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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

PCT

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
27. Juli 2006 (27.07.2006)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/077016 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
C25B 1/26 (2006.01) *C02F 1/467* (2006.01)
C25B 15/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/000060

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. Januar 2006 (05.01.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2005 004 063.2 21. Januar 2005 (21.01.2005) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **KÄRCHER FUTURETECH GMBH** [DE/DE]; Alfred-Kärcher-Str. 6-10, 71364 Winnenden (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **SIEMER, Andreas** [DE/DE]; Glasäckerstr. 15, 71573 Allmersbach im Tal (DE). **SCHWARZ, Andreas** [DE/DE]; Kleine Gartenstr. 5, 71334 Waiblingen (DE). **MAIER, Norbert** [DE/DE]; Schillerstr. 20, 71554 Weissach im Tal (DE).

(74) Anwälte: **GAHLERT, Stefan** usw.; Witte, Weller & Partner, Postfach 105462, 70047 Stuttgart (DE).

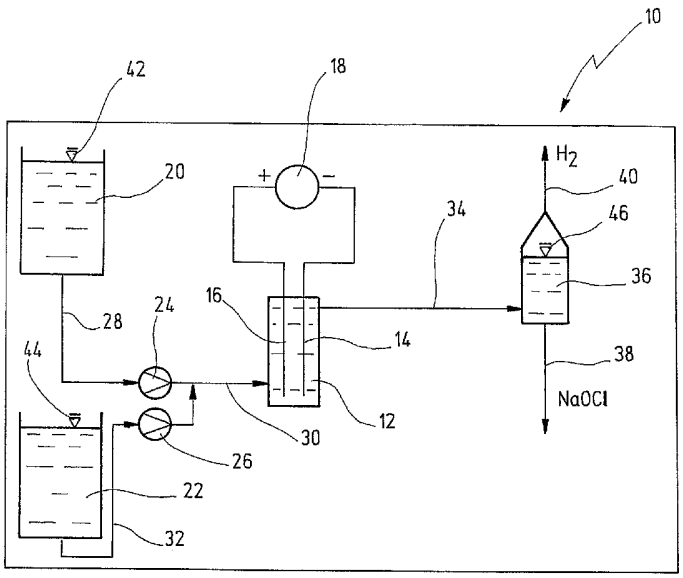
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING AN ALKALI HYPOCHLORITE SOLUTION

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG EINER ALKALLIMETALHYPOCHLORIT-LÖSUNG



(57) Abstract: The invention relates to a device and a method for producing an alkali hypochlorite solution, especially a sodium hypochlorite solution. The inventive device comprises at least one electrolytic cell (12), means (20, 22, 24, 26) for feeding a brine solution having a defined volume flow rate and a defined salt concentration to the electrolytic cell (12), and a DC voltage source (18) for generating a current flowing through the electrolytic cell (12). The intensity of current is fixedly set in such a manner that the concentration of the chlorate produced during electrolysis is limited to a maximum of 1.5 g/l, preferably 0.6 g/l.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/077016 A1

EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Es werden eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung einer Alkalimetallhypochloritlösung, insbesondere einer Natriumhypochloritlösung, angegeben, mit mindestens einer ungeteilten Elektrolysezelle (12), Mitteln (20, 22, 24, 26) zur Zuführung einer Solelösung mit einem bestimmten Volumenstrom und einer bestimmten Salzkonzentration in die Elektrolysezelle (12) und mit einer Gleiσhspannungsquelle (18) zur Erzeugung eines Stroms durch die Elektrolysezelle (12). Die Stromstärke wird derart fest eingestellt, dass die Konzentration von bei der Elektrolyse anfallendem Chlorat auf maximal 1,5 g/l, vorzugsweise auf 0,6 g/l begrenzt ist .

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung einer Alkalimetallhypochloritlösung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Alkalimetallhypochloritlösung, insbesondere einer Natriumhypochloritlösung, bei dem einer ungeteilten Elektrolysezelle eine Solelösung mit einem bestimmten Volumenstrom und mit einer bestimmten Salzkonzentration zugeführt wird. Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zur Herstellung einer Alkalimetallhypochloritlösung, insbesondere einer Natriumhypochlorit-

lösung, mit mindestens einer ungeteilten Elektrolysezelle, Mitteln zur Zuführung einer Solelösung mit einem bestimmten Volumenstrom und einer bestimmten Salzkonzentration in die Elektrolysezelle, und mit einer Gleichspannungsquelle zur Erzeugung eines Stroms durch die Elektrolysezelle.

Es besteht ein beständiges Bedürfnis zur Erzeugung von Natriumhypochloritlösungen, die zur Desinfektion von Wasser verwendet werden. Während eine derartige "Chlorung" von Wasser im großtechnischen Maßstab etwa bei der Trinkwasseraufbereitung bei den Wasserwerken der Städte und Gemeinden durchgeführt wird, besteht für den mobilen Einsatz, insbesondere in Katastrophengebieten, ein Bedürfnis nach der Erzeugung von Natriumhypochloritlösung vor Ort. Aufgereinigtes Wasser wird nach dem Filtern und einer Umkehrosmose mit der Natriumhypochloritlösung versetzt, um eine erneute Keimbildung zu verhindern.

Es sind bereits mobile Anlagen bekannt, um Natriumhypochloritlösungen durch Elektrolyse von Meerwasser oder Salzsole herzustellen.

Derartige Anlagen werden von der Firma Wallace & Tiernan GmbH, Günzburg, unter der Bezeichnung OSEC-S® und OSEC-B® angeboten.

Hierbei wird entweder gefiltertes Meerwasser oder eine gesättigte Salzsole mit einer Dosierpumpe einer Elektrolysezelle zugeführt. Durch ebenfalls der Elektrolysezelle zufließendes Verdünnungswasser wird die Konzentration der Salzsole auf ca. 2 % abgesenkt. In der Elektrolysezelle wird Natriumhypochloritlösung und Wasserstoff erzeugt, wobei der Wasserstoff von der Natriumhypochloritlösung getrennt und mit einem Ventilator auf

eine ungefährliche Konzentration mit Luft verdünnt und ins Freie abgeführt wird. Die hergestellte Natriumhypochloritlösung hat eine Konzentration von etwa 6 g/l wirksamem Chlor. Der gesamte Prozess der Erzeugung von Natriumhypochloritlösung wird durch eine SPS-Steuerung überwacht und geregelt, um eine optimale Chlorausbeute bei möglichst niedrigem Anfall von Abfallprodukten zu gewährleisten.

Als problematisch bei einer derartigen Anlage ist die Verwendung einer SPS-Steuerung in Verbindung mit entsprechenden Sensoren anzusehen, da dies eine regelmäßige Wartung und Kontrolle erfordert. Gerade bei Einsätzen in Katastrophengebieten kann dies jedoch häufig nicht gewährleistet werden.

Bei einer weiteren aus der DE 37 04 955 A1 bekannten Anlage zur Erzeugung einer Natriumhypochloritlösung wird die in der Elektrolysezelle befindliche Solekonzentration durch Auswertung der Spannung an den Elektroden und des fließenden Stromes gemessen. Hieraus wird ein der Leitfähigkeit proportionales Signal erzeugt, das zur Steuerung einer Dosierpumpe für gesättigte Kochsalzlösung genutzt wird.

Auch diese Anlage ist mit den oben beschriebenen Nachteilen behaftet.

Bei einer weiteren aus der DE 28 06 441 A1 bekannten Anlage zur Herstellung von Natriumhypochloritlösung wird eine diaphragmafreie Elektrolysezelle verwendet, bei der das Verhältnis zu der wirksamen Anodenfläche und der wirksamen Kathodenfläche in der Elektrolysezelle mindestens 1,5:1 oder größer ist. Auf diese Weise soll die wirksame Ausnutzung des Natriumhypochlo-

rits und die Stromausbeute bei stationären Durchflussbedingungen verbessert werden. Gemäß einer Variante dieser Ausführung wird die Elektrolysezelle zusätzlich gekühlt, um die gebildete Natriumchloratmenge zu verringern.

Auch eine derartige Anlage kann keine optimale Prozessführung gewährleisten, insbesondere, wenn auf eine Kühlung verzichtet wird, um den Prozess so einfach wie möglich zu gestalten.

Aus der US 4 329 215 ist es ferner bekannt, eine Elektrolysezelle zur Natriumhypochloriterzeugung zu verwenden, bei der die Anodenkammer und die Kathodenkammer der Elektrolysezelle durch eine Ionenaustauschmembran voneinander getrennt sind, die gegenüber Anionen, Gasen und Flüssigkeiten undurchlässig ist.

Durch die Verwendung einer derartigen Membran kann das Problem der Chloratbildung während der Elektrolyse reduziert werden.

Allerdings ist eine derartige Elektrolysezelle sehr wartungsintensiv.

Vor diesem Hintergrund liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung einer Alkalimetallhypochloritlösung anzugeben, womit ein möglichst einfacher, störungsfreier und wartungsarmer Aufbau gewährleistet ist und dennoch ausreichende Konzentration an Alkalimetallhypochloritlösung erzeugt werden kann.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Herstellung einer Alkalimetallhypochloritlösung, insbesondere einer Natriumhypochloritlösung, gelöst, bei dem einer ungeteilten Elektrolyse-

zelle eine Solelösung mit einem bestimmten Volumenstrom und mit einer bestimmten Salzkonzentration zugeführt wird, und wobei die Stromstärke derart fest eingestellt wird, dass die Konzentration von bei der Elektrolyse anfallendem Chlorat auf maximal 1,5 g/l, vorzugsweise auf maximal 1 g/l, besonders bevorzugt auf maximal 0,6 g/l begrenzt wird.

Die Aufgabe der Erfindung wird ferner durch eine Vorrichtung zur Herstellung einer Alkalimetallhypochloritlösung, insbesondere einer Natriumhypochloritlösung, gelöst, mit mindestens einer ungeteilten Elektrolysezelle, Mitteln zur Zuführung einer Solelösung mit einem bestimmten Volumenstrom und einer bestimmten Salzkonzentration in die Elektrolysezelle, und mit einer Gleichspannungsquelle zur Erzeugung eines Stroms durch die Elektrolysezelle, wobei die Stromstärke derart fest eingestellt ist, dass die Konzentration von bei der Elektrolyse anfallendem Chlorat auf maximal 1,5 g/l, vorzugsweise auf maximal 1 g/l, besonders bevorzugt auf maximal 0,6 g/l begrenzt ist.

Die Aufgabe der Erfindung wird auf diese Weise vollkommen gelöst.

Erfindungsgemäß wird nämlich durch die Verwendung einer ungeteilten Elektrolysezelle ohne Diaphragma zwischen Anode und Kathode ein besonders einfacher und wartungsarmer Aufbau gewährleistet. Erfindungsgemäß wurde festgestellt, dass die Erzeugung einer Alkalimetallhypochloritlösung mit fest eingestellten Parametern vorteilhaft gefahren werden kann, indem die Konzentration von bei der Elektrolyse anfallendem Chlorat durch eine fest eingestellte Stromstärke begrenzt wird. Insbesondere wurde erfindungsgemäß erkannt, dass die Konzentration an Aktiv-

Chlor mit Vergrößerung der Stromstärke über einen bestimmten Wert hinaus nur noch unterproportional zunimmt, während gleichzeitig die Erzeugung von unerwünschtem Chlorat als Nebenprodukt überproportional zunimmt.

Erfindungsgemäß wird somit durch eine geeignete Festlegung der Stromstärke einerseits eine günstige Konzentration des Aktiv-Chlors in der hergestellten Alkalimetallhypochloritlösung gewährleistet und andererseits die Erzeugung von unerwünschtem Chlorat auf ein erträgliches Maß begrenzt.

Insgesamt kann das Verfahren auf diese Weise mit fest eingestellten Betriebsparametern ohne den Aufwand einer speziellen Regelung auf derart günstige Weise betrieben werden, dass ein vorteilhafter Dauerbetrieb mit einem geringen Wartungsaufwand gewährleistet ist.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung wird hierbei die Stromstärke zwischen 2 und 6 Ampere, vorzugsweise zwischen 2 und 4,5 Ampere, besonders bevorzugt zwischen 2,5 und 3,5 Ampere eingestellt.

Hierdurch wird ein optimaler Kompromiss zwischen der erzeugten Konzentration an Aktiv-Chlor und dem Anfall von unerwünschtem Chlorat gewährleistet.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird die Solelösung mit einer konstanten Salzkonzentration durch Mischung einer gesättigten Solelösung mit Wasser hergestellt.

Auf diese Weise kann die gewünschte Eingangskonzentration der Elektrolysezelle mit Salzlösung auf besonders einfache Weise auf einen günstigen Wert fest eingestellt werden. Da als Ausgangsprodukt eine gesättigte Salzlösung verwendet wird, die mit Wasser, vorzugsweise mit deionisiertem Wasser oder Trinkwasser, vermischt wird, kann so ohne zusätzlichen Regelungsaufwand eine geeignete Konzentration der der Elektrolysezelle zugeführten Salzlösung sichergestellt werden.

Alternativ ist es auch denkbar, eine Salzlösung mit einer bestimmten Salzkonzentration zu verwenden, die mit einem konstanten Förderstrom in die Elektrolysezelle gefördert wird.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung wird die Salzkonzentration der der Elektrolysezelle zugeführten Solelösung auf einen Wert zwischen 2 und 10 g/l, vorzugsweise zwischen 5 und 10 g/l eingestellt.

Auf diese Weise kann eine ausreichende Chlorausbeute gewährleistet werden, ohne dass der Anfall an unerwünschtem Chlorat übermäßig zunimmt.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird der Elektrolysezelle die Solelösung mit einem konstanten Volumenstrom V zugeführt, dessen Wert in Abhängigkeit von der wirksamen Elektrodenfläche A (in m^2) nach der Beziehung $V = w \cdot A$ festgelegt wird, wobei w die Strömungsgeschwindigkeit ist, die zwischen $4 \cdot 10^{-5}$ m/s und $12 \cdot 10^{-5}$ m/s, vorzugsweise zwischen $6 \cdot 10^{-5}$ m/s und $9 \cdot 10^{-5}$ m/s, ausgewählt wird.

Auf diese Weise wird die Elektrolysezelle mit einem optimalen Volumenstrom betrieben, durch den eine optimale Ausbeute in Abhängigkeit von der Zellengröße gewährleistet ist.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die Gleichspannungsquelle vorzugsweise als Konstantstromquelle ausgebildet.

Auf diese Weise kann die als optimal festgelegte Stromstärke der Elektrolysezelle besonders präzise eingehalten werden.

Wie bereits erwähnt, kann die gewünschte Konzentration der der Elektrolysezelle zugeführten Solelösung entweder durch Mischung einer gesättigten Solelösung mit Wasser oder durch Verwendung einer Solelösung mit einer bestimmten Konzentration eingestellt werden. Zur Mischung bzw. Zuführung der voreingestellten Solelösung werden vorzugsweise Dosierpumpen verwendet, durch die ein konstantes Mischungsverhältnis bzw. ein konstanter Förderstrom gewährleistet ist.

Die Elektroden der Elektrolysezelle können beispielsweise aus einem Material bestehen, das Eisen, Quecksilber, Edelstahl, Titan und/oder Platin enthält. Bevorzugt bestehen die Elektroden aus unbeschichtetem Titan.

Hiermit hat sich eine gute Ausbeute und eine hohe Standfestigkeit der Elektroden ergeben.

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale der Erfindung nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen

Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung. Es zeigen:

Fig. 1 den Zusammenhang zwischen Stromstärke und der erzeugten Konzentration an Aktiv-Chlor bzw. an Chlorat und der Ablauftemperatur bei einer erfindungsgemäßen Elektrolysezelle;

Fig. 2 den Zusammenhang zwischen Zulaufkonzentration einer zugeführten Natriumchloridlösung und der erzeugten Aktiv-Chlor-Konzentration;

Fig. 3 den Zusammenhang zwischen der Zulaufkonzentration an Natriumhypochlorit und der Konzentration an erzeugtem Aktiv-Chlor und an Chlorat sowie der Ablauftemperatur;

Fig. 4 den Zusammenhang zwischen dem verwendeten Volumenstrom und der Konzentration an erzeugtem Aktiv-Chlor und an Chlorat und

Fig. 5 eine vereinfachte Prinzipskizze einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Der grundsätzliche Aufbau einer erfindungsgemäßen Vorrichtung ist in Fig. 5 dargestellt und insgesamt mit der Ziffer 10 bezeichnet.

Die Vorrichtung 10 dient zur Herstellung einer Alkalimetallhypochloritlösung, insbesondere einer Natriumhypochloritlösung, mit Hilfe einer Elektrolysezelle 12. Der Elektrolysezelle 12 wird aus einem Solebehälter 20 eine gesättigte Salzlösung zugeführt, die vor Zuführung zur Elektrolysezelle 12 mit Wasser aus einem Wasserbehälter 22 vermischt wird. Die Elektrolysezelle 12 ist als einteilige, nicht durch eine Membran geteilte Zelle ausgeführt und weist ein Gehäuse aus PVDF auf. Die Elektroden 14, 16, die aus unbeschichtetem Titan bestehen, sind mit einer Gleichspannungsquelle 18 verbunden, die als Konstantstromquelle ausgebildet ist, um einen konstanten Strom von 3 Ampere bei einer Spannung von etwa 3,5 bis 4,5 Volt zu erzeugen. In der Elektrolysezelle wird aus der wässrigen Natriumchloridlösung Natriumhypochlorit bei Freisetzung von Wasserstoff gebildet. Der Ausgang der Elektrolysezelle ist über eine Leitung 34 mit einem Auffangbehälter 36 verbunden. Die hierbei erzeugte Natriumhypochloritlösung wird über eine Leitung 38 nach außen abgeführt, während der Wasserstoff nach oben aufsteigt und über eine Abgasleitung 40 abgeführt und auf eine unschädliche Konzentration verdünnt wird. Die Konzentration der Elektrolysezelle 12 zugeführten Salzlösung wird durch Dosierpumpen 24, 26 eingestellt, die jeweils einen konstanten Volumenstrom erzeugen. Die erste Dosierpumpe 24 saugt aus dem Solebehälter 20 gesättigte Salzlösung mit einem Volumenstrom von 42 ml/h an. Die zweite Dosierpumpe saugt aus dem Wasserbehälter 22 deionisiertes Wasser (oder Trinkwasser) über eine Leitung 32 mit einem Volumenstrom von 2,958 l/h an. Die Druckleitungen der beiden Dosierpumpen 24, 26 münden über eine gemeinsame Leitung 30 in den Zufluss der Elektrolysezelle 12. Der Elektrolysezelle 12 wird somit im dargestellten Beispiel ein Volumenstrom von 3 l/h Natriumchloritlösung zugeführt, deren Konzentration durch

die Mischung der gesättigten Salzlösung mit deionisiertem Wasser auf einen Wert von etwa 5 g/l eingestellt ist.

In Fig. 5 ist ferner angedeutet, dass die Füllstände des Solebehälters 20, des Wasserbehälters 22 und des Auffangbehälters 36 vorzugsweise mit einer Füllstandsüberwachung überwacht werden, die etwa Füllstandssensoren 42, 44, 46 und Schwimmerschalter (nicht dargestellt) umfassen kann.

Die Betriebsparameter der Vorrichtung 10 sind nun derart fest eingestellt, dass die Ausbeute der Natriumhypochloritgewinnung in einem für die Natriumhypochlorit-Herstellung günstigen Bereich gefahren wird, bei dem gleichzeitig der Anfall von unerwünschtem Chlorat minimiert ist.

Dies wird im Folgenden an Hand der Fig. 1 - 4 näher erläutert.

Fig. 1 zeigt die Konzentration an Aktiv-Chlor (Natriumhypochlorit, NaOCl), sowie an Chlorat in Abhängigkeit verschiedener Stromstärken. Zusätzlich ist die Ablauftemperatur aus der Elektrolysezelle aufgetragen, bei einer konstanten Zulauftemperatur von 17°C. Der Durchfluss beträgt im dargestellten Beispiel 3,5 l/h bei einer Natriumchlorit-Konzentration von 10 g/l. Alle Messergebnisse (auch bei den nachfolgenden Fig. 2 - 4) beziehen sich auf eine Elektrolysezelle mit einer wirksamen Elektrodenfläche von 140 mm • 80 mm und einem Elektrodenabstand von 2 mm.

Wie aus Fig. 1 zu ersehen ist, wird bei Stromstärken von mehr als 3 Ampere überproportional das unerwünschte Nebenprodukt Chlorat gebildet. Weiter ist gut zu erkennen, dass die Ablauf-

temperatur des Produktes bei steigender Stromstärke ebenfalls zunimmt.

Die Stromstärke wird nun erfindungsgemäß derart begrenzt, dass die Chloratkonzentration im Ablauf geringer als 1,5 g/l ist, vorzugsweise geringer als 1,0 g/l, besonders bevorzugt kleiner als 0,6 g/l oder als 0,5 g/l ist. Dies lässt sich mit einer Stromstärke erreichen, die vorzugsweise zwischen 2,5 und 3,5 Ampere eingestellt wird, optimal auf 3 Ampere.

In Fig. 2 ist der Einfluss der Zulaufkonzentration an NaCl auf den Aktiv-Chlorgehalt am Ablauf dargestellt, wobei eine Stromstärke von 3 Ampere verwendet wurde.

Es ist zu erkennen, dass ab einer Zulaufkonzentration von mehr als 7 g/l der Gehalt an Aktiv-Chlor nur noch unwesentlich zunimmt.

Darüber hinaus zeigt Fig. 3, dass bei einer Erhöhung des Salzgehaltes die Chloratbildung überproportional zunimmt. Fig. 3 zeigt die Konzentration von Aktiv-Chlor und an Chlorat im Ablauf sowie wie Ablauftemperatur der Elektrolysezelle als Funktion der Zulaufkonzentration an NaCl (Stromstärke 3 A). Es ist daher ein Kompromiss zu treffen zwischen der Chlorausbeute auf der einen Seite und der Chloratbildung, die vermieden werden soll, auf der anderen Seite.

Vorzugsweise wird daher die Zulaufkonzentration auf einen Wert zwischen 2 und 10 g/l, vorzugsweise auf 5 g/l festgelegt.

Fig. 4 zeigt den Einfluss des Volumenstroms an zugeführter Salzlösung auf die Konzentration an Aktiv-Chlor und Chlorat im Ablauf, wobei eine Zulaufkonzentration von 10 g/l NaCl verwendet wurde (Stromstärke 3 A).

Es zeigt sich, dass bei der hier verwendeten Elektrolysezelle mit einer wirksamen Elektrodenfläche von 140 mm • 80 mm bei einem Elektrodenabstand von 2 mm die Chlorat-Konzentration bei einem Volumenstrom von 2,77 l/h sowie darüber deutlich verringert ist. Für die Elektrolysezelle mit den vorstehend erwähnten Abmessungen wird daher ein Volumenstrom von 3 l/h verwendet.

Der optimale Volumenstrom, mit dem die Elektrolysezelle zu betreiben ist, ist natürlich von den geometrischen Abmessungen der Zelle abhängig. Die Abmessungen der verwendeten Zelle betragen 140 • 80 mm Elektrodenfläche bei einem Abstand von 2 mm. Der Volumenstrom und die Zellengröße sind funktional miteinander verknüpft, da bei größeren Zellen der Durchsatz (und die Ausbeute) in Abhängigkeit der Ionenwanderungsgeschwindigkeit proportional ansteigt.

Der Volumenstrom V wird vorzugsweise in Abhängigkeit von der wirksamen Elektrodenfläche A (in m^2) nach der Beziehung $V = w \cdot A$ festgelegt, wobei w die Strömungsgeschwindigkeit ist, die zwischen $4 \cdot 10^{-5}$ m/s und $12 \cdot 10^{-5}$ m/s, vorzugsweise zwischen $6 \cdot 10^{-5}$ m/s und $9 \cdot 10^{-5}$ m/s ausgewählt wird.

Hiermit ist ein optimaler Betrieb im gewünschten Bereich gemäß Fig. 4 sichergestellt, bei dem die Chloratbildung minimiert ist.

Es versteht sich, dass somit unterschiedlich große Elektrolysezellen im gewünschten optimalen Bereich betrieben werden können, sofern der Volumenstrom entsprechend festgelegt wird.

Weiter versteht es sich, dass größere Einheiten natürlich unter Verwendung einer Mehrzahl von Elektrolysezellen in beliebiger Größe aufgebaut werden können.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zeichnet sich durch ihre besonders einfache und zuverlässige Konstruktion aus und arbeitet trotz des Verzichtes auf eine Regelungseinrichtung in einem optimalen Bereich, in dem die Chloratbildung minimiert ist und dennoch eine ausreichend hohe Natriumhypochlorit-Konzentration erzielt wird.

Da sich die Einflussgröße der Temperatur im praktischen Einsatz nur schwer beeinflussen lässt und in den dargestellten Untersuchungen der Temperatureinfluss relativ gering war, wurde die Temperatur lediglich durch Begrenzung der Stromstärke berücksichtigt (Ablauftemperatur steigt bei erhöhter Stromstärke an). Kühlmaßnahmen können somit vermieden werden.

Veränderungen der Aktiv-Chlor-Konzentration wurden bei stationären Bedingungen auch nach längerer Betriebszeit von 30 Stunden und mehr nicht festgestellt. Eine aufwändige Regelung kann somit entfallen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Alkalimetallhypochloritlösung, insbesondere einer Natriumhypochloritlösung, bei dem einer ungeteilten Elektrolysezelle (12) eine Solelösung mit einem bestimmten Volumenstrom und mit einer bestimmten Salzkonzentration zugeführt wird, und wobei die Stromstärke derart fest eingestellt wird, dass die Konzentration von bei der Elektrolyse anfallendem Chlorat auf maximal 1,5 g/l, vorzugsweise auf maximal 1 g/l, besonders bevorzugt auf maximal 0,6 g/l begrenzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Stromstärke zwischen 2 und 6 Ampere, vorzugsweise zwischen 2 und 4,5 Ampere, besonders bevorzugt zwischen 2,5 und 3,5 Ampere eingestellt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Solelösung mit einer konstanten Salzkonzentration durch Mischung einer gesättigten Solelösung mit Wasser hergestellt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem als Solelösung eine Salzlösung mit einer bestimmten Salzkonzentration verwendet wird, die mit einem konstanten Förderstrom in die Elektrolysezelle (12) gefördert wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Salzkonzentration der der Elektrolysezelle (12) zugeführten Solelösung auf einen Wert zwischen 2 und 10 g/l, vorzugsweise zwischen 5 und 10 g/l eingestellt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Elektrolysezelle (12) eine Solelösung mit einem konstanten Volumenstrom V zugeführt wird, dessen Wert in Abhängigkeit von der wirksamen Elektrodenfläche A (in m^2) nach der Beziehung $V = w \cdot A$ festgelegt wird, wobei w die Strömungsgeschwindigkeit ist, die zwischen $4 \cdot 10^{-5}$ m/s und $12 \cdot 10^{-5}$ m/s, vorzugsweise zwischen $6 \cdot 10^{-5}$ m/s und $9 \cdot 10^{-5}$ m/s, ausgewählt wird.

7. Vorrichtung zur Herstellung einer Alkalimetallhypochloritlösung, insbesondere einer Natriumhypochloritlösung, mit mindestens einer ungeteilten Elektrolysezelle (12), Mitteln (20, 22, 24, 26) zur Zuführung einer Solelösung mit einem bestimmten Volumenstrom und einer bestimmten Salzkonzentration in die Elektrolysezelle (12), und mit einer Gleichspannungsquelle (18) zur Erzeugung eines Stroms durch die Elektrolysezelle (12), dadurch gekennzeichnet, dass die Stromstärke derart fest eingestellt ist, dass die Konzentration von bei der Elektrolyse anfallendem Chlorat auf maximal 1,5 g/l, vorzugsweise auf maximal 1 g/l, besonders bevorzugt auf 0,6 g/l begrenzt ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Stromstärke zwischen 2 und 6 Ampere, vorzugsweise zwischen 2 und 4,5 Ampere, besonders bevorzugt zwischen 2,5 und 3,5 Ampere eingestellt ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Gleichspannungsquelle (18) als Konstantstromquelle ausgebildet ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 7, 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zur Zuführung von Solelösung einen Solebehälter (20) mit gesättigter Solelösung und einen Wasserbehälter (22) mit Wasser umfassen, die über je eine Dosierpumpe (24, 26) mit der Elektrolysezelle (12) gekoppelt sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 7, 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zur Zuführung von Solelösung einen Solebehälter (20) mit Solelösung aufweisen, der über eine Dosierpumpe (24) mit der Elektrolysezelle (12) gekoppelt ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektrolysezelle (12) eine Solelösung mit einer konstanten Salzkonzentration zugeführt ist, die im Bereich zwischen 2 und 10 g/l, vorzugsweise im Bereich zwischen 5 und 10 g/l eingestellt ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektrolysezelle (12) eine Solelösung mit einem konstanten Volumenstrom V zugeführt ist, dessen Wert in Abhängigkeit von der wirksamen Elektrodenfläche A (in m^2) nach der Beziehung $V = w \cdot A$ eingestellt ist, wobei w die Strömungsgeschwindigkeit ist, die zwischen $4 \cdot 10^{-5}$ m/s und $12 \cdot 10^{-5}$ m/s, vorzugsweise zwischen $6 \cdot 10^{-5}$ m/s und $9 \cdot 10^{-5}$ m/s, ausgewählt ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 13, bei der die Elektrolysezelle (12) Elektroden (14, 16) aufweist, die aus einem Material bestehen, das Eisen, Quecksilber, Edel-

stahl, Titan und/oder Platin enthält und die vorzugsweise aus unbeschichtetem Titan bestehen.

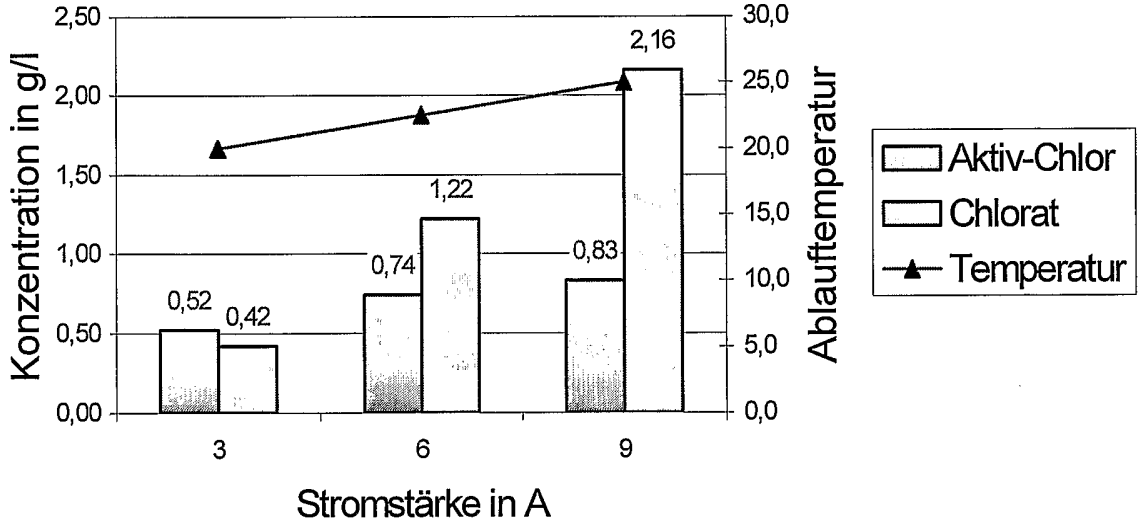

2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
Konzentration in g/l
30,0
25,0
20,0
15,0
10,0
5,0
0,0
Ablauftemperatur
0,52
0,42
0,74
1,22
0,83
2,16
3
6
9
Stromstärke in A
Aktiv-Chlor
Chlorat
Temperatur

Fig. 1

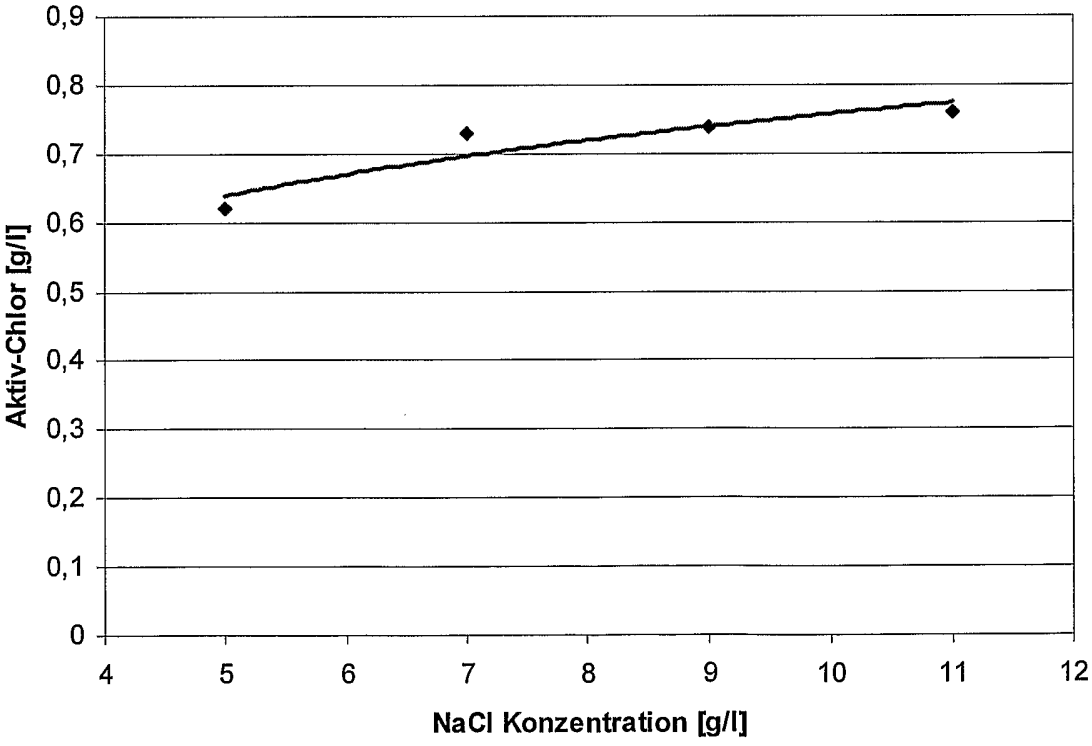

0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
Aktiv-Chlor [g/l]
4
5
6
7
8
9
10
11
12
NaCl Konzentration [g/l]

Fig. 2

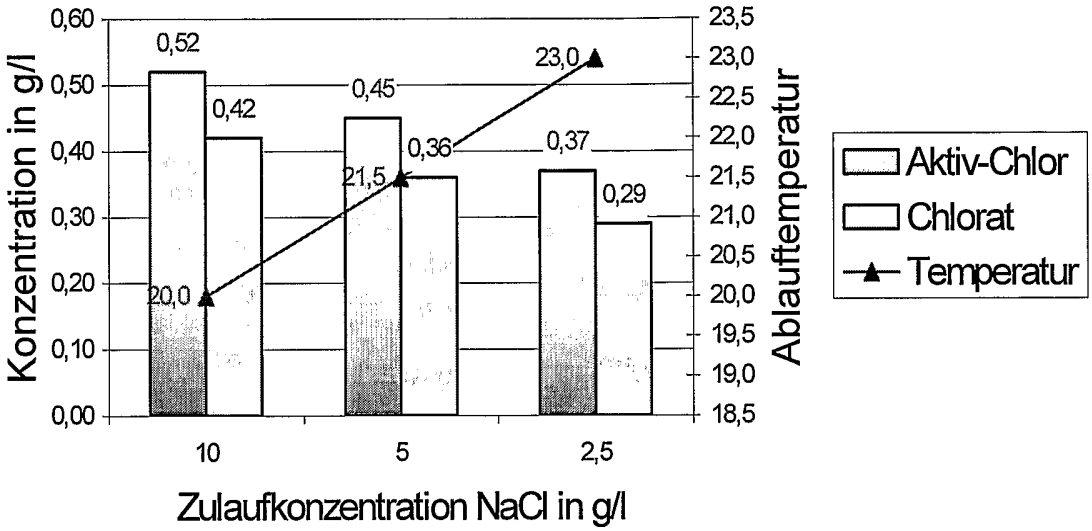
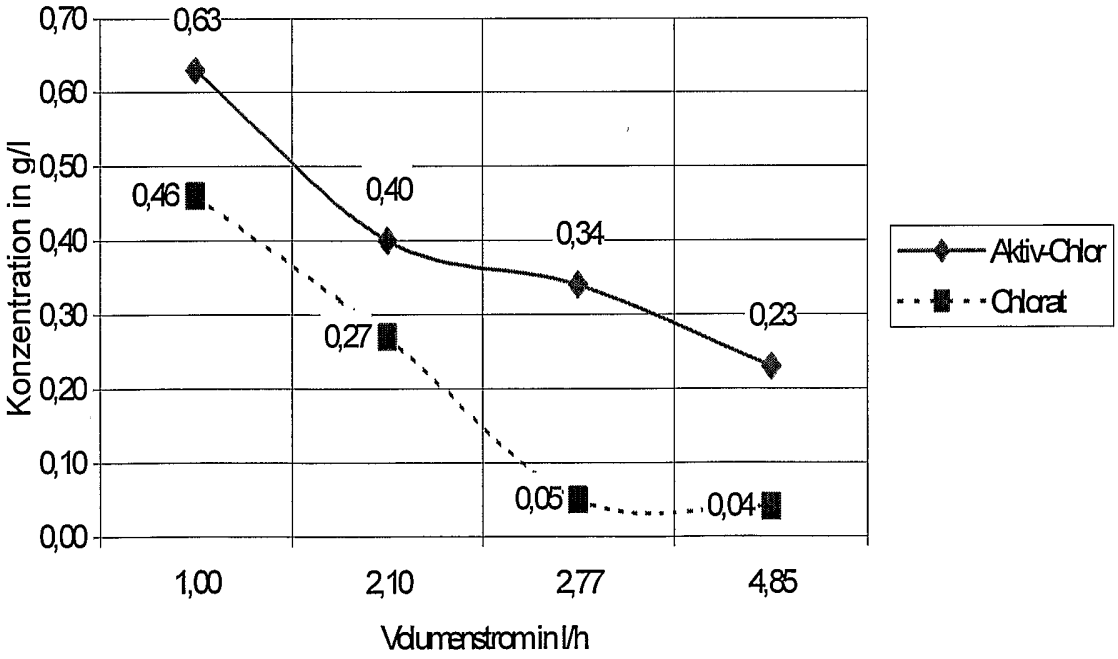

Konzentration in g/l
0,60
0,50
0,40
0,30
0,20
0,10
0,00
0,52
0,42
0,45
0,36
0,37
0,29
20,0
21,5
23,0
23,5
23,0
22,5
22,0
21,5
21,0
20,5
20,0
19,5
19,0
18,5
Ablauftemperatur
10
5
2,5
Zulaufkonzentration NaCl in g/l
Aktiv-Chlor
Chlorat
Temperatur

Fig. 3


Konzentration in g/l
0,70
0,60
0,50
0,40
0,30
0,20
0,10
0,00
0,63
0,46
0,40
0,34
0,27
0,23
0,05
0,04
1,00
2,10
2,77
4,85
Volumenstrom in l/h
Aktiv-Chlor
Chlorat

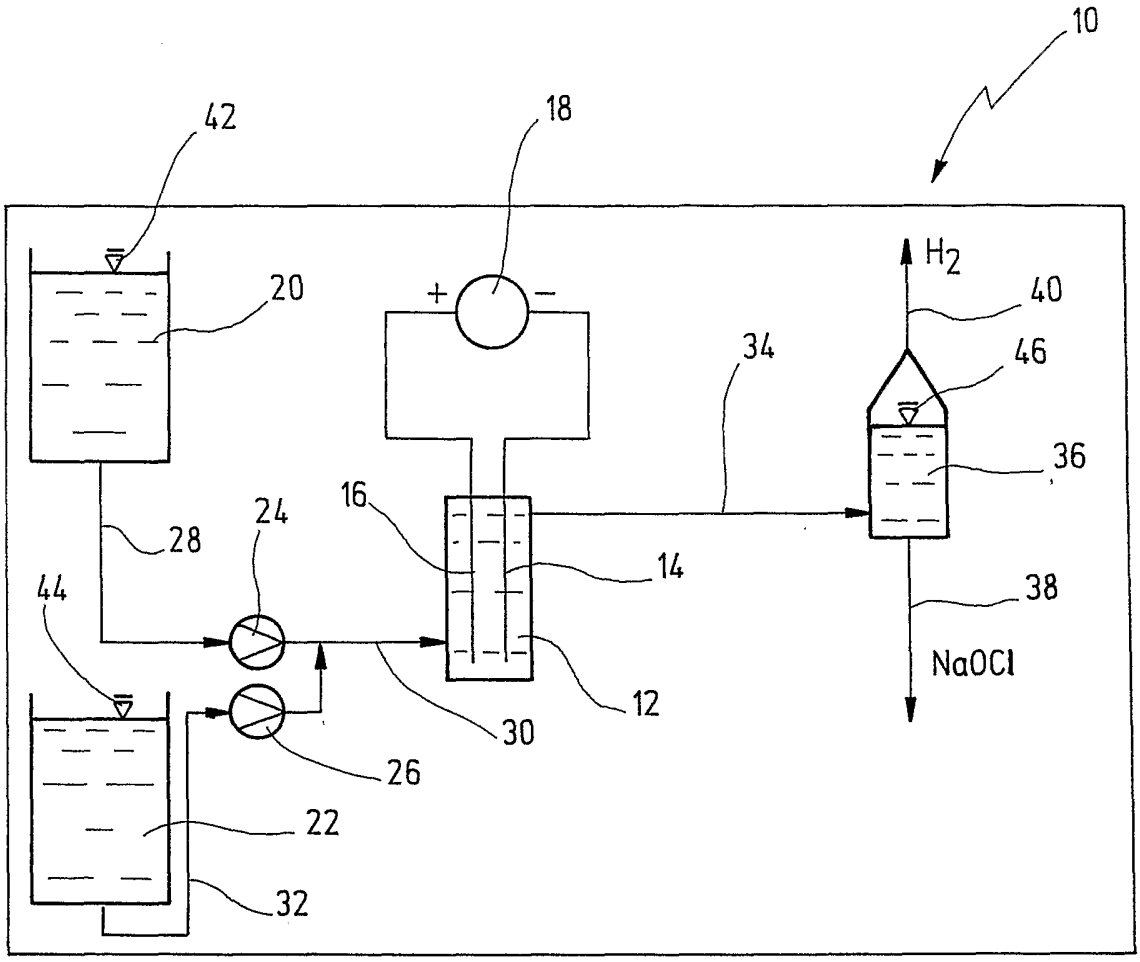


Fig.5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2006/000060

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C25B1/26 C25B15/08 C02F1/467

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)
C25B C02F

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 practical, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 155 479 A (HERAEUS ELEKTRODEN GMBH) 25 September 1985 (1985-09-25) page 3, line 8 - page 4, line 22 page 8, lines 16-21	1-14
Y	GB 2 334 968 A (* UNIVERSITY OF NORTHUMBRIA AT NEWCASTLE) 8 September 1999 (1999-09-08) page 9, lines 13-20; claim 1	1-14
Y	US 4 510 026 A (SPAZIANTE ET AL) 9 April 1985 (1985-04-09) column 1, lines 22-45 column 2, lines 14-18; example 1	1-14

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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 document 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	Date of mailing of the international search report
22 May 2006	31/05/2006

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Hammerstein, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2006/000060

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 28 06 441 A1 (CHLORINE ENGINEERS CORP.,LTD; CHLORINE ENGINEERS CORP., LTD., TOKIO) 24 August 1978 (1978-08-24) cited in the application figure 3; examples 1,2	1-14
A	DE 32 15 767 A1 (HRSKA,KARL,DR) 3 November 1983 (1983-11-03) the whole document	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2006/000060

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0155479 A	25-09-1985	AU 4018585 A	26-09-1985
		CA 1263095 A1	21-11-1989
		DE 3410489 A1	26-09-1985
		DK 128385 A	23-09-1985
		ES 8606207 A1	01-10-1986
		ZA 8502090 A	27-11-1985
GB 2334968 A	08-09-1999	NONE	
US 4510026 A	09-04-1985	NONE	
DE 2806441 A1	24-08-1978	AR 215047 A1	31-08-1979
		AU 515212 B2	19-03-1981
		AU 3335178 A	23-08-1979
		BR 7800889 A	28-11-1978
		CA 1114329 A1	15-12-1981
		DK 73478 A	19-08-1978
		ES 466797 A1	16-01-1979
		FR 2381112 A1	15-09-1978
		GB 1559957 A	30-01-1980
		IT 1102383 B	07-10-1985
		NL 7801186 A	22-08-1978
		PT 67666 A	01-03-1978
		SE 430176 B	24-10-1983
		SE 7801873 A	18-08-1978
		US 4151052 A	24-04-1979
DE 3215767 A1	03-11-1983	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2006/000060

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. C25B1/26 C25B15/08 C02F1/467

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
C25B C02F

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, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 155 479 A (HERAEUS ELEKTRODEN GMBH) 25. September 1985 (1985-09-25) Seite 3, Zeile 8 - Seite 4, Zeile 22 Seite 8, Zeilen 16-21	1-14
Y	GB 2 334 968 A (* UNIVERSITY OF NORTHUMBRIA AT NEWCASTLE) 8. September 1999 (1999-09-08) Seite 9, Zeilen 13-20; Anspruch 1	1-14
Y	US 4 510 026 A (SPAZIANTE ET AL) 9. April 1985 (1985-04-09) Spalte 1, Zeilen 22-45 Spalte 2, Zeilen 14-18; Beispiel 1	1-14

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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" älteres Dokument, 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 anderen 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
22. Mai 2006	31/05/2006

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Hammerstein, G

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2006/000060

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 28 06 441 A1 (CHLORINE ENGINEERS CORP.,LTD; CHLORINE ENGINEERS CORP., LTD., TOKIO) 24. August 1978 (1978-08-24) in der Anmeldung erwähnt Abbildung 3; Beispiele 1,2	1-14
A	DE 32 15 767 A1 (HRSKA,KARL,DR) 3. November 1983 (1983-11-03) das ganze Dokument	1-14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2006/000060

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0155479 A	25-09-1985	AU	4018585 A	26-09-1985
		CA	1263095 A1	21-11-1989
		DE	3410489 A1	26-09-1985
		DK	128385 A	23-09-1985
		ES	8606207 A1	01-10-1986
		ZA	8502090 A	27-11-1985
GB 2334968 A	08-09-1999	KEINE		
US 4510026 A	09-04-1985	KEINE		
DE 2806441 A1	24-08-1978	AR	215047 A1	31-08-1979
		AU	515212 B2	19-03-1981
		AU	3335178 A	23-08-1979
		BR	7800889 A	28-11-1978
		CA	1114329 A1	15-12-1981
		DK	73478 A	19-08-1978
		ES	466797 A1	16-01-1979
		FR	2381112 A1	15-09-1978
		GB	1559957 A	30-01-1980
		IT	1102383 B	07-10-1985
		NL	7801186 A	22-08-1978
		PT	67666 A	01-03-1978
		SE	430176 B	24-10-1983
		SE	7801873 A	18-08-1978
		US	4151052 A	24-04-1979
DE 3215767 A1	03-11-1983	KEINE		