiteren Elektroden (4) am beweglichen Trennelement (3) angebracht ist. 50
13. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der oder jeder Elektrodenkorb zweiteilig in Form eines inneren (1) und eines äußeren Korbs ausgeführt ist, wobei der innere Korb (1) im äußeren Korb untergebracht und aus diesem entnehmbar ist und die bei-

den Körbe miteinander durch eine Elektrolytlösung in Flüssigkeitskommunikation stehen.

14. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der innere Korb (1) relativ zum äußeren Korb beweglich angeordnet und während der Elektrolyse bewegbar ist.
15. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das bewegliche Trennelement (3) als Reibelement zur Zerkleinerung und/oder zur Desintegration von Agglomerationen des Schüttguts dient.
16. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im inneren Korb (1) der Schüttgutraum, das bewegliche Trennelement (3) sowie die Antriebsmechanik (2) dafür untergebracht sind.
17. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebsmechanik (2) aus elektrisch leitendem Material, z.B. Titan, besteht, über den oberen Rand des inneren Korbs (1) hinaus ragt, an eine äußere Stromquelle angeschlossen ist und zur Stromzufuhr an das bewegliche Trennelement (3) dient.
18. Vorrichtung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mechanik (2) zur Gegenelektrode, vorzugsweise Kathode, hin durch elektrisch nicht leitendes Material im Wesentlichen abgedeckt oder beschichtet ist.
19. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebsmechanik (2) zur Stromzufuhr an das bewegliche Trennelement (3) und/oder die zumindest eine weitere, an der Antriebsmechanik (2) angebrachte Elektrode (4) dient.
20. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der innere Korb (1) nach oben hin zum Einsetzen des beweglichen Trennelements (3) und zum Einfüllen des Schüttguts und nach unten hin zur Abgabe des Elektroden Schlamm offen ist.
21. Vorrichtung nach einem Ansprüche 10 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wand bzw. der Rahmen des Schüttguttraums aus elektrisch leitendem Material, z.B. Titan, besteht und zur Stromzufuhr an die zumindest eine weitere, daran angebrachte Elektrode (4) dient.
22. Vorrichtung nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wand bzw. der Rahmen zur Gegenelektrode, vorzugsweise Kathode, hin durch



elektrisch nicht leitendes Material im Wesentlichen abgedeckt oder beschichtet ist.

23. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der innere Korb (1) von einer Filtrierwirkung aufweisenden Membran, die für Kationen und Anionen durchdringbar ist, umgeben ist. 5
24. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im äußeren Korb der Schlammraum untergebracht ist. 10
25. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der äußere Korb aus einem elektrisch nicht leitenden Material, z.B. Kunststoff oder Keramik, besteht. 15
26. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der den Schlammraum beherbergende äußere Korb nach unten hin konisch verjüngt ist, um den Elektroden-schlamm im unteren Bereich des äußeren Korbs zu sammeln. 20
27. Vorrichtung nach Anspruch 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** am unteren Ende des äußeren Korbs eine Absaugöffnung zum Anschluss eines Absaugrohrs vorgesehen ist. 25
28. Vorrichtung nach Anspruch 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Absaugrohr eine Sedimentations- und/oder Filtriervorrichtung angeschlossen ist, wobei am Ende der Sedimentations- und/oder Filtriervorrichtung eine Rückleitung für geklärte Flüssigkeit in den Elektrodenkorb vorgesehen ist. 30
29. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der äußere Korb von einer/m von Elektrolytlösung durchdringbaren und Feststoffteilchen nicht durchdringbaren Membran bzw. Diaphragma umgeben ist. 40
30. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der äußere Korb von einer von Kationen oder Anionen durchdringbaren Membran umgeben ist. 45
31. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im äußeren Korb zumindest an einer der Gegenelektrode, vorzugsweise Kathode, zugewandten Seite Fenster vorgesehen sind, die etwa gleich groß wie oder größer als der Schüttgutraum ausgebildet und mit einer Membran vollständig ausgekleidet sind. 50
32. Vorrichtung nach Anspruch 31, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membran aus elektrisch leitenden 55

dem Material besteht.

33. Vorrichtung nach einem Ansprüche 31 oder 32, **dadurch gekennzeichnet, dass** an beiden Seiten des äußeren Korbs Gegenelektroden, vorzugsweise Kathoden, vorgesehen sind und der äußere Korb an beiden Seiten jeweils ein membranverkleidetes Fenster aufweist.
34. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an den Gegenelektroden, vorzugsweise Kathoden, Auffangvorrichtungen zum Auffangen von Elektroden-schlamm vorgesehen sind.
35. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Elektrodenkörbe seriell geschaltet sind.
36. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Elektrodenkörbe parallel geschaltet sind.

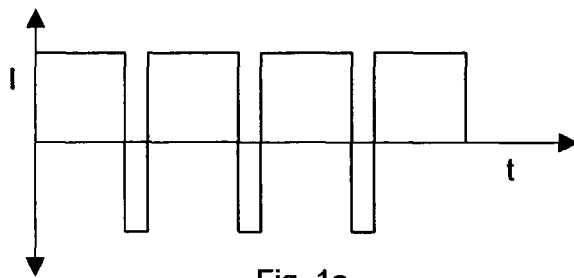


Fig. 1a

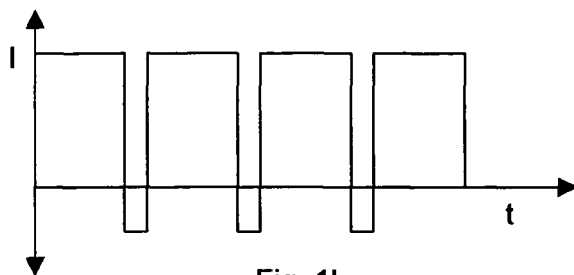


Fig. 1b

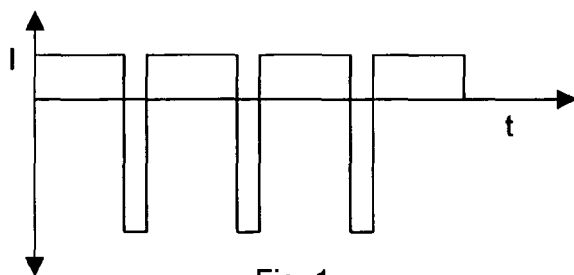


Fig. 1c

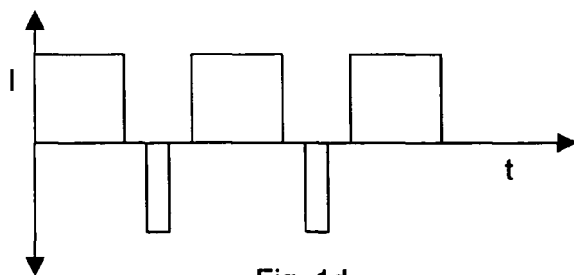


Fig. 1d

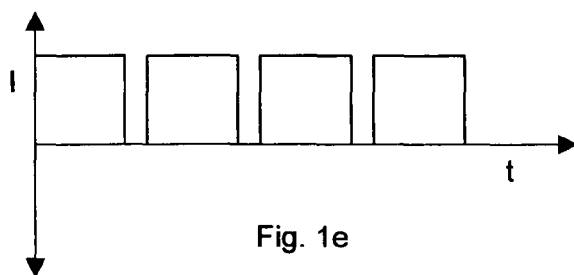


Fig. 1e

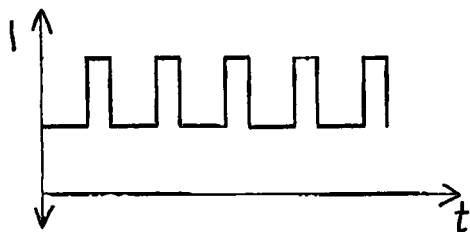


Fig. 1f

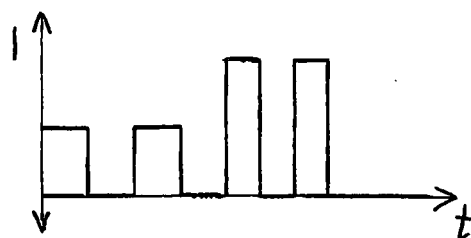


Fig. 1g

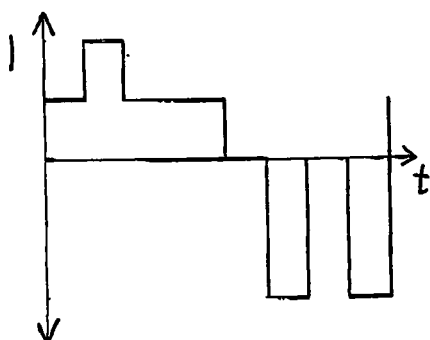


Fig. 1h

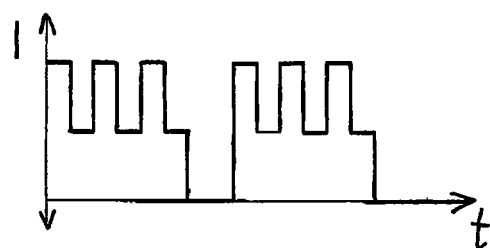


Fig. 1i

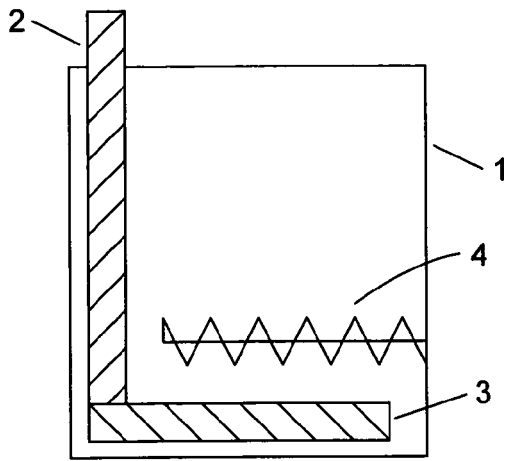


Fig. 2a

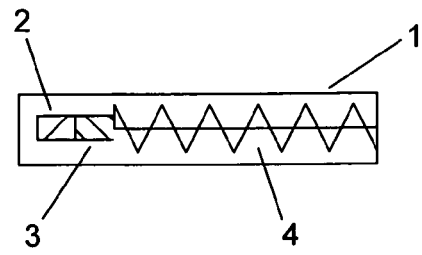


Fig. 2b

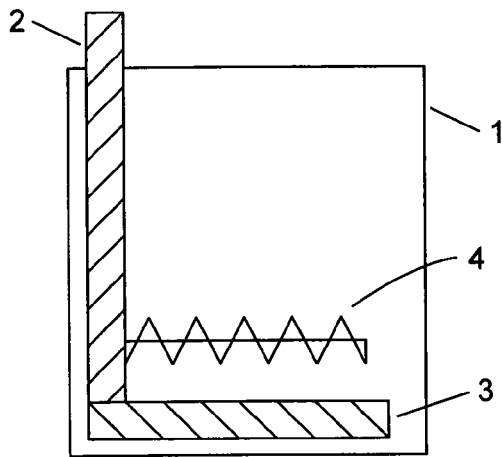


Fig. 3a

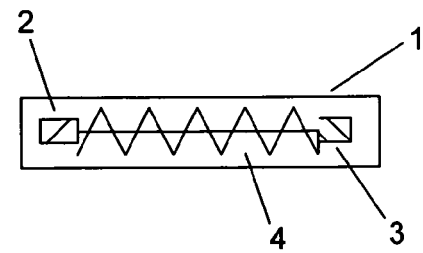


Fig. 3b

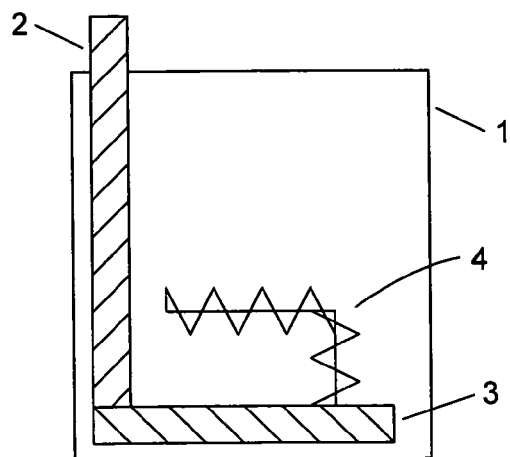


Fig. 4a

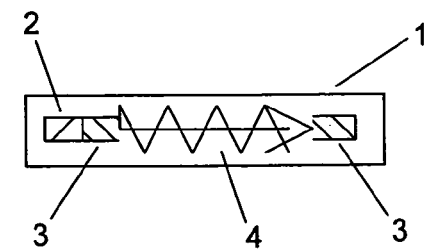


Fig. 4b



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 06 45 0168

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	WO 01/55483 A (PRIOR ENG AG [CH]; PRIOR ADALBERT [AT]; BOGENSPERGER BERND [AT]) 2. August 2001 (2001-08-02)	1	INV. C25C7/00 C25D17/00
A	* das ganze Dokument *	2-36	
Y	US 6 261 433 B1 (LANDAU UZIEL [US]) 17. Juli 2001 (2001-07-17) * Spalte 12, Zeile 34 - Spalte 13, Zeile 13 * * Spalte 15, Zeile 46 - Spalte 16, Zeile 52 *	1	
A	WO 99/24646 A (PRIOR ENG AG [AT]; PRIOR ADALBERT [AT]) 20. Mai 1999 (1999-05-20) * das ganze Dokument *	1-36	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C25C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 13. April 2007	Prüfer HAMMERSTEIN, G
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 06 45 0168

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

13-04-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0155483 A	02-08-2001	AT 407996 B	25-07-2001
		AT 1282000 A	15-12-2000
		AU 2849801 A	07-08-2001
-----			
US 6261433 B1	17-07-2001	KEINE	
-----			
WO 9924646 A	20-05-1999	AT 2421 U1	27-10-1998
		AU 1218199 A	31-05-1999
		CA 2277070 A1	20-05-1999
		DE 59808359 D1	18-06-2003
		EP 0950129 A1	20-10-1999
		US 6190515 B1	20-02-2001
-----			

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- AT 407996 B [0002]