

(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
14. Juni 2012 (14.06.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/076136 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01M 8/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/006057

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. Dezember 2011 (02.12.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 053 572.9
6. Dezember 2010 (06.12.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **ENYMOTION GMBH** [DE/DE];
Wannenäckerstrasse 71, 74078 Heilbronn (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WIELAND, Steffen**
[DE/DE]; Wannenäckerstrasse 71, 74078 Heilbronn (DE).
SEYFANG, Bernhard [DE/DE]; Rommentalerstrasse 16,
73114 Schlatt (DE).

(74) Anwalt: **KITZHOFER, Thomas**; Prinz & Partner,
Rundfunkplatz 2, 80335 München (DE).

(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, DE, 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.

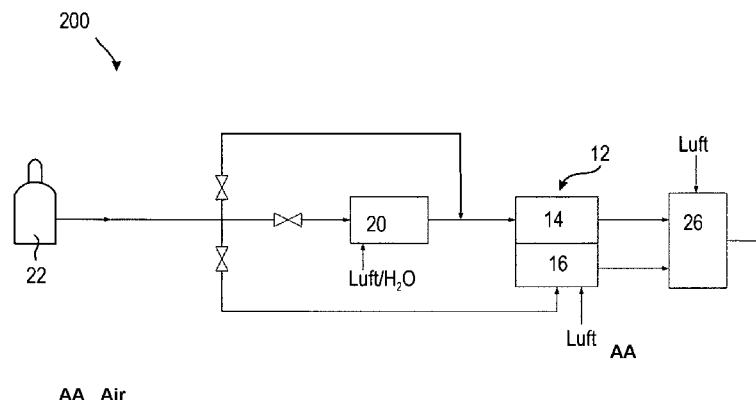
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, 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: METHOD FOR OPERATING A FUEL CELL SYSTEM AND FUEL CELL SYSTEM

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES BRENNSTOFFZELLENSYSTEMS UND
BRENNSTOFFZELLENSYSTEM

Fig. 3



(57) Abstract: In a method for operating a fuel cell system, having at least one fuel cell (12), a reformer (20) for producing hydrogen-containing gas and a burner (26) connected downstream of the fuel cell (12), in an operating state that deviates from normal operation, the fuel cell (12) is flushed with a flushing gas, wherein the flushing gas is composed of the fuel and/or of a gas stream substantially consisting of inert gases. The waste gas from the fuel cell (12) is converted in the burner (26) substantially into inert gases, and the gas stream emerging from the burner (26) is led via a waste gas recirculation system for flushing through the fuel cell (12).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/076136 A1



Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Bei einem Verfahren zum Betrieb eines Brennstoffzellensystems, mit wenigstens einer Brennstoffzelle (12), einem Reformier (20) zur Erzeugung von wasserstoffhaltigem Gas und einem der Brennstoffzelle (12) nachgeschalteten Brenner (26), wird in einem vom Normalbetrieb abweichenden Betriebszustand die Brennstoffzelle (12) mit einem Spülgas gespült, wobei das Spülgas aus dem Brennstoff und/oder aus einem im Wesentlichen aus inerten Gasen bestehenden Gasstrom besteht. Das Abgas der Brennstoffzelle (12) wird im Brenner (26) im Wesentlichen in inerte Gase umgesetzt, und dieser aus dem Brenner (26) austretende Gasstrom wird über eine Abgasrückführung zur Spülung durch die Brennstoffzelle (12) geleitet.

Verfahren zum Betrieb eines Brennstoffzellensystems und Brennstoffzellensystem

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Brennstoffzellensystems.

5 In Brennstoffzellen wird auf chemischem Weg elektrische Energie erzeugt. Dabei werden der Brennstoffzelle ein kontinuierlicher Strom eines wasserstoffhaltigen Gases sowie ein kontinuierlicher Strom eines Oxidationsmittels (meist Luft-sauerstoff) zugeführt. Beim Umsetzen des Wasserstoffs in der Brennstoffzelle entsteht als Abgasprodukt Wasser.

10 Der Wasserstoff wird oft in situ aus einem kohlenwasserstoffhaltigen Brennstoff erzeugt, insbesondere bei portablen Brennstoffzellensystemen. Als kohlenwasserstoffhaltiger Brennstoff kann beispielsweise Flüssiggas (LPG) verwendet werden, was sich vor allem für portable Brennstoffzellensysteme anbietet. Die Hauptbestandteile von Flüssiggas sind Propan und n-Butan.

15 „Brennstoff“ im Sinne dieser Anmeldung kann jedoch jede Ausgangssubstanz sein, die zur Wasserstofferzeugung herangezogen werden kann. Dies umfasst Flüssiggas, aber z.B. auch andere kohlenwasserstoff- oder alkoholhaltige Stoffe oder Stoffgemische. Die weiteren zur Umsetzung benötigten Edukte, insbesondere Sauerstoff (Luft) oder Wasser werden den jeweiligen Komponenten des
20 Brennstoffzellensystems hingegen separat zugeführt und sind nicht Bestandteil des Brennstoffs.

Zur Wasserstofferzeugung ist der Brennstoffzelle ein Reformer vorgeschaltet, in dem auf chemischem Weg eine Umsetzung des Brennstoffes in ein wasserstoffhaltiges Gas erfolgt. Der Reformer kann hierbei beispielsweise nach dem
25 Verfahren der Dampfreformierung, der partiellen Oxidation oder der autothermen Reformierung arbeiten.

Im Normal- oder Nennbetrieb wird der Anode der Brennstoffzelle vom Reformer ein wasserstoffhaltiges Gas in für das jeweilige System optimaler Zusam-

mensetzung zugeführt. Der Kathode wird Sauerstoff, meist als Bestandteil von Umgebungsluft, zugeführt.

Vor allem das Vorhandensein von Wasserstoff und Wasser in den Systemkomponenten ist in vom Normalbetrieb abweichenden Betriebszuständen kritisch, vor allem beim An- oder Abfahren des Systems. Wird z.B. die Brennstoffzelle abgeschaltet, muss vermieden werden, dass der noch im System befindliche Wasserstoff mit Luftsauerstoff reagieren kann. Das noch im System befindliche Wasser sollte entfernt werden, um bei niedrigen Umgebungstemperaturen ein Ausfrieren zu vermeiden.

Es ist bekannt, das Brennstoffzellensystem beim An- oder Abfahren mit für die Brennstoffzelle inerten Gasen zu spülen, um unerwünschte Gase aus dem System zu entfernen. Hiermit beschäftigt sich beispielsweise die US 2003/0072978 A1.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein optimiertes Betriebsverfahren vorzustellen, für das die Komplexität des Brennstoffzellensystems nicht wesentlich erhöht werden muss.

Ein solches Verfahren ist in Anspruch 1 beschrieben. Im Zusammenhang mit dieser Anmeldung wird unter „inerten Gasen“ jedes Gas verstanden, das für den Betrieb der Brennstoffzelle unschädlich ist, hauptsächlich Stickstoff, Kohlendioxid und Wasser. Es ist aber auch möglich, unter bestimmten Bedingungen andere Gase als Spülgas einzusetzen, die unter diesen Bedingungen weder mit Wasserstoff oder Sauerstoff noch mit den im Brennstoffzellesystem verwendeten Materialien reagieren, sich also unter diesen Umständen inert verhalten.

Es hat sich herausgestellt, dass zum Spülen des Brennstoffzellensystems in einem vom Normalbetrieb abweichenden Betriebszustand der Brennstoff selbst verwendet werden kann, insbesondere, wenn es sich bei dem Brennstoff um Flüssiggas (LPG) handelt. Weder Luftsauerstoff noch Wasserstoff reagieren beispielsweise bei Raumtemperatur mit dem Brennstoff. Für beide Gase verhält sich daher der Brennstoff unter bestimmten Bedingungen wie ein inertes Gas.

Beim Anfahren des Brennstoffzellensystems kann die im noch kalten System befindliche Umgebungsluft für die Brennstoffzelle unkritisch durch Brennstoff ersetzt werden. Nachdem alle Komponenten des Brennstoffzellensystems ihre Be-

triebstemperatur erreicht haben, kann das im Reformer erzeugte wasserstoffhaltige Gas anstelle des Brennstoffstroms treten. Auf diese Weise gelangt das Brennstoffzellensystem in den Nennbetrieb.

5 Beim Abfahren des Systems kann, nach Abschalten oder durch Umgehung des Reformers, das wasserstoffhaltige Gas nach und nach durch den (sauerstofffreien) Brennstoff ersetzt werden. Mit dem Brennstoff kann auch das noch in Brennstoffzellensystem verbliebene Wasser ausgespült werden.

Abschließend kann ein weiterer Spülschritt mit Umgebungsluft durchgeführt werden.

10 Nach Passieren der Brennstoffzelle wird der Brennstoff durch den im System vorhandenen Brenner geleitet, wo er, eventuell zusammen mit dem verbliebenen Restwasserstoff, vollständig umgesetzt wird, so dass im wesentlichen nur Kohlendioxid und Wasser in die Umgebung des Brennstoffzellensystems gelangen.

15 In einer Alternative des Verfahrens wird die Brennstoffzelle mit einem im Wesentlichen aus inerten Gasen wie Stickstoff, Kohlendioxid oder Wasser bestehenden Gasstrom gespült. Das Abgas der Brennstoffzelle wird zunächst im Brenner im Wesentlichen in inerte Gase umgesetzt, und dieser aus dem Brenner austretende Gasstrom wird über eine Abgasrückführung zur Spülung durch die Brennstoffzelle geleitet. Der im System vorhandene Brenner, der der Brennstoffzelle nachgeschaltet ist und das wasserstoffhaltige Abgas der Brennstoffzelle umsetzt und der auch im Nennbetrieb arbeitet, wird im An- und Abfahrbetrieb genutzt, um einen vorzugsweise vollständig aus inerten Gasen bestehenden Gasstrom zu erzeugen, der zur Spülung des Systems von unerwünschten Gasen wie Wasserstoff und Wasser eingesetzt wird.

25 Der vom Brenner erzeugte inerte Gasstrom kann auch durch den Reformer geleitet und so zur Spülung des Reformers verwendet werden.

Alternativ ist es auch möglich, den Reformer ebenfalls so zu betreiben, dass er inertes Gas erzeugt und ihn einzusetzen, um die Spülwirkung zu verstärken. Wird der Gasstrom durch den Reformer geleitet, kann er insbesondere in der Anfahrphase auch zum Aufheizen des Reformers eingesetzt werden.

30

Das Verbrennungsluftverhältnis λ beschreibt das Verhältnis zwischen der zugeführten Luftmenge und der für die stöchiometrische Umsetzung benötigten Luftmenge. Bei einem λ von 1 wird der Brennstoff mit der zugeführten Luftmenge vollständig stöchiometrisch umgesetzt.

5 Vorzugsweise wird im Abfahrbetrieb, also der Abfahrphase des Systems, in einem ersten Spülschritt der Brenner mit einem Luftverhältnis von $\lambda \leq 1$ betrieben. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass kein Sauerstoff in das Brennstoffzellensystem, insbesondere in die Anode der Brennstoffzelle gelangt, in der bei Ende des Nennbetriebs noch Wasserstoff vorhanden ist.

10 Der erste Spülschritt kann solange ausgeführt werden, bis der Wasserstoff im Wesentlichen aus der Brennstoffzelle entfernt wurde.

Dann kann in einem zweiten Spülschritt der Brenner mit einem Luftverhältnis von $\lambda \geq 1$ betrieben werden, sodass eine vollständige Verbrennung des dem Brenner zugeleiteten brennstoffhaltigen Gas erfolgt. Insbesondere wird im Brenner auch das im Gasstrom enthaltene Kohlenmonoxid im Wesentlichen vollständig umgesetzt. Ein eventueller Sauerstoffüberschuss, der mit dem Spülgas durch die Brennstoffzelle gelangt, ist nun unkritisch, da kein Wasserstoff mehr in der Brennstoffzelle vorhanden ist.

20 Der Luftüberschuss kann genutzt werden, um das noch im System befindliche Wasser auszutragen. Hierbei ist es insbesondere vorteilhaft, wenn der Brenner das inerte Gas aufgeheizt hat, so dass das vorhandene Wasser besser aufgenommen werden kann.

25 Es ist möglich, in einem weiteren, dritten Spülschritt das Brennstoffzellensystem mit Luft zu spülen. Auf diese Weise kann das Wasser, das eventuell noch im System vorhanden ist, praktisch vollständig entfernt werden. Die zugeführte Spülluft kann im Reformier und/oder im Brenner vorgeheizt werden, wobei beide Komponenten in diesem Fall vorzugsweise bereits abgeschaltet sind und ihre Restwärme ausgenutzt wird.

30 Es ist möglich, in allen vom Normalbetrieb abweichenden Betriebszuständen, in denen eine Spülung durchgeführt wird, den Reformier bereits abzuschalten und nur dessen Restwärme auszunutzen. Alternativ kann der Reformier natürlich auch

in einem Modus betrieben werden, in dem er praktisch ausschließlich inerte Gase erzeugt.

Der Brenner setzt im Nennbetrieb die wasserstoffhaltigen Abgase der Anode der Brennstoffzelle um.

- 5 Im von Normalbetrieb abweichenden Betriebszuständen, insbesondere der An- bzw. Abfahrphase, ist es möglich, dem Brenner das vom Reformier erzeugte Gas über eine die Brennstoffzelle umgehende Bypassleitung direkt zuzuführen. Falls eine größere Menge an Spülgas benötigt wird, ist es auch möglich, dem Brenner kohlenwasserstoffhaltigen Brennstoff aus einem Vorratstank des Brennstoffzellensystems zuzuführen.
- 10

- Es ist auch möglich, zusätzlich zu dem der Brennstoffzelle nachgeschalteten Brenner einen zusätzlichen Brenner vorzusehen, der inerte Gase zur Spülung der Brennstoffzelle erzeugt. Diesem Brenner wird dann ausschließlich der kohlenwasserstoffhaltige Brennstoff und/oder ein Teil des Abgases der Brennstoffzelle zugeführt.
- 15

Generell ist für die Verbrennung in dem oder den Brennern ein Luftverhältnis von $\lambda = 1$ wünschenswert. Insbesondere bei den Spülschritten ist ein Verhältnis von etwa $\lambda = 0,9$ bzw. $\lambda = 1,1$, je nach der gewünschten Zusammensetzung des Abgases günstig.

- 20 Die Erfindung betrifft außerdem ein Brennstoffzellensystem, in dem die oben beschriebenen Verfahren angewendet werden können.

- In einer ersten Alternative betrifft die Erfindung ein Brennstoffzellensystem, das mit Brennstoff spülbar ist, wobei das Brennstoffzellensystem wenigstens einer Brennstoffzelle mit einer Anode und einer Kathode, einen Reformier zur Erzeugung von wasserstoffhaltigem Gas, einen der Brennstoffzelle nachgeschalteten Brenner und eine Steuerung aufweist, und das Brennstoffzellensystem in einem Normalbetrieb und einem An- oder Abfahrbetrieb betreibbar ist. Es ist eine durch die Steuerung schaltbare Strömungsverbindung zwischen einem Brennstofftank und der Brennstoffzelle vorgesehen, so dass Brennstoff durch die Anode und/oder die Kathode geleitet werden kann. So kann auch die Kathode auf einfache Weise beim Anfahren von Luft und beim Abfahren von Wasserstoff und Wasser gereinigt werden.
- 25
- 30

Der Brennstoff wird nach Verlassen der Kathode vorzugsweise vollständig über vorzugsweise schaltbare Leitungen zum Brenner geleitet und in diesem umgesetzt, so dass bei den Spülschritten mit Brennstoff als Spülgas im Wesentlichen nur Wasser und Kohlendioxid in die Umgebung gelangen.

5 Gemäß einer zweiten Alternative weist das Brennstoffzellensystem wenigstens eine Brennstoffzelle auf, einen Reformer zur Erzeugung von wasserstoffhaltigem Gas, einen der Brennstoffzelle nachgeschalteten Brenner und eine Steuerung. Das Brennstoffzellensystem kann in einem Nennbetrieb und in einem An- bzw. Abfahrbetrieb betrieben werden. Eine Rückführleitung vom Brenner in eine
10 zur Brennstoffzelle führende Leitung ist vorgesehen, und die Steuerung ist so ausgelegt, dass sie in einem Anfahr- und/oder Abfahrbetrieb den Brenner so betreibt, dass im Wesentlichen inerte Gase erzeugt werden. Außerdem verbindet die Steuerung die Rückführleitung in diesem Fall über ein Ventil mit der zur Brennstoffzelle führenden Leitung zur Spülung der Brennstoffzelle.

15 Vorteilhaft ist hier, dass keine weiteren Komponenten (mit Ausnahme der Rückführleitung) im System vorgesehen werden müssen, was sowohl die Kosten als auch den Bauraum des Systems gering hält.

Es wäre auch denkbar, eine Abgasrückführung inerte Gase mit der Spülung mit Brennstoff zu kombinieren.

20 Die Erfindung wird nachfolgend anhand von mehreren Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen näher beschrieben. In den Zeichnungen zeigen:

- Figur 1 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens;
25

- Figur 2 eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens; und

- Figur 3 eine dritte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

30 Figur 1 zeigt ein Brennstoffzellensystem 10 mit einer Brennstoffzelle 12, die auf bekannte Weise eine Anode 14 und eine Kathode 16 aufweist und die hier

stellvertretend für einen ganzen Stapel von Brennstoffzellen steht. Die Brennstoffzelle 12 wird über eine Zuleitung 18 mit einem wasserstoffhaltigen Gas versorgt, das in einem Reformier 20 auf bekanntem Weg über eine chemische Umsetzung durch autotherme Reformierung aus einem kohlenwasserstoffhaltigen Brennstoff aus einem Vorratstank 22 erzeugt wird. Dem Reformier 20 werden außerdem noch Luft und Wasser zugeführt, die für die autotherme Reformierung benötigt werden. Der Kathode 16 der Brennstoffzelle 12 wird Sauerstoff über eine Luftzuführung, die Umgebungsluft zur Kathode 16 leitet, zugeführt (nicht dargestellt).

10 Im Nenn- oder Normalbetrieb, in dem die Brennstoffzelle 12 elektrische Energie liefert und in der sowohl die vom Reformier 20 gelieferte Gaszusammensetzung optimal ist als auch alle Komponenten ihre normale Betriebstemperatur haben, wird das von der Anode 14 abgeleitete, noch wasserstoffhaltige Abgas über eine Leitung 24 zu einem Brenner 26 geführt. Dort wird das wasserstoffhaltige Abgas mit Luft katalytisch umgesetzt und anschließend über eine Abgasleitung 15 28 in die Umgebung des Brennstoffzellensystems entlassen.

Von der Abgasleitung 28 zweigt eine Rückführleitung 30 ab, die zum Reformier 20 oder alternativ oder in Kombination stromabwärts des Reformiers 20 in die Leitung 18 mündet. Ein Ventil 32 bietet die Möglichkeit, den Abgasstrom nach dem Brenner 26 wahlweise ganz oder teilweise durch die Rückführleitung 30 zu leiten.

Die Abgasrückführung kann aktiv, z.B. durch eine Pumpe oder eine Venturidüse, unterstützt werden.

25 Eine Steuerung 34 ist mit dem Ventil 32 sowie mit dem Brenner 26 verbunden und kann die Ventilstellung sowie die Brennerleistung beispielsweise durch Anpassung der Luftzufuhr zum Brenner 26 regeln.

Außerdem ist eine Bypassleitung 36 vorgesehen, mittels der die Brennstoffzelle 12 überbrückt werden kann. Die Bypassleitung 36 zweigt von der Zuleitung 18 ab, umgeht die Brennstoffzelle 12 und mündet stromabwärts der Brennstoffzelle 12 in die Leitung 24. Über ein Ventil 38 lässt sich der Gasstrom zur Brennstoffzelle 12 wahlweise ganz oder teilweise in die Bypassleitung 36 umleiten.

In allen Fällen, in denen ein Gasstrom nur teilweise über die Rückführleitung 30 bzw. die Bypassleitung 36 geführt wird, wird lediglich das Volumen des Gasstroms reduziert, nicht aber dessen Zusammensetzung verändert.

Im Normalbetrieb wird kohlenwasserstoffhaltiger Brennstoff, beispielsweise Flüssiggas (LPG) vom Vorratstank 22 zum Reformier 20 geleitet, in dem unter Zuführung von Luft und Wasser wasserstoffhaltiges Gas erzeugt wird, das durch die Leitung 18 zur Anode 14 der Brennstoffzelle 12 geführt wird (die Bypassleitung 36 ist bei dem hier beschriebenen Beispiel vollständig geschlossen, so dass sämtliches vom Reformier 20 geliefertes Gas zur Anode 14 gelangt).
10 In der Brennstoffzelle 12 wird ein Großteil des im Gasstrom enthaltenen Wasserstoffs umgesetzt, und das Abgas, das den restlichen Wasserstoff enthält, wird über die Leitung 24 zum Brenner 26 geleitet. Dort wird der restliche Wasserstoff unter Zuführung von Umgebungsluft (nicht gezeigt) in diesem Beispiel vollständig ($\lambda \geq 1$) verbrannt, und die resultierenden Abgase werden über die Abgasleitung
15 28 ins Freie geleitet. Die Abgase enthalten keinen Wasserstoff und kein Kohlenmonoxid mehr, aber können durchaus nicht umgesetzten Luftsauerstoff aufweisen.

Es ist auch möglich, den Wasserstoff sozusagen aufzuteilen und einen Teil des wasserstoffhaltigen Gases auch im Normalbetrieb über die Bypassleitung
20 direkt zum Brenner zu führen. Dies kann beispielsweise sinnvoll sein, wenn zum Erreichen einer gewünschten Brennerleistung mehr Wasserstoff benötigt wird als im Anodenabgas enthalten ist.

Die Rückführleitung 30 ist geschlossen, sodass kein Abgas zum Reformier 20 zurückgeleitet wird.

25 In der Anfahr- oder Startphase des Brennstoffzellensystems 10 (die einem ersten vom Normalbetrieb abweichenden Betriebszustand entspricht), wird das Brennstoffzellensystem 10 in Gang gesetzt, nachdem es eine Zeitlang außer Betrieb war. Dies bedeutet, dass in der Brennstoffzelle 12 und auch in der Anode 14 Umgebungsluft und damit Sauerstoff vorhanden ist. Um diese für den Nenn-
30 betrieb der Brennstoffzelle 12 störenden Gase aus dem System 10 zu entfernen, wird das Brennstoffzellensystem inklusive der Brennstoffzelle 12 mit einem Spülgas gespült, bis die störenden Gase eine vorbestimmte Konzentration unterschreiten. In einer ersten Phase wird der Reformier 20 so betrieben, dass er was-

serstoffhaltiges Gas erzeugt. Dieser Gasstrom wird über das Ventil 38 und die Bypassleitung 36 vollständig an der Brennstoffzelle 12 vorbei geleitet und gelangt so direkt in den Brenner 26. Im Brenner werden die brennbaren Bestandteile des Gases vollständig umgesetzt ($\lambda \geq 1$). Nach dem Brenner 26 werden die Abgase
5 in die Umgebung abgeleitet. Diese Phase dient hauptsächlich zur Aufheizung der Komponenten des Brennstoffzellensystems 10.

In einer zweiten Phase wird der Brenner 26 über die Steuerung 34 in einem Modus betrieben, dass sein Abgas im Wesentlichen aus inerten Gasen besteht, also kein Sauerstoff mehr enthalten ist ($\lambda \leq 1$, bevorzugt $0,9 \leq \lambda < 1$). Der Reform-
10 mer 20 ist abgeschaltet oder wird ebenfalls in einem Modus betrieben, in dem er im Wesentlichen inerte Gase erzeugt. Hierzu kann optional die Luftzufuhr zum Reformer 20 so angepasst werden, dass im Reformer 20 im Wesentlichen inerte Gase erzeugt werden.

Der aus dem Brenner 26 austretende Gasstrom enthält praktisch ausschließlich
15 lich inerte Gase (Stickstoff, Kohlendioxid, Wasser), die keine für die Brennstoffzelle 12 oder andere Komponenten des Systems schädlichen Gase enthalten. Jetzt wird über die Steuerung 34 das Ventil 32 so geschaltet, dass der Abgasstrom nach dem Brenner 26 ganz oder teilweise über die Rückführleitung 30 rückgeführt wird. Das Ventil 32 wird so geschaltet, dass dieser Gasstrom über die
20 Rückführleitung 30 stromaufwärts des Reformers 20 oder unter Umgehung des Reformers 20 stromabwärts in die Leitung 18 eingespeist wird. Das Abgas des Brenners 26 wird zum Spülen durch die Anode 14 der Brennstoffzelle 12 geleitet.

Nun wird die Bypassleitung 36 über das Ventil 38 ganz oder teilweise geschlossen und der Gasstrom ganz oder teilweise durch die Brennstoffzelle 12
25 geleitet, um diese mit den inerten Gasen zu spülen, so dass die Anode 14 von etwaigem Luftsauerstoff befreit wird. Nach diesem Spülzyklus ist somit die Anode 14 sauerstofffrei.

Alternativ dazu, in einem ersten Schritt das vom Reformer 20 erzeugte Gas über die Bypassleitung 36 an der Brennstoffzelle 12 vorbei zu leiten, könnte auch
30 der Reformer 20 gleich so betrieben werden, dass im Wesentlichen nur inerte Gase erzeugt werden.

Dieser erste Spülschritt sorgt durch die Rückführung des heißen Abgases auch dafür, dass der Brenner 26 und der Reformer 20 schneller auf ihre Betriebstemperatur kommen.

In einer dritten Phase wird die Abgasrückführung wieder beendet und das
5 Abgas nach dem Brenner 26 in die Umgebung abgeleitet. Gleichzeitig wird der Brenner 26 so eingestellt, dass die ihm zugeführten wasserstoffhaltigen Abgase vollständig verbrannt werden ($\lambda \geq 1$). Außerdem wird der Reformer 20 in den Modus geschaltet, in dem er die für die Brennstoffzelle 12 optimale Gaszusammensetzung liefert. Eventuell kann für eine kurze Zeit (wenige Sekunden) der
10 Gasstrom nach dem Reformer 20 über die Bypassleitung 36 an der Brennstoffzelle vorbeigeführt werden, bis die Gaszusammensetzung optimal ist.

Nachdem sowohl die Betriebstemperaturen des Brenners 26 und des Reformers 20 erreicht sind als auch das vom Reformer 20 gelieferte Gas seine optimale Zusammensetzung hat, wird der Gasstrom vom Reformer 20 vollständig über
15 die Brennstoffzelle 12 geleitet. Nach dem Brenner 26 wird das Abgas über die Abgasleitung 28 ins Freie geführt. Damit befindet sich das Brennstoffzellensystem 10 in seinem Normalbetrieb.

Beim Abfahren des Systems (was einem zweiten vom Normalbetrieb abweichenden Betriebszustand entspricht), besteht das Problem, dass der noch in der
20 Brennstoffzelle 12 vorhandene Wasserstoff nicht mit Luftsauerstoff in Berührung kommen sollte.

Zum Abfahren wird daher über die Steuerung 34 das Ventil 32 so geschaltet, dass die Abgase über die Rückführleitung 30 zurück zum Reformer 20 oder zur Brennstoffzelle 12 geleitet werden. In einem ersten Spülschritt wird der Brenner
25 26 mit einem Verbrennungsluftverhältnis von $\lambda \leq 1$ (bevorzugt $0,9 \leq \lambda < 1$) betrieben, sodass im Abgasstrom nach dem Brenner 26 kein Sauerstoff enthalten ist. Der Abgasstrom enthält praktisch nur für die Brennstoffzelle 12 inerte Gase (Stickstoff, Kohlendioxid, Wasser).

Der Reformer 20 kann entweder bereits abgeschaltet sein oder er kann in einem
30 Modus betrieben werden, in dem er ebenfalls praktisch nur inerte Gase erzeugt.

Die Brennstoffzelle 12, vor allem die Anode 14, wird mit diesen inerten Gasen gespült und der aus der Anode 14 ausgetragene Wasserstoff im Brenner 26 zu Wasser umgesetzt.

5 Nach diesem ersten Spülschritt kann ein zweiter Spülschritt erfolgen, in dem der Brenner in einem Luftverhältnis $\lambda \geq 1$ (bevorzugt $1 > \lambda \geq 1,1$) betrieben wird, sodass sämtliche Abgase im Brenner 26 komplett umgesetzt werden, insbesondere eventuell noch vorhandener Wasserstoff und Kohlenmonoxid.

10 Das Verbrennungsluftverhältnis kann für die Spülschritte auch auf einen im Wesentlichen festen Wert kleiner bzw. größer 1 (z.B. $\lambda = 0,95$ bzw. $\lambda = 1,05$) eingestellt werden, um sicherzustellen, dass die Abgase des Brenners keinen Sauerstoff bzw. keinen Wasserstoff mehr enthalten.

15 Da nach dem ersten Spülschritt in der Brennstoffzelle 12 kein Wasserstoff mehr vorhanden ist, ist es unproblematisch, wenn das Abgas Sauerstoff enthält. Vorzugsweise wird der Abgasstrom auch durch den Reformier 20 geleitet, der bereits abgeschaltet sein kann, dessen Restwärme aber genutzt wird, um den Abgasstrom aufzuheizen. Das erhitzte Abgas nimmt das Wasser im Brennstoffzellensystem 10 auf, sodass es schließlich durch die Abgasleitung 28 nach außen transportiert werden kann. Dabei ist es möglich, das Abgas nur teilweise rückzuführen.

20 Nach Beendigung dieses zweiten Spülschritts werden der Brenner 26 und der Reformier 20 abgeschaltet.

25 Es ist vorteilhaft, als dritten Spülschritt das System mit Umgebungsluft zu spülen, die ebenfalls durch den Reformier 20 und den Brenner 26 geleitet werden kann, um deren Nachwärme zu nutzen, um das restliche Wasser aus dem System zu entfernen.

Figur 2 zeigt eine zweite Ausführungsform des Brennstoffzellensystems 100.

30 Im Unterschied zur gerade beschriebenen ersten Ausführungsform ist zusätzlich zum Brenner 26 ein zweiter Brenner 136 vorgesehen, der über den Vorrattank 22 mit kohlenwasserstoffhaltigem Brennstoff versorgt wird. Dieser Brenner 136 dient hauptsächlich zur Erwärmung von Systemkomponenten, beispielsweise der Brennstoffzelle 12, in der Anfahrphase. Er kann aber auch dazu eingesetzt

werden, zusätzlich inerte Gase zu erzeugen, falls das Abgas der Brennstoffzelle 12 zu wenig Wasserstoff enthält. Die im Brenner 136 erzeugten inerten Gase werden stromabwärts des Brenners 26, aber stromaufwärts des Ventils 32 eingeleitet und dann wie oben beschrieben über die Rückführleitung 30 weitertransportiert. Der Brenner 136 (sowie etwaige weitere Brenner) ist ebenfalls mit der Steuerung 34 verbunden und wird analog zum Brenner 26 mit dem jeweilig gewünschten Luftverhältnis λ betrieben.

Alternativ oder zusätzlich ist es möglich, den Brenner 26 mit kohlenwasserstoffhaltigem Brennstoff aus dem Vorratstank 22 zu versorgen. Dies ist in Figur 2 für die zweite Ausführungsform angedeutet, ist aber auch in der ersten Ausführungsform möglich.

Eine solche Versorgung des Brenners 26 mit kohlenwasserstoffhaltigem Brennstoff ist vor allem in der Anfahrphase des Systems, wenn der Reformer 20 noch ausgeschaltet ist, zur Erzeugung von Spülgas für die Leitungen, den Reformer und die Brennstoffzelle 12 von Vorteil.

Es wäre auch möglich, nur die Abgase des zusätzlichen Brenners 134 über die Rückführleitung 30 zurückzuleiten, und die des Brenners 26 über die Abgasleitung 28 in die Umgebung abzuleiten.

Die in Figur 3 dargestellte Ausführungsform zeigt ein Brennstoffzellensystem 200, das ähnlich aufgebaut ist wie die gerade beschriebenen Systeme, aber dazu ausgelegt ist, dass die Brennstoffzelle 12 (sowohl Anode 14 als auch Kathode 16) mit demselben Brennstoff gespült werden können, der aus dem Brennstofftank 22 auch dem Reformer 20 zur Erzeugung des wasserstoffhaltigen Gases zugeführt wird.

Beim Anfahren und/oder Abfahren des Brennstoffzellensystems 200 kann der Brennstoff, hier Flüssiggas, zur Anode 14 und durch diese hindurch zum Brenner 26 geleitet werden. Genauso kann Brennstoff vom Brennstofftank 22 durch die Kathode 16 zum Brenner 26 geleitet werden.

Es ist möglich, den Reformer 20 mit dem Brennstoff zu durchströmen, oder aber den Reformer 20 mittels einer Bypassleitung zu umgehen.

Im Brenner 26 wird der Brennstoff thermisch umgesetzt und die Abgase werden in die Umgebung des Brennstoffzellensystems 200 geleitet.

Während der Spülung mit Brennstoff ist vorzugsweise die Luftzufuhr zur Kathode 16 abgeschaltet.

- 5 Während der Spülung mit Brennstoff werden vorzugsweise alle durchströmten Systemkomponenten auf einer Temperatur unterhalb der Zündtemperatur des Brennstoffs gehalten, und/oder es wird sichergestellt, dass diese Komponenten bei erhöhten Temperaturen sauerstofffrei sind.

10 Es ist möglich, nach erfolgter Spülung mit Brennstoff einen weiteren Spülschritt mit Umgebungsluft durchzuführen.

Die hier nicht dargestellte Steuerung 34 steuert wie bei den vorher beschriebenen Ausführungsformen die Gasflüsse.

15 Es ist auch denkbar, eine Rückführleitung wie bei den vorher beschriebenen Ausführungsformen vorzusehen und vom Brenner 26 erzeugtes Abgas durch den Reformer 20 und die Brennstoffzelle 12 zu leiten, entweder als Spülschritt nach der Spülung mit Brennstoff oder in einer Mischung mit dem Brennstoff, optional in wechselnden Mischungsverhältnissen.

Der Reformer 20 könnte natürlich auch in einer anderen Betriebsart (Partielle Oxidation oder Dampfreformierung) betrieben werden.

20 Ebenso ist es natürlich möglich, eine oder mehrere Reinigungsstufen dem Reformer 20 nachzuschalten bzw. in diesen zu integrieren.

25 Die Merkmale der verschiedenen Ausführungsformen können im Ermessen des Fachmanns frei gegeneinander ausgetauscht oder miteinander kombiniert werden. Dies gilt sowohl für die Ausbildung der Brennstoffzellensysteme als auch für die Verfahren zur Steuerung der Brennstoffzellensysteme.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Brennstoffzellensystems,
mit wenigstens einer Brennstoffzelle (12), einem Reformer (20), dem zur Erzeugung von wasserstoffhaltigem Gas ein Brennstoff zugeführt wird, und einem
5 der Brennstoffzelle (12) nachgeschalteten Brenner (26), bei dem
in einem vom Normalbetrieb abweichenden Betriebszustand die Brennstoffzelle (12) mit einem Spülgas gespült wird und das Spülgas aus:
 - a) Brennstoff und/oder
 - b) einem im Wesentlichen aus inerten Gasen bestehenden Gasstrom besteht,
10 der erzeugt wird, indem das Abgas der Brennstoffzelle (12) im Brenner (26) im Wesentlichen in inerte Gase umgesetzt wird, wobei dieser aus dem Brenner (26) austretende Gasstrom über eine Abgasrückführung zur Spülung durch die Brennstoffzelle (12) geleitet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der vom
15 Normalbetrieb abweichende Betriebszustand ein Anfahren oder ein Abfahren des Brennstoffzellensystems (10; 100; 200) ist.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Brennstoff oder der Gasstrom auch durch den Reformer (20) geleitet wird.
- 20 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Brennstoff nach Passieren der Brennstoffzelle (12) im Brenner (26) vollständig umgesetzt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in einem ersten Spülschritt der Brenner (26) mit einem Luftverhältnis $\lambda \leq 1$ betrieben wird.
25
6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass in einem zweiten Spülschritt der Brenner (26) mit einem Luftverhältnis $\lambda \geq 1$ betrieben wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, dass in einem weiteren Spülschritt das Brennstoffzellensystem (10; 100) mit Luft gespült wird.

5 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in den vom Normalbetrieb abweichenden Betriebszuständen der Reformer (20) abgeschaltet ist.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dem Brenner (26) und/oder der Brennstoffzelle (12) zum Spülen Brennstoff aus einem Vorratstank (22) des Brennstoffzellensystems (10; 100; 10 200) zugeführt wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein zusätzlicher Brenner (134) vorgesehen ist, der inerte Gase zur Spülung der Brennstoffzelle (12) erzeugt.

11. Brennstoffzellensystem mit wenigstens einer Brennstoffzelle (12) mit einer Anode (14) und einer Katode (16), einem Reformer (20) zur Erzeugung von wasserstoffhaltigem Gas, einem der Brennstoffzelle (12) nachgeschalteten Brenner (26) und einer Steuerung (34), 15

wobei das Brennstoffzellensystem (200) in einem Normalbetrieb und einem An- oder Abfahrbetrieb betreibbar ist,

20 dadurch gekennzeichnet, dass eine durch die Steuerung (34) schaltbare Strömungsverbindung zwischen einem Brennstofftank (22) und der Brennstoffzelle (12) vorgesehen ist, so dass Brennstoff durch die Anode (14) und/oder die Kathode (16) geleitet werden kann.

12. Brennstoffzellensystem mit wenigstens einer Brennstoffzelle (12), einem Reformer (20) zur Erzeugung von wasserstoffhaltigem Gas, einem der Brennstoffzelle (12) nachgeschalteten Brenner (26) und einer Steuerung (34), 25

wobei das Brennstoffzellensystem (10; 100) in einem Normalbetrieb und einem An- oder Abfahrbetrieb betreibbar ist,

30 dadurch gekennzeichnet, dass eine Rückführleitung (30) vom Brenner (26) in eine zur Brennstoffzelle (12) führende Leitung (18) vorgesehen ist und

die Steuerung (34) so ausgelegt ist, dass sie in einem Anfahr- und/oder Abfahrbetrieb den Brenner (26) so betreibt, dass im Wesentlichen inerte Gase erzeugt werden und sie über ein Ventil (32) die Rückföhrleitung (30) mit der zum Reformer (20) oder der zur Brennstoffzelle (12) föhrenden Leitung (18) zur Spü-

5 lung der Brennstoffzelle (12) verbindet.

Fig. 1

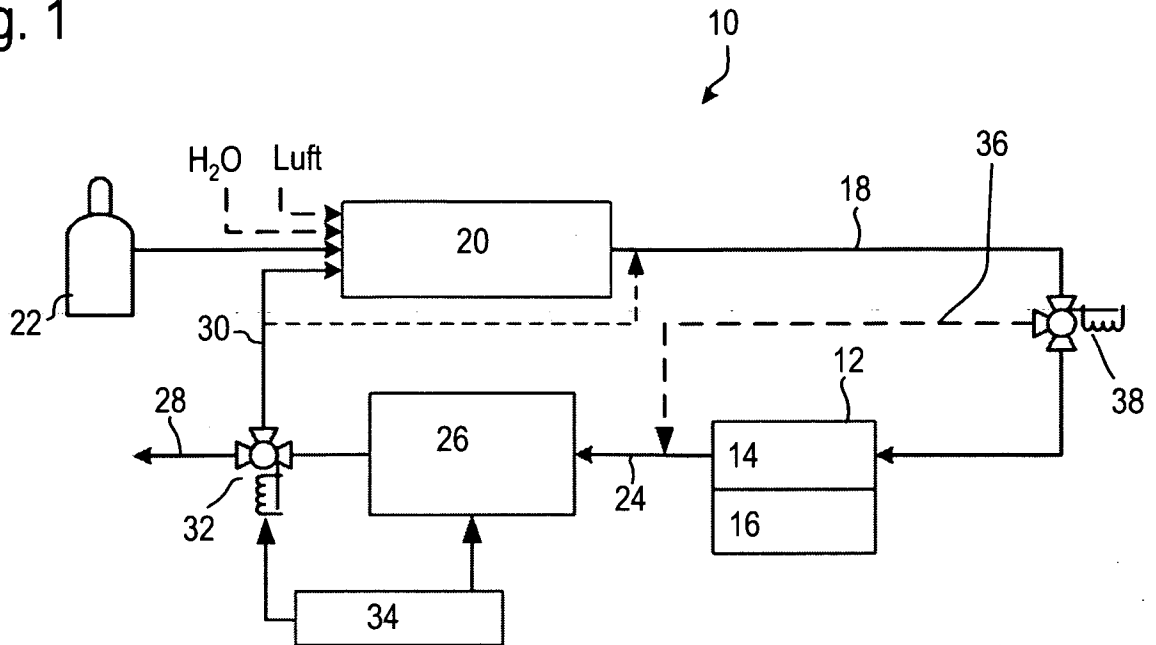


Fig. 2

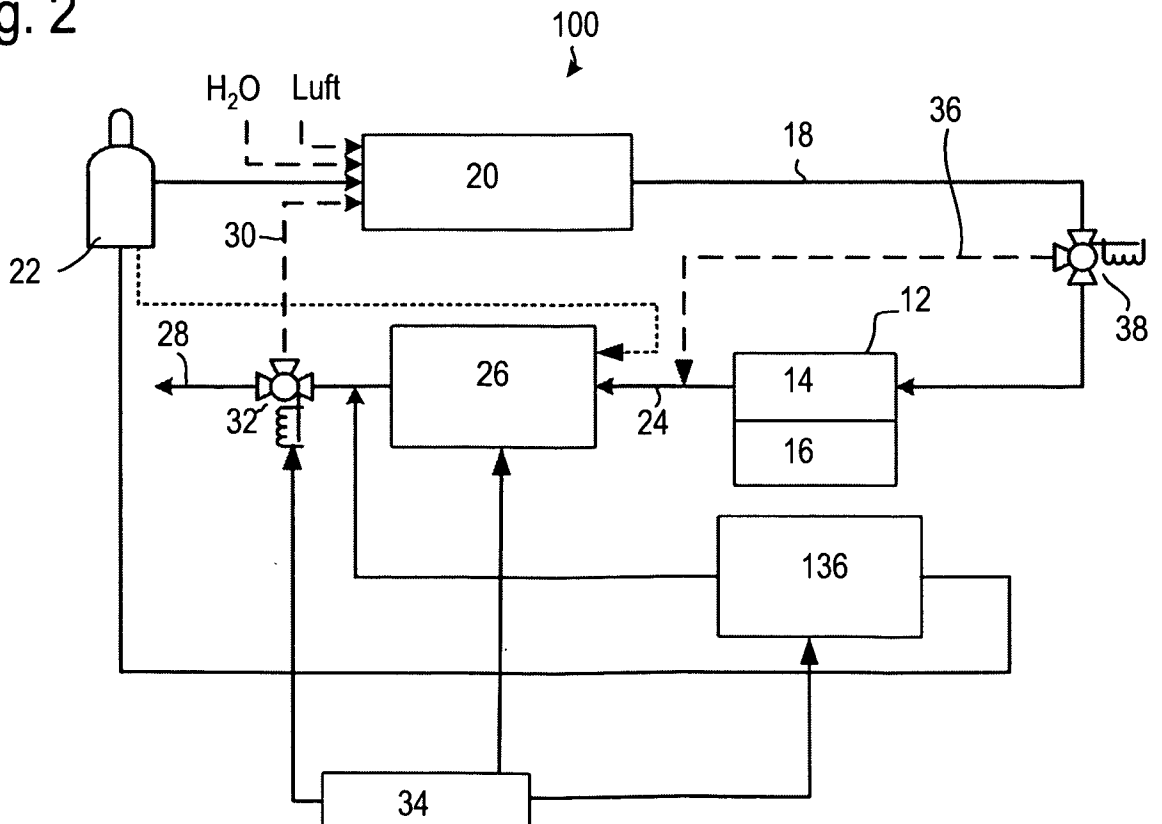
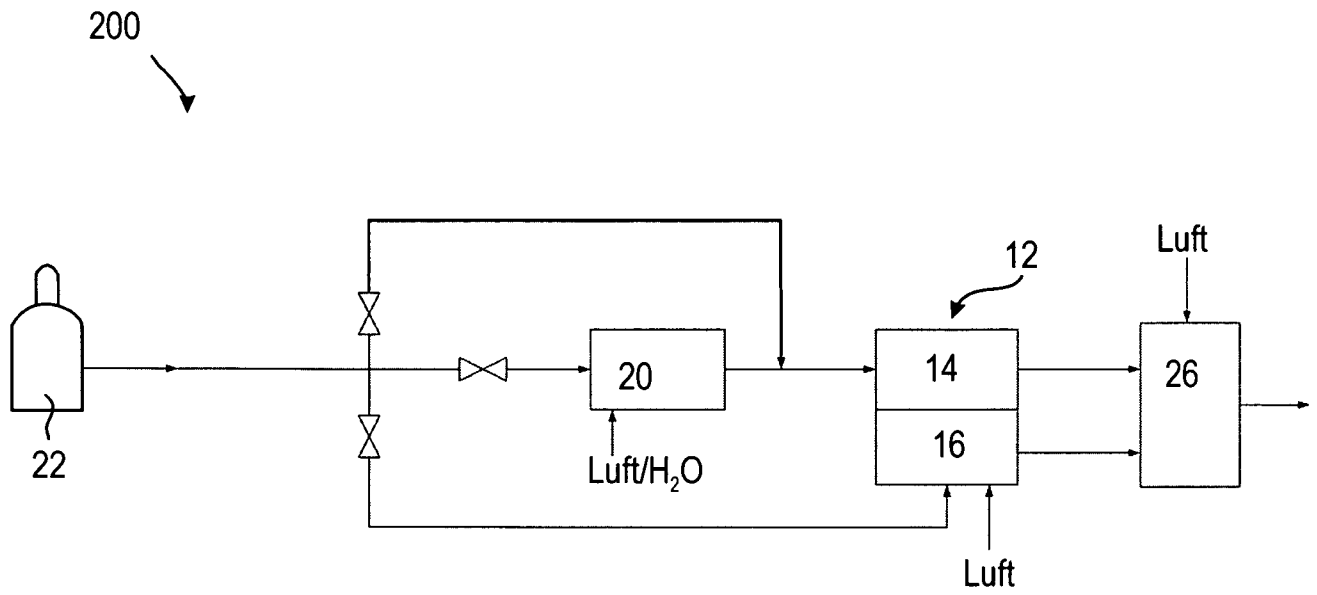


Fig. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

| |
|---|
| International application No PCT/EP2011/006057 |
|---|

| | | | | |
|---|---|-----------------------|--|--|
| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H01M8/04 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) H01M | | | | |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched | | | | |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data | | | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | | | |
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. | | |
| X | WO 2005/036668 A2 (GEN MOTORS CORP [US]) 21 April 2005 (2005-04-21) page 3, line 30 - page 4, line 24 ----- | 1-12 | | |
| X | EP 1 892 783 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD [JP] PANASONIC CORP [JP]) 27 February 2008 (2008-02-27) claim 1 ----- | 1-9,11 | | |
| X | US 2010/183933 A1 (SONG TAE-WON [KR] ET AL) 22 July 2010 (2010-07-22) paragraph [0039] ----- | 1,2,11 | | |
| X | US 2010/047643 A1 (YUKIMASA AKINORI [JP] ET AL) 25 February 2010 (2010-02-25) paragraph [0125] ----- | 1,2,11 | | |
| ----- -/-- | | | | |
| <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.</td> <td style="width: 50%; border: none;"><input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.</td> </tr> </table> | | | <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. | <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex. |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. | <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex. | | | |
| * Special categories of cited documents : | | | | |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family | | | |
| Date of the actual completion of the international search | Date of mailing of the international search report | | | |
| 2 April 2012 | 12/04/2012 | | | |
| 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 Reich, Claus | | | |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2011/006057

| C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
|--|---|-----------------------|
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| X | US 2007/248856 A1 (UEDA TETSUYA [JP] ET AL) 25 October 2007 (2007-10-25) paragraph [0004] ----- | 1,2,11 |
| X | EP 1 521 325 A2 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD [JP]) 6 April 2005 (2005-04-06) paragraph [0057] ----- | 1,2,11 |
| X | WO 2008/150524 A2 (BLOOM ENERGY CORP [US]; BALLANTINE ARNE [US]; MCELROY JAMES [US]) 11 December 2008 (2008-12-11) paragraph [0013]; claims 1,8,9 ----- | 1,2,11 |
| X | JP 2002 050372 A (HONDA MOTOR CO LTD) 15 February 2002 (2002-02-15) abstract ----- | 1,2,12 |
| X | JP 6 203865 A (SANYO ELECTRIC CO) 22 July 1994 (1994-07-22) abstract ----- | 1,2,12 |
| X | DE 102 57 212 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 24 June 2004 (2004-06-24) paragraph [0007] ----- | 1,2,12 |
| X | US 5 648 182 A (HARA TAKESHI [JP] ET AL) 15 July 1997 (1997-07-15) claim 1 ----- | 1,2,12 |
| X | US 2003/072978 A1 (MEYER ALFRED P [US] ET AL) 17 April 2003 (2003-04-17) cited in the application claim 1 ----- | 1,2,12 |
| A | EP 1 386 883 A1 (TRUMA GERAETETECHNIK GMBH & CO [DE]) 4 February 2004 (2004-02-04) claim 6 ----- | 1,2,5-8, 10,12 |
| A | EP 1 760 814 A2 (LG ELECTRONICS INC [KR]; LG CHEMICAL LTD [KR]) 7 March 2007 (2007-03-07) paragraph [0009] ----- | 1,2,5-8, 10,12 |
| A | DE 10 2005 030909 A1 (VIESSMANN WERKE KG [DE]) 4 January 2007 (2007-01-04) paragraph [0003] - paragraph [0004] ----- | 1,2,5-8, 10,12 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2011/006057

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

See annex

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

The International Searching Authority has determined that this international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims: 11 (in full); 1-10 (in part)

Method for operating a fuel cell system comprising at least one fuel cell, a reformer, to which a fuel is fed in order to produce hydrogenous gas, and a burner connected downstream of the fuel cell, in which method, in an operating state which differs from the normal operation, the fuel cell is flushed with a flush gas, the flush gas consisting of fuel.

Fuel cell system comprising at least one fuel cell, with an anode and a cathode, a reformer for producing hydrogenous gas, a burner connected downstream of the fuel cell and a control system, it being possible to operate the fuel cell system in normal operation and in start-up or shut-down mode, characterized in that a flow connection which can be switched by the control system is provided between a fuel tank and the fuel cell, such that fuel can be guided through the anode and/or the cathode.

2. Claims: 12 (in full); 1-10 (in part)

Method for operating a fuel cell system comprising at least one fuel cell, a reformer, to which a fuel is fed in order to produce hydrogenous gas, and a burner connected downstream of the fuel cell, in which method, in an operating state which differs from the normal operation, the fuel cell is flushed with a flush gas, the flush gas consisting of a gas flow which consists of inert gases and which is formed by the exhaust gas from the fuel cell being converted into inert gases in the burner, this gas flow emerging from the burner being guided via an exhaust gas-return system through the fuel cell for flushing purposes.

Fuel cell system comprising at least one fuel cell, a reformer for producing hydrogenous gas, a burner connected downstream of the fuel cell, and a control system, it being possible to operate the fuel cell system in normal operation and in start-up or shut-down mode, characterized in that a return line is provided from the burner into a line leading to the fuel cell, and the control system is configured such that, in a start-up and/or shut-down mode, it operates the burner in such a way that substantially inert gases are produced and such that, via a valve, it connects the return line to the line leading to the reformer or the line leading to the fuel cell in order to flush the latter.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

| |
|---|
| International application No PCT/EP2011/006057 |
|---|

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date | |
|--|------------------|-------------------------|---|--|
| WO 2005036668 | A2 | 21-04-2005 | DE 112004001738 T5 JP 2007506244 A WO 2005036668 A2 | 19-10-2006 15-03-2007 21-04-2005 |
| EP 1892783 | A1 | 27-02-2008 | CN 101006604 A EP 1892783 A1 KR 20070104473 A US 2008160361 A1 WO 2006088077 A1 | 25-07-2007 27-02-2008 25-10-2007 03-07-2008 24-08-2006 |
| US 2010183933 | A1 | 22-07-2010 | KR 20100086395 A US 2010183933 A1 | 30-07-2010 22-07-2010 |
| US 2010047643 | A1 | 25-02-2010 | CN 101569043 A EP 2190052 A1 US 2010047643 A1 WO 2009037864 A1 | 28-10-2009 26-05-2010 25-02-2010 26-03-2009 |
| US 2007248856 | A1 | 25-10-2007 | CN 1985395 A CN 101420040 A US 2007248856 A1 WO 2006041185 A1 | 20-06-2007 29-04-2009 25-10-2007 20-04-2006 |
| EP 1521325 | A2 | 06-04-2005 | CN 1604378 A DE 602004006686 T2 EP 1521325 A2 US 2005074644 A1 US 2009263686 A1 | 06-04-2005 04-10-2007 06-04-2005 07-04-2005 22-10-2009 |
| WO 2008150524 | A2 | 11-12-2008 | US 2010028734 A1 WO 2008150524 A2 | 04-02-2010 11-12-2008 |
| JP 2002050372 | A | 15-02-2002 | NONE | |
| JP 6203865 | A | 22-07-1994 | NONE | |
| DE 10257212 | A1 | 24-06-2004 | NONE | |
| US 5648182 | A | 15-07-1997 | JP 8078037 A US 5648182 A | 22-03-1996 15-07-1997 |
| US 2003072978 | A1 | 17-04-2003 | DE 10297320 T5 JP 2005506659 A US 2003072978 A1 WO 03032426 A1 | 17-02-2005 03-03-2005 17-04-2003 17-04-2003 |
| EP 1386883 | A1 | 04-02-2004 | DE 10235430 A1 EP 1386883 A1 | 19-02-2004 04-02-2004 |
| EP 1760814 | A2 | 07-03-2007 | CA 2544716 A1 CN 1929174 A EP 1760814 A2 US 2007054161 A1 | 05-03-2007 14-03-2007 07-03-2007 08-03-2007 |
| DE 102005030909 | A1 | 04-01-2007 | AT 535955 T DE 102005030909 A1 EP 1753061 A2 | 15-12-2011 04-01-2007 14-02-2007 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/006057

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01M8/04
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H01M

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 2005/036668 A2 (GEN MOTORS CORP [US]) 21. April 2005 (2005-04-21) Seite 3, Zeile 30 - Seite 4, Zeile 24 ----- | 1-12 |
| X | EP 1 892 783 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD [JP] PANASONIC CORP [JP]) 27. Februar 2008 (2008-02-27) Anspruch 1 ----- | 1-9,11 |
| X | US 2010/183933 A1 (SONG TAE-WON [KR] ET AL) 22. Juli 2010 (2010-07-22) Absatz [0039] ----- | 1,2,11 |
| X | US 2010/047643 A1 (YUKIMASA AKINORI [JP] ET AL) 25. Februar 2010 (2010-02-25) Absatz [0125] ----- | 1,2,11 |
| | ----- -/-- | |



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" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

| | |
|--|--|
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 2. April 2012 | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 12/04/2012 |
| 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 Reich, Claus |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/006057

| C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN | | |
|---|--|--------------------|
| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
| X | US 2007/248856 A1 (UEDA TETSUYA [JP] ET AL) 25. Oktober 2007 (2007-10-25) Absatz [0004] ----- | 1,2,11 |
| X | EP 1 521 325 A2 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD [JP]) 6. April 2005 (2005-04-06) Absatz [0057] ----- | 1,2,11 |
| X | WO 2008/150524 A2 (BLOOM ENERGY CORP [US]; BALLANTINE ARNE [US]; MCELROY JAMES [US]) 11. Dezember 2008 (2008-12-11) Absatz [0013]; Ansprüche 1,8,9 ----- | 1,2,11 |
| X | JP 2002 050372 A (HONDA MOTOR CO LTD) 15. Februar 2002 (2002-02-15) Zusammenfassung ----- | 1,2,12 |
| X | JP 6 203865 A (SANYO ELECTRIC CO) 22. Juli 1994 (1994-07-22) Zusammenfassung ----- | 1,2,12 |
| X | DE 102 57 212 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 24. Juni 2004 (2004-06-24) Absatz [0007] ----- | 1,2,12 |
| X | US 5 648 182 A (HARA TAKESHI [JP] ET AL) 15. Juli 1997 (1997-07-15) Anspruch 1 ----- | 1,2,12 |
| X | US 2003/072978 A1 (MEYER ALFRED P [US] ET AL) 17. April 2003 (2003-04-17) in der Anmeldung erwähnt Anspruch 1 ----- | 1,2,12 |
| A | EP 1 386 883 A1 (TRUMA GERAETETECHNIK GMBH & CO [DE]) 4. Februar 2004 (2004-02-04) Anspruch 6 ----- | 1,2,5-8, 10,12 |
| A | EP 1 760 814 A2 (LG ELECTRONICS INC [KR]; LG CHEMICAL LTD [KR]) 7. März 2007 (2007-03-07) Absatz [0009] ----- | 1,2,5-8, 10,12 |
| A | DE 10 2005 030909 A1 (VIESSMANN WERKE KG [DE]) 4. Januar 2007 (2007-01-04) Absatz [0003] - Absatz [0004] ----- | 1,2,5-8, 10,12 |

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.

3. Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.

4. Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 11(vollständig); 1-10(teilweise)

Verfahren zum Betrieb eines Brennstoffzellensystems, mit wenigstens einer Brennstoffzelle, einem Reformer, dem zur Erzeugung von wasserstoffhaltigem Gas ein Brennstoff zugeführt wird, und einem der Brennstoffzelle nachgeschalteten Brenner, bei dem in einem vom Normalbetrieb abweichenden Betriebszustand die Brennstoffzelle mit einem Spülgas gespült wird und das Spülgas aus Brennstoff besteht. Brennstoffzellensystem mit wenigstens einer Brennstoffzelle mit einer Anode und einer Kathode, einem Reformer zur Erzeugung von wasserstoffhaltigem Gas, einem der Brennstoffzelle nachgeschalteten Brenner und einer Steuerung, wobei das Brennstoffzellensystem in einem Normalbetrieb und einem An- oder Abfahrbetrieb betreibbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass eine durch die Steuerung schaltbare Strömungsverbindung zwischen einem Brennstofftank und der Brennstoffzelle vorgesehen ist, so dass Brennstoff durch die Anode und/oder die Kathode geleitet werden kann.

2. Ansprüche: 12(vollständig); 1-10(teilweise)

Verfahren zum Betrieb eines Brennstoffzellensystems, mit wenigstens einer Brennstoffzelle, einem Reformer, dem zur Erzeugung von wasserstoffhaltigem Gas ein Brennstoff zugeführt wird, und einem der Brennstoffzelle nachgeschalteten Brenner, bei dem in einem vom Normalbetrieb abweichenden Betriebszustand die Brennstoffzelle mit einem Spülgas gespült wird und das Spülgas aus einem aus inerten Gasen bestehenden Gasstrom besteht, der erzeugt wird, indem das Abgas der Brennstoffzelle im Brenner in inerte Gase umgesetzt wird, wobei dieser aus dem Brenner austretende Gasstrom über eine Abgasrückführung zur Spülung durch die Brennstoffzelle geleitet wird. Brennstoffzellensystem mit wenigstens einer Brennstoffzelle, einem Reformer zur Erzeugung von wasserstoffhaltigem Gas, einem der Brennstoffzelle nachgeschalteten Brenner und einer Steuerung, wobei das Brennstoffzellensystem in einem Normalbetrieb und einem An- oder Abfahrbetrieb betreibbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass eine Rückführleitung vom Brenner in eine zur Brennstoffzelle führende Leitung vorgesehen ist und die Steuerung so ausgelegt ist, dass sie in einem Anfahr- und/oder Abfahrbetrieb den Brenner so betreibt, dass im Wesentlichen inerte Gase erzeugt werden und sie über ein Ventil die Rückführleitung mit der zum Reformer oder der zur Brennstoffzelle führenden Leitung zur Spülung der Brennstoffzelle verbindet.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/006057

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|---|--|
| WO 2005036668 A2 | 21-04-2005 | DE 112004001738 T5 JP 2007506244 A WO 2005036668 A2 | 19-10-2006 15-03-2007 21-04-2005 |
| EP 1892783 A1 | 27-02-2008 | CN 101006604 A EP 1892783 A1 KR 20070104473 A US 2008160361 A1 WO 2006088077 A1 | 25-07-2007 27-02-2008 25-10-2007 03-07-2008 24-08-2006 |
| US 2010183933 A1 | 22-07-2010 | KR 20100086395 A US 2010183933 A1 | 30-07-2010 22-07-2010 |
| US 2010047643 A1 | 25-02-2010 | CN 101569043 A EP 2190052 A1 US 2010047643 A1 WO 2009037864 A1 | 28-10-2009 26-05-2010 25-02-2010 26-03-2009 |
| US 2007248856 A1 | 25-10-2007 | CN 1985395 A CN 101420040 A US 2007248856 A1 WO 2006041185 A1 | 20-06-2007 29-04-2009 25-10-2007 20-04-2006 |
| EP 1521325 A2 | 06-04-2005 | CN 1604378 A DE 602004006686 T2 EP 1521325 A2 US 2005074644 A1 US 2009263686 A1 | 06-04-2005 04-10-2007 06-04-2005 07-04-2005 22-10-2009 |
| WO 2008150524 A2 | 11-12-2008 | US 2010028734 A1 WO 2008150524 A2 | 04-02-2010 11-12-2008 |
| JP 2002050372 A | 15-02-2002 | KEINE | |
| JP 6203865 A | 22-07-1994 | KEINE | |
| DE 10257212 A1 | 24-06-2004 | KEINE | |
| US 5648182 A | 15-07-1997 | JP 8078037 A US 5648182 A | 22-03-1996 15-07-1997 |
| US 2003072978 A1 | 17-04-2003 | DE 10297320 T5 JP 2005506659 A US 2003072978 A1 WO 03032426 A1 | 17-02-2005 03-03-2005 17-04-2003 17-04-2003 |
| EP 1386883 A1 | 04-02-2004 | DE 10235430 A1 EP 1386883 A1 | 19-02-2004 04-02-2004 |
| EP 1760814 A2 | 07-03-2007 | CA 2544716 A1 CN 1929174 A EP 1760814 A2 US 2007054161 A1 | 05-03-2007 14-03-2007 07-03-2007 08-03-2007 |
| DE 102005030909 A1 | 04-01-2007 | AT 535955 T DE 102005030909 A1 EP 1753061 A2 | 15-12-2011 04-01-2007 14-02-2007 |