

(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  
22. März 2012 (22.03.2012)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2012/034636 A1**

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

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/004248

(22) Internationales Anmeldedatum:  
24. August 2011 (24.08.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2010 046 012.5  
18. September 2010 (18.09.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): DAIMLER AG [DE/DE]; Mercedesstrasse 137, 70327 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MAZZOTTA, Cosimo [IT/DE]; Am Zundeltor 3, 89073 Ulm (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, 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.

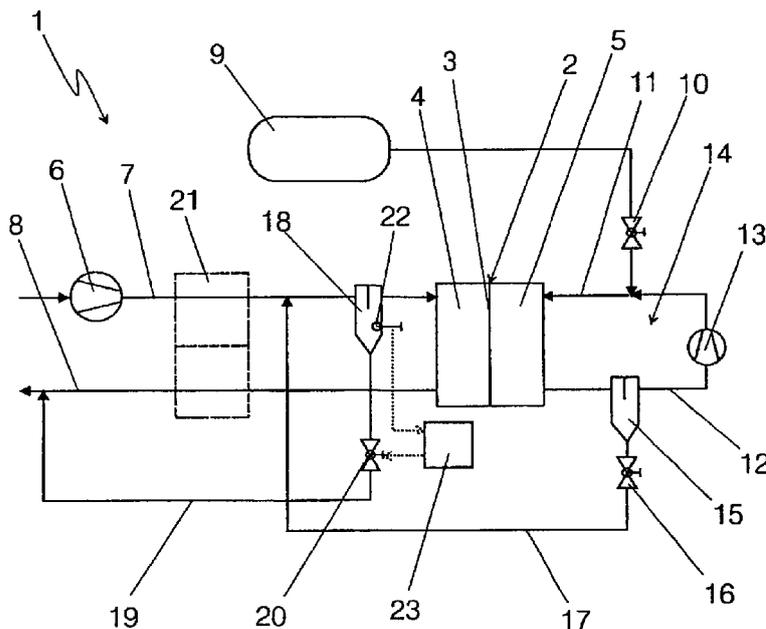
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR,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

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: FUEL CELL SYSTEM

(54) Bezeichnung : BRENNSTOFFZELLENSYSTEM



(57) Abstract: The invention relates to a fuel cell system (1), comprising at least one fuel cell (2), a cathode chamber (4), and an anode chamber (5), wherein an exhaust gas from the anode chamber (5) is conducted back to the inlet of the anode chamber (5) in an anode circuit (14), wherein a water separator (15) is provided in the anode circuit (14), wherein said water separator is connected to a supply line (7) to the cathode chamber (4) by means of a drain line (17), wherein another water separator (18) is provided, which is arranged in the supply line (7) upstream of the cathode chamber (4) in the flow direction, wherein the drain line (17) leads into the supply line (7), upstream of the other water separator (18) in the flow direction, or into the other water separator (18).

(57) Zusammenfassung: Ein Brennstoff-Zellensystem (1) mit wenigstens einer Brennstoffzelle (2), mit einem Kathodenraum (4) und einem Anodenraum (5), wobei ein Abgas aus dem Anodenraum (5) zurückgeführt ist, wobei im Anodenkreislauf (14) ein Wasserabscheider (15) vorgesehen ist, welcher über eine Ablassleitung (17) mit einer Zuluflleitung (7) zum Kathodenraum (4) verbunden

des Anodenraums (5) zurückgeführt ist, wobei im Anodenkreislauf (14) ein Wasserabscheider (15) vorgesehen ist, welcher über eine Ablassleitung (17) mit einer Zuluflleitung (7) zum Kathodenraum (4) verbunden

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/034636 A1

---

ist, wobei ein weiterer Wasserabscheider (18) vorgesehen ist, welcher in der Zulufleitung (7) in Strömungsrichtung vor dem Kathodenraum (4) angeordnet ist, wobei die Ablassleitung (17) in die Zulufleitung (7), in Strömungsrichtung vor dem weiteren Wasserabscheider (18), oder in den weiteren Wasserabscheider (18) mündet.

## Brennstoffzellensystem

Die Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem mit wenigstens einer Brennstoffzelle nach der im Oberbegriff von Anspruch 1 näher definierten Art.

Brennstoffzellensysteme sind aus dem allgemeinen Stand der Technik bekannt. Häufig werden diese Brennstoffzellensysteme, insbesondere wenn sie über einen Stapel von PEM-Brennstoffzellen verfügen, so betrieben, dass ihnen anodenseitig frischer Wasserstoff in einer größeren Menge zugeführt wird, als zum Betrieb der Brennstoffzelle unbedingt notwendig ist. Dies erleichtert die Gleichverteilung des Wasserstoffs in dem Anodenraum der Brennstoffzelle und erlaubt es so, die aktiven Materialien der Membran und der Elektroden über die gesamte zur Verfügung stehende Fläche hinweg ideal auszunutzen. Ein aus dem Anodenraum abströmendes Abgas enthält dann typischerweise Restwasserstoff sowie inerte Gase, insbesondere Stickstoff, welcher durch die Membranen der Brennstoffzelle in den Anodenraum diffundiert ist. Außerdem sammelt sich ein Teil des in der Brennstoffzelle entstehenden Produktwassers im Bereich des Anodenraums und wird über dieses Anodenabgas mit ausgetragen. Um den im Anodenabgas befindlichen Wasserstoff nicht zu verschwenden, wird das Abgas aus der Anode zum Anodeneingang zurückgeführt und kann dort zusammen mit frischem Wasserstoff dem Anodenraum der Brennstoffzelle wieder zugeführt werden.

Dieser Aufbau mit einem sogenannten Anodenkreislauf beziehungsweise Anodenloop benötigt außerdem einen Wasserabscheider, um das sich im Anodenkreislauf ansammelnde Wasser abzuscheiden. Außerdem sollte das Gas aus dem Anodenkreislauf entweder kontinuierlich mit minimalem Volumenstrom oder von Zeit zu Zeit mit einem entsprechend größeren Volumenstrom abgelassen werden, um den Stickstoff und andere inerte Gase aus dem Anodenkreislauf auszuspülen, um so dafür zu

sorgen, dass die Wasserstoffkonzentration während des Betriebs der Brennstoffzelle im Anodenkreislauf immer ausreichend hoch ist.

Aus der WO 2008/052578 A1 ist ein derartiger Aufbau bekannt, bei dem im Bereich eines einzigen Wasserabscheiders sowohl das Ablassen von Wasser als auch das Abblasen eines Teils des Abgases realisiert wird. Dieser auch als Drain/Purge bezeichnete Vorgang kann dabei so realisiert werden, dass sowohl das Wasser als auch das Gas in den Bereich einer Zuluftleitung zu einem Kathodenraum der Brennstoffzelle eingebracht wird. Dies hat den entscheidenden Vorteil, dass im Bereich der Elektrokatalysatoren des Kathodenraums der Restwasserstoff in dem Gas abreagiert und so Wasserstoffemissionen an die Umgebung sicher und zuverlässig vermieden werden.

Der Nachteil des beschriebenen Aufbaus, welcher ähnlich auch in Figur 2 der US 2010/0009223 A1 beschrieben ist, liegt darin, dass das flüssige Wasser in den Bereich des Kathodenraums eingetragen wird, und dass damit einzelne Bereiche des Kathodenraums beziehungsweise der den Kathodenraum vom Anodenraum trennenden Membran mit Wasser benetzt werden. Dadurch kann es zu punktuellen Spannungseinbrüchen oder zu Spannungseinbrüchen im Bereich einzelner Zellen kommen. Der Aufbau ist daher hinsichtlich der Betriebsstrategie vergleichsweise komplex, da ein Ablassen des Wassers/Anodenabgases idealerweise nur dann erfolgen sollte, wenn ein ausreichender Zuluftstrom gewährleistet ist. Ein Steuerungs- und Betriebsverfahren für ein derartiges Brennstoffzellensystem wird damit vergleichsweise aufwändig.

Zum weiteren Stand der Technik wird außerdem auf die US 2004/0038100 A1 verwiesen. Diese zeigt ein sehr komplexes Brennstoffzellensystem, bei dem eine Befeuchtung sowohl des Wasserstoffs als auch des Sauerstoffs beziehungsweise der Luft über das feuchte Kathodenabgas erfolgt. Um einen zu großen Wasseranteil in der befeuchteten Zuluft zu vermeiden und das Eindringen von Tröpfchen in die Brennstoffzelle zu unterbinden, ist es dabei vorgesehen, dass Wasserabscheider nach den jeweiligen Befeuchtern angeordnet sind, um so Tröpfchen zurückzuhalten. Das Abgas aus dem Anodenkreislauf wird bei diesem Aufbau zusammen mit dem Abgas aus dem Kathodenraum nach dessen Entfeuchtung vermischt und über einen weiteren Wasserabscheider an die Umgebung abgegeben.

Es ist nun die Aufgabe der hier vorliegenden Erfindung, die oben genannten Nachteile zu vermeiden und ein Brennstoffzellensystem zu schaffen, welches einfach und effizient einen sicheren und zuverlässigen Betrieb ermöglicht, ohne dass die Leistungsfähigkeit des Brennstoffzellensystems aufgrund eines zu hohen Wassereintrags in den Kathodenraum beeinträchtigt wird.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die im kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems ergeben sich dabei aus den restlichen hiervon abhängigen Unteransprüchen.

Erfindungsgemäß ist also ein weiterer Wasserabscheider vorgesehen, welcher in der Zuluftleitung angeordnet ist. Anders als bei den im oben genannten Stand der Technik dargestellten Aufbauten dient der Wasserabscheider dazu, über die Ablassleitung des Wasserabscheiders aus dem Anodenkreislauf eingetragenes Wasser aus der Zuluft zum Kathodenraum der Brennstoffzelle abzuscheiden. Dieses Wasser kann dann gezielt abgeleitet werden, während die zusammen mit dem Wasser in den Bereich der Zuluftleitung eingetragenen Gase weitgehend getrennt von diesem Wasser in den Kathodenraum der Brennstoffzelle einströmen können. Im Bereich der Elektrokatalysatoren kann der darin enthaltene Restwasserstoff dann abreagieren, um so Wasserstoffemissionen aus dem Brennstoffzellensystem zu vermeiden. Durch den weiteren Wasserabscheider in der Zuluftleitung vor dem Kathodenraum ergibt sich der entscheidende Vorteil, dass unabhängig vom aktuellen Betriebszustand des Systems und unabhängig von der Menge an Zuluft zu dem System, immer dann, wenn das System in Betrieb ist, ein Ablassen von Wasser und Anodenabgas durchgeführt werden kann. Die Strategie zum Ablassen von Anodenabgas und Wasser kann also weitgehend unabhängig von den Betriebszuständen der Brennstoffzelle realisiert werden, um immer die bestmögliche Wasserstoffkonzentration im Bereich des Anodenkreislaufs zu gewährleisten.

Lediglich in Situationen, in denen kein Sauerstoff zum Kathodenraum gefördert wird, also beispielsweise in einem entsprechend ausgestalteten Stopp-Betrieb des Brennstoffzellensystems, wenn dieses im Start/Stopp betrieben wird, sollte auf ein Ablassen von Wasser und Gas verzichtet werden, da dann kein Sauerstoff zur Verfügung steht, um im Bereich der Elektrokatalysatoren des Kathodenraums den eingetragenen

Wasserstoff entsprechend umzusetzen. In allen Betriebszuständen, in denen ein – zumindest geringer – Zuluftstrom zum Kathodenraum der Brennstoffzelle strömt, kann jedoch das Ablassen von Wasser und Gas realisiert werden, da die Menge an abgelassenem Wasserstoff so gering ist, dass auch ein sehr geringer Zuluftstrom bereits ausreicht, um Wasserstoffemissionen zu vermeiden.

In einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems ist es ferner vorgesehen, dass der weitere Wasserabscheider über eine Wasserableitung mit einer Abluftleitung des Kathodenraums verbunden ist. Das Wasser wird so auf relativ direktem Weg in den Bereich einer Abluftleitung des Kathodenraums eingetragen. Da in der Abluft des Kathodenraums ohnehin ein großer Teil des in der Brennstoffzelle entstehenden Produktwassers enthalten ist, kann das zusätzliche Wasser hier einfach und effizient mit abgeführt werden. Eventuelle Maßnahmen zum Verhindern, dass flüssiges Wasser aus dem Brennstoffzellensystem austritt, können damit nicht nur für das Produktwasser aus dem Kathodenraum, sondern ohne weitere konstruktive Maßnahmen zu benötigen, auch für das Produktwasser aus dem Anodenraum genutzt werden, wenn dies gewünscht ist. Je nachdem, ob zwischen der Zuluftleitung und der Abluftleitung ein Gas/Gasbefeuchter, ein Enthalpieaustauscher, ein Ladeluftkühler oder ähnliches vorgesehen ist, kann das Wasser aus dem Bereich des weiteren Wasserabscheiders entweder vor oder nach diesem in die Abluftleitung mit eingebracht werden. Es kann so in der vergleichsweise warmen Abluft verdampfen und gegebenenfalls noch zur Befeuchtung der Zuluft mit genutzt werden.

Sowohl für die Wasserableitung als auch für die Ablassleitung sind dabei Drosselstellen und/oder Ventileinrichtungen zur Beeinflussung der Strömung denkbar. Beispielsweise kann über eine Drosselstelle ein kontinuierlicher Abstrom realisiert werden und/oder über eine angesteuerte Ventileinrichtung ein steuerbarer Abfluss beispielsweise zeitgesteuert oder in Abhängigkeit der Wassermenge, welche sich in dem Wasserabscheider beziehungsweise dem weiteren Wasserabscheider angesammelt hat, realisiert werden. Auch Kombinationen aus Ventileinrichtungen und Drosselstellen, beispielsweise indem ein dauerhafter Bypass um eine Ventileinrichtung angeordnet wird, welcher einen kontinuierlichen Abstrom ermöglicht, sind selbstverständlich denkbar.

In einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems ist es ferner vorgesehen, dass für den Fall, dass steuerbare Ventileinrichtungen vorhanden

sind, zumindest einer der Wasserabscheider über eine Einrichtung zur Erfassung des Wasserstands verfügt, wobei die Ventileinrichtung in Strömungsrichtung nach diesem Wasserabscheider dann in Abhängigkeit des Wasserstands gesteuert oder geregelt ist. Über eine solche Einrichtung zur Erfassung des Wasserstands, welche entweder über wenigstens einen Levelsensor, über eine Rechneinheit zur Bestimmung des Wasserstands anhand von Betriebsparametern der Brennstoffzelle oder auch über eine Durchflussmessung vom Wasserabscheider zum weiteren Wasserabscheider realisiert sein kann, wird es dann möglich, anhand des Wasserstandes in dem Wasserabscheider die Ventileinrichtung zu steuern. So ist sichergestellt, dass zumindest immer dann, wenn ein entsprechender Wasserstand erreicht wird, ein Ablassen erfolgt. Insbesondere bei dem weiteren Wasserabscheider im Bereich der Zuluftleitung kann darüber außerdem sichergestellt werden, dass ausschließlich Wasser in den Bereich der Abluftleitung abgegeben wird, und die Ventileinrichtung immer dann geschlossen wird, wenn noch ein Rest von Wasser in dem Wasserabscheider vorhanden ist. Dadurch wird das Abströmen von Wasserstoff in den Bereich der Abluftleitung sicher und zuverlässig vermieden und über den erfindungsgemäßen weiteren Wasserabscheider wird eine zuverlässige Trennung des Wasserstoffs in Richtung des Kathodenraums und des Wassers in Richtung der Abluftleitung realisiert.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Brennstoffzellensystems ergeben sich aus den restlichen abhängigen Unteransprüchen und werden anhand des Ausführungsbeispiels deutlich, welches nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figur näher beschrieben wird.

Die einzige beigefügte Figur zeigt einen Ausschnitt aus einem Brennstoffzellensystem.

In der Figur ist ein Brennstoffzellensystem 1 zu erkennen, welches so in idealer Weise zur Bereitstellung von elektrischer Antriebsenergie in einem Fahrzeug eingesetzt werden kann. Es umfasst eine Brennstoffzelle 2, welche beispielsweise als Stapel von Einzelzellen aufgebaut ist. Die Einzelzellen sind dabei bevorzugt in PEM-Technologie ausgeführt und weisen eine Membran 3 auf, welche einen Kathodenraum 4 von einem Anodenraum 5 der Brennstoffzelle 2 trennt. Dem Kathodenraum 4 wird über eine Luftfördereinrichtung 6 Luft als Sauerstofflieferant zugeführt. Diese gelangt über eine Zuluftleitung 7 in den Bereich des Kathodenraums 4 und strömt, an Sauerstoff abgereichert, über eine Abluftleitung 8 wieder aus dem Kathodenraum 4 ab. Die Abluft kann dann in die Umgebung gelangen oder vorher gegebenenfalls noch über geeignete

Brenner, Turbinen oder dergleichen strömen, wie dies aus dem allgemeinen Stand der Technik an sich bekannt ist.

Dem Anodenraum 5 der Brennstoffzelle 2 wird Wasserstoff aus einem Druckgasspeicher 9 zugeführt und gelangt über ein Wasserstoffventil 10 sowie eine Wasserstoffzuleitung 11 in den Bereich des Anodenraums 5. Im Bereich des Anodenraums 5 nicht verbrauchter Wasserstoff strömt über eine Rezirkulationsleitung 12 aus dem Anodenraum 5 ab und gelangt über eine Rezirkulationsfördereinrichtung 13 zurück in den Bereich der Wasserstoffzuleitung 11. Das Abgas wird hier mit frischem Wasserstoff aus dem Druckgasspeicher 9 vermischt und wieder dem Anodenraum 5 zugeführt. Der Aufbau aus Wasserstoffzuleitung 11 und Rezirkulationsleitung 12 wird auch als Anodenkreislauf 14 beziehungsweise Anodenloop bezeichnet.

Während des Betriebs der Brennstoffzelle 2 reichern sich im Bereich des Anodenkreislaufs 14 mit der Zeit inerte Gase, insbesondere Stickstoff, welcher durch die Membran 3 hindurch aus dem Kathodenraum 4 in den Anodenraum 5 diffundiert, an. Außerdem sammelt sich ein Teil des Produktwassers der Brennstoffzelle 2, welches im Bereich des Anodenraums 5 entsteht, im Anodenkreislauf 14. Bei vorgegebenem Volumen des Anodenkreislaufs 14 sinkt dadurch trotz zugegebenem frischem Wasserstoff aus dem Druckgasspeicher 9 mit der Zeit die Wasserstoffkonzentration und es droht die Gefahr, dass der Anodenraum 5 mit dem in der Rezirkulationsleitung befindlichen Wasser „geflutet“ wird. Daher ist im Bereich der Rezirkulationsleitung 12 ein Wasserabscheider 15 vorgesehen, welcher das im Bereich des Anodenkreislaufs 14 befindliche flüssige Wasser abscheidet und sammelt. Über eine Ventileinrichtung 16 und eine Ablassleitung 17 wird dieses Wasser beispielsweise von Zeit zu Zeit oder, wenn sich eine entsprechende Wassermenge angesammelt hat, aus dem Wasserabscheider 15 abgelassen. Eine entsprechend lange Öffnungsdauer der Ventileinrichtung 16 gewährleistet dann dass nicht nur das angesammelt Wasser sondern auch ein Teil des Gases aus dem Anodenkreislauf 14 mit abgelassen wird. Dieser Vorgang wird auch als Drain/Purge bezeichnet. Durch das Ablassen eines Teils des Abgases aus dem Anodenkreislauf 14 wird ein großer Teil der angesammelten inerten Gase abgelassen, typischerweise zusammen mit einem geringen Teil an Wasserstoff. Nach dem Ablassen der Gase und des Wassers steht dann wieder eine sehr hohe Wasserstoffkonzentration im Anodenkreislauf 14 zur Verfügung, sodass die Brennstoffzelle 2 ideal arbeiten kann.

Über die Ablassleitung 17 gelangt das Wasser zusammen mit dem Abgas aus dem Anodenkreislauf 14 in den Bereich der Zuluftleitung 7 zum Kathodenraum 4. Dieser Aufbau stellt sicher, dass der in dem Abgas enthaltene Restwasserstoff im Bereich des Kathodenraums 4 an den Elektrokatalysatoren des Kathodenraums 4 mit der über die Luftfördereinrichtung 6 geförderten Zuluft reagiert und Wasser bildet. Dadurch werden Emissionen von Wasserstoff in die Umgebung des Brennstoffzellensystems 1 verhindert. Da die Menge an Wasserstoff, welcher aus dem Anodenkreislauf 14 abgelassen wird, typischerweise gering ist, ist die damit verursachte Belastung der Katalysatoren beziehungsweise des Kathodenraums minimal und bereits eine geringe geförderte Luftmenge in der Zuluftleitung 7 reicht aus, um Wasserstoffemissionen zu verhindern.

In dem Aufbau des Brennstoffzellensystems 1 ist dann ein weiterer Wasserabscheider 18 vorgesehen, welcher in Strömungsrichtung der in der Zuluftleitung 7 strömenden Zuluft vor dem Eingang in den Kathodenraum 4 angeordnet ist. Die Abluftleitung 17 mündet, wie in der Figur dargestellt, in Strömungsrichtung vor dem weiteren Wasserabscheider 18 in die Zuluftleitung 7. Prinzipiell wäre es selbstverständlich auch denkbar, dass die Abluftleitung 17 direkt in den Wasserabscheider 18 mündet. Es muss lediglich sichergestellt sein, dass das über die Abluftleitung 17 in die Zuluftleitung 7 eingetragene flüssige Wasser in dem weiteren Wasserabscheider 18 sicher und zuverlässig abgeschieden wird. Dadurch wird erreicht, dass dem Kathodenraum 4 kein flüssiges Wasser zugeführt wird, sondern lediglich die inerten Gase und der Restwasserstoff aus dem Anodenkreislauf 14. Das flüssige Wasser wird dazu über den weiteren Wasserabscheider 18 abgeschieden und gelangt über eine Wasserableitung 19 in den Bereich der Abluftleitung 8 aus dem Kathodenraum 4. Im Bereich der Wasserableitung 19 ist dabei in der Darstellung der Figur eine weitere Ventileinrichtung 20 dargestellt. Neben der Verwendung der Ventileinrichtung 20 wäre auch die Verwendung einer Drosselstelle denkbar, sodass ein kontinuierlicher Volumenstrom durch die Wasserableitung 19 realisiert ist. Dies gilt vergleichbar auch für die Ventileinrichtung 16 im Bereich der Ablassleitung 17, welche ebenfalls durch eine Drosselstelle ersetzt werden könnte. Auch die Kombination einer Ventileinrichtung zum Ablassen größerer Volumenströme und einem parallelen Bypass mit Drosselscheibe zur Gewährleistung eines kontinuierlichen geringen Volumenstroms wäre selbstverständlich denkbar.

Der hier dargestellte Aufbau des Brennstoffzellensystems 1 kann außerdem über einen optionalen Gas/Gas-Befeuchter, Enthalpieaustauscher und/oder Ladeluftkühler zwischen

der Zuluftleitung 7 und der Abluftleitung 8 verfügen. Dieser ist beispielhaft in Form eines Gas/Gas-Befeuchters 21 optional angedeutet.

Der Aufbau des Brennstoffzellensystems 1, wie es in der einzigen beigefügten Figur angedeutet ist, hat nun den Vorteil, dass ein Ablassen von Gas und Wasser aus dem Bereich des Anodenkreislaufs 14 sehr flexibel so erfolgen kann, wie es die ideale Performance der Brennstoffzelle 2 und damit die ideale im Anodenraum 5 bereitgestellte Wasserstoffkonzentration erforderlich macht. Dadurch, dass Wasser nicht in den Bereich des Kathodenraums 4 eingetragen, sondern über den weiteren Wasserabscheider 18 abgeschieden wird, reicht bereits ein minimaler Volumenstrom an Luft in der Zuluftleitung 7 aus, um Wasserstoffemissionen sicher und zuverlässig zu verhindern. Eine Strategie zum Ablassen von Wasser und Gas aus dem Anodenkreislauf 14 kann also insbesondere unabhängig von der Größe des Zuluftstroms erfolgen.

In idealer Weise ist der weitere Wasserabscheider 18 dabei mit einer Einrichtung zur Erfassung des Wasserstands ausgestattet. Diese ist in der Darstellung der einzigen beigefügten Figur über einen Wasserstandssensor 22 angedeutet. Über den Wasserstandssensor 22 und ein diesem zugeordnetes Steuergerät 23 kann dann eine Ansteuerung der Ventileinrichtung 20 so erfolgen, dass lediglich Wasser aus dem Bereich des weiteren Wasserabscheiders 18 abgelassen wird und immer eine minimale Menge an Restwasser im Bereich des Wasserabscheiders 18 oder im Bereich der Wasserableitung 19 vor der Ventileinrichtung 20 verbleibt. Dadurch kann sicher und zuverlässig vermieden werden, dass Wasserstoff in den Abgasen aus dem Anodenkreislauf 14 in den Bereich der Abluftleitung 8 und damit in die Umgebung gelangen, da immer ein entsprechendes Wasserpolster zwischen der Ventileinrichtung 20 und dem weiteren Wasserabscheider 18 beziehungsweise der Zuluftleitung 7 gegeben ist, sodass Restwasserstoff immer in den Bereich des Kathodenraums 4 strömt und lediglich Wasser über die Wasserableitung 19 abströmt.

Der beispielhaft angedeutete Wasserstandssensor 22 kann dabei entweder in Form von zwei Wasserstandssensoren im Bereich des Wasserabscheiders 18 angeordnet sein. Prinzipiell wäre auch die Verwendung eines einzigen Wasserstandssensors denkbar, der dann so geschaltet ist, dass er immer, wenn er befeuchtet ist, die Ventileinrichtung 20 öffnet und wenn er trocken ist, diese schließt. Durch eine geschickte Anordnung des Sensors im Wasserabscheider 18 und die Ausnutzung der unvermeidlichen Hysterese

des Sensors kann so mit einem einzigen Sensor die gewünschte Aufgabe sicher und zuverlässig erfüllt werden. Neben einem derartigen sogenannten Levelsensor zur Erfassung des Wasserstands wäre es selbstverständlich außerdem denkbar, den Wasserstand über das Steuergerät 23 anhand einer geeigneten Simulation auf Basis von Betriebsparametern der Brennstoffzelle, insbesondere also deren elektrischer Leistungsabgabe, zu berechnen, da die Mechanismen in der Brennstoffzelle soweit bekannt sind, dass unter der zugeführten Wasserstoffmenge die im Bereich des Anodenraums anfallende Wassermenge sehr gut abgeschätzt werden kann. Ergänzend oder alternativ hierzu wäre es ferner denkbar, über eine Durchflussmessung im Bereich der Ablassleitung 17 die in dem weiteren Wasserabscheider 18 gesammelte Wassermenge zu erfassen und/oder abzuschätzen.

Die für den weiteren Wasserabscheider 18 beschriebenen Einrichtungen können so selbstverständlich auch für den Wasserabscheider 15 ergänzend oder alternativ vorhanden sein, um so auf das Ablassen von Wasser und Abblasen von Abgas aus dem Anodenkreislauf 14 entsprechend Einfluss zu nehmen.

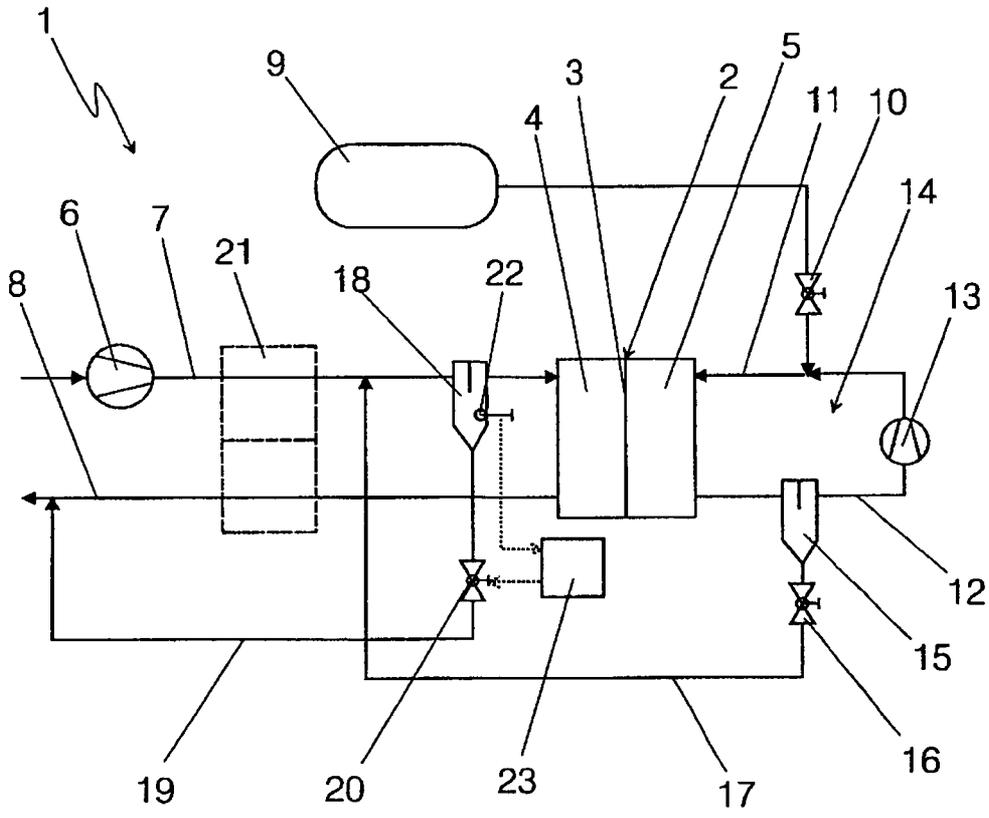
### Patentansprüche

1. Brennstoffzellensystem (1) mit wenigstens einer Brennstoffzelle (2), mit einem Kathodenraum (4) und einem Anodenraum (5), wobei ein Abgas aus dem Anodenraum (5) in einem Anodenkreislauf (14) zum Eingang des Anodenraums (5) zurückgeführt ist, wobei im Anodenkreislauf (14) ein Wasserabscheider (15) vorgesehen ist, welcher über eine Ablassleitung (17) mit einer Zuluftleitung (7) zum Kathodenraum (4) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass ein weiterer Wasserabscheider (18) vorgesehen ist, welcher in der Zuluftleitung (7) in Strömungsrichtung vor dem Kathodenraum (4) angeordnet ist, wobei die Abluftleitung (17) in die Zuluftleitung (7), in Strömungsrichtung vor dem weiteren Wasserabscheider (18), oder in den weiteren Wasserabscheider (18) mündet.
2. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der weitere Wasserabscheider (18) über eine Wasserableitung (19) mit einer Abluftleitung (8) des Kathodenraums (4) verbunden ist.
3. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich der Wasserableitung (19) zwischen dem weiteren Wasserabscheider (18) und der Abluftleitung (8) eine Drosselstelle angeordnet ist.
4. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass

im Bereich der Wasserableitung (19) zwischen dem weiteren Wasserabscheider (18) und der Abluftleitung (8) eine Ventileinrichtung (20) angeordnet ist.

5. Brennstoffzellensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich der Ablassleitung (17) zwischen dem Wasserabscheider (15) und der Zuluftleitung (7) eine Drosselstelle angeordnet ist.
6. Brennstoffzellensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich der Ablassleitung (17) zwischen dem Wasserabscheider (15) und der Zuluftleitung (7) eine Ventileinrichtung (16) angeordnet ist.
7. Brennstoffzellensystem nach einem der Ansprüche 4 oder 6, dadurch gekennzeichnet dass zumindest einer der Wasserabscheider (15, 18) über eine Einrichtung zur Erfassung des Wasserstandes (22) verfügt, wobei die Ventileinrichtung (16, 20) in Strömungsrichtung nach diesem Wasserabscheider (15, 18) in Abhängigkeit des Wasserstandes des jeweiligen Wasserabscheiders (15, 18) gesteuert oder geregelt ist.
8. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zur Erfassung des Wasserstandes als wenigstens ein Wasserstandssensor (22) ausgebildet ist.
9. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zur Erfassung des Wasserstandes als Rechneinheit ausgebildet ist, in welcher der Wasserstand anhand von Betriebsparametern der Brennstoffzelle (2) berechnet oder durch Simulation abgeschätzt wird.
10. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass

die Einrichtung zur Erfassung des Wasserstandes eine Durchflussmessung des Wassers im Bereich der Ablassleitung (17) nutzt.



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2011/004248

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	US 2008/090124 A1 (BARLEBEN ROGER-MARCELO [DE] ET AL) 17 April 2008 (2008-04-17) paragraphs [0057] - [0061], [0065] - [0070]; figure 6 -----	1-3,5
X	US 2004/028966 A1 (HIBBS BART D [US] ET AL) 12 February 2004 (2004-02-12) paragraphs [0048] - [0058], [0070] - [0072]; figure 1 -----	1,5-10
X	US 2004/146761 A1 (CARGNELLI JOSEPH [CA] ET AL) 29 July 2004 (2004-07-29) paragraphs [0019] - [0032]; figure 1 -----	1-6
A,P	DE 10 2009 039445 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]; FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 3 March 2011 (2011-03-03) figure 2 -----	1-10
<input 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  17 November 2011		Date of mailing of the international search report  28/11/2011
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  Raimondi, Fabio

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/004248

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2008090124	A1	17-04-2008	DE 102004056952 A1
			EP 1815549 A1
			JP 2008522352 A
			US 2008090124 A1
			WO 2006056276 A1
-----			
US 2004028966	A1	12-02-2004	AU 2003279695 A1
			US 2004028966 A1
			US 2008166603 A1
			US 2008166613 A1
			US 2008187809 A1
			US 2008241621 A1
			US 2010055512 A1
			US 2011039171 A1
			WO 2004015796 A2
-----			
US 2004146761	A1	29-07-2004	NONE
-----			
DE 102009039445	A1	03-03-2011	NONE
-----			

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/004248

<p><b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b>                  INV. H01M8/04                  ADD.</p>		
<p>Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC</p>		
<p><b>B. RECHERCHIERTER GEBIETE</b></p>		
<p>Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )                  H01M</p>		
<p>Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen</p>		
<p>Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)                  EPO-Internal, WPI Data</p>		
<p><b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b></p>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2008/090124 A1 (BARLEBEN ROGER-MARCELO [DE] ET AL) 17. April 2008 (2008-04-17) Absätze [0057] - [0061], [0065] - [0070]; Abbildung 6 -----	1-3,5
X	US 2004/028966 A1 (HIBBS BART D [US] ET AL) 12. Februar 2004 (2004-02-12) Absätze [0048] - [0058], [0070] - [0072]; Abbildung 1 -----	1,5-10
X	US 2004/146761 A1 (CARNELLI JOSEPH [CA] ET AL) 29. Juli 2004 (2004-07-29) Absätze [0019] - [0032]; Abbildung 1 -----	1-6
A,P	DE 10 2009 039445 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]; FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 3. März 2011 (2011-03-03) Abbildung 2 -----	1-10
<p><input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie</p>		
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"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</p> <p>"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
<p>Datum des Abschlusses der internationalen Recherche</p> <p>17. November 2011</p>		<p>Absenddatum des internationalen Recherchenberichts</p> <p>28/11/2011</p>
<p>Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde</p> <p>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2                  NL - 2280 HV Rijswijk                  Tel. (+31-70) 340-2040,                  Fax: (+31-70) 340-3016</p>		<p>Bevollmächtigter Bediensteter</p> <p>Raimondi, Fabio</p>

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/004248

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2008090124 A1	17-04-2008	DE 102004056952 A1	08-06-2006
		EP 1815549 A1	08-08-2007
		JP 2008522352 A	26-06-2008
		US 2008090124 A1	17-04-2008
		WO 2006056276 A1	01-06-2006
-----			
US 2004028966 A1	12-02-2004	AU 2003279695 A1	25-02-2004
		US 2004028966 A1	12-02-2004
		US 2008166603 A1	10-07-2008
		US 2008166613 A1	10-07-2008
		US 2008187809 A1	07-08-2008
		US 2008241621 A1	02-10-2008
		US 2010055512 A1	04-03-2010
		US 2011039171 A1	17-02-2011
		WO 2004015796 A2	19-02-2004
-----			
US 2004146761 A1	29-07-2004	KEINE	
-----			
DE 102009039445 A1	03-03-2011	KEINE	
-----			