

(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
1. Oktober 2015 (01.10.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/144446 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
C25B 15/00 (2006.01) C25B 1/04 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/055223
- (22) Internationales Anmeldedatum:
12. März 2015 (12.03.2015)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
14161253.1 24. März 2014 (24.03.2014) EP
- (71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
[DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (72) Erfinder: HEROLD, Jochen; Wohnsig 8, 96260
Weismain (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
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.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

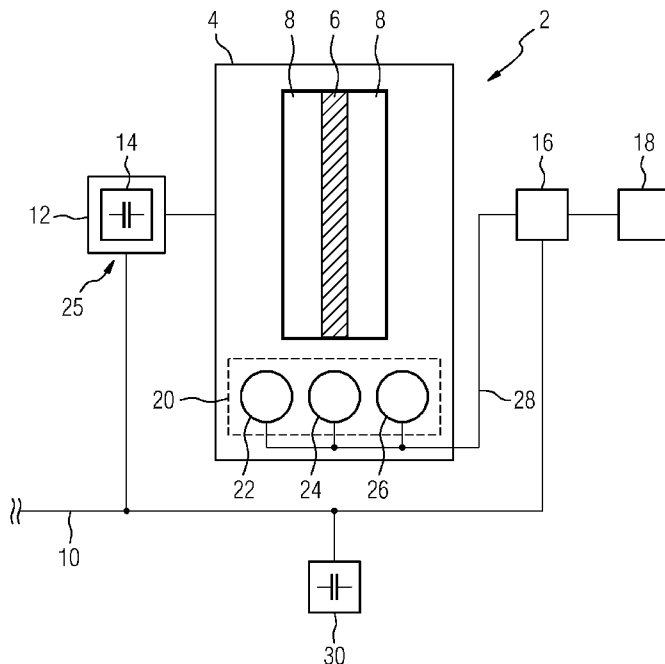
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: CONTINUOUS SUPPLY OF POWER TO AN ELECTROLYSIS PLANT

(54) Bezeichnung : UNTERBRECHUNGSFREIE STROMVERSORGUNG EINER ELEKTROLYSEANLAGE

FIG 1



(57) Abstract: The invention relates to a method for continuously supplying power to an electrolysis plant (2) with a replacement power supply following failure of the power supply (10) and to an electrolysis plant (2) with an electrolysis stack (4). In the method, the replacement power supply following the failure of the power supply (10) involves the electrolysis plant (2) being alternatively supplied with power from an energy potential (20) which is present in an electrolysis stack (4) of the electrolysis plant (2) and can be converted into power, wherein the energy potential (20) which is present in the electrolysis stack (4) of the electrolysis plant (2) and can be converted into power is reduced in a controlled manner. The electrolysis plant (2) is designed to carry out the method.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur unterbrechungsfreien Stromversorgung einer Elektrolyseanlage (2) mit einer Ersatzstromversorgung nach einem Ausfall der Stromversorgung (10) und eine Elektrolyseanlage (2) mit einem Elektrolysestack (4). Gemäß dem Verfahren wird die Elektrolyseanlage (2) bei der Ersatzstromversorgung

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/144446 A1

nach dem Ausfall der Stromversorgung (10) aus einem in einem Elektrolysestack (4) der Elektrolyseanlage (2) vorhandenen und in Strom umwandelbaren Energiepotential (20) ersatzweise mit Strom versorgt, wobei das in dem Elektrolysestack (4) der Elektrolyseanlage (2) vorhandene und in Strom umwandelbare Energiepotential (20) kontrolliert abgebaut wird. Die Elektrolyseanlage (2) ist eingerichtet zur Durchführung des Verfahrens.

Beschreibung

Unterbrechungsfreie Stromversorgung einer Elektrolyseanlage

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur unterbrechungsfreien Stromversorgung einer Elektrolyseanlage mit einer Ersatzstromversorgung nach einem Ausfall einer Stromversorgung und eine Elektrolyseanlage mit einem Elektrolysestack.

10 Elektrolyseanlagen sind elektro-chemische Anlagen zur Umwandlung von Wasser und elektrischem Strom in Wasserstoff und Sauerstoff.

Insbesondere für die Energiegewinnung aus regenerativen Energiequellen besitzen Elektrolyseanlagen eine zunehmend wichtige technische Bedeutung. Beispielsweise kann überschüssige Wind- oder Solarenergie zur Herstellung von Wasserstoff mittels Elektrolyse genutzt werden. Der Wasserstoff kann hier-
15 nach bedarfsgerecht und unabhängig von Wind- oder Sonnenverhältnissen als Energieträger zur Energierückgewinnung verwendet werden. Dadurch kann eine aus technischen und wirtschaftlichen Gründen erforderliche Verstetigung der naturgemäß diskontinuierlichen regenerativen Energiegewinnung erreicht werden.
20

25 Sämtlichen Verfahrensvarianten der Wasserelektrolyse ist gemein, dass die eingesetzten Elektrolyseanlagen bei einem Ausfall der Stromversorgung in einen unkontrollierten Betriebszustand geraten können. Dies ist beispielsweise der Fall,
30 wenn betriebsnotwendige Aggregate wie Pumpen, Steuergeräte, Gleichrichter bzw. elektrische Komponenten nicht mehr mit Strom versorgt werden und plötzlich still stehen.

Aus sicherheitstechnischen Gründen zum Schutz der Anlage, der
35 Umwelt und des Betriebspersonals ist dies zu vermeiden. Beispielsweise kann hierfür eine unterbrechungsfreie Stromversorgung der Elektrolyseanlage implementiert werden, welche

nach einem Ausfall der eigentlichen Stromversorgung diese dann weiter mit Strom versorgt.

Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Verfahren zur
5 unterbrechungsfreien Stromversorgung einer Elektrolyseanlage nach einem Ausfall der Stromversorgung bekannt.

Bei einem bekannten Verfahren, wie beispielsweise in der
WO 2005/031039 A2 beschrieben, wird die Elektrolyseanlage
10 nach einem Ausfall der Stromversorgung durch eine batteriege-
stützte Energie- bzw. durch eine Stromquelle mit Strom ver-
sorgt. Bei einem anderen bekannten Verfahren wird anstelle
der batteriegestützten Energiequelle eine kondensatorge-
stützte Energiequelle zur unterbrechungsfreien Stromversor-
15 gung der Elektrolyseanlage verwendet.

Es ist eine Aufgabe der Erfindung eine vorteilhafte Lehre zur
unterbrechungsfreien Stromversorgung einer Elektrolyseanlage
nach einem Stromausfall anzugeben. Insbesondere liegt der Er-
20 findung die Aufgabe zu Grunde, eine aufwands- und wartungs-
günstige sowie sicherheitstechnisch vorteilhafte unterbre-
chungsfreie Stromversorgung einer Elektrolyseanlage zu reali-
sieren.

25 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst mit einem Verfahren zur unterbrechungsfreien Stromversorgung einer Elektrolyseanlage mit einer Ersatzstromversorgung nach einem Ausfall einer Stromversorgung und eine Elektrolyseanlage mit einem Elektrolysestack mit den Merkmalen des jeweiligen unabhängigen An-
30 spruchs. Zweckmäßige Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen und der Beschreibung und beziehen sich auf das Verfahren und die Elektrolyseanlage.

35 Bei dem Verfahren wird die Elektrolyseanlage nach dem Ausfall der Stromversorgung der Elektrolyseanlage bei der Ersatzstromversorgung aus einem in einem Elektrolysestack der Elektrolyseanlage vorhandenen und in Strom umwandelbaren

Energiepotential ersatzweise mit Strom versorgt, wobei das in dem Elektrolysestack der Elektrolyseanlage vorhandene und in Strom umwandelbare Energiepotential kontrolliert abgebaut wird.

5

Die Erfindung beruht - vereinfacht ausgedrückt - auf der Idee, dass zum Zeitpunkt des Ausfalls der Stromversorgung der Elektrolyseanlage ein in einem Elektrolysestack der Elektrolyseanlage selbst vorhandenes und in Strom umwandelbares Energiepotential genutzt wird, um die Stromversorgung der Elektrolyseanlage (nach Möglichkeit unterbrechungsfrei) aufrecht zu erhalten. Das in dem Elektrolysestack der Elektrolyseanlage vorhandene und in Strom umwandelbare Energiepotential wird so kontrolliert zu weiteren Stromversorgung der Elektrolyseanlage eingesetzt, wobei dieses Energiepotential dadurch kontrolliert abgebaut wird.

Das in einem Elektrolysestack der Elektrolyseanlage vorhandene und in Strom umwandelbare Energiepotential kann derart kontrolliert abgebaut werden, dass eine Energie aus dem Potential entnommen und gezielt zur Stromversorgung der Elektrolyseanlage bzw. derer Anlagenteile verwendet wird. Kontrolliert kann auch bedeuten, dass das Energiepotential technisch beeinflussbar nach Zeit, Menge, Ort oder Herkunft abgebaut wird. Der kontrollierte Abbau geschieht beispielsweise nach einer vorgebbaren Abfolge der verschiedenartigen Energiepotentiale, einer vorgebbaren Entnahmemenge der Energie oder einer vorgebbaren Zeit bis zu einem nahezu vollständigen Abbau des Energiepotentials.

30

So kann eine sicherheitstechnisch besonders vorteilhafte unterbrechungsfreie Stromversorgung realisiert werden, da ein nach dem Ausfall der Stromversorgung üblicherweise für die Umwelt und das Betriebspersonal vorhandenes Gefahrenpotential, beispielsweise in Form einer Spannung oder eines Überdruckes, kontrolliert abgebaut wird. Von besonderem Vorteil kann so eine Beeinträchtigung oder Gefährdung des Betriebspersonals und der Umwelt vermieden werden.

35

Der Ausfall der Stromversorgung kann eine beabsichtigte oder eine unbeabsichtigte Unterbrechung der Stromversorgung sein. Der Ausfall der Stromversorgung wird typischerweise durch einen Netzausfall, einen anderweitig störungsbedingten Stromausfall oder eine wartungs- oder betriebsbedingte Abschaltung der Stromversorgung der Elektrolyseanlage bzw. zumindest eines Elektrolysestacks der Elektrolyseanlage bewirkt.

Ein in der Elektrolyseanlage vorhandene Energiepotential kann ein chemisches, elektro-chemisches, elektrisches, mechanisches bzw. druckbasiertes Energiepotential sein bzw. sich aus mehreren solcher verschiedenartiger Energiepotentiale zusammensetzen.

Beispielsweise ist ein Energiepotential in einem Elektrolysestack oder einem anderen Anlagenteil der Elektrolyseanlage, vorteilhafterweise in einem Druckbehälter, in Form von druckbeaufschlagten Betriebsgasen (Wasserstoff, Sauerstoff) vorhanden. Ein weiteres Energiepotential kann in Form eines elektro-chemischen bzw. chemischen Potentials in der Elektrolyseanlage vorhanden sein. Das elektro-chemische bzw. chemische Energiepotential liegt beispielsweise in Gestalt eines reaktionsfähigen Gaspolsters eines Betriebsgases, insbesondere Wasserstoffs, vor, welches an einer Elektrode oder einer Polymerelektrolytmembran der Elektrolyseanlage anhaftet und durch Umkehrung eines Funktionsprinzips der Elektrolyseanlage (d.h. Betrieb als Brennstoffzelle) in einen elektrischen Strom umwandelbar ist. Außerdem kann ein Energiepotential in Form von elektrischer Energie in elektrischen oder elektronischen Komponenten der Elektrolyseanlage, beispielsweise in einem Gleichrichter bzw. dessen kapazitiven Bauelementen, vorhanden sein.

Die Elektrolyseanlage wird nach dem Ausfall der Stromversorgung ersatzweise aus dem in dem Elektrolysestack vorhandenen und in Strom umwandelbaren Energiepotential mit Strom versorgt, d.h. es wird eine Ersatzstromversorgung erreicht. Die Elektrolyseanlage wird bevorzugt aus dem vorhandenen Energie-

potential unterbrechungsfrei mit Strom versorgt. Unterbrechungsfrei bedeutet im gegebenen Zusammenhang zumindest nahezu unterbrechungsfrei. Zwischen dem Ausfall der Stromversorgung und einem Einsetzen der unterbrechungsfreien Stromversorgung kann eine zeitlich begrenzte, betriebs- und sicherheitstechnisch unerhebliche Unterbrechung der Stromversorgung eintreten. Zweckmäßigerweise erfolgt die Stromversorgung nach einer Wandlung des Energiepotentials in elektrische Energie.

5
10 Von besonderem Vorteil kann so eine aufwandsgünstige unterbrechungsfreie Stromversorgung realisiert werden, da auf üblicherweise eingesetzte batterie- oder kondensatorgestützte Energiequellen zur unterbrechungsfreien Stromversorgung von Elektrolyseanlagen und deren Wartung bzw. turnusmäßigen Ersatz verzichtet werden kann.

Außerdem von Vorteil wird ein üblicherweise von einer batteriegestützten unterbrechungsfreien Stromversorgung ausgehendes Brandrisiko ausgeschlossen. Des Weiteren von Vorteil kann
20 so eine üblicherweise in ihrem Energiepotential beschränkte kapazitive Stromversorgung zumindest weniger leistungsstark dimensioniert werden, was mit Kosteneinsparungen einhergeht. Ferner von Vorteil wird so eine besonders wartungsgünstige unterbrechungsfreie Stromversorgung realisiert, da zu deren
25 Bewirkung keine wartungsaufwändigen zusätzlichen Anlagenkomponenten notwendig sind. Darüber hinaus vorteilhaft sind keine umfangreichen zusätzlichen Anlagenkomponenten zur Realisierung unterbrechungsfreien Stromversorgung notwendig, so dass eine besondere bauraumgünstige Lösung erreicht werden
30 kann. Ein komplementäres Vorhandensein zweier Stromversorgungen, beispielsweise einer kapazitiven und einer aus dem Energiepotential der Elektrolyseanlage gespeisten Stromversorgung, ist ebenfalls möglich.

35 Die Erfindung sieht außerdem eine Elektrolyseanlage mit einem Elektrolysestack und einer Steuereinheit vor. Die Elektrolyseanlage ist eingerichtet zur Durchführung des Verfahrens zur unterbrechungsfreien Stromversorgung einer Elektrolyseanlage

mit einer Ersatzstromversorgung nach einem Ausfall einer Stromversorgung. Die Steuereinheit ist zu einer Ansteuerung von zumindest einem Verbraucher der Elektrolyseanlage zu einer Stromaufnahme aus einem Energiepotential der Elektrolyseanlage eingerichtet.

Zweckmäßigerweise ist der Verbraucher eine elektrische oder elektronische Komponente, welche für einen sicherheitstechnisch unbedenklichen Betrieb- bzw. Weiterbetrieb oder auch eine kontrollierte Außerbetriebnahme der Elektrolyseanlage relevant ist. Beispielsweise ist der zumindest eine Verbraucher ein elektrisch betätigtes Ablassventil zum Abbau eines Druckes innerhalb der Elektrolyseanlage. Der Verbraucher kann auch ein Anzeigeelement zur Visualisierung des in der Elektrolyseanlage vorhandenen Energiepotentials bzw. eines Gefährdungspotentials der Elektrolyseanlage sein. So kann vorteilhafterweise ein kontrollierter Druckabbau und eine erhöhte Sicherheit des Bedienpersonals und der Umwelt erreicht werden.

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich auch aus den abhängigen Ansprüchen. Die Weiterbildungen beziehen sich sowohl auf das erfindungsgemäße Verfahren wie auch auf die erfindungsgemäße Elektrolyseanlage.

Die Erfindung und die beschriebenen Weiterbildungen können sowohl in Software als auch in Hardware, beispielsweise unter Verwendung einer speziellen elektrischen Schaltung, realisiert werden.

Ferner ist eine Realisierung der Erfindung oder einer beschriebenen Weiterbildung möglich durch ein computerlesbares Speichermedium, auf welchem ein Computerprogramm gespeichert ist, welches die Erfindung oder die Weiterbildung ausführt.

Auch können die Erfindung und/oder jede beschriebene Weiterbildung durch ein Computerprogrammerzeugnis realisiert sein,

welches ein Speichermedium aufweist, auf welchem ein Computerprogramm gespeichert ist, welches die Erfindung und/oder die Weiterbildung ausführt.

5 In einer vorteilhaften Ausgestaltung wird die Ersatzstromversorgung zumindest zeitweise aus einem elektro-chemischen Energiepotential, welches in dem Elektrolysestack der Elektrolyseanlage vorhanden ist, gespeist, wobei der Elektrolysestack zumindest zeitweise als Brennstoffzelle zur Ersatzstromversorgung und zum Abbau des Energiepotentials betrieben
10 wird.

Das elektro-chemische Energiepotential kann in einem an einer Elektrode bzw. an einer Polymerelektrolytmembran des Elektrolysestacks anliegenden Wasserstoff-Wasser-Gemisch enthalten
15 sein. Nach dem Ausfall der Stromversorgung kann so ein elektrischer Strom durch eine elektro-chemische Reaktion des Wasserstoff-Wasser-Gemisches an der Elektrode bzw. Polymerelektrolytmembran zur Speisung der Ersatzstromversorgung generiert werden. D.h. der Elektrolysestack wird temporär, bis
20 zur Aufzehrung des anliegenden Wasserstoff-Wasser-Gemisches, als Brennstoffzelle betrieben. Auf diese Weise kann eine besonders aufwands- und wartungsgünstige unterbrechungsfreie Stromversorgung in Form einer sog. Selbsterhaltung der Elektrolyseanlage erreicht werden. Weiterhin vorteilhaft wird so
25 ein von dem Wasserstoff-Wasser-Gemisch ausgehendes Gefährdungspotential, welches sich aus der Explosionsgefahr des Gemisches ergibt, minimiert. Folglich wird von besonderem Vorteil eine erhöhte Sicherheit für das Bedienpersonal, die Umwelt und die Elektrolyseanlage selbst erzielt.
30

In einer weiteren Ausgestaltung wird die Ersatzstromversorgung zumindest zeitweise aus einem druckbasierten Energiepotential, welches in dem Elektrolysestack der Elektrolyseanlage vorhanden ist, und/oder einem elektrischen Energiepotential, welches in der Elektrolyseanlage vorhanden ist, gespeist.
35

Das elektrische Energiepotential kann als sog. Restpotential

in einem Gleichrichter bzw. in dessen kapazitiven Komponenten oder in anderen kapazitiven elektrischen Bauelementen der Elektrolyseanlage enthalten sein.

5 Das druckbasierte Energiepotential kann in einem druckbeaufschlagten Arbeitsgas bzw. Arbeitsgasgemisch der Anlage enthalten sein.

In einer vorteilhaften Weiterbildung wird die Ersatzstromversorgung zumindest zeitweise aus dem druckbasierten Energiepotential, welches in einem Elektrolysestack der Elektrolyseanlage vorhanden ist, gespeist, wobei das druckbasierte Energiepotential mittels einer Turbineneinheit zur Ersatzstromversorgung und zum Abbau des Energiepotentials in elektrische
10 Energie gewandelt wird.
15

Die Turbineneinheit kann eine Turbine und einen Generator aufweisen. Turbinen und Generatoren sind vielfach erprobte und eingesetzte technische Mittel. Auf diese Weise kann eine
20 technisch einfach realisierbare und zuverlässige Wandlung des druckbasierten Energiepotentials in elektrische Energie zur Speisung der Ersatzstromversorgung erzielt werden.

Vorteilhafterweise kann so eine länger anhaltende unterbrechungsfreie Stromversorgung der Elektrolyseanlage erreicht
25 werden. Außerdem von Vorteil wird so ein von dem elektrischen und/oder druckbasierten Energiepotential ausgehendes Gefährdungspotential minimiert und folglich eine erhöhte Sicherheit für das Bedienpersonal, die Umwelt und die Elektrolyseanlage
30 selbst erzielt.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung wird zunächst ein elektro-chemisches Energiepotential, nachfolgend ein elektrisches Energiepotential und abschließend ein druckbasiertes
35 Energiepotential abgebaut.

Beispielsweise kann zunächst das in dem Wasserstoff-Wasser-Gemisch enthaltene Energiepotential, nachfolgend das Energie-

potential der kapazitiven elektrischen Bauelemente der Elektrolyseanlage und abschließend das druckbasierte Energiepotential des Sauerstoffs abgebaut werden. Denkbar ist allerdings auch eine davon abweichende, vorgebbare Reihenfolge des Potentialabbaus. So kann auf einfache Weise ein nach den Höhen der von den verschiedenartigen Energiepotentialen ausgehenden Gefährdungspotentiale gestaffelter Abbau des gesamten Energiepotentials erreicht und gezielt eine gefährdungsfreier Zustand der Elektrolyseanlage erreicht werden.

10

Ein druckbasierte Energiepotential kann alternativ oder zusätzlich auch in einem Druckbehälter der Anlage vorhanden sein.

15

In einer vorteilhaften Ausführungsform wird die Ersatzstromversorgung zumindest zeitweise auch aus einem elektrischen Energiepotential einer Gleichrichtereinheit der Elektrolyseanlage gespeist, wobei die Gleichrichtereinheit zumindest zeitweise als Energiequelle zur Ersatzstromversorgung und zum Abbau des Energiepotentials betrieben wird.

20

Das elektrische Energiepotential kann alternativ oder zusätzlich in beliebigen kapazitiven elektrischen Bauelementen der Elektrolyseanlage vorhanden sein. Insbesondere von Vorteil kann so ein nach dem Ausfall der Stromversorgung vom Gleichrichter der Elektrolyseanlage ausgehendes Gefährdungspotential gezielt abgebaut werden.

25

Zweckmäßigerweise wird das in der Elektrolyseanlage vorhandenen Energiepotential innerhalb von 1min bis 20min, insbesondere innerhalb von 2min bis 15min, bevorzugt innerhalb von 6min bis 8min, auf ein gefährdungsfreies Niveau abgebaut.

30

Durch den Abbau des Energiepotentials innerhalb von 1min bis 20min, beispielsweise innerhalb von 2min, kann eine besonders zeitnahe Verringerung des einhergehenden Gefährdungspotentials bei wenig lange andauernder Stromversorgung der Elektrolyseanlage erreicht werden. Durch den Abbau des Energiepoten-

35

tials innerhalb von 2min bis 15min, beispielsweise innerhalb von 5min, kann eine zeitnahe Verringerung des einhergehenden Gefährdungspotentials bei moderat lange andauernder Stromversorgung der Elektrolyseanlage erreicht werden. Durch den Abbau des Energiepotentials innerhalb von 6min bis 8min, beispielsweise innerhalb von 7min, kann eine hinreichend zeitnahe Verringerung des einhergehenden Gefährdungspotentials bei besonders lange andauernder unterbrechungsfreier Stromversorgung der Elektrolyseanlage erreicht werden. Von Vorteil kann so zum einen eine hinreichend zügige Verringerung des Energiepotentials auf ein gefährdungsfreies Niveau erreicht, zum anderen eine hinreichend lange andauernde unterbrechungsfreie Stromversorgung der Elektrolyseanlage bereitgestellt werden.

15 Vorteilhafterweise wird das gefährdungsfreie Niveau des Energiepotentials in einem spannungs- und/oder strom- und/oder überdrucklosen und/oder reaktionsgasfreien Betriebszustand der Elektrolyseanlage erreicht.

20 Von besonderem Vorteil wird so eine Verringerung einer Explosionsgefahr, einer Kurzschlussgefahr und einer Berstgefahr erreicht. Außerdem von Vorteil kann so eine für das Bedienpersonal und die Umwelt gefährdungsfreie Wiederinbetriebnahme der Elektrolyseanlage nach Abbau des Energiepotentials und

25 Wiedereinsetzen der Stromversorgung erreicht werden.

In einer vorteilhaften Weiterbildung wird die Elektrolyseanlage nach dem Abbau des in der Elektrolyseanlage vorhandenen Energiepotentials mittels einer kapazitiven Energiespeichereinheit unterbrechungsfrei mit Strom versorgt.

30

Von besonderem Vorteil kann so eine zeitliche Verlängerung der unterbrechungsfreien Stromversorgung - über den Abbau des in der Elektrolyseanlage vorhandenen Energiepotentials hinaus - erzielt werden. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn das in der Elektrolyseanlage vorhandene Energiepotential für eine hinreichend lang andauernde unterbrechungsfreie Energieversorgung nicht ausreichend ist. Weiterhin sind kapa-

zitive Energiespeichereinheiten zur unterbrechungsfreien Stromversorgung vielfach erprobt und kostengünstig, so dass eine zuverlässige und aufwandsgünstige zeitlich verlängerte unterbrechungsfreie Stromversorgung erreicht wird.

5

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung wird eine unterbrechungsfreie Stromversorgung zumindest eines Verbrauchers der Elektrolyseanlage bewirkt.

10 Zweckmäßigerweise ist der Verbraucher ein sicherheitsrelevanter Verbraucher, beispielsweise ein elektrisch betätigtes Ventil oder eine Pumpe, welcher zum kontrollierten Weiterbetrieb bzw. zur kontrollierten Außerbetriebnahme der Elektrolyseanlage notwendig ist. Vorteilhafterweise wird die Stromversorgung im gegebenen Zusammenhang in dem Sinne unterbre-

15 chungsfrei bewirkt, dass der Verbraucher keine betriebs- oder sicherheitstechnisch relevante Unterbrechung der Stromversorgung erfährt.

20 In einer vorteilhaften Weiterbildung wird das Verfahren zu einer Steuerung des Abbaus des in der Elektrolyseanlage vorhandenen Energiepotentials auf ein gefähderungsfreies Niveau verwendet.

25 Von Vorteil kann so beispielweise ein steuernder Eingriff von Bedienpersonal in den Ablauf des Abbaus des Energiepotentials erreicht werden.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung ist die Steuereinheit

30 zu einer Ansteuerung von zumindest einem Verbraucher der Elektrolyseanlage zu einer Stromaufnahme aus einem elektrochemischen Energiepotential des Elektrolysestacks vorbereitet.

35 Zweckmäßigerweise ist das elektro-chemische Energiepotential in dem an einer Elektrode oder einer Polymerelektrolytmembran des Elektrolysestacks anliegenden Wasserstoff-Wasser-Gemisch vorhanden. Von Vorteil kann durch die derartige Ansteuerung

ein Abfließen eines infolge einer elektro-chemischen Reaktion innerhalb des Elektrolysestacks generierten Stromes erzielt werden.

5 Die bisher gegebene Beschreibung vorteilhafter Ausgestaltungen enthält zahlreiche Merkmale, die in den einzelnen Unteransprüchen teilweise zu mehreren zusammengefasst wiedergegeben sind. Diese Merkmale können jedoch zweckmäßigerweise auch
10 einzeln betrachtet und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfasst werden. Insbesondere sind diese Merkmale jeweils einzeln und in beliebiger geeigneter Kombination mit dem erfindungsgemäßen Verfahren sowie der erfindungsgemäßen Anordnung gemäß den unabhängigen Ansprüchen kombinierbar.

15 Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung, sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert
20 werden. Die Ausführungsbeispiele dienen der Erläuterung der Erfindung und beschränken die Erfindung nicht auf die darin angegebene Kombination von Merkmalen, auch nicht in Bezug auf funktionale Merkmale. Außerdem können dazu geeignete Merkmale eines jeden Ausführungsbeispiels auch explizit iso-
25 liert betrachtet, aus einem Ausführungsbeispiel entfernt, in ein anderes Ausführungsbeispiel zu dessen Ergänzung eingebracht und/oder mit einem beliebigen der Ansprüche kombiniert werden.

30 Es zeigen:

FIG 1 eine schematische Darstellung einer Elektrolyseanlage mit einer unterbrechungsfreien Stromversorgung aus einem in der Elektrolyseanlage vorhandenen
35 Energiepotential und

FIG 2 ein Diagramm mit schematischen Spannungsverläufen und Betriebszuständen der Elektrolyseanlage gemäß FIG 1.

FIG 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Elektrolyseanlage 2. Die Elektrolyseanlage weist einen Elektrolysestack 4 (auch: Elektrolysezelle) mit einer Polymerelektrolytmembran 6 und Elektroden 8 auf. Aus Gründen der besseren Darstellbarkeit ist lediglich eine Elektrolysezelle bzw. ein Elektrolysestack dargestellt, unbeschadet der Tatsache, dass Elektrolyseanlagen üblicherweise eine Vielzahl von Elektrolysestacks aufweisen können. Außerdem weist die Elektrolyseanlage 2 eine Stromversorgung 10 auf. Die Stromversorgung 10 kann beispielsweise über eine Zuleitung aus einem Wechselstromnetz erfolgen. Die Stromversorgung 10 ist an eine Gleichrichtereinheit 12, welche ein kapazitives Bauelement 14 aufweist, angeschlossen. Die Gleichrichtereinheit 12 ist zur Versorgung des Elektrolysestacks 4 mit Gleichstrom vorbereitet. Weiterhin ist die Stromversorgung 10 zumindest an einen Verbraucher 16 der Elektrolyseanlage 2 angeschlossen. Zur besseren Darstellbarkeit ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel lediglich ein generischer Verbraucher 16 ausgeführt. Typischerweise ist die Stromversorgung 10 an mehrere Verbraucher angeschlossen, die beispielsweise als Pumpen, Ventile, Aggregate oder Anzeigeelemente ausgeführt sind. Der Verbraucher 16 ist zur Ansteuerung durch eine Steuereinheit 18 vorbereitet.

Während eines üblichen Betriebes der Elektrolyseanlage 2 erfolgt die Versorgung des Elektrolysestacks 4 und des Verbrauchers 16 bzw. der gesamten Elektrolyseanlage 2 mit Betriebsenergie über die Stromversorgung 10.

Der Elektrolysestack 4 wird durch die Gleichrichtereinheit 12 mit Gleichstrom bzw. -spannung versorgt. In dem Elektrolysestack 4 wird Wasser unter Einwirkung des Gleichstroms durch eine elektro-chemische Reaktion an der Polymerelektrolytmembran 6 und den Elektroden 8 in Wasserstoff und Sauerstoff aufgespaltet. Der Wasserstoff kann hiernach als Energieträger oder reaktives Zwischenprodukt verwendet werden. Der Sauerstoff kann in eine Umgebung abgegeben oder einem Druckbehälter zugeführt werden. Typischerweise entstehen durch die ag-

gregatzzustandsbedingte Expansion des Reaktionsmediums Wasser nicht unerhebliche Drücke im Bereich zwischen 30bar und 50bar innerhalb des Elektrolysestacks 4.

5 Während des üblichen Betriebes erfolgt außerdem die Versorgung des Verbrauchers 16 durch die Stromversorgung 10. Der Verbraucher kann ein sicherheitsrelevanter Verbraucher, beispielsweise ein elektrische betätigtes Überdruckventil oder eine Kühleinrichtung zur Vermeidung einer Überhitzung der
10 Elektrolyseanlage 2 sein. Während des üblichen Betriebes wird die sicherheitsrelevante Funktion des Verbrauchers 16 durch die Stromversorgung 10 aufrechterhalten.

Insbesondere nach einem Ausfall der Stromversorgung 10 weist
15 der Elektrolysestack 4 der Elektrolyseanlage 2 ein Energiepotential 20 auf. Das Energiepotential 20 setzt sich aus verschiedenartigen Anteilen, nämlich einem elektro-chemischen Energiepotential 22, einem elektrischen Energiepotential 24 und einem druckbasierten Energiepotential 26 zusammen.
20 Das druckbasierte Energiepotential 26 kann in einem druckbeaufschlagten Arbeitsmedium des Elektrolysestacks 4 liegen, vorzugsweise in Sauerstoff mit einem Druck zwischen 30bar und 50 bar und einem Volumen von 10 cm³ bis 100 000 cm³. Das druckbasierte Energiepotential 26 stellt insbesondere nach
25 einem Ausfall der Stromversorgung ein Gefährdungsrisiko für die Umwelt, die Elektrolyseanlage 2 selbst und deren Bedienungspersonal da.

Das elektrische Energiepotential 24 ergibt sich insbesondere
30 aus einer Doppelschichtkapazität bzw. einer Elektrodenrestenergie. Insbesondere nach einem Ausfall der Stromversorgung 10 stellt das elektrische Energiepotential 24 ein Gefährdungsrisiko für die Umwelt, die Elektrolyseanlage 2 selbst und deren Bedienungspersonal da. Beispielsweise kann Bedienungspersonal unter Einwirkung des elektrischen Energiepotentials 24
35 einen Stromschlag und infolgedessen körperliche Einbußen erleiden.

Das elektro-chemische Energiepotential 22 liegt in einer Reaktionsfähigkeit eines an den Elektroden 8 bzw. der Polymerelektrolytmembran 6 anliegenden Wasser-Wasserstoff-Gemischs. Im Zusammenwirken mit einer katalytischen Wirkung der Elektroden 8 bzw. mit speziellen Eigenschaften der Polymerelektrolytmembran 6 zerfällt das Wasser-Wasserstoff-Gemisch -bei nicht vorhandener Stromversorgung durch die Gleichrichtereinheit 12- in Wasser und frei werdende Ladungsträger. Sofern ein Abfließen der freiwerdenden Ladungsträger möglich ist fließt ein elektrischer Strom, der bevorzugt zur Speisung der unterbrechungsfreien Stromversorgung der Elektrolyseanlage verwendet wird. Insbesondere nach Ausfall der Stromversorgung 10 stellt das elektro-chemische Energiepotential 22 bzw. das Wasser-Wasserstoff-Gemisch auf Grund seiner Explosionsgefährlichkeit ein nicht unerhebliches Gefährdungspotential dar.

Nach Ausfall der Stromversorgung 10 wird die Elektrolyseanlage 2 ersatzweise und bevorzugt unterbrechungsfrei aus dem Energiepotential 20 mit Strom versorgt. Aus Gründen der übersichtlichen Darstellbarkeit ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel lediglich der Verbraucher 16 an die über eine Stromzuleitung 28 aus dem Energiepotential 20 gespeiste Ersatzstromversorgung angeschlossen, obschon Elektrolyseanlagen üblicherweise über eine Vielzahl von Verbrauchern verfügen können.

Außerdem kann ein weiteres elektrisches Energiepotential 25 in kapazitiven elektrischen Bauelementen der Elektrolyseanlage vorhanden sein. Stellvertretend ist in der vorliegenden Figur lediglich das kapazitive Bauelement 14 der Gleichrichtereinheit 12 dargestellt, obwohl die Elektrolyseanlage eine Vielzahl kapazitiver Bauelemente aufweisen kann.

Zur Aufnahme des Stromes aus der Stromzuleitung 28 der ersatzweisen und bevorzugt unterbrechungsfreien Stromversorgung wird der Verbraucher 16 über die Steuereinheit 18 angesteuert. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass das im

Elektrolysestack 4 vorhandene Energiepotential 20 abgebaut wird.

Die Speisung der Stromzuleitung 28 der ersatzweisen und bevorzugt unterbrechungsfreien Stromversorgung erfolgt bis zur
5 Aufzehrung des Energiepotentials 20. Dabei kann die Stromzuleitung 28 der unterbrechungsfreie Stromversorgung gleichzeitig aus den benannten verschiedenartigen Energiepotentialen 22, 24 und 26 oder in einer vorgebbaren Reihenfolge aus diesen
10 gespeist werden. Auf diese Weise wird zum einen erreicht, dass das mit dem Energiepotential einhergehende Gefährdungspotential kontrolliert abgebaut wird. Zum anderen wird eine etwaige sicherheitsrelevante Funktion des Verbrauchers 16 aufrechterhalten um einen kontrollierten Weiterbetrieb bzw.
15 eine kontrollierte Außerbetriebnahme der Elektrolyseanlage 2 zu erreichen.

Nach Erschöpfung des Energiepotentials 20 erfolgt die weitergehende Stromversorgung des Verbrauchers 16 aus einer kapazitiven
20 Energiespeichereinheit 30. Auf diese Weise wird erreicht, dass auch bei einer vorzeitigen Erschöpfung des Energiepotentials 20 genügend Energie zur Versorgung des sicherheitsrelevanten Verbrauchers 16 zur Verfügung steht. Von besonderem Vorteil kann die kapazitiven Energiespeichereinheit
25 30 wesentlich leistungsschwächer und damit wesentlich kostengünstiger bemessen werden als üblich. Alternativ oder zusätzlich kann die Stromversorgung auch über ein in dem kapazitiven Bauelement 14 der Gleichrichtereinheit 12 vorhandenes elektrisches Energiepotential 25 erfolgen.

30
FIG 2 zeigt ein Diagramm mit einem Verlauf einer elektrischen Spannung U_1 (linke Ordinate [V]) der Stromversorgung 10 (vgl. FIG 1) und einer elektrischen Spannung U_2 (rechte Ordinate [V]) des Elektrolysestacks 4 (vgl. FIG 1) jeweils über der
35 Zeit t (Abszisse [s]). Zudem sind korrespondierende Verläufe einer Spannung U_3 (Ordinate [V]) des Verbrauchers 16 (vgl. FIG 1) und einer Betriebsaktivität B (Ordinate [-]) der kapazitiven Energiespeichereinheit 30 (vgl. FIG 1), jeweils über

der Zeit t dargestellt, wobei die drei dargestellten Zeitachsen identisch sind. Das Diagramm enthält Informationen bezüglich des Abbaus des Energiepotentials 20 bzw. insbesondere des elektro-chemischen Energiepotentials 22 über der Zeit. Darüber hinaus verdeutlicht es die Realisierung einer im technischen Sinne unterbrechungsfreien Stromversorgung des Verbrauchers 16 bzw. der Elektrolyseanlage 2.

Zu einem Zeitpunkt 32 befindet sich die Elektrolyseanlage 2 in einem üblichen Betrieb. D.h. die Stromversorgung 10 weist einen Spannungswert 40, der Elektrolysestack 4 weist einen Spannungswert 42, der Verbraucher 16 weist einen Spannungswert 44 und die Energiespeichereinheit 30 weist keine Betriebsaktivität auf (außer Betrieb $B=0$).

Ausgehend von oben beschriebenem Zustand findet zum Zeitpunkt 34 ein Ausfall der Stromversorgung 10 statt. Die Spannung U_1 fällt infolgedessen auf den Spannungswert 46 bzw. $U_1=0$. Die Stromversorgung des Verbrauchers wird vom Zeitpunkt 34 an aus dem im Elektrolysestack 4 vorhandenen elektro-chemischen Energiepotential 22 aufrechterhalten. Infolgedessen kommt es lediglich zu einer technisch nicht relevanten Beeinträchtigung des Spannungswertes 44 des Verbrauchers 16 zum Zeitpunkt 34. D.h. die Stromversorgung des Verbrauchers 16 wird nach dem Ausfall der Stromversorgung 10 in technischem Sinne unterbrechungsfrei weitergeführt. Denkbar wäre auch, die Stromversorgung des Verbrauchers 16 durch das Energiepotential 22 bewusst zeitlich unterbrochen, beispielsweise mit einer Versorgungslücke von 1s bis 100s, vorzunehmen. Das zur Speisung des Verbrauchers zur Verfügung stehende bzw. aufgezehrte Energiepotential wird näherungsweise durch die schraffierte Fläche in FIG 2 repräsentiert.

Die Stromversorgung des Verbrauchers 16 aus dem im Elektrolysestack 4 enthaltenen elektro-chemischen Energiepotential 22 wird bis zum Zeitpunkt 36 weitergeführt. Zu diesem Zeitpunkt ist die Spannung U_2 des Elektrolysestacks 4 bis auf den Spannungswert 48 gesunken. Das vorhandene Energiepotential

ist für eine weitere Speisung des Verbrauchers 16 bzw. für ein Aufrechterhalten der Spannung U_3 nicht mehr hinreichend, so dass die kapazitive Energiespeichereinheit 30 in Betrieb genommen wird ($B=1$). Die Stromversorgung des Verbrauchers wird vom Zeitpunkt 36 an durch die kapazitive Energiespeichereinheit 30 aufrechterhalten, so dass es lediglich zu einer technisch nicht relevanten Beeinträchtigung des Spannungswertes 44 des Verbrauchers 16 zum Zeitpunkt 36 kommt.

10 Zum Zeitpunkt 38 kommt es zu einem Wiedereinsetzen der Stromversorgung 10 und die Spannung U_1 steigt infolgedessen auf den Spannungswert 40. Die Versorgung der Verbrauchers 16 mit Betriebsenergie erfolgt wiederum über die Stromversorgung 10, die Betriebsaktivität B der kapazitiven Energiespeichereinheit 30 wird eingestellt ($B=0$) und die Spannung U_2 der Elektrolysestacks 4 steigt auf den ursprünglichen Spannungswert 42.

15

Patentansprüche

1. Verfahren zur unterbrechungsfreien Stromversorgung einer Elektrolyseanlage (2) mit einer Ersatzstromversorgung nach
5 einem Ausfall einer Stromversorgung (10),
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
- die Elektrolyseanlage (2) nach dem Ausfall der Stromversorgung (10) bei der Ersatzstromversorgung aus einem in
10 einem Elektrolysestack (4) der Elektrolyseanlage (2) vorhandenen und in Strom umwandelbaren Energiepotential (20)
ersatzweise mit Strom versorgt wird,
 - wobei das in dem Elektrolysestack (4) der Elektrolyseanlage (2) vorhandene und in Strom umwandelbare Energiepotential (20) kontrolliert abgebaut wird.
- 15
2. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
- die Ersatzstromversorgung zumindest zeitweise aus einem elektro-chemischen Energiepotential (22), welches in dem
20 Elektrolysestack (4) der Elektrolyseanlage (2) vorhanden ist, gespeist wird, wobei
 - der Elektrolysestack (4) zumindest zeitweise als Brennstoffzelle zur Ersatzstromversorgung und zum Abbau des Energiepotentials (20, 22) betrieben wird.
- 25
3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Ersatzstromversorgung zumindest zeitweise aus einem druckbasierten Energiepotential (26), welches in dem
30 Elektrolysestack (4) der Elektrolyseanlage (2) vorhanden ist, und/oder einem elektrischen Energiepotential (24), welches in der Elektrolyseanlage (2) vorhanden ist, gespeist wird.
4. Verfahren nach dem vorherigen Anspruch,
35 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
- die Ersatzstromversorgung zumindest zeitweise aus dem druckbasierten Energiepotential (26), welches in dem Elektrolysestack (4) der Elektrolyseanlage (2) vorhanden

ist, gespeist wird, wobei

- das druckbasierte Energiepotential (26) mittels einer Turbineneinheit zur Ersatzstromversorgung und zum Abbau des Energiepotentials (20, 26) in elektrische Energie gewandelt wird.

5

5. Verfahren nach einem der zwei vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Ersatzstromversorgung zumindest zeitweise aus dem elektrischen Energiepotential (25) einer Gleichrichtereinheit (12) der Elektrolyseanlage gespeist (2) wird, wobei
- die Gleichrichtereinheit (12) zumindest zeitweise als Energiequelle zur Ersatzstromversorgung und zum Abbau des Energiepotentials (25) betrieben wird.

10

15

6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass zum kontrollierten Abbau des in der Elektrolyseanlage (2) vorhandenen Energiepotentials (20)

- zunächst ein elektro-chemisches Energiepotential (22),
- nachfolgend ein elektrisches Energiepotential (24, 25) und
- abschließend eine druckbasiertes Energiepotential (26) abgebaut werden.

20

7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass das in der Elektrolyseanlage (2) vorhandenen Energiepotential (20-26) innerhalb von 1min bis 20min, insbesondere innerhalb von 2min bis 15min, bevorzugt innerhalb von 6min bis 8min, auf ein gefähderungsfreies Niveau abgebaut wird.

30

8. Verfahren nach Anspruch 7,

dadurch gekennzeichnet, dass das gefähderungsfreie Niveau des Energiepotentials (20-26) in einem spannungs- und/oder strom- und/oder überdrucklosen und/oder reaktionsgasfreien Betriebszustand der Elektrolyseanlage (2) erreicht wird.

35

9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die
Elektrolyseanlage (2) nach dem Abbau des in der Elektrolyse-
anlage vorhandenen Energiepotentials (20-26) mittels einer
5 kapazitiven Energiespeichereinheit (30) unterbrechungsfrei
mit Strom versorgt wird.

10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass eine
10 unterbrechungsfreie Stromversorgung zumindest eines Verbrau-
chers (16) der Elektrolyseanlage (2) bewirkt wird.

11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
verwendet zu einer Steuerung des Abbaus des in der Elektroly-
seanlage (2) vorhandenen Energiepotentials (20-26) auf ein
15 gefährdungsfreies Niveau.

12. Elektrolyseanlage (2) mit einem Elektrolysestack (4) ein-
gerichtet zur Durchführung eines Verfahrens nach mindestens
20 einem der vorherigen Ansprüche,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
eine Steuereinheit (18), eingerichtet zu einer Ansteuerung
von zumindest einem Verbraucher (16) der Elektrolyseanlage
(2) zu einer Stromaufnahme aus einem Energiepotential (20-26)
25 der Elektrolyseanlage (2).

13. Elektrolyseanlage (2) nach Anspruch 12,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die
Steuereinheit (18) zu einer Ansteuerung von zumindest einem
30 Verbraucher (16) der Elektrolyseanlage (2) zu einer Stromauf-
nahme aus einem elektro-chemischen Energiepotential (22) des
Elektrolysestacks (4) vorbereitet ist.

FIG 1

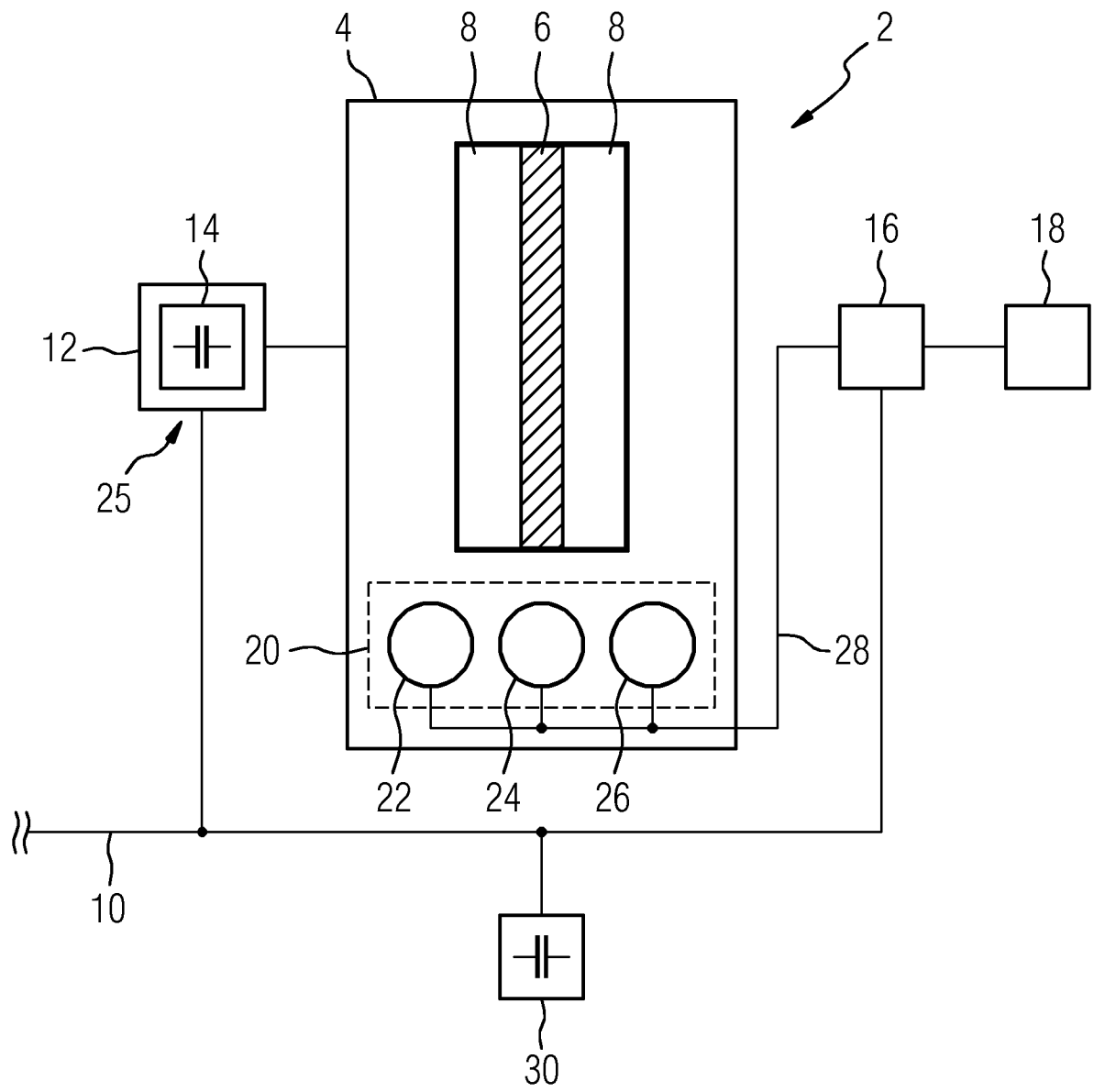
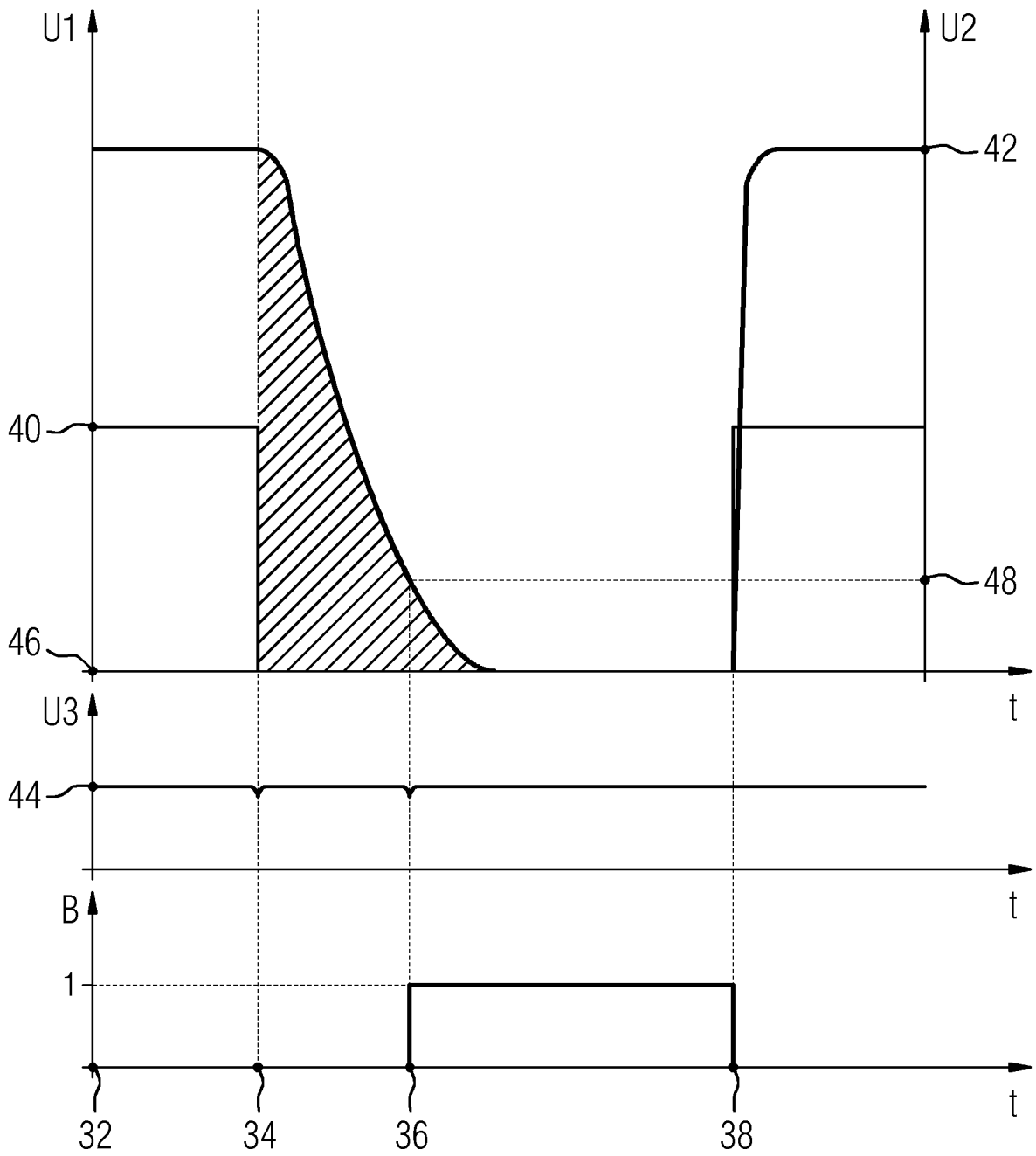


FIG 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/055223

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C25B15/00 C25B1/04
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
C25B
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2005/031039 A2 (AIR LIQUIDE [FR]; INO MINORU [JP]; NISHIKAWA YUKINOBU [JP]; HONMA FUMI) 7 April 2005 (2005-04-07)	1,12,13
Y	page 11, lines 19-22 page 22, line 22 - page 23, line 6	2-11
X	DE 10 2006 058045 A1 (DEUTSCH ZENTR LUFT & RAUMFAHRT [DE]) 3 July 2008 (2008-07-03)	1,12,13
Y	claim 1	2-11
Y	EP 2 624 412 A1 (SIEMENS AG [DE]) 7 August 2013 (2013-08-07) claims 1,5,8	1-13
Y	DE 24 62 122 A1 (SIEMENS AG) 15 April 1976 (1976-04-15) page 4, paragraph 3	1-13

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 12 June 2015	Date of mailing of the international search report 30/06/2015
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Perednis, Dainius

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2015/055223

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2005031039 A2	07-04-2005	JP 2005097667 A WO 2005031039 A2	14-04-2005 07-04-2005

DE 102006058045 A1	03-07-2008	NONE	

EP 2624412 A1	07-08-2013	CN 104106195 A EP 2624412 A1 EP 2812980 A1 US 2014346870 A1 WO 2013117387 A1	15-10-2014 07-08-2013 17-12-2014 27-11-2014 15-08-2013

DE 2462122 A1	15-04-1976	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. C25B15/00 C25B1/04
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 C25B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2005/031039 A2 (AIR LIQUIDE [FR]; INO MINORU [JP]; NISHIKAWA YUKINOBU [JP]; HONMA FUMI) 7. April 2005 (2005-04-07)	1,12,13
Y	Seite 11, Zeilen 19-22 Seite 22, Zeile 22 - Seite 23, Zeile 6 -----	2-11
X	DE 10 2006 058045 A1 (DEUTSCH ZENTR LUFT & RAUMFAHRT [DE]) 3. Juli 2008 (2008-07-03)	1,12,13
Y	Anspruch 1 -----	2-11
Y	EP 2 624 412 A1 (SIEMENS AG [DE]) 7. August 2013 (2013-08-07) Ansprüche 1,5,8 -----	1-13
Y	DE 24 62 122 A1 (SIEMENS AG) 15. April 1976 (1976-04-15) Seite 4, Absatz 3 -----	1-13



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. Juni 2015

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

30/06/2015

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Perednis, Dainius

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/055223

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2005031039 A2	07-04-2005	JP 2005097667 A WO 2005031039 A2	14-04-2005 07-04-2005

DE 102006058045 A1	03-07-2008	KEINE	

EP 2624412 A1	07-08-2013	CN 104106195 A EP 2624412 A1 EP 2812980 A1 US 2014346870 A1 WO 2013117387 A1	15-10-2014 07-08-2013 17-12-2014 27-11-2014 15-08-2013

DE 2462122 A1	15-04-1976	KEINE	
