

(19)



(11)

**EP 2 746 429 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**25.06.2014 Patentblatt 2014/26**

(51) Int Cl.:  
**C25B 1/46** (2006.01) **C25B 9/08** (2006.01)  
**C25B 9/04** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12198034.6**

(22) Anmeldetag: **19.12.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

(72) Erfinder: **Woltering, Peter**  
**48485 Neuenkirchen (DE)**

(74) Vertreter: **Fabry, Bernd**  
**IP2 Patentanwalts GmbH**  
**Schlossstrasse 523**  
**41238 Mönchengladbach (DE)**

(71) Anmelder: **Uhdenora S.p.A**  
**20134 Milano (IT)**

### (54) **Elektrolysezelle**

(57) Vorgeschlagen wird eine Elektrolysezelle enthaltend eine Anodenkammer mit einer Anode und eine Kathodengaskammer mit einer Gasdiffusionskathode, die voneinander durch eine Ionenaustauschmembran getrennt sind, sowie einem metallischen Elastikelement, das unter Kompression zwischen der Rückwand der Ka-

thodengaskammer und der Gasdiffusionskathode eingespannt ist, welche sich dadurch auszeichnet, dass besagtes Elastikelement so in den Kathodengasraum eingespannt ist, dass der Abstand zwischen dem Element und der Rückwand in Schwerkraftrichtung zunimmt.

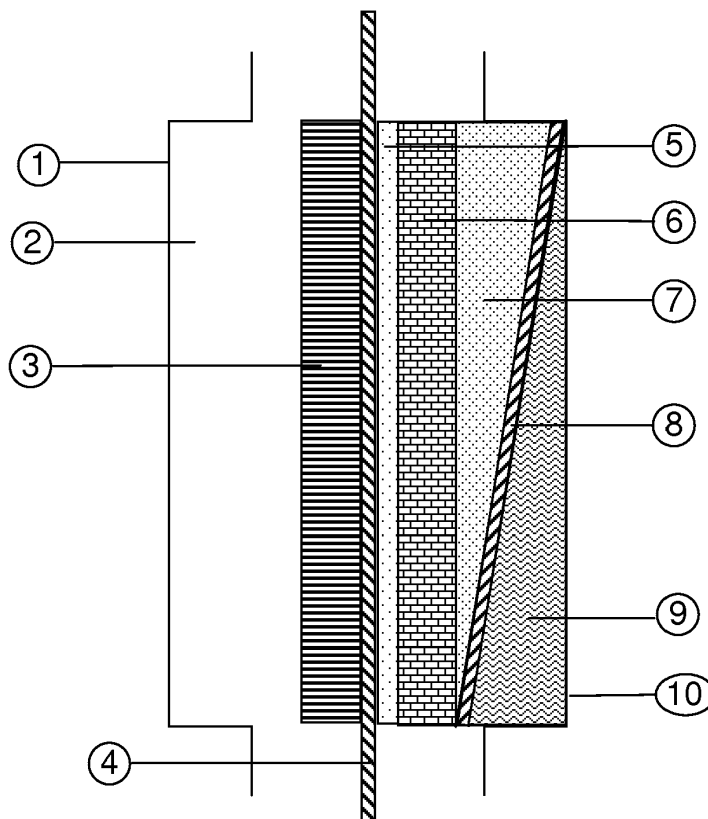


Abbildung 1

**EP 2 746 429 A1**

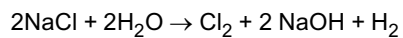
## Beschreibung

### Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die Erfindung befindet sich auf dem Gebiet der Chlor-Alkali-Elektrolyse und betrifft eine verbesserte Elektrolysezelle mit Gasdiffusionskathode und Ionenaustauschermembran sowie ein Verfahren, in dem diese Elektrolysezelle betrieben wird.

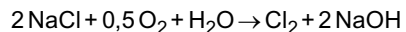
### Stand der Technik

**[0002]** Die Chlor-Alkali-Elektrolyse stellt eine der energieintensivsten industriellen Herstellverfahren dar. Konventionell wird dazu wässrige Kochsalzlösung einer Elektrolyse unterworfen, die nach folgender Gleichung abläuft:



**[0003]** Obschon die Zersetzungsspannung theoretisch nur bei etwa 2,25 V liegt, benötigt das Verfahren doch eine deutlich höhere Betriebsspannung von etwa 3 V, was insbesondere auf ohmsche Potentialverluste und die Überspannung an den Elektroden zurückzuführen ist.

**[0004]** Verbesserungen im Umfeld der Chlor-Alkali-Elektrolyse zielen daher regelmäßig darauf ab, den Stromverbrauch zu reduzieren. Durchgesetzt hat sich dabei ein Verfahren, bei dem eine wässrige Kochsalzlösung in Gegenwart von Sauerstoff zu Chlor und Natronlauge umgesetzt wird:



**[0005]** Das Verfahren kommt mit einer wesentlich niedrigeren Zersetzungsspannung von etwa 1,14 V aus. Berücksichtigt man auch hier Spannungsverluste und Überspannung, dann reicht eine Betriebsspannung von 2 V aus, was gegenüber dem klassischen Verfahren zu einer Energieeinsparung von rund 30 % führt.

**[0006]** Wie beispielsweise aus der Patentschrift US 6,117,286 B (Permelec) bekannt ist, wird die Elektrolyse heute üblicherweise nach dem Zweikammer-Verfahren durchgeführt: In der Anodenkammer befindet sich eine Metallanode, die von der Kathodenkammer durch eine Ionenaustauschmembran getrennt ist. Die Kathode, die sich in der Kathodenkammer befindet, stellt eine Gasdiffusionskathode dar. Diese Anordnung ist von besonderem Vorteil, weil Anode, Membran und Kathode in unmittelbarem Kontakt gebracht werden können, was den Widerstand erniedrigt und somit wiederum die Energieeffizienz der Elektrolyse verbessert.

**[0007]** Eine wesentliche Anforderung besteht jedoch darin, dass Anode und Kathode über die gesamte Ausdehnung der Elektrodenfläche eng an der Ionenaustauschermembran anliegen. Das ist allerdings nicht trivial, denn während die Anodenkammer mit wässriger Koch-

salzlösung gefüllt ist, die einen Druck von etwa 6 bis 18 kPa auf die Membran ausübt, liegt der Druck in der Kathodengaskammer mit 1 bis 2 kPa deutlich niedriger. Ohne zusätzliche Maßnahmen würde die Membran also in Richtung der Kathodengaskammer "eingedellt" und es damit unmöglich machen, dass die Kathode wie erforderlich eng an der Membran anliegt. Diesem Problem wird in der Technik bereits in unterschiedlicher Weise Rechnung getragen. Eine technologische Lösung besteht darin, den Kathodengasraum zu segmentieren und diese Kammern zur Durchleitung des Elektrolyten kaskadenartig über Fallschächte zu verbinden. Stellvertretend für den umfangreichen Stand der Technik, der diese so genannten "Gas Pockets" umfasst, sei auf die EP 0872578 B1 (Bayer) verwiesen.

**[0008]** Einen ganz anderen Lösungsansatz verfolgt man im Rahmen der Technologie, bei der man flexible metallische Polster in den Kathodengasraum einbringt und so zwischen Rückwand und Kathode einspannt, dass sie eine Kraft auf die Kathode ausüben und diese dicht an die Membran anpressen. Auf diese Weise können keine Spannungsverluste auftreten. Durch die mechanische Kraft dieser Polster wird also die Druckdifferenz zwischen Anoden- und Kathodenkammer ausgeglichen.

**[0009]** Eine solche Vorrichtung in Form einer flexiblen Matte ist beispielsweise aus den Druckschriften EP 0050373 A1 und EP 0124125 A1 (Oronzio de Nora) bekannt.

**[0010]** Zur Stabilisierung sowohl von Anode und Kathode werden in der DE 10138214 A1 (Bayer) flexible Federn vorgeschlagen, die die Elektroden eng an die Ionenaustauschmembran anpressen; eine ähnliche Vorrichtung ist auch aus der US 5,676,808 B (Permelac) bekannt.

**[0011]** Spiralförmige Polster, die die Gasdiffusionskathode gegen die Membran pressen, werden in der JP 2004 300554 A1 (Tosoh) vorgeschlagen.

**[0012]** Eine alternative Lösung wird in der JP 2003 041388 A1 (ASFPONC) verfolgt: dort erfolgt der Andruck durch ein metallisches Zickzackprofil, das in den Kathodengasraum eingebaut wird.

**[0013]** Bei dieser Ausführung der Elektrolysezelle kommt es jedoch zu einem weiteren Problem: die Physik bedingt nämlich, dass der hydrostatische Druck in der Anodenkammer in Richtung der Schwerkraft nicht konstant ist, sondern ansteigt. Es wäre daher wünschenswert und im Sinne der zu lösenden Aufgabe auch völlig ausreichend, wenn der Druck, den die elastischen Einbauten ausüben, sich dem hydrostatischen Druck anpasst, d.h. in Richtung der Schwerkraft ansteigt. Dies ist mit herkömmlichen Einbauten bislang nicht der Fall, vielmehr arbeitet man über die gesamte Höhe des Kathodengasraumes mit einem Anpressdruck, der im Wesentlichen darauf gerichtet ist, den höchsten Druck am Boden des Gasraumes auszugleichen. Dies kann dazu führen, dass im oberen Teil des Gasraumes, wo ein geringerer Anpressdruck ausreichen würde, der hydrostatische

Druck der Anodenseite nicht nur ausgeglichen, sondern überkompensiert wird, was dazu führen kann, dass die empfindliche Ionenaustauschmembran beschädigt wird.

[0014] Aus der EP 1882758 A1 (Toagosei) ist eine Elektrolysezelle bekannt, die diesem Problem Rechnung trägt. Dabei erfolgt die elastische Druckübertragung zwar wie aus dem Stand der Technik hinlänglich bekannt mit Hilfe von Spiralen oder gewebten Matten aus Nickel oder widerstandsfähigen Nickellegierungen. Dabei nimmt bei den Spiralen die Wicklungszahl, bei den Matten die Zahl übereinander liegenden Schichten von oben nach unten schrittweise zu, so dass am Ende ein Druckprofil vorliegt, das dem in gleicher Richtung ansteigenden hydrostatischen Druck auf der Anodenseite zumindest ähnlich ist. Die Lösung ist jedoch technisch von Nachteil, da die Bauteile sehr aufwendig herzustellen sind.

[0015] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung hat somit darin bestanden, eine Elektrolysezelle zur Verfügung zu stellen, die nach dem Zweikammer-Verfahren arbeitet und frei von den eingangs geschilderten Nachteilen ist. Insbesondere sollte der hydrostatische Druck der Anodenseite auf der Kathodenseite kompensierbar sein. Gleichzeitig sollten die dazu verwendeten Bauteile einfach in Herstellung, Montage und Austausch sein.

### Beschreibung der Erfindung

[0016] Gegenstand der Erfindung ist eine Elektrolysezelle enthaltend eine Anodenkammer mit einer Anode und eine Kathodengaskammer mit einer Gasdiffusionskathode, die voneinander durch eine Ionenaustauschmembran getrennt sind, sowie einem metallischen Elastikelement, das unter Kompression zwischen der Rückwand der Kathodengaskammer und der Gasdiffusionskathode eingespannt ist, wobei das besagte Elastikelement so in den Kathodengasraum eingespannt ist, dass der Abstand zwischen dem Element und der Rückwand in Schwerkraftrichtung zunimmt.

[0017] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung steigt der Anpressdruck, den das Elastikelement in Schwerkraftrichtung auf die Gasdiffusionskathode ausübt, von etwa 1 kPa auf 20 kPa und insbesondere von etwa 10 kPa auf 18 kPa an. Dabei hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, wenn die Differenz zwischen dem Anpressdruck, den das Elastikelement auf die Gasdiffusionskathode und dem hydrostatische Druck in der Anodenkammer an jeweils zwei gegenüberliegenden Punkten einen Wert von etwa 2 kPa, vorzugsweise von 1 kPa nicht übersteigt. Auf diese Weise wird gewährleistet, dass die Kathode flach an der Membran anliegt, diese aber durch zu hohen Druck nicht beschädigt werden kann.

[0018] Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird die eingangs beschriebene Aufgabenstellung voll umfänglich und in unerwarteter Weise gelöst. Wird das Elastikelement nämlich wie beschrieben so eingespannt, dass der Abstand zur Rückwand in Schwerkraftrichtung, d.h. in aller Regel nach unten gerichtet, größer wird, be-

deutet dies nichts anderes, als dass der Anpressdruck in gleicher Weise steigt und auf diese Weise das hydrostatische Druckprofil der Anodenkammer abbildet und ausgleicht. Die Aufgabe wird durch die vorliegende Erfindung zufriedenstellend gelöst, denn bei dem Elastikelement handelt es sich beispielsweise um eine einzelne Matte, die schräg in den Kathodengasraum eingespannt bzw. verpresst wird, so dass der Abstand zwischen Elastikelement und Kathodengasrückwand und somit auch der Anpressdruck in Schwerkraftrichtung immer größer wird. Es handelt sich also um ein einzelnes Element, das wesentlich leichter herzustellen, zu montieren und auszutauschen ist, als die komplexen Spiral- und Matteneinbauten, die aus der EP 1882758 A1 bekannt sind. Insbesondere können im Sinne der Erfindung als Elastikelemente normale, unmodifizierte Matten eingesetzt werden, die über ein Trägerelement so in die Zelle eingespannt werden, dass es zu dem gewünschten Druckausgleich kommt.

### Aufbau der Elektrolysezelle

[0019] Die Elektrolysezelle setzt sich aus einem Anoden- und einem Kathodenraum zusammen, der die beiden Elektroden enthält, welche durch die Ionenaustauschmembran voneinander getrennt werden. Dabei besteht wie eingangs beschrieben, die Anforderung, zwischen den Elektroden möglichst wenig Abstand zu belassen, damit keine ohmschen Widerstände auftreten, die zu einer höheren Elektrolysespannung führen würden.

### A. Gasdiffusionskathode

[0020] Während die Natur der Anode von eher untergeordneter Bedeutung ist, ist die Ausgestaltung der Kathode als Gasdiffusionskathode von besonderer Wichtigkeit. Gasdiffusionskathoden gehören zu den Gasdiffusionselektroden. Hierunter versteht man Elektroden, in denen die drei Aggregatzustände - fest, flüssig und gasförmig - miteinander in Kontakt stehen und der feste, Elektronen leitende Katalysator eine elektrochemische Reaktion zwischen der flüssigen und der gasförmigen Phase katalysiert. Der feste Katalysator - in der Regel ein Edelmetall oder Platinmetall - ist dabei üblicherweise zu einer porösen Folie mit einer Dicke von etwa 200 µm verpresst. Während früher die Elektrodenbestandteile durch Sintern miteinander verbunden wurden, werden heute Gasdiffusionselektroden mit sowohl hydrophilen als auch hydrophoben Bereichen unter Einsatz von PTFE hergestellt. Für das Porensystem bedeutet dies, dass an den Stellen mit hohem PTFE Anteil kein Elektrolyt eindringen kann, jedoch dafür an Stellen mit niedrigem PTFE-Anteil. Selbstverständlich darf in diesem Fall der Katalysator selbst nicht auch noch hydrophoben Charakter haben. Derartige PTFE-Katalysator-Mischungen lassen sich herstellen, indem man entweder Wasser, PTFE und den Katalysator gegebenenfalls in Gegenwart

von Emulgatoren dispergiert oder entsprechende Trockenmischungen aus PTFE- und Katalysatorpulver verwendet. Die Dispersionsroute wird hauptsächlich für Elektroden mit polymerem Elektrolyten gewählt. Bei Einsatz in flüssigen Elektrolyten ist das Trockenverfahren geeigneter. Zwar kann bei der Dispersionsroute durch Verdampfen des Wassers und Sintern des PTFE's bei 340 °C auf ein mechanisches Verpressen verzichtet werden. Dadurch werden diese Elektroden sehr offenporig. Aber auf der anderen Seite können bei falschen Trocknungsbedingungen schnell Risse in der Elektrode entstehen, durch die flüssiger Elektrolyt dringen kann.

### B. Percolator

**[0021]** In einer besonderen Ausführungsform der Erfindung strömt der Elektrolyt - beispielsweise Natronlauge oder Kalilauge - in einer dünnen Schicht zwischen der Membran und der Gasdiffusionskathode. Diese dünne Schicht ist in der Regel als poröses Medium ausgelegt; man spricht in diesem Zusammenhang von der Percolortechnologie. Vorzugsweise besitzt der Percolator eine Schichtdicke von etwa 0,001 cm bis etwa 0,2 cm. Die Schicht muss aus einem hydrophilen Material bestehen, da sie andernfalls ihre Aufgabe nicht erfüllen könnte. Außerdem ist es erforderlich, dass sie eine hohe Korrosionsbeständigkeit aufweist, da sie permanent hoher Alkalität und hohen Temperaturen (typisch 90 °C) ausgesetzt ist. Vorzugsweise handelt es sich um ein poröses Material, beispielsweise aus Kohlenstoff oder einem Kunststoff, insbesondere bevorzugt sind Kohlenstoffasern, die zu einem Gewebe geformt sind.

**[0022]** Alternativ kann auch die so genannte "Zero Gap" Technologie eingesetzt werden. Dabei verzichtet man auf einen Percolator und die Membran liegt direkt auf der Gasdiffusionskathode auf. Man spricht hier auch von einer abstandsfreien Zellengeometrie.

### C. Elektrodenträger

**[0023]** Zwischen der Gasdiffusionskathode und dem Elastikelement kann des Weiteren ein Träger vorgesehen sein, der die Elektrode aufnimmt. Dieser hat für das Verfahren und die Erfindung keine unmittelbare Bedeutung, erleichtert jedoch den Einbau der Elektrode in die Zelle und führt zu mehr Stabilität. Ist die Auflagefläche des Elastikelementes auf die Gasdiffusionselektrode groß genug, so kann auf einen solchen Träger verzichtet werden. Ist ein solcher Träger jedoch vorhanden, so überträgt er den Anpressdruck des Elastikelementes auf die Kathode, so dass diese gegebenenfalls im Kontakt mit der Flüssigkeitsrückhalteschicht an die Ionenaustauschmembran gepresst wird. Als Träger kommt beispielsweise ein Metallgeflecht in Frage, bei dem die Porenweite etwa 0,3 bis etwa 3 mm beträgt. Diese bevorzugten Abmessungen ergeben sich daraus, dass bei größeren Durchmesser die Trägerfunktion verloren geht und bei kleinerer Porenweite das Gas am Durchströmen

gehindert wird.

**[0024]** Der Träger wirkt des Weiteren als Stromkollektor, was zu einer optimalen elektrischen Leitfähigkeit in der Zelle beiträgt. Der Träger selbst besteht vorzugsweise aus Nickel oder einer korrosionsbeständigen Nickellegierung, wie beispielsweise Inconel, Hastelloy, Monel oder SUS310. Vorzugsweise ist der Träger mit Gold oder insbesondere Silber beschichtet; ebenfalls vorzugsweise sind alle Kontaktpunkte, an denen ein Stromübergang stattfindet, mit dem gleichen Material beschichtet, wobei eine Schichtdicke von etwa 1 µm in der Regel ausreichend ist.

**[0025]** Die Elektrolysezelle enthält somit vorzugsweise eine Vorrichtung, die aus 5 Schichten besteht, nämlich der Anode, der Ionenaustauschmembran, dem Percolator, der Gasdiffusionskathode sowie dem Kathodenträger.

### Elastikelemente

**[0026]** Die Elastikelemente der vorliegenden Erfindung können die Form von Spiralen, Verbünden, Wicklungen oder gewebten, gestrickten oder gehäkelten Matten, Bahnen, Kissen oder Polstern besitzen. Derartige Bauteile sind aus dem eingangs referierten Stand der Technik hinlänglich bekannt, so dass auf deren Abmessungen, Ausgestaltungen und Herstellung nur im Wege des Verweises Bezug genommen wird.

**[0027]** Die Elastikelemente können ein äußeres Gewebe und ein inneres Gewebe aufweisen, wobei das innere Gewebe die Form von beispielsweise Spiralen oder Wicklungen aufweist und eine federnde Wirkung hat, und das äußere Gewebe das innere Gewebe zusammenhält. Vorzugsweise werden die Elastikelemente über ein Trägerelement ("Support Structure") in den Kathodengaskammer eingespannt, wobei das Trägerelement beispielsweise stufenförmig oder flächig ausgebildet ist.

**[0028]** Wie schon eingangs erwähnt, herrschen in der Kathodengaskammer hohe Sauerstoffkonzentration, Wasserdampf und basischer Sodanebel. Berücksichtigt man dazu noch die hohen Temperaturen von etwa 90 °C, dann wird sofort klar, dass das Elastikelement aus einem Material gefertigt sein muss, dass höchsten Anforderungen an die Korrosionsbeständigkeit genügt. Das Elastikelement hat ferner die Aufgabe, den Strom von der Gasdiffusionskathode zur Rückwand der Kathodengaskammer abzuleiten. Vorzugsweise besteht es daher aus Nickel oder einer der oben erwähnten Nickellegierungen. Auch beschichteter Stahl, speziell Edelstahl kann eingesetzt werden.

**[0029]** Der für die Elektrolyse benötigte Sauerstoff wird vom Boden der Gasdiffusionskathode in das Innere der Kathodengaskammer geleitet, was es vorteilhaft macht, die Kathode möglichst schlank auszubilden. Es hat sich dabei erwiesen, dass eine Kathodenbautiefe von etwa 4 bis etwa 50 mm ausreichend ist.

**[0030]** Die typische Abmessung einer Elektrolysezelle, bestehend aus den zwei Kammern, beträgt in der Hö-

he etwa einen Meter, was bei Befüllung mit wässriger Kochsalzlösung zu einem hydrostatischen Druck (gemessen am Boden der Zelle) von etwa 6 bis etwa 18 kPa führt. Im Gegensatz dazu beträgt der Druck in der Kathodengaskammer maximal 1 bis 2 kPa. Somit wird die Anpresskraft durch Variation des Anstellwinkels des Elastikelementes so eingestellt, dass ein Druck zwischen 12 und 20 kPa erreicht wird.

#### Gewerbliche Anwendbarkeit

**[0031]** Ein weiterer Gegenstand der Erfindung betrifft ein erstes Verfahren zur Durchführung einer Elektrolyse, welches in einer Elektrolysezelle durchgeführt wird, enthaltend

(a) eine Anodenkammer mit einer Anode und eine Kathodengaskammer mit einer Gasdiffusionskathode, wobei die beiden Elektroden voneinander durch eine Ionenaustauschmembran getrennt sind, und

(b) ein metallischen Elastikelement, das unter Kompression zwischen der Rückwand der Kathodengaskammer und der Gasdiffusionskathode eingespannt ist, und welches sich dadurch auszeichnet, dass besagtes Elastikelement so in den Kathodengasraum eingespannt ist, so dass der Abstand zwischen dem Element und der Rückwand in Schwerkraftrichtung zunimmt.

Ein zweites erfindungsgemäßes Verfahren ist auf die Herstellung von Chlor gerichtet, bei dem man wässrige Kochsalzlösung zusammen mit Sauerstoff in einer Elektrolysezelle einer Elektrolyse unterwirft, wobei die Zelle

(a) eine Anodenkammer mit einer Anode und eine Kathodengaskammer mit einer Gasdiffusionskathode enthält, und die beiden Elektroden voneinander durch eine Ionenaustauschmembran getrennt sind,

(b) mit einem metallischen Elastikelement ausgestattet ist, das unter Kompression zwischen der Rückwand der Kathodengaskammer und der Gasdiffusionskathode eingespannt ist, und

(c) das Elastikelement so in den Kathodengasraum eingespannt ist, dass der Abstand zwischen dem Element und der Rückwand in Schwerkraftrichtung zunimmt.

**[0032]** Schließlich umfasst die Erfindung auch noch die Verwendung einer Elektrolysezelle enthaltend eine Anodenkammer mit einer Anode und eine Kathodengaskammer mit einer Gasdiffusionskathode, die voneinander durch eine Ionenaustauschmembran getrennt sind, sowie einem metallischen Elastikelement, das unter Kompression zwischen der Rückwand der Kathodengas-

kammer und der Gasdiffusionskathode eingespannt ist, wobei das Elastikelement so in den Kathodengasraum eingespannt ist, dass der Abstand zwischen dem Element und der Rückwand in Schwerkraftrichtung zunimmt, zur Durchführung einer Elektrolyse-reaktion.

#### Beispiele

**[0033]** Die Erfindung wird durch die Ausführungsform nach **Abbildung 1** näher erläutert, ohne sie darauf einzuschränken.

**[0034]** **Abbildung 1** gibt den Aufriss einer Elektrolysezelle, die nach dem Zweikammer-Verfahren arbeitet wieder. Die Bezugszeichen haben dabei die folgende Bedeutung:

- |    |                                           |
|----|-------------------------------------------|
| 1  | Elektrolysezelle                          |
| 2  | Anodenkammer                              |
| 3  | Anode                                     |
| 4  | Ionenaustauschmembran                     |
| 5  | Percolator                                |
| 6  | Gasdiffusionskathode                      |
| 7  | Elastikelement                            |
| 8  | Trägerstruktur ("Support Structure")      |
| 9  | Raum zwischen Elastikelement und Rückwand |
| 10 | Rückwand                                  |

**[0035]** Nicht wieder gegeben sind Elemente der Elektrolysezelle, die zwar für die Durchführung des Verfahrens (z.B. Sauerstoffverteiler etc.), nicht aber für das Verständnis der Erfindung erforderlich sind.

**[0036]** Aus der Abbildung geht noch einmal deutlich hervor, dass durch den Einbau des Elastikelements in geneigter Bauweise der Abstand zur Rückwand in Schwerkraftrichtung, also hier von oben nach unten, zunimmt. In gleicher Richtung wird der steigende hydrostatische Druck auf der Anodenseite ausgeglichen, wobei durch Variation des Neigungswinkels das Druckgefälle gesteuert und den individuellen Druckverhältnissen in der Zelle angepasst werden kann.

**[0037]** Der Raum zwischen dem Elastikelement und der Rückwand dient dazu, Verstrebungen einzuführen, die das Elastikelement fixieren und den Anpressdruck erzeugen.

#### Patentansprüche

1. Elektrolysezelle enthaltend eine Anodenkammer mit

- einer Anode und eine Kathodengaskammer mit einer Gasdiffusionskathode, die voneinander durch eine Ionenaustauschmembran getrennt sind, sowie einem metallischen Elastikelement, das unter Kompression zwischen der Rückwand der Kathodengaskammer und der Gasdiffusionskathode eingespannt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** besagtes Elastikelement so in den Kathodengasraum eingespannt ist, dass der Abstand zwischen dem Element und der Rückwand in Schwerkraftrichtung zunimmt.
2. Elektrolysezelle nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anpressdruck, von etwa 1 kPa auf etwa 20 kPa ansteigt.
  3. Elektrolysezelle nach den Ansprüchen 1 und/oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Differenz zwischen dem Anpressdruck, den das Elastikelement auf die Gasdiffusionskathode und dem hydrostatische Druck in der Anodenkammer an jeweils zwei gegenüberliegenden Punkten einen Wert von etwa 2 kPa nicht übersteigt.
  4. Elektrolysezelle nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen Gasdiffusionskathode und Ionenaustauschmembran ein Percolator vorgesehen ist.
  5. Elektrolysezelle nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elastikamente die Form von Spiralen, Verbünden oder Wicklungen besitzen.
  6. Elektrolysezelle nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elastikamente die Form von gewebten, gestrickten oder gehäkelten Matten, Bahnen, Kissen oder Polstern besitzen.
  7. Elektrolysezelle nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elastikamente aus Nickel oder einer korrosionsbeständigen Nickellegierung bestehen.
  8. Elektrolysezelle nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elastikamente ein äußeres Gewebe und ein inneres Gewebe aufweisen, wobei das innere Gewebe die Form von beispielsweise Spiralen oder Wicklungen aufweist und eine federnde Wirkung hat, und das äußere Gewebe das innere Gewebe zusammenhält.
  9. Elektrolysezelle nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elastikamente über ein Trägerelement ("Support Structure") in den Kathodengasraum eingespannt ist.
  10. Elektrolysezelle nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Trägerelement stufenförmig oder flächig ausgebildet ist.
  11. Verfahren zur Durchführung einer Elektrolyse, welches in einer Elektrolysezelle durchgeführt wird, enthaltend
    - (a) eine Anodenkammer mit einer Anode und eine Kathodengaskammer mit einer Gasdiffusionskathode, wobei die beiden Elektroden voneinander durch eine Ionenaustauschmembran getrennt sind, und
    - (b) ein metallischen Elastikelement, das unter Kompression zwischen der Rückwand der Kathodengaskammer und der Gasdiffusionskathode eingespannt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** besagtes Elastikelement so in den Kathodengasraum eingespannt ist, so dass der Abstand zwischen dem Element und der Rückwand in Schwerkraftrichtung zunimmt.
  12. Verfahren zur Herstellung von Chlor, bei dem man wässrige Kochsalzlösung zusammen mit Sauerstoff in einer Elektrolysezelle einer Elektrolyse unterwirft, wobei die Zelle
    - (a) eine Anodenkammer mit einer Anode und eine Kathodengaskammer mit einer Gasdiffusionskathode enthält, und die beiden Elektroden voneinander durch eine Ionenaustauschmembran getrennt sind,
    - (b) mit einem metallischen Elastikelement ausgestattet ist, das unter Kompression zwischen der Rückwand der Kathodengaskammer und der Gasdiffusionskathode eingespannt ist, und
    - (c) das Elastikelement so in den Kathodengasraum eingespannt ist, dass der Abstand zunimmt.
  13. Verwendung einer Elektrolysezelle enthaltend eine Anodenkammer mit einer Anode und eine Kathodengaskammer mit einer Gasdiffusionskathode, die voneinander durch eine Ionenaustauschmembran getrennt sind, sowie einem metallischen Elastikelement, das unter Kompression zwischen der Rückwand der Kathodengaskammer und der Gasdiffusionskathode eingespannt ist, wobei das Elastikelement so in den Kathodengasraum eingespannt ist, dass der Abstand zwischen dem Element und der Rückwand in Schwerkraftrichtung zunimmt, zur Durchführung einer Elektrolysereaktion.

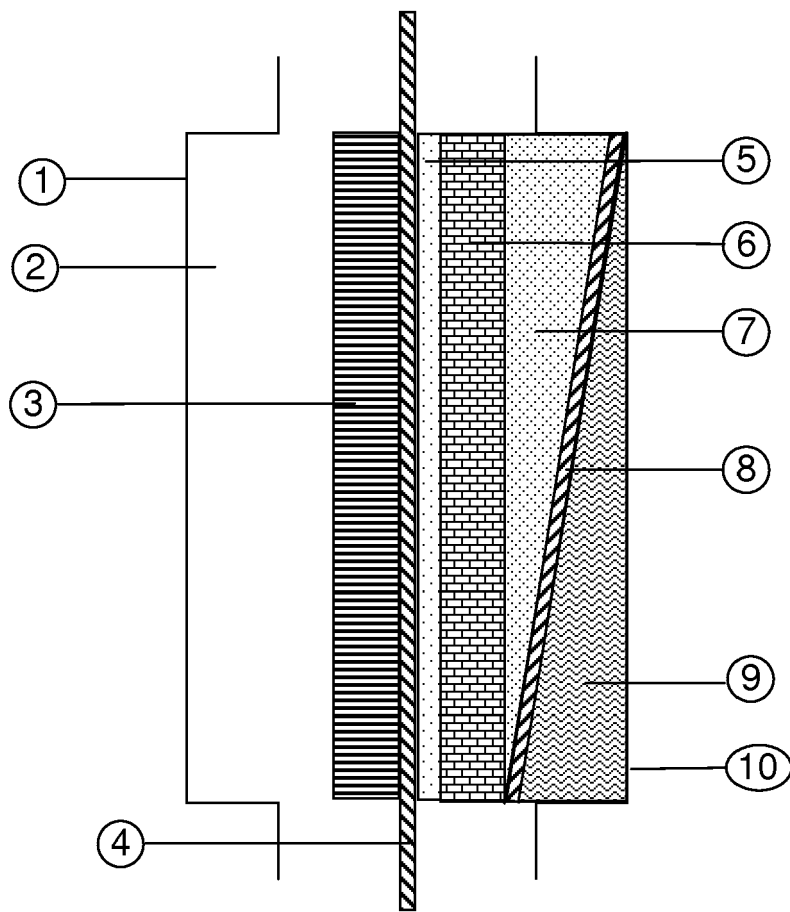


Abbildung 1



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 12 19 8034

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                                                                                           | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)      |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                         | US 4 377 455 A (KADIJA IGOR V ET AL)<br>22. März 1983 (1983-03-22)                                                                                                                                                            | 1-3,5,<br>11-13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | INV.<br>C25B1/46                        |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         | * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 *<br>* Spalte 2, Zeile 50 - Spalte 3, Zeile 25 *<br>*<br>* Spalte 6, Zeile 15 - Zeile 59 *<br>* Spalte 6, Zeile 60 - Spalte 7, Zeile 22 *                                                  | 1-13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | C25B9/08<br>C25B9/04                    |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                         | -----<br>US 2002/189936 A1 (SHIMAMUNE TAKAYUKI [JP]) 19. Dezember 2002 (2002-12-19)<br>* Zusammenfassung; Abbildungen 3-5 *<br>* Seite 1, Absatz 0007 *<br>* Seite 2, Absatz 0022 *<br>* Seite 4, Absatz 0036 - Absatz 0038 * | 1,11-13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                         |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                         | -----<br>EP 0 072 907 A (UHDE GMBH)<br>2. März 1983 (1983-03-02)<br>* Zusammenfassung; Ansprüche 1-3; Abbildungen 1-3 *<br>* Seite 4 - Seite 5 *                                                                              | 1,11-13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                         |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                         | -----<br>US 884 653 A (GABRIEL GEORGE A [US])<br>14. April 1908 (1908-04-14)<br>* Abbildungen 3, 6-9 *<br>* Seite 2, Zeile 48 - Zeile 105 *<br>* Seite 3, Zeile 66 - Zeile 68 *                                               | 1,11-13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)<br>C25B |
| Y,D                                                                                                                                                                                                                                                                                       | -----<br>EP 1 882 758 A1 (TOAGOSEI CO LTD [JP]; KANEKA CORP [JP]; CHLORINE ENG CORP LTD [JP]) 30. Januar 2008 (2008-01-30)<br>* das ganze Dokument *                                                                          | 1-13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                         |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                         | -----<br>US 2006/042935 A1 (HOUDA HIROYOSHI [JP] ET AL) 2. März 2006 (2006-03-02)<br>* das ganze Dokument *                                                                                                                   | 1-13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                         |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                         |
| Recherchenort<br><b>München</b>                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                               | Abschlußdatum der Recherche<br><b>31. Mai 2013</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Prüfer<br><b>Cojuhovschi, Oana</b>      |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                                                                                                               | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>.....<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                         |

 1  
EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 12 19 8034

31-05-2013

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

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentedokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| US 4377455 A                                        | 22-03-1983                    | KEINE                             |                               |
| US 2002189936 A1                                    | 19-12-2002                    | KEINE                             |                               |
| EP 0072907 A                                        | 02-03-1983                    | AR 227365 A1                      | 15-10-1982                    |
|                                                     |                               | BR 8204820 A                      | 02-08-1983                    |
|                                                     |                               | DE 3132947 A1                     | 03-03-1983                    |
|                                                     |                               | EP 0072907 A1                     | 02-03-1983                    |
|                                                     |                               | IN 157309 A1                      | 01-03-1986                    |
|                                                     |                               | JP S5837183 A                     | 04-03-1983                    |
|                                                     |                               | US 4444639 A                      | 24-04-1984                    |
| US 884653 A                                         | 14-04-1908                    | KEINE                             |                               |
| EP 1882758 A1                                       | 30-01-2008                    | CN 101175871 A                    | 07-05-2008                    |
|                                                     |                               | EP 1882758 A1                     | 30-01-2008                    |
|                                                     |                               | EP 2428594 A1                     | 14-03-2012                    |
|                                                     |                               | JP 4834329 B2                     | 14-12-2011                    |
|                                                     |                               | JP 2006322018 A                   | 30-11-2006                    |
|                                                     |                               | US 2009071820 A1                  | 19-03-2009                    |
|                                                     |                               | WO 2006123716 A1                  | 23-11-2006                    |
| US 2006042935 A1                                    | 02-03-2006                    | AU 2003302453 A1                  | 18-06-2004                    |
|                                                     |                               | CN 1717507 A                      | 04-01-2006                    |
|                                                     |                               | CN 101220482 A                    | 16-07-2008                    |
|                                                     |                               | EP 1577424 A1                     | 21-09-2005                    |
|                                                     |                               | EP 2039806 A1                     | 25-03-2009                    |
|                                                     |                               | JP 4453973 B2                     | 21-04-2010                    |
|                                                     |                               | JP 5047265 B2                     | 10-10-2012                    |
|                                                     |                               | JP 2010111947 A                   | 20-05-2010                    |
|                                                     |                               | KR 20050052516 A                  | 02-06-2005                    |
|                                                     |                               | TW I255865 B                      | 01-06-2006                    |
|                                                     |                               | US 2006042935 A1                  | 02-03-2006                    |
|                                                     |                               | WO 2004048643 A1                  | 10-06-2004                    |

EPO FORM P0481

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**

- US 6117286 B **[0006]**
- EP 0872578 B1 **[0007]**
- EP 0050373 A1 **[0009]**
- EP 0124125 A1 **[0009]**
- DE 10138214 A1 **[0010]**
- US 5676808 B **[0010]**
- JP 2004300554 A **[0011]**
- JP 2003041388 A **[0012]**
- EP 1882758 A1 **[0014] [0018]**