

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 51051/2021
(22) Anmeldetag: 30.12.2021
(43) Veröffentlicht am: 15.03.2023

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

(56) Entgegenhaltungen:
DE 3913143 A1
JP S63304093 A
US 2009134041 A1
US 2010181190 A1
US 2020255757 A1
KR 20060062306 A
Gerät Gas mixer; erhalten aus Internet: www.gas-
mixer.de; Beschreibung und Foto; erhalten am
02.05.2022

(71) Patentanmelder:
Key Energy Anlagenbau GmbH
2630 Temitz (AT)

(72) Erfinder:
Baueregger Otto
2640 Prigglitz (AT)
Baumgarten Günther
7000 Eisenstadt (AT)

(74) Vertreter:
Babeluk Michael Dipl.-Ing. Mag.
1080 Wien (AT)

(54) **VERFAHREN ZUR ELEKTROLYTISCHEN BEREITSTELLUNG EINES SAUERSTOFFHALTIGEN UND WASSERSTOFFHALTIGEN GASGEMISCHES**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur elektrolytischen Bereitstellung eines sauerstoffhaltigen und wasserstoffhaltigem Gasgemisches, wobei Strom über Elektroden (11, 12) in ein flüssiges Elektrolysemedium (3) eingeleitet wird und so Sauerstoffgas und Wasserstoffgas erzeugt wird, das aus dem Elektrolysemedium (3) in zumindest teilweise vermischter Form als Elektrolysegas austritt, dadurch gekennzeichnet, dass unmittelbar nach dem Austritt das Elektrolysegas mit einem Zusatzgas, welches niedere Kohlenwasserstoffe umfasst, zu einem Gasgemisch vermischt wird.

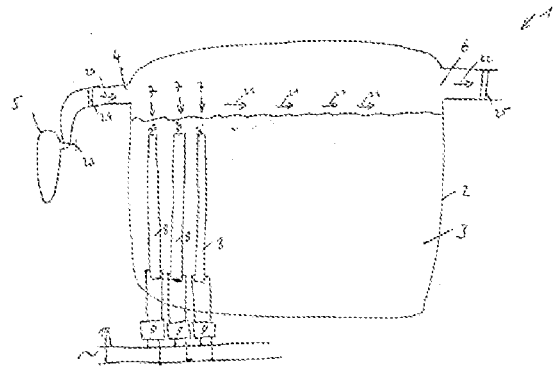


Fig. 1

Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur elektrolytischen Bereitstellung eines sauerstoffhaltigen und wasserstoffhaltigem Gasgemisches, wobei Strom über Elektroden (11, 12) in ein flüssiges Elektrolysemedium (3) eingeleitet wird und so Sauerstoffgas und Wasserstoffgas erzeugt wird, das aus dem Elektrolysemedium (3) in zumindest teilweise vermischter Form als Elektrolysegas austritt, dadurch gekennzeichnet, dass unmittelbar nach dem Austritt das Elektrolysegas mit einem Zusatzgas, welches niedere Kohlenwasserstoffe umfasst, zu einem Gasgemisch vermischt wird.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur elektrolytischen Bereitstellung eines sauerstoffhaltigen und wasserstoffhaltigen Gasgemisches, wobei Strom über Elektroden in ein flüssiges Elektrolysemedium eingeleitet wird und so Sauerstoffgas und Wasserstoffgas erzeugt wird, das aus dem Elektrolysemedium in zumindest teilweise vermischter Form als Elektrolysegas austritt.

Es betrifft auch eine Elektrolysevorrichtung zur elektrolytischen Herstellung eines sauerstoffhaltigen und wasserstoffhaltigen Gasgemisches wobei die Elektrolysevorrichtung zumindest einen Behälter zur Aufnahme von Elektrolysemedium aufweist und darin angeordnete Elektroden zur Einleitung von Strom in das Elektrolysemedium aufweist.

Bei einer Wasserelektrolyse wird Wasser aus einem flüssigen Elektrolysemedium durch Einleitung von Strom in Wasserstoffgas und Sauerstoffgas umgewandelt. Diese Gase steigen beim Entstehen von den Elektroden auf. Bei Vermischen von Wasserstoff und Sauerstoff entsteht Knallgas, auch HHO oder Brownsches Gas, in weiterer Folge Elektrolysegas genannt. Dieses Gas kann gut als Brennstoff verwendet werden, ist jedoch hoch explosiv und entflammbar und stellt daher ein Sicherheitsrisiko dar. Daher werden oft das Wasserstoffgas und Sauerstoffgas direkt nach der Entstehung getrennt, um eine Vermischung zu vermeiden. Jedoch sind dafür komplexere Aufbauten notwendig und gegebenenfalls kann eine teilweise Durchmischung nicht vollständig verhindert werden.

Aufgabe der Erfindung ist dem entsprechend, die Sicherheit der Elektrolyse bzw. der Elektrolysevorrichtung zu erhöhen und trotzdem ein gut verwertbares Gasgemisch bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass unmittelbar nach dem Austritt das Elektrolysegas mit einem Zusatzgas, welches niedere Kohlenwasserstoffe umfasst, zu einem Gasgemisch vermischt wird.

Sie wird auch dadurch gelöst, dass zumindest ein Einlass des Behälters mit einer Zusatzgasquelle zur Versorgung des Behälters mit einem niederen Kohlenwasserstoffe umfassenden Zusatzgas verbunden ist.

Durch die unmittelbare Mischung des Elektrolysegases mit dem Zusatzgas wird erreicht, dass der Anteil an Sauerstoff im Gasgemisch reduziert wird. Dadurch wird das Explosionsrisiko stark gesenkt und ein einfaches Hantieren mit dem Gas ist möglich. Durch die Kohlenwasserstoffe wird sichergestellt, dass das resultierende Gasgemisch trotzdem noch brennbar ist und gut als Brennstoff verwendet werden kann.

Unter unmittelbar nach dem Austritt ist damit gemeint, dass die Durchmischung mit dem Zusatzgas im Bereich der Flüssigkeitsoberfläche des Elektrolysemediums erfolgt, also im Gasraum oberhalb des Elektrolysemediums. Es sollen also lange Transportwege des reinen Elektrolysegases vermieden werden, um das Explosionsrisiko möglichst zu senken. Vorzugsweise sollte die Durchmischung spätestens in einer Entfernung von 1 Meter von der Flüssigkeitsoberfläche, besonders vorzugsweise spätestens in einer Entfernung von 50 Zentimetern von der Flüssigkeitsoberfläche, beginnen.

Vorzugsweise tritt das Elektrolysegase - und natürlich auch das gegebenenfalls vorhandene noch unvermischte Sauerstoffgas und Wasserstoffgas – aus der Flüssigkeitsoberfläche in eine Gaskammer ein, in der die Durchmischung mit dem Zusatzgas erfolgt. So wird verhindert, dass ein weiterer Transport des unvermischten und damit explosionsfähigen Knallgases notwendig wird. Dem entsprechend kann vorgesehen sein, dass Behälter eine Gaskammer aufweist, die bei betriebsmäßiger, bestimmungsgemäßer Füllung des Behälters mit Elektrolysemedium an eine Flüssigkeitsoberfläche des Elektrolysemediums grenzt, und dass der Auslass an der Gaskammer angeordnet ist. Der Einlass kann ebenso an der Gaskammer angeordnet sein. Er kann auch bei betriebsmäßiger, bestimmungsgemäßer Füllung des Behälters unterhalb des Flüssigkeitsspiegels liegen.

Dabei kann auch vorgesehen sein, dass die Durchmischung mit dem Zusatzgas bereits vor dem Austritt aus dem Elektrolysemedium beginnt. Dies kann beispielsweise erreicht werden, indem das Zusatzgas in das Elektrolysemedium eingeleitet wird.

Das Zusatzgas ist vorzugsweise bereits selbst brennbar. Dabei ist mit Brennbarkeit gemeint, dass das betreffende Gas bei geeigneter Sauerstoffzufuhr nach geeigneter Entflammung weiterbrennen kann, ohne dass zusätzliche Brennstoffe notwendig

sind. Alternativ kann auch vorgesehen sein, dass das Zusatzgas für sich alleine nicht brennbar ist, dass aus dem erfindungsgemäßen Verfahren erhaltene Gasgemisch jedoch schon brennbar ist.

Unter niederen Kohlenwasserstoffen werden Kohlenwasserstoffverbindungen, vorzugsweise nichtzyklische Kohlenwasserstoffverbindungen, besonders vorzugsweise Alkane, verstanden, welche nicht mehr als 7 Kohlenstoffatome aufweisen. Also fallen beispielsweise Methan, Ethan, Propan, Butan oder Pentan usw. darunter. Dabei können auch zyklische Kohlenwasserstoffe und/oder solche mit Doppelbindungen, beispielsweise Alkene oder Alkine, unter diese Gruppe fallen.

Das Zusatzgas besteht vorzugsweise zumindest überwiegend aus niederen Kohlenwasserstoffen und besonders vorzugsweise zu zumindest 80 Vol.-% aus niederen Kohlenwasserstoffen. Es kann sich dabei um ein Gemisch aus niederen Kohlenwasserstoffen handeln, beispielsweise um Erdgas, oder um reine niedere Kohlenwasserstoffe wie Methan, Propan oder Butan.

Unter Volumprozent oder Vol.-% wird der prozentuelle Volumenanteil eines Teils eines Gemisches vom Gesamtvolumen des Gemisches verstanden. Es handelt sich also um % v/v.

Es kann vorgesehen sein, dass die Gase derart miteinander vermischt werden, dass das resultierende Gasgemisch einen Sauerstoffanteil von maximal 15 Vol.-%, vorzugsweise maximal 12 Vol.-%, besonders vorzugsweise maximal 10 Vol.-%, und ganz besonders vorzugsweise maximal 5% aufweist. So kann sichergestellt werden, dass das Gasgemisch nicht explosionsfähig ist und sicher in der Handhabung ist. Denn der Sauerstoffgehalt bestimmt maßgeblich, wie groß das Explosions- oder Entzündungsrisiko ist.

In diesem Sinne kann auch vorteilhaft sein, wenn vorgesehen ist, dass das resultierende Gasgemisch einen Sauerstoffanteil von mindestens 2 Vol.-%, vorzugsweise zumindest 3 Vol.-% aufweist. Besonders vorzugsweise liegt der Sauerstoffanteil des resultierenden Gasgemisches zwischen 3 Vol.-% und 5 Vol.-%.

Weiters kann vorteilhaft sein, wenn die Gase derart miteinander vermischt werden, dass das resultierende Gasgemisch einen Anteil an niederen Kohlenwasserstoffen

von maximal 95 Vol.-%, vorzugsweise maximal 90 Vol.-%, besonders vorzugsweise maximal 85 Vol %, und ganz besonders vorzugsweise maximal 80% aufweist.

Besonders vorteilhaft ist, wenn das Zusatzgas an dem Flüssigkeitsspiegel des Elektrolysemediums entlanggeführt wird. Dies bedingt, dass das Elektrolysegas und eventuell noch reines Sauerstoff- und/oder Wasserstoffgas direkt nachdem es aus der Flüssigkeit austritt mit dem Zusatzgas vermischt wird. Indem das Zusatzgas entlang der Oberfläche vorbeigeführt wird, wird eine besonders gute Mischung erreicht.

In diesem Sinne ist vorteilhaft, wenn die Elektrolyse in zumindest einem Behälter, auch Elektrolysebehälter erfolgt, in dem das Elektrolysemedium angeordnet ist und dass das Zusatzgas in ein Gaskompartiment oberhalb des Flüssigkeitsspiegels des Elektrolysemediums eingebracht wird. So kann die Durchmischung direkt bei Austritt erfolgen.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Elektrolyse in einem im Wesentlichen gasdichten Behälter erfolgt und dass Zusatzgas über zumindest einen Einlass in den Behälter eingeführt wird und das Gasgemisch über zumindest einen Auslass ausgeführt wird und dass vorzugsweise zumindest ein Einlass und zumindest ein Auslass an im Wesentlichen gegenüberliegenden Seiten des Behälters angeordnet sind. Insbesondere bei gegenüberliegender Anordnung kann eine ausreichende Durchmischung erfolgen, ohne, dass zusätzliche Durchmischungseinrichtungen wie Ventilatoren, Düsen oder Strömungshindernisse vorgesehen werden. Durch die gegenüberliegende Anordnung wird erreicht, dass das Zusatzgas an einer Seite einströmt, an der Flüssigkeitsoberfläche entlang, und über den Auslass wieder ausströmt, wobei durch das Passieren der Flüssigkeitsoberfläche die Durchmischung mit dem Elektrolysegas automatisch erfolgt. Dies gilt auch sinngemäß, wenn vorgesehen ist, dass der Behälter zumindest einen Auslass zum Abführen des Gasgemisches aufweist und dass vorzugsweise zumindest ein Auslass und zumindest ein Einlass auf gegenüberliegenden Seiten des Behälters angeordnet sind. Dabei ist wichtig, dass sie in der Ebene der Flüssigkeitsoberfläche des Elektrolysemediums gegenüberliegend angeordnet sind, damit die Strömung entlang der Oberfläche erfolgt.

Es kann vorgesehen sein, dass der Sauerstoffgehalt und/oder der Wasserstoffgehalt des Gasgemisches und/oder der Gasfluss des Zusatzgases vor der Vermischung und/oder der Gasfluss des resultierenden Gasgemisches gemessen wird und die Menge an zugeführten Zusatzgas und/oder eine zur Elektrolyse verwendete Stromleistung abhängig von den gemessenen Werten geregelt wird. Dies erhöht die Sicherheit, da so das Risiko der Entstehung eines explosiven Gasgemisches verhindert werden kann. Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass die Elektrolyse verlangsamt oder abgeschaltet wird, wenn die einfließende Menge an Zusatzgas einen Grenzwert unterschreitet.

Vorzugsweise wird die Menge an Zusatzgas erhöht, wenn die gemessene Konzentration an Sauerstoff und/oder Wasserstoff zu hoch ist. Beispielsweise kann dies durch einen oberen Grenzwert geschehen. Weiters kann vorgesehen sein, dass die Menge an Zusatzgas verringert wird, wenn die gemessene Konzentration an Sauerstoff und/oder Wasserstoff oder die gemessene Flussmenge des Gasgemisches zu niedrig ist. Beispielsweise kann dies durch einen unteren Grenzwert geschehen. Selbstverständlich kann auch vorgesehen sein, dass die Menge an Zusatzgas im Gasgemisch gemessen wird, die Menge an zugeführten Zusatzgas abhängig von den gemessenen Werten geregelt wird. Das eben ausgeführte gilt dann auch sinngemäß.

Es kann vorgesehen sein, dass die Elektrolysevorrichtung in einem Gaskompartiment oberhalb des Elektrolysemediums, im Bereich des Auslasses und/oder stromabwärts des Auslasses zumindest einen Sauerstoffsensor und/oder zumindest einen Wasserstoffsensor aufweist und/oder dass die Elektrolysevorrichtung im Bereich des Auslasses und/oder stromabwärts des Auslasses und/oder im Bereich des Einlasses und/oder stromaufwärts des Einlasses zumindest einen Durchflussmesser zur Messung der einströmenden und/oder ausströmenden Menge an Gas aufweist. In diesem Sinne ist besonders vorteilhaft, wenn eine Regeleinrichtung zur Regelung der in den Behälter einströmenden Zusatzgasmenge vorgesehen ist, welche mit dem Sauerstoffsensor und/oder Wasserstoffsensor und/oder zumindest einem Durchflussmesser verbunden ist und dazu eingerichtet ist, die Menge an Zusatzgas abhängig von den gemessenen Werten des dem Sauerstoffsensors und/oder Wasserstoffsensors und/oder dem gemessenen Gasfluss zu regeln. Die Ausführungen der letzten zwei Absätze gelten hier ebenso sinngemäß.

Bei der Flussmessung handelt es sich in der Regel um die Messung des transportierten Gasvolumens pro Zeiteinheit.

Zusätzlich kann vorgesehen sein, dass die Elektrolyse bei Überschreiten einer Grenztemperatur des Elektrolysemediums und/oder des Gasgemisches abgeschaltet wird. Dies vermindert das Risiko von Selbstentzündungen durch zu hohe Betriebstemperaturen. In diesem Sinne kann vorgesehen sein, dass zumindest ein Temperatursensor zur Messung der Temperatur des Elektrolysemediums und/oder des Gasgemisches vorgesehen ist, und dass der Temperatursensor dazu eingerichtet ist, die Elektrolyse bei Überschreiten einer Grenztemperatur zu beenden, beispielsweise bei 50 °C.

Weiters ist eine effiziente Elektrolyse möglich, wenn vorgesehen ist, dass das Elektrolysemedium Wasser umfasst und dass das Elektrolysemedium zumindest eine Lauge, und/oder zumindest eine Säure und/oder zumindest ein Salz umfasst, vorzugsweise Schwefelsäure und/oder Kalilauge und/oder Natriumsulfat.

Für eine möglichst effiziente Elektrolyse kann vorgesehen sein, dass mehrere, vorzugsweise zumindest 10, besonders vorzugsweise 12 Elektrolyseeinheiten im Behälter angeordnet sind und die Elektrolyseeinheiten elektrisch parallel zueinander geschaltet sind, dass jede Elektrolyseeinheit zumindest eine Katode und zumindest eine Anode aufweist, die jeweils gemeinsam in einem Gehäuse angeordnet sind und dass die Elektrolyseeinheiten vorzugsweise unabhängig voneinander steuerbar sind.

Mit unabhängiger Steuerbarkeit ist dabei gemeint, dass die eingeleitete Strommenge in die Elektrolyseeinheiten unabhängig von den anderen Einheiten stufenlos oder abgestuft einstellbar oder zumindest ein- und ausschaltbar ist.

Weiters ist vorteilhaft, wenn zumindest eine Elektrolyseeinheit einen Gleichrichter zum Gleichrichten einer Versorgungswechselspannung der Elektrolyseeinheit aufweist und dass vorzugsweise alle Elektrolyseeinheiten jeweils einen Gleichrichter aufweisen. Die Gleichrichter werden dabei mit einer Wechselspannung versorgt und stellen den Elektroden Gleichstrom zur Verfügung.

Wenn vorgesehen ist, dass das Gehäuse zumindest einer, vorzugsweise aller Elektrolyseeinheiten an einer der Oberfläche des Elektrolysemediums zugewandten Seite zumindest ein, vorzugsweise zwei Öffnungen aufweist, und an einer der

Oberfläche des Elektrolysemediums abgewandten Seite zumindest eine Öffnung aufweist, kann das entstehende Elektrolysegas über die zumindest eine obere Öffnung austreten und frisches Elektrolysemedium kann über die zumindest eine untere Öffnung einfließen und eine gleichmäßige Strömung erreicht werden.

Um die Elektrolyse besonders effizient zu gestalten kann vorgesehen sein, dass zwischen zumindest einer Katode und zumindest einer Anode der Elektrolysevorrichtung zumindest eine, vorzugsweise 9, elektrisch leitfähige Platten angeordnet sind, welche untereinander und/oder von der Katoden und/oder von der Anoden nur über das Elektrolysemedium elektrisch miteinander verbunden sind und dass diese Katode vorzugsweise als Katodenplatte und diese Anode als Anodenplatte ausgeführt sind. Vorzugsweise sind die Katodenplatte, die Anodenplatte und/oder die elektrisch leitfähigen Platten aus einem Metall oder einer Legierung, besonders vorzugsweise aus einem Stahl wie Nirosta Stahl. Falls mehrere Elektrolyseeinheiten vorgesehen sind, so ist vorzugsweise vorgesehen, dass jede Elektrolyseeinheit je zumindest eine Katodenplatte und eine Anodenplatte aufweist. Untersuchungen der Erfinder haben ergeben, dass eine solche Ausführung besonders vorteilhaft und effizient ist.

Die Katodenplatte und Anodenplatte sind dabei elektrisch leitende Platten, welche mit elektrischen Versorgungsleitungen verbunden sind und so mit Strom versorgt werden, um die Elektrolyse durchzuführen, sie dienen also als Elektroden oder sind ein Teil der Elektroden. Sie sind zumindest teilweise im Elektrolysemedium angeordnet.

In der Folge wird die Erfindung anhand nicht einschränkender Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Elektrolysevorrichtung in einem Schnitt;

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Elektrolyseeinheit der Ausführungsform in einer perspektivischen Ansicht;

Fig. 3 einen Ausschnitt der Elektrolyseeinheit aus Fig. 2 in einem schematischen Schnitt.

Die in Figur 1 gezeigte Ausführungsform einer Elektrolysevorrichtung 1 weist einen im Wesentlichen dichten Behälter 2 auf, in dem flüssiges Elektrolysemedium 3 angeordnet ist. Dabei kann über einen nicht gezeigten Einlass Elektrolysemedium 3 nachgefüllt werden. Der Behälter 2 weist oberhalb der Flüssigkeitsoberfläche in einem Gaskompartiment, also einer Gaskammer, einen Einlass 4 auf, welcher über eine Rohrleitung mit einer Zusatzgasquelle 5, in diesem Fall ein Erdgastank, verbunden ist. An der dem Einlass 4 gegenüberliegenden Seite des Behälters 2 weist dieser einen Auslass 6 auf, welcher oberhalb der Flüssigkeitsoberfläche angeordnet ist und über den Gas aus dem Behälter über Rohrleitungen abgeleitet werden kann, beispielsweise zu einer Verbrennungseinrichtung oder zu einem Sammelbehälter.

Im Behälter 2 sind mehrere Elektrolyseeinheiten 7 nebeneinander aufrecht angeordnet, wobei in Figur 1 nur beispielhaft drei dargestellt sind. Jede Elektrolyseeinheit 7 weist ein Gehäuse 8 sowie einen außerhalb des Gehäuses 8 angeordneten Gleichrichter 9 auf, wobei jeder Gleichrichter 9 seine Elektrolyseeinheit mit Gleichstrom versorgt. Dazu sind die Gleichrichter 9 parallel an eine Wechselversorgungsspannungsleitung 10 angeschlossen.

Die Elektrolyseeinheiten 7 sind so im Behälter 2 angeordnet, dass deren plattenförmigen Elektroden 11, 12 aufrecht im Behälter stehen, womit das Ableiten des Gases vereinfacht wird und Platz gespart wird.

Während des Betriebs wird Zusatzgas aus der Zusatzgasquelle 5 in den Gasraum des Behälters 2 geleitet (Pfeil 20). Die Gleichrichter 9 stellen den Elektroden 11, 12 Gleichstrom zur Verfügung, wodurch an diesen Wasser des Elektrolysemediums 3 zu Sauerstoffgas und Wasserstoffgas umgewandelt wird. Dieses steigt im Elektrolysemedium 3 in Richtung Flüssigkeitsoberfläche auf und vermischt sich dabei zumindest teilweise zu Elektrolysegas. Das Zusatzgas strömt über den Einlass 4 ein und strömt in Richtung des Auslasses 6, wodurch es durch die gegenüberliegende Anordnung direkt am Flüssigkeitsspiegel entlang geführt wird (Pfeile 21). Dadurch vermischt es sich mit dem Elektrolysegas und noch unvermishten Sauerstoff- und Wasserstoffgas. Das so entstehende Gasgemisch wird dann über den Auslass 6 abgeführt (Pfeil 22).

Der Einlass 4 und der Auslass 6 weisen jeweils im Bereich des Behälters 2 Durchflussmesser 24, 25 auf, über die der Gasdurchfluss durch Einlass 4 und

Auslass 6 entlang der Rohrleitungen gemessen wird. Über Vergleich der beiden Werte kann auf den Anteil an Elektrolysegas und damit an Sauerstoff und Wasserstoff im Gasgemisch geschlossen werden. Eine Regeleinrichtung (nicht dargestellt), welche mit den Durchflussmessern 24, 25, einem Steuerventil 23 der Zusatzgasquelle 5 und den Gleichrichtern 9 verbunden ist, regelt den Anteil an Elektrolysegas und damit an Sauerstoffgas im Gasgemisch. Dazu kann vorgesehen sein, dass sie die Strommenge für die Elektrolyse drosselt, wenn der Anteil an Zusatzgas und damit Sauerstoff zu groß wird und/oder dass sie die Zusatzgasmenge erhöht, die aus der Zusatzgasquelle 5 abgeleitet wird.

Figur 2 zeigt das Gehäuse 8 einer Elektrolyseeinheit 7 im Detail, in dieser Ausführung ist es aus Glasfaserkunststoff. Dabei weist dieses Gehäuse 8 an einer Oberseite, also der der Flüssigkeitsoberfläche zugewandten Seite, zwei Öffnungen 8a auf, über die Elektrolysegas, das während der Elektrolyse entsteht, entweichen kann. An der gegenüberliegenden Seite, der Unterseite, also der der Flüssigkeitsoberfläche abgewandten Seite, ist eine Öffnung 8b angeordnet, über welche Elektrolyseflüssigkeit 3 in das Gehäuse 8 einfließen kann. Das Gehäuse 8 ist im Wesentlichen flach ausgeführt, damit es platzsparend große Platten aufnehmen kann und mehrere Gehäuse 8 nebeneinander im Behälter 2 Platz finden.

In Figur 3 wird ein Teil des Inneren eines Gehäuses 8 einer Elektrolyseeinheit 7 gezeigt. Dabei wird sichtbar, dass die positive und negative Versorgungsleitung, die den Gleichstrom für die Elektrolyse zu den Elektroden 11, 12 leiten, an zwei gegenüberliegenden Flächenseiten des Gehäuses 8 in dieses eingeleitet werden. Im Inneren des Gehäuses 8 sind insgesamt elf Metallplatten voneinander beabstandet, gestapelt angeordnet, wobei hier nur beispielhaft die ersten drei einer Seite und die letzte auf der anderen Seite dargestellt sind. Die Platten sind alle im Wesentlichen gleich groß und an die Form des Gehäuses angepasst, wobei sie voneinander elektrisch isoliert über Kunststoffhalterungen 14 gehalten werden. Oberhalb und unterhalb der Platten 11, 12, 13 sind Räume vorgesehen, über die Elektrolysemedium 3 zwischen die Platten 11, 12, 13 eindringen kann und diese elektrisch miteinander verbindet.

Die jeweils äußersten Platten 11, 12 des Stapels sind mit jeweils einer Versorgungsleitung des Gleichrichters 9 über Verbindungsglieder 14 elektrisch verbunden, womit diese als Elektroden 11, 12 wirken. Die mit dem negativen Pol

verbundene wirkt als Katodenplatte 11 und die mit dem positiven Pol verbundene wirkt als Anodenplatte 12. Die übrigen Platten 13 dazwischen sind nur über das Elektrolysemedium 3 elektrisch mit den Polen verbunden.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Verfahren zur elektrolytischen Bereitstellung eines sauerstoffhaltigen und wasserstoffhaltigen Gasmisches, wobei Strom über Elektroden (11, 12) in ein flüssiges Elektrolysemedium (3) eingeleitet wird und so Sauerstoffgas und Wasserstoffgas erzeugt wird, das aus dem Elektrolysemedium (3) in zumindest teilweise vermischter Form als Elektrolysegas austritt, dadurch gekennzeichnet, dass unmittelbar nach dem Austritt das Elektrolysegas mit einem Zusatzgas, welches niedere Kohlenwasserstoffe umfasst, zu einem Gasmisch vermischt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Gase derart miteinander vermischt werden, dass das resultierende Gasmisch einen Sauerstoffanteil von maximal 15 Vol.-%, vorzugsweise maximal 12 Vol.-%, besonders vorzugsweise maximal 10 Vol.-%, und ganz besonders vorzugsweise maximal 5% aufweist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Gase derart miteinander vermischt werden, dass das resultierende Gasmisch einen Anteil an niederen Kohlenwasserstoffen von maximal 95 Vol.-%, vorzugsweise maximal 90 Vol.-%, besonders vorzugsweise maximal 85 Vol.-%, und ganz besonders vorzugsweise maximal 80 Vol.-% aufweist.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Zusatzgas an dem Flüssigkeitsspiegel des Elektrolysemediums (3) entlanggeführt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrolyse in zumindest einem Behälter (2) erfolgt, in dem das Elektrolysemedium (3) angeordnet ist und dass das Zusatzgas in ein Gaskompartiment oberhalb des Flüssigkeitsspiegels des Elektrolysemediums (3) eingebracht wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrolyse in einem im Wesentlichen gasdichten Behälter (2) erfolgt und dass Zusatzgas über zumindest einen Einlass (4) in den Behälter (2) eingeführt wird und das Gasmisch über zumindest einen Auslass (6)

ausgeführt wird und dass vorzugsweise zumindest ein Einlass und zumindest ein Auslass (6) an im Wesentlichen gegenüberliegenden Seiten des Behälters (2) angeordnet sind.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Sauerstoffgehalt und/oder der Wasserstoffgehalt des Gasgemisches und/oder der Gasfluss des Zusatzgases vor der Vermischung und/oder der Gasfluss des Gasgemisches gemessen wird und die Menge an zugeführten Zusatzgas und/oder eine zur Elektrolyse verwendete Stromleistung abhängig von den gemessenen Werten geregelt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Elektrolysemedium (3) Wasser umfasst und dass das Elektrolysemedium (3) zumindest eine Lauge, und/oder zumindest eine Säure und/oder zumindest ein Salz umfasst, vorzugsweise Schwefelsäure und/oder Kalilauge und/oder Natriumsulfat.
9. Elektrolysevorrichtung (1) zur elektrolytischen Herstellung eines sauerstoffhaltigen und wasserstoffhaltigen Gasgemisches wobei die Elektrolysevorrichtung (1) zumindest einen Behälter (2) zur Aufnahme von Elektrolysemedium (3) aufweist und darin angeordnete Elektroden (11,12) zur Einleitung von Strom in das Elektrolysemedium (3) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Einlass (4) des Behälters (2) mit einer Zusatzgasquelle (5) zur Versorgung des Behälters (2) mit einem niedere Kohlenwasserstoffe umfassenden Zusatzgas verbunden ist.
10. Elektrolysevorrichtung (1) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Behälter (2) zumindest einen Auslass (6) zum Abführen des Gasgemisches aufweist und dass vorzugsweise zumindest ein Auslass (6) und zumindest ein Einlass (6) auf gegenüberliegenden Seiten des Behälters (2) angeordnet sind.
11. Elektrolysevorrichtung (1) nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrolysevorrichtung (1) in einem Gaskompartiment oberhalb des Elektrolysemediums (3), im Bereich des Auslasses (6) und/oder stromabwärts des Auslasses (6) zumindest einen Sauerstoffsensoren und/oder zumindest einen Wasserstoffsensoren aufweist.

12. Elektrolysevorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrolysevorrichtung (1) im Bereich des Auslasses (6) und/oder stromabwärts des Auslasses (6) und/oder im Bereich des Einlasses (4) und/oder stromaufwärts des Einlasses (4) zumindest einen Durchflussmesser (24, 25) zur Messung der einströmenden und/oder ausströmenden Menge an Gas aufweist.
13. Elektrolysevorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass eine Regeleinrichtung zur Regelung der in den Behälter (2) einströmenden Zusatzgasmenge vorgesehen ist, welche mit dem Sauerstoffsensor und/oder Wasserstoffsensor und/oder zumindest einem Durchflussmesser (24, 25) verbunden ist und dazu eingerichtet ist, die Menge an Zusatzgas abhängig von den gemessenen Werten des dem Sauerstoffsensors und/oder Wasserstoffsensors und/oder dem gemessenen Gasfluss zu regeln.
14. Elektrolysevorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere, vorzugsweise zumindest 10 Elektrolyseeinheiten (7) im Behälter (2) angeordnet sind und die Elektrolyseeinheiten (7) parallel zueinander geschaltet sind, dass jede Elektrolyseeinheit (7) zumindest eine Katode (11) und zumindest eine Anode (12) aufweist, die jeweils gemeinsam in einem Gehäuse (8) angeordnet sind und dass die Elektrolyseeinheiten (7) vorzugsweise unabhängig voneinander steuerbar sind.
15. Elektrolysevorrichtung (1) Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Elektrolyseeinheit (7) einen Gleichrichter (9) zum Gleichrichten einer Versorgungswechselspannung der Elektrolyseeinheit (7) aufweist und dass vorzugsweise alle Elektrolyseeinheiten (7) jeweils einen Gleichrichter (9) zur Versorgung der jeweiligen Elektrolyseeinheit (7) aufweisen.
16. Elektrolysevorrichtung (1) Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (2) zumindest einer, vorzugsweise aller Elektrolyseeinheiten (7) an einer der Oberfläche des Elektrolysemediums (3) zugewandten Seite zumindest ein, vorzugsweise zwei, Öffnungen (8a) aufweist, und an einer der Oberfläche des Elektrolysemediums (3) abgewandten Seite zumindest eine Öffnung (8b) aufweist.

17. Elektrolysevorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen zumindest einer Katode (11) und zumindest einer Anode (12) der Elektrolysevorrichtung (1) zumindest eine, vorzugsweise 9, elektrisch leitfähige Platten (13) angeordnet sind, welche untereinander und/oder von der Katoden (11) und/oder von der Anoden (12) nur über das Elektrolysemedium (3) elektrisch miteinander verbunden sind und dass diese Katode (11) vorzugsweise als Katodenplatte und/oder diese Anode (12) als Anodenplatte ausgeführt sind.

30.12.2021

MT

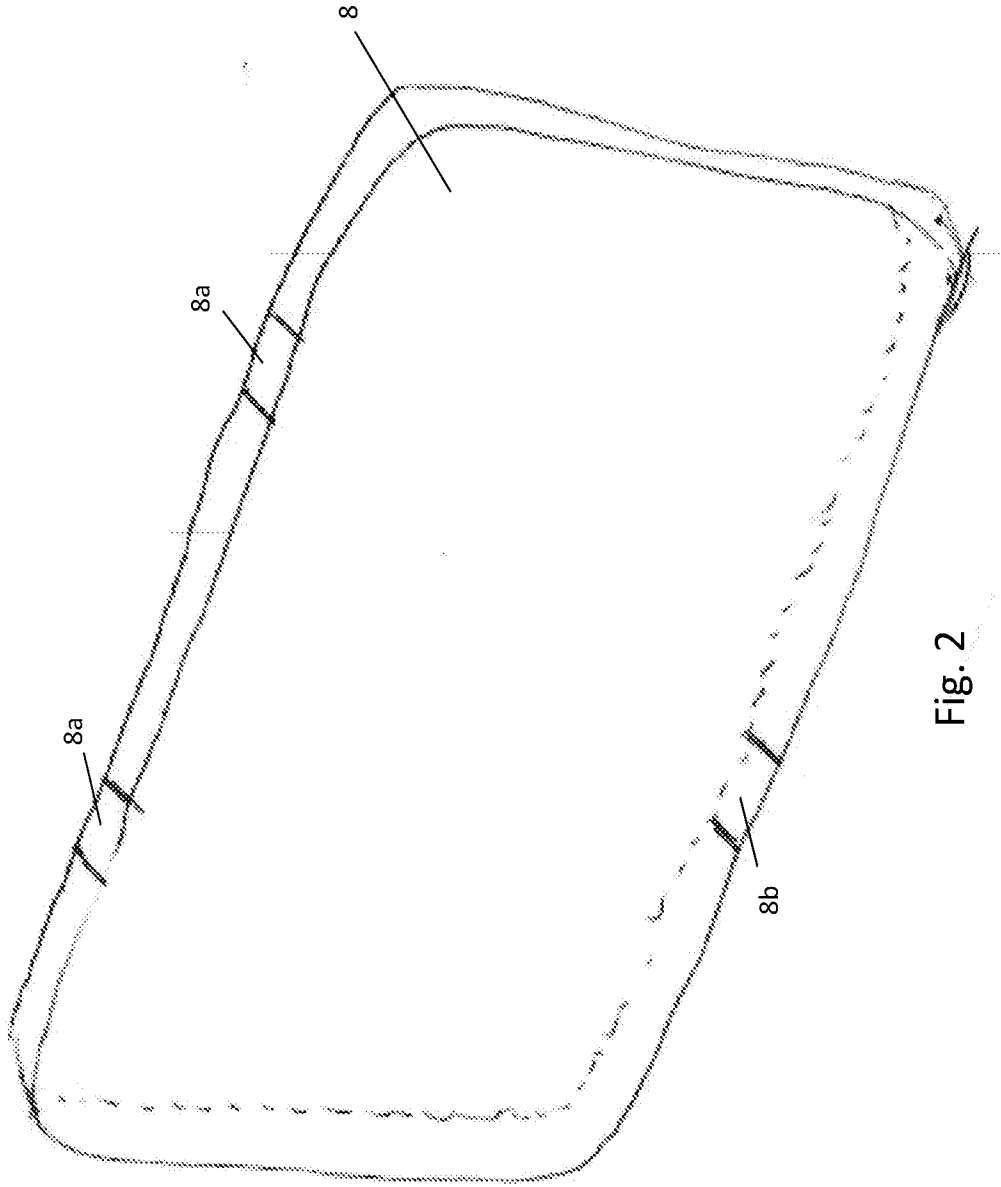


Fig. 2

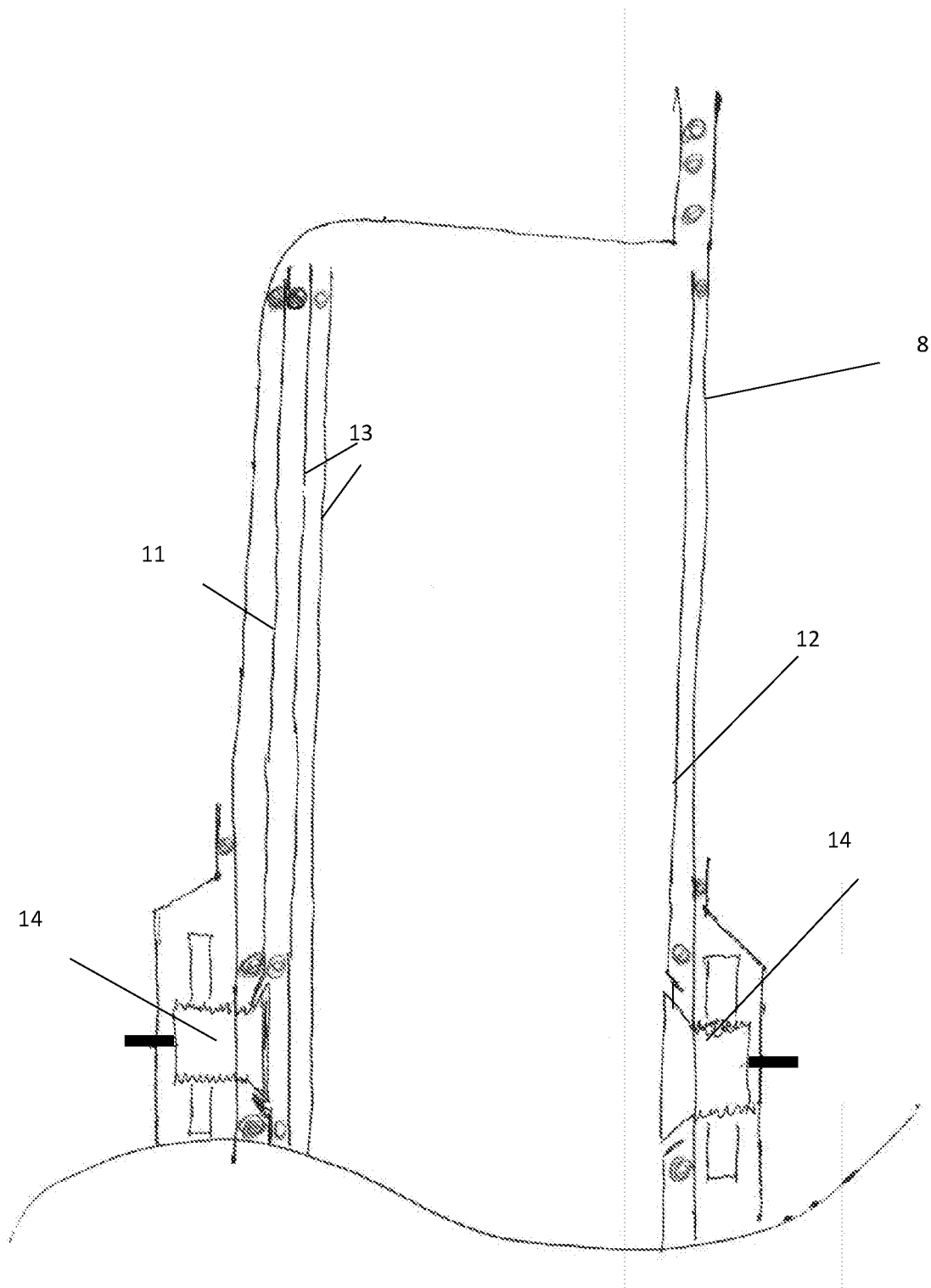


Fig. 3