

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

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

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



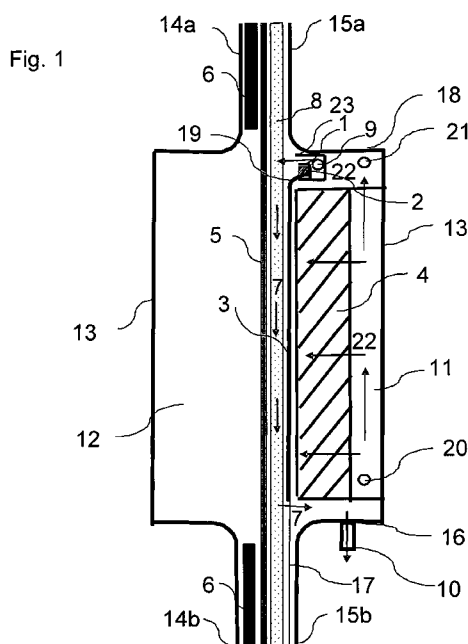
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/139741 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert (74) Gemeinsamer Vertreter: **THYSSENKRUPP UHDE GMBH**; Intellectual Property, Friedrich-Uhde-Str. 15, 44141 Dortmund (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/001533
- (22) Internationales Anmeldedatum: 7. April 2012 (07.04.2012) (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 10 2011 017 264.5 15. April 2011 (15.04.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **THYSSENKRUPP UHDE GMBH** [DE/DE]; Friedrich-Uhde-Str. 15, 44141 Dortmund (DE). **BAYER MATERIALSCIENCE AG** [DE/DE]; 51368 Leverkusen (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WOLTERING, Peter** [DE/DE]; Sandweg 18, 48485 Neukirchen (DE). **KIEFER, Randolph** [DE/DE]; Borkumer Strasse 83, 45772 Marl (DE). **WEBER, Rainer** [DE/DE]; Forststrasse 15 a, 51519 Odenthal (DE). **BULAN, Andreas** [DE/DE]; Alt Langenfeld 15, 40764 Langenfeld (DE).
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ALTERNATIVE INSTALLATION OF A GAS DIFFUSION ELECTRODE IN AN ELECTROCHEMICAL CELL HAVING PERCOLATOR TECHNOLOGY

(54) Bezeichnung : ALTERNATIVER EINBAU EINER GAS-DIFFUSIONS-ELEKTRODE IN EINE ELEKTROCHEMISCHE ZELLE MIT PERCOLATORTECHNOLOGIE



(57) Abstract: The invention relates to an electrochemical cell comprising an anode half shell (12) and a cathode half shell (11) which are separated from one another by means of a membrane (5) and having the corresponding electrodes, the anode half shell (12) and the cathode half shell (11), which each have an outer wall (13) and each have flange regions (14a, 14b, 15a, 15b) in the contact region of the two half shells, which flange regions are configured in the form of a frame, and a gas diffusion electrode (3) which consists of a liquid-permeable support which is coated with a catalyst material, where the gas diffusion electrode (3) has a region at its outer margin (17) which is not coated with catalyst and projects at the lower end of the electrochemical cell (16) in the contact region of the two half shells between the flange regions of the outer wall of the cathode half shell (15b) and the flange regions of the outer wall of the anode half shell (14b) and a porous medium (8) is arranged parallel between the gas diffusion electrode (3) and the membrane (5), and also facilities for the introduction and discharge of gas (20, 21) and electrolyte (9, 10), where a gas space (22) is separated from an electrolyte space (7) by appropriate means (23). In particular, the present invention is characterized in that profile internals (1), into which an upper margin (19) of the gas diffusion electrode (3) projects, on which a seal (2) which fixes the gas diffusion electrode (3) into the profile internals (1) is installed, are provided in the electrolyte space (7) in the cathode half shell (11), where the gas diffusion electrode (3) has a bending radius α of $< 90^\circ$ relative to the verticals of the clamped gas diffusion electrode.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Veröffentlicht:**

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Die Erfindung betrifft eine elektrochemische Zelle, umfassend eine Anoden- (12) und eine Kathodenhalbschale (11), die durch eine Membran (5) voneinander separiert werden, aufweisend die entsprechenden Elektroden, und die Anoden- (12) und die Kathodenhalbschale (11), die jeweils eine Außenwandung (13) besitzen, und die jeweils im Kontaktbereich beider Halbschalen Flanschbereiche (14a, 14b, 15a, 15b) aufweisen, welche rahmenartig ausgestaltet sind, und eine Gas-Diffusions-Elektrode (3), die aus einem Flüssigkeits-durchlässigen Träger besteht, der mit einem Katalysatormaterial beschichtet ist, wobei die Gas-Diffusions-Elektrode (3) an ihrem unteren Rand (17) einen nicht mit Katalysator beschichteten Bereich aufweist, der am unteren Ende der elektrochemischen Zelle (16) im Kontaktbereich beider Halbschalen zwischen die Flanschbereiche der Außenwandung der Kathodenhalbschale (15b) und die Flanschbereiche der Außenwandung der Anodenhalbschale (14b) ragt und ein poröses Medium (8) parallel zwischen der Gas-Diffusions-Elektrode (3) und der Membran (5) angeordnet ist, sowie Vorrichtungen zum Zu- und Abführen von Gas (20, 21) und Elektrolyt (9, 10), wobei ein Gasraum (22) von einem Elektrolytraum (7) durch entsprechende Mittel (23) abgegrenzt wird. Insbesondere zeichnet sich die vorliegende Erfindung dadurch aus, dass im Elektrolytraum (7) in der Kathodenhalbschale (11) Profileinbauten (1) vorgesehen sind, in die ein oberer Rand (19) der Gas-Diffusions- Elektrode (3) ragt, auf dem eine Dichtung (2) angebracht ist, die die Gas-Diffusions- Elektrode (3) in den Profileinbauten (1) fixiert, wobei die Gas-Diffusions-Elektrode (3) einen Biegeradius α von < 90 Grad bezogen auf die Lotrechte der gespannten Gas- Diffusions-Elektrode aufweist.

Alternativer Einbau einer Gas-Diffusions-Elektrode in eine elektrochemische Zelle mit Percolatortechnologie

5 [0001] Die vorliegende Erfindung kann in den technischen Bereich der elektrochemischen Geräte eingeordnet werden.

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft einen elektrochemischen Apparat wie er im Oberbegriff des Anspruch 1 charakterisiert ist. Hierunter wird ein Apparat verstanden, in dem eine elektrochemische Reaktion abläuft, wie beispielsweise bei 10 Elektrolyseuren, Batterien, Akkumulatoren oder Brennstoffzellen.

[0003] Zum Beispiel bei der Elektrolyse wird elektrische Energie in chemische Energie umgewandelt. Dies wird erreicht durch die Aufspaltung einer chemischen Verbindung unter Einwirkung eines elektrischen Stroms. Die als Elektrolyt eingesetzte 15 Lösung enthält positiv und negativ geladene Ionen. Als Elektrolyte kommen demzufolge hauptsächlich Säuren, Basen oder Salzlösungen zur Anwendung.

[0004] Beispielsweise bei der elektrolytischen Herstellung von Halogengasen aus wässriger Alkalihalogenidlösung – hier mit Natriumchlorid dargestellt – läuft auf Seiten 20 der Anode die nachstehende Reaktion ab:



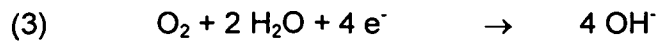
Die frei werden Alkali-Ionen gelangen zur Kathode und bilden mit den dort 25 entstehenden Hydroxidionen Alkalilauge. Außerdem wird Wasserstoff gebildet:



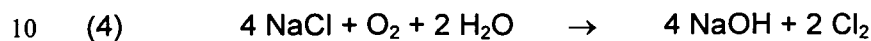
Dabei wird die entstehende Lauge vom Alkali-Halogenid, das der Anodenseite zugeführt wird, über eine Kationenaustauscher-Membran getrennt, und dadurch 30 voneinander separiert. Derartige Membranen sind Stand der Technik und kommerziell von verschiedenen Anbietern erhältlich.

[0005] Das Standardpotential an der Anode, das sich bei Ablauf von oben stehender Reaktion ausbildet, beträgt im Fall der Chlorbildung + 1,36 V, wobei das Standardpotential an der Kathode bei Ablauf von oben stehender Reaktion – 0,86 V 35 beträgt. Ein derartiges Zellendesign ist beispielsweise aus der WO98/55670 bekannt. Aus der Differenz dieser beiden Standardpotentiale resultiert ein immenser

Energieeintrag, der nötig ist, um diese Reaktionen durchzuführen. Um diesen Differenzbetrag zu minimieren, werden nun Gas-Diffusions-Elektroden (nachfolgend als GDE abgekürzt) auf der Kathodenseite eingesetzt, so dass Sauerstoff über das System eingetragen wird und dadurch bedingt an der Kathode nicht mehr Reaktion (2) 5 abläuft, sondern die nachfolgende Reaktion:



Der Sauerstoff kann hierbei als reines Gas oder über Luft eingetragen werden. Die der Chlor-Alkali-Elektrolyse mit Gas-Diffusions-Elektroden zugrundeliegende Gesamtreaktion ergibt sich daraus wie folgt:



Da das Standardpotential der Reaktion (3) bei + 0,4 V liegt, führt im Vergleich zur herkömmlichen Elektrolyse mit Wasserstoffbildung die GDE-Technik zu einer beträchtlichen Energieeinsparung.

[0006] Gas-Diffusions-Elektroden werden seit vielen Jahren in Batterien, 15 Elektrolyseuren und Brennstoffzellen eingesetzt. Der elektrochemische Umsatz findet innerhalb dieser Elektroden nur an der sogenannten Drei-Phasen-Grenze statt. Als Drei-Phasen-Grenze wird der Bereich bezeichnet, bei dem Gas, Elektrolyt und metallischer Leiter aufeinander treffen. Damit die GDE effektiv arbeitet, sollte der metallische Leiter gleichzeitig ein Katalysator für die gewünschte Reaktion sein. 20 Typische Katalysatoren in alkalischen Systemen sind Silber, Nickel, Mangandioxid, Kohlenstoff und Platin. Damit die Katalysatoren besonders wirksam sind, muss deren Oberfläche groß sein. Dies wird erreicht durch feine oder poröse Pulver mit innerer Oberfläche.

[0007] Probleme bei der Anwendung derartiger Gas-Diffusions-Elektroden, wie sie 25 beispielsweise in der US 4614575 offenbart sind, ergeben sich dadurch, dass der Elektrolyt, bedingt durch Kapillarwirkung in diese feinporigen Strukturen eindringen und diese füllen würde. Dieser Effekt hätte zur Folge, dass der Sauerstoff nicht mehr durch die Poren diffundieren könnte, wodurch die beabsichtigte Reaktion zum Stillstand käme.

30 **[0008]** Damit die Reaktion an der Drei-Phasen-Grenze effektiv ablaufen kann, muss oben genanntes Problem vermieden werden, indem die Druckverhältnisse entsprechend gewählt werden. Die Ausbildung einer Flüssigkeitssäule in einer ruhenden Flüssigkeit, wie dies in der Elektrolytlösung der Fall ist, bedingt

beispielsweise, dass der hydrostatische Druck am unteren Ende der Säule am höchsten ist, was oben beschriebenes Phänomen verstärken würde.

[0009] Dieses Problem wird wie in der einschlägigen Literatur zu finden ist, in Form von Fallfilmverdampfern gelöst. Dabei lässt man den Elektrolyten –
5 beispielsweise Natronlauge NaOH oder Kalilauge KOH - zwischen der Membran und der GDE durch ein poröses Medium laufen, womit die Ausbildung einer hydrostatischen Säule verhindert wird. Man spricht auch von Percolator-technologie.

[0010] In WO 03/42430 ist eine solche Elektrolysezelle beschrieben, die sich dieses Prinzip für die Chlor-Alkali-Elektrolyse-reaktion mit einer Sauerstoffverbrauchs-
10 reaktion zunutze macht. Der Sauerstoff ist dabei vom porösen Medium durch die Gas-Diffusions-Elektrode getrennt und wird durch eine leitfähige Stützstruktur und ein leitfähiges flexibles Federelement mit dem porösen Medium – dem Percolator – verpresst.

[0010] Ein derartiges Prinzip findet sich beispielsweise auch in der
15 DE102004018748. Hier ist eine elektrochemische Zelle beschrieben, die aus wenigstens einer Anodenhalbzelle mit einer Anode, einer Kathodenhalbzelle mit einer Kathode und einer zwischen Anodenhalbzelle und Kathodenhalbzelle angeordneten Ionenaustauschermembran besteht, wobei die Anode und/oder Kathode eine Gas-Diffusions-Elektrode ist, zwischen der Gas-Diffusions-Elektrode und der
20 Ionenaustauscher-Membran ein Spalt, ein Elektrolytzulauf oberhalb des Spalts und ein Elektrolytablauf unterhalb des Spalts sowie ein Gaseintritt und ein Gasaustritt angeordnet sind, wobei der Elektrolytzulauf mit einem Elektrolytvorlagebehälter verbunden ist und einen Überlauf aufweist.

[0011] Der Einsatz der Gas-Diffusions-Elektrode in den beschriebenen
25 Elektrolyseapparaten hat aber nicht nur die Aufgabe, die katalytische Sauerstoffverbrauchsreaktion zu ermöglichen. Die Elektrode soll darüber hinaus auch die Trennung von Elektrolyten und Gas beidseitig der GDE sicherzustellen. Dazu ist eine gas- bzw. flüssigkeitsdichte Abdichtung der Gas-Diffusions-Elektroden durch die gewählte Befestigungsmethode zwingend erforderlich, um vor allem nach
30 Elektrolyteintritt in die Zelle zu gewährleisten, dass der Elektrolyt an der Gas-Diffusions-Elektrode bestimmungsgemäß entlang geleitet wird und nicht über undichte Bereiche und damit alternative Wege zum Elektrolytauslass aus der elektrochemischen Zelle gelangt und somit für die Reaktion nicht zur Verfügung steht.

[0012] Da die Gas-Diffusions-Elektroden einem Alterungsprozeß und damit Verschleiß unterliegen, müssen diese nach einer bestimmten Betriebszeit ausgetauscht werden. Der Stand der Technik sieht vor, dass die Gas-Diffusions-Elektroden in die Kathodenhalbschalen eingeschweißt werden, was einen Austausch
5 sehr aufwendig macht.

[0013] Dies ist beispielsweise in DE 103 30 232 A1 ausgeführt. Hier wird eine elektrochemische Halbzelle beschrieben, bei der die GDE einen beschichtungsfreien Randbereich aufweist, der mit einer Haltestruktur verbunden ist, die mit einer elektrisch leitfähigen Platte versehen ist. Eine derartige Fixierung der GDE, die eine gleichzeitige
10 Abdichtung des Elektrolytraums vom Gasraum erlaubt, ist in Zusammenspiel mit einem Percolator eher nachteilig, da es zu Beschädigungen des Percolatormaterials und einer Blockade des Elektrolytflusses über den Percolator kommen kann. Außerdem ist es beim Zusammenbau dieser Art von Anordnung notwendig, dass die GDE über die gesamte Breite der elektrochemischen Zelle absolut gleichmäßig unter die elektrisch
15 leitfähige Platte 3 geschoben wird, da ansonsten die elektrische Platte den freien Flüssigkeitsquerschnitt des parallel angeordneten Percolators uneinheitlich verändert, so dass eine Gleichverteilung der Flüssigkeit nicht gewährleistet wird, die für einen Einwand-freien Betrieb der elektrochemischen Zelle erforderlich ist. Dies sicherzustellen ist bei einer solchen Anordnung sehr schwierig.

[0014] Eine alternative Befestigungsmöglichkeit der Gas-Diffusions-Elektroden ist
20 in DE 101 52 792 erläutert. Hier wird eine Methode beschrieben, eine Gas-Diffusions-Elektrode mittels eines falzartig umlaufenden Rahmen mit der Grundstruktur des Elektrolyseapparats zu verbinden. Als reines Klemmverfahren ist dieses Verfahren in bezug auf Austauschbarkeit vorteilhafter als das in DE 103 30 232 beschriebene. Da
25 aber auch in diesem Fall zur Minimierung der ohmschen Verluste die Verbindung des Rahmens mit der Grundstruktur über Schweiß- oder Lötverfahren ausgeführt ist, bleibt sowohl der Nachteil der schwierigen Austauschbarkeit als auch der Verlust an aktiver Elektrolysefläche durch den Schweißbereich bestehen.

[0015] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, eine alternative
30 Befestigungsmöglichkeit der Gas-Diffusions-Elektrode in einer elektrochemischen Zelle zu finden, die einen einfachen Ein- und Ausbau gewährleistet, die den Gasraum gegenüber dem Elektrolytraum hinreichend abdichtet und bei der eine möglichst große Elektrodenfläche aktiv zur elektrochemischen Reaktion genutzt werden kann.

[0016] Die Aufgabe wird gelöst durch eine elektrochemische Zelle, umfassend
35 eine Anoden- (12) und eine Kathodenhalbschale (11), die durch eine Membran (5)

voneinander separiert werden, aufweisend die entsprechenden Elektroden, und die Anoden- (12) und die Kathodenhalbschale (11) jeweils eine Außenwandung (13) besitzen, die jeweils im Kontaktbereich beider Halbschalen Flanschbereiche (14a, 14b, 15a, 15b) aufweisen, welche rahmenartig ausgestaltet sind, und eine Gas-Diffusions-Elektrode (3), die aus einem Flüssigkeits-durchlässigen Träger besteht, der mit einem Katalysatormaterial beschichtet ist, wobei die Gas-Diffusions-Elektrode (3) an ihrem unteren Rand (17) einen nicht mit Katalysator beschichteten Bereich aufweist, der am unteren Ende der elektrochemischen Zelle (16) im Kontaktbereich beider Halbschalen zwischen die Flanschbereiche der Außenwandung der Kathodenhalbschale (15b) und die Flanschbereiche der Außenwandung der Anodenhalbschale (14b) ragt, und ein poröses Medium (8) parallel zwischen der Gas-Diffusions-Elektrode (3) und der Membran (5) angeordnet ist, sowie Vorrichtungen zum Zu- und Abführen von Gas (20, 21) und Elektrolyt (9, 10), wobei ein Gasraum (22) von einem Elektrolytraum (7) durch entsprechende Mittel (23) abgegrenzt wird.

[0017] Insbesondere zeichnet sich die vorliegende Erfindung dadurch aus, dass im Elektrolytraum (7) in der Kathodenhalbschale (11) Profileinbauten (1) vorgesehen sind, in die ein oberer Rand (19) der Gas-Diffusions-Elektrode (3) ragt, auf dem eine Dichtung (2) angebracht ist, die die Gas-Diffusions-Elektrode (3) in den Profileinbauten (1) fixiert., wobei die Gas-Diffusions-Elektrode (3) einen Biegeradius α von < 90 Grad bezogen auf die Lotrechte der gespannten Gas-Diffusions-Elektrode aufweist.

[0018] Durch diese erfindungsgemäße Fixierung in der Elektrolysezelle, wird der Gasraum (22) vom Elektrolytraum (7) über die Biegung der Gas-Diffusions-Elektrode (3) hinreichend abgedichtet. Außerdem wird gewährleistet, dass die Profileinbauten derart ausgestaltet sind, dass sie das poröse Medium (8), das als Percolator eingesetzt wird, nicht beschädigt. Auch der einfache Membranaustausch ist gewährleistet, da auf Methoden zur Fixierung der Elektrode, wie Schweißen, die eine aufwändige Demontage erfordern, komplett verzichtet werden kann.

[0019] In vorteilhafter Ausgestaltung weist die der obere Rand (19) der Gas-Diffusions-Elektrode (3), der in die Profileinbauten (1) der Kathodenhalbschale (11) ragt, einen Biegeradius α von $55 - 75$ Grad, bezogen auf die Lotrechte der gespannten Gas-Diffusions-Elektrode, auf.

[0020] Optional ist unter dem oberen Rand (19) der Gas-Diffusions-Elektrode (3), der mittels einer Dichtung (2) in den Profileinbauten (1) fixiert wird, eine weitere Schicht vorgesehen, wobei diese weitere Schicht vorzugsweise aus demselben Material wie die Gas-Diffusionselektrode aufgebaut ist. Unter dieser Schicht ist vorteilhaft ein

weiteres Stück einer Gas-Diffusionselektrode mit oder ohne Beschichtung zu verstehen, das zur weiteren Stabilisierung und Abdichtung unter die eigentliche Gas-Diffusionselektrode geschoben wird, zu verstehen.

5 **[0021]** Erfindungsgemäß ist es möglich, dass die Profileinbauten (1) der Kathodenhalbschale (11) jedwede geometrische Ausgestaltung aufweisen, und bevorzugt eine V- oder Trapez-Form aufweisen, und besonders bevorzugt eine U-Form aufweisen.

[0022] Mit Vorteil sind die Dichtungen (2), die in den Profileinbauten (1) auf dem oberen Rand (19) der Gas-Diffusions-Elektrode (3) vorgesehen sind,
10 Hohlkammerdichtungen. In bevorzugter Ausführungsform sind diese Dichtungen (2) aus einem bis zu Temperaturen von ca. 100°C Laugen- und Sauerstoff-resistenten Material aufgebaut.

[0023] Des Weiteren beansprucht die vorliegende Erfindung Verwendungsmöglichkeiten der erfindungsgemäßen elektrochemischen Zelle. Zum
15 einen soll die elektrochemische Zelle in einem elektrochemischen Block Verwendung finden, in dem eine Vielzahl von elektrochemischen Zellen stapelförmig angeordnet werden.

[0024] Unter einem elektrochemischen Block wird ein Apparat verstanden, der aus mehreren nebeneinander in einem Stapel angeordneten und in elektrischem Kontakt
20 stehenden plattenförmigen elektrochemischen Zellen aufgebaut ist, die Einlässe und Auslässe für sämtliche benötigten und entstehenden Elektrolyte und Gase besitzt. Es handelt sich also um eine Hintereinanderschaltung mehrerer Einzelelemente, die jeweils Elektroden besitzen, die über eine geeignete Membran voneinander getrennt werden und die in ein Gehäuse zur Aufnahme dieser Einzelelemente eingepasst
25 werden. Bei der Elektrolyse ist dies beispielsweise durch die Verwendung von Elektrolyseure realisiert, in dem die Elektrolysezellen stapelförmig angeordnet sind.

[0025] Mit Vorteil wird die vorliegende elektrochemische Zelle als Batterie verwendet, in der chemische Energie durch eine elektrochemische Redoxreaktion in elektrische Energie umgewandelt wird.

30 **[0026]** Eine weitere Verwendungsmöglichkeit der elektrochemischen Zelle besteht durch den Einsatz als Brennstoffzelle, in der chemische Energie durch Zuführen eines Brennstoffes und eines Oxidationsmittels in elektrische Energie umgewandelt wird.

[0027] Nachfolgend soll anhand von Fig. 1, 2 und 3 eine Ausführungsvariante der Erfindung näher erläutert werden.

Fig. 1: Eine schematische Verfahrensskizze einer erfindungsgemäßen elektrochemischen Zelle in Gesamtansicht

5 Fig. 2: Eine schematische Verfahrensskizze des Kopfbereichs (oberen Bereichs) einer erfindungsgemäßen elektrochemischen Zelle

Fig. 3: Eine schematische Verfahrensskizze des Bodenbereichs (unteren Bereichs) einer erfindungsgemäßen elektrochemischen Zelle

10 **[0028]** Fig. 1, 2 und 3 zeigen eine erfindungsgemäße elektrochemischen Zelle, die eine Anodenhalbschale 12 und eine Kathodenhalbschale 11 umfasst, die durch eine Membran 5 separiert wird. Beide Halbschalen 11, 12 besitzen eine Außenwandung 13 und rahmenartig ausgestaltete Flanschbereiche 14a, 14b, 15a, 15b. Die Flanschbereiche der Kathodenhalbschale 15a, 15b und die Flanschbereiche der
15 Anodenhalbschale 14a, 14b bilden am oberen Ende der Elektrolysezelle 19 und am unteren Ende der Elektrolysezelle 16 Kontaktbereiche, zwischen die das Interieur, wie Membran 5, poröse Medien 8, Rahmendichtungen 6 und eventuell weitere Komponenten geklemmt werden. Durch diese Klemmung kann beispielsweise die Fixierung der Membran 5 und der porösen Medien 8 erreicht werden. Die porösen
20 Medien dienen im Betrieb der elektrochemischen Zelle als Percolator, wobei man Elektrolyt zwischen der Membran 5 und der Gas-Diffusions-Elektrode 3 vom oberen Ende der elektrochemischen Zelle 19 zum unteren Ende der elektrochemischen Zelle 16 laufen lässt, der über den Elektrolytzulauf 9 in die elektrochemische Zelle strömt. Anhand dieses Elektrolytflusses sind in dieser Beschreibung auch die Begriffe „oben“
25 bzw. Kopfbereich und „unten“ bzw. Bodenbereich definiert.

[0029] Die Gas-Diffusions-Elektrode 3 wird durch Stützelemente 4 in der Elektrolysezelle gehalten. Die Gas-Diffusions-Elektrode 3 selbst ist aus einem Flüssigkeits-durchlässigen Träger, der mit einem Katalysatormaterial beschichtet ist, aufgebaut. Dabei bildet der mit Katalysator beschichtete Bereich der Gas-Diffusions-
30 Elektrode 3 den aktiven Bereich, an dem die elektrochemische Reaktion der Kathode abläuft. Dieser aktive Bereich umfasst die gesamte Gas-Diffusions-Elektrode, bis auf einen unteren Rand 17, an dem keine elektrochemische Reaktion mehr ablaufen kann. Dieser untere Rand 17 der Gas-Diffusions-Elektrode 3 wird am unteren Ende der Elektrolysezelle 16 in den Kontaktbereich der rahmenartigen Flanschbereiche 14b und

15b beider Halbschale 11, 12 geklemmt. Fig. 3 zeigt diese Anordnung im Detail. Da der Träger des Katalysatormaterials flüssigkeitsdurchlässig ist, kann der Elektrolyt, durch den Träger zu einer Vorrichtung geleitet werden, über den der Elektrolyt die elektrochemische Zelle verläßt. Das obere Ende 19 der Gas-Diffusions-Elektrode 3 liegt in beschichteter Form vor und wird zur Befestigung in Profileinbauten geführt, in denen es über eine Dichtung 2 befestigt wird. Diese Anordnung ist detailliert in Fig. 2 gezeigt. Dabei weist die Gas-Diffusions-Elektrode 3 einen Biegeradius α von < 90 Grad auf. Diese Angabe bezieht sich auf die Lotrechte einer gespannten Gas-Diffusions-Elektrode 3, die also an ihrem oberen Ende 18 und an ihrem unteren Ende 17 in der Elektrolysezelle befestigt und eingespannt ist. Dabei wird die Gas-Diffusionselektrode 3 über eine Dichtung 2 in den Profileinbauten 1, die sich im Elektrolytraum 7 befinden, gespannt. Der Elektrolytraum 7 wird durch Mittel zur Abgrenzung von Elektrolytraum und Gasraum 23 gebildet. Die jederzeit demontierbare Fixierung der Gas-Diffusionselektrode 3 in den Profileinbauten 1 erlaubt über die Biegung der Gas-Diffusionselektroden 3 auch die hinreichende Abdichtung des Elektrolytraums 7 vom Gasraum 22 im Kopfbereich der elektrochemischen Zelle.

[0030] Vorteile, die sich aus der Erfindung ergeben:

- einfacher Ein- und Ausbau der Gas-Diffusions-Elektrode
- hinreichende Abdichtung des Gasraums gegenüber dem Elektrolytraum durch die erfindungsgemäße Befestigung der Gas-Diffusions-Elektrode gewährleistet
- große aktive Elektrodenoberfläche steht zur Verfügung, die für die elektrochemische Reaktion genutzt werden kann

[0031] Bezugszeichenliste

1	Profileinbauten
2	Dichtung
3	Gas-Diffusions-Elektrode
4	Stützsystem
5	Membran
6	Rahmendichtung

7	Elektrolytraum
8	poröses Medium
9	Vorrichtung für Elektrolytzulauf
10	Vorrichtung für Elektrolytablauf
11	Kathodenhalbschale
12	Anodenhalbschale
13	Außenwandung
14a, b	Flanschbereich der Anodenhalbschale
15a, b	Flanschbereich der Kathodenhalbschale
16	unteres Ende der elektrochemischen Zelle
17	unterer Rand der Gas-Diffusions-Elektrode
18	oberes Ende der elektrochemischen Zelle
19	oberer Rand der Gas-Diffusions-Elektrode
20	Vorrichtung für Gaszufuhr
21	Vorrichtung für Gasabfuhr
22	Gasraum
23	Mittel zur Abgrenzung von Elektrolytraum und Gasraum

Ansprüche

1. Elektrochemische Zelle, umfassend

- eine Anoden- (12) und eine Kathodenhalbschale (11), die durch eine Membran (5) voneinander separiert werden, aufweisend die entsprechenden Elektroden,
- die Anoden- (12) und die Kathodenhalbschale (11), die jeweils eine Außenwandung (13) besitzen, und die jeweils im Kontaktbereich beider Halbschalen Flanschbereiche (14a, 14b, 15a, 15b) aufweisen, welche rahmenartig ausgestaltet sind,
- eine Gas-Diffusions-Elektrode (3), die aus einem Flüssigkeits-durchlässigen Träger besteht, der mit einem Katalysatormaterial beschichtet ist, wobei die Gas-Diffusions-Elektrode (3) an ihrem unteren Rand (17) einen nicht mit Katalysator beschichteten Bereich aufweist, der am unteren Ende der elektrochemischen Zelle (16) im Kontaktbereich beider Halbschalen zwischen die Flanschbereiche der Außenwandung der Kathodenhalbschale (15b) und die Flanschbereiche der Außenwandung der Anodenhalbschale (14b) ragt und ein poröses Medium (8) parallel zwischen der Gas-Diffusions-Elektrode (3) und der Membran (5) angeordnet ist,
- Vorrichtungen zum Zu- und Abführen von Gas (20, 21) und Elektrolyt (9, 10), wobei ein Gasraum (22) von einem Elektrolytraum (7) durch entsprechende Mittel (23) abgegrenzt wird,

dadurch gekennzeichnet, dass

im Elektrolytraum (7) in der Kathodenhalbschale (11) Profileinbauten (1) vorgesehen sind, in die ein oberer Rand (19) der Gas-Diffusions-Elektrode (3) ragt, auf dem eine Dichtung (2) angebracht ist, die die Gas-Diffusions-Elektrode (3) in den Profileinbauten (1) fixiert, wobei die Gas-Diffusions-Elektrode (3) einen Biegeradius α von < 90 Grad bezogen auf die Lotrechte der gespannten Gas-Diffusions-Elektrode aufweist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der obere Rand (19) der Gas-Diffusions-Elektrode (3), der in die Profileinbauten (1) der Kathodenhalbschale (11) ragt, einen Biegeradius α von $55 - 75$ Grad, bezogen auf die Lotrechte der gespannte Gas-Diffusions-Elektrode, aufweist.

3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** unter dem oberen Rand (19) der Gas-Diffusions-Elektrode (3), der mittels einer Dichtung (2) in den Profileinbauten (1) fixiert wird, eine weitere Schicht vorgesehen

ist, wobei diese weitere Schicht vorzugsweise aus demselben Material wie die Gas-Diffusionselektrode aufgebaut ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Profileinbauten (1) der Kathodenhalbschale (11) jedwede geometrische Ausgestaltung aufweisen, und bevorzugt eine V- oder Trapez-Form aufweisen, und besonders bevorzugt eine U-Form aufweisen.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtungen (2), die in den Profileinbauten (1) auf dem oberen Rand (19) der Gas-Diffusions-Elektrode (3) vorgesehen sind, Hohlkammerdichtungen sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtungen (2) aus einem bis zu Temperaturen von ca. 100°C Laugen- und Sauerstoff-resistenten Material aufgebaut sind.
7. Verwendung der elektrochemischen Zelle nach Anspruch 1 als Elektrolysezelle in einem Elektrolyseur, in dem eine Vielzahl von Elektrolysezellen stapelförmig angeordnet werden.
8. Verwendung der elektrochemischen Zelle nach Anspruch 1 als Batterie, in der chemische Energie durch eine elektrochemische Redoxreaktion in elektrische Energie umgewandelt wird.
9. Verwendung der elektrochemischen Zelle nach Anspruch 1 als Brennstoffzelle, in der chemische Energie durch Zuführen eines Brennstoffes und eines Oxidationsmittels in elektrische Energie umgewandelt wird.

Fig. 1

