





RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*
- *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

5

## 10 Brennstoffzelle mit einer Luftzuführung und einer Luftabführung

Die Erfindung betrifft eine Brennstoffzelle für ein Kraftfahrzeug mit einer Kathodenseite, bei der eine Luftzuführung zum Zuführen von Zuluft zu der Kathodenseite und eine Luftabführung zum Abführen von Abluft von der Kathodenseite vorgesehen sind. Ferner betrifft die Erfindung die Verwendung einer Brennstoffzelle an einem Kraftfahrzeug.

Brennstoffzellen, insbesondere solche von Hybrid-Kraftfahrzeugen, sind in bekannter Weise mit einer Kathodenseite bzw. einer Vielzahl Kathoden, einer Anodenseite bzw. einer Vielzahl Anoden und jeweils einer dazwischen angeordneten Membran versehen. Sie weisen ferner einen Druckluftförderer bzw. Druckluftkompressor zum Fördern von Druckluft auf, mit dem aus der Umgebung der Brennstoffzelle an den Kathoden ausreichend Sauerstoff für den Betrieb der zugehörigen Brennstoffzelle bereitgestellt wird. Diese Luftzuführung an der Brennstoffzelle erfolgt unter Druck, wobei ein entsprechend dimensionierter und regelbarer Kompressor bzw. Luftpresse vorhanden sein muss. Dieser Kompressor senkt aufgrund seines Leistungsbedarfs den Gesamtwirkungsgrad der Brennstoffzelle.

Gemäß der Erfindung ist eine Brennstoffzelle für ein Kraftfahrzeug geschaffen, mit einer Kathodenseite, bei der eine Luftzuführung zum Zuführen von Zuluft zu der Kathodenseite und eine Luftabführung zum Abführen von Abluft von der Kathodenseite vorgesehen sind. Dabei sind erfindungsgemäß die Luftzuführung und die Luftabführung zu einer Luftrezirkulation zusammengeschlossen.

Mit dem erfindungsgemäßen Zusammenschluss von Luftzuführung und Luftabführung ist eine Rezirkulation von Luft an der Brennstoffzelle unter Hochdruck möglich. Es muss daher von dem zugeordneten Kompressor beim Fördern der Zuluft zu der Brennstoffzelle ein geringerer Druckunterschied überwunden werden, als wenn der Kompressor die Zuluft als Frischluft aus der Umgebung der Brennstoffzelle fördern müsste. Das Druckniveau, das so ständig auf der Zuluftseite der Brennstoffzelle gehalten werden kann, beträgt 2 bar und mehr. Es kann daher für die erfindungsgemäße Brennstoffzelle ein reiner Hochdruckkompressor verwendet werden, der zwar ebenfalls einen vergleichsweise hohen Förderdruck erbringen kann, dabei aber nur eine verhältnismäßig kleine Fördermengenleistung erbringen muss. An der erfindungsgemäßen Brennstoffzelle entstehen also geringere Druckverluste. Damit weist die Brennstoffzelle insgesamt einen höheren Gesamtwirkungsgrad auf.

Die derartige erfindungsgemäße Brennstoffzelle ist vorzugsweise in der Luftrezirkulation mit einer Anreicherungseinrichtung zum Anreichern der Abluft mit Sauerstoff versehen. Die Anreicherungseinrichtung dient dazu, den Gehalt an Sauerstoff, der durch die Luftrezirkulation an der Zuluftseite der Brennstoffzelle zugeführt wird, auf das Niveau anzuheben, das für den Betrieb der Brennstoffzelle erforderlich ist. Die Sauerstoffanreicherung erhält das an der Zuluftseite der erfindungsgemäßen Brennstoffzelle bestehende Hochdruckniveau. Die Anreicherungseinrichtung kann erfindungsgemäß verschiedenartig aufgebaut sein und unterschiedlich Systeme und Effekte zur Anreicherung von Sauerstoff bzw. Abtrennung von Stickstoff nutzen.

Vorzugsweise umfasst die Anreicherungseinrichtung hierzu eine Lufttrennungsvorrichtung, beispielsweise eine Luftzerlegungsanlage, in der die einzelnen Luftkomponenten durch ein thermisches Trennverfahren, eine so genannte Tieftemperatur-Rektifikation, unter Ausnutzung der unterschiedlichen Siedepunkte der Luftbestandteile, voneinander getrennt werden. Die dazu erforderliche flüssige Luft kann beispielsweise nach dem herkömmlichen Linde-Verfahren oder dem Claudé-Verfahren ohne Einsatz eines zusätzlichen Kühlmittels erfolgen. Alternativ oder additiv zu einer Luftzerlegungsanlage nach dem

Tieftemperatur-Rektifikationsverfahren, kann in der Anreicherungsanordnung als Lufttrennungsvorrichtung eine Vorrichtung vorgesehen sein, die ein Verfahren zum Trennen gasförmiger Mischungen anwendet, das unter dem Begriff Druckschwungsorptionsverfahren bekannt ist. Hierbei wird eine gasförmige Mischung, im vorliegenden Fall Luft, bei einem erhöhten Druck durch ein Bett eines Adsorptionsmittels geführt, welches selektiv eine oder mehrere der Komponenten der gasförmigen Mischung, und insbesondere Stickstoff, adsorbiert. Als nicht adsorbierte gasförmige Komponente wird Sauerstoff erhalten, der aus dem Bett abgezogen werden kann. Eine Weiterentwicklung dieses Verfahrens ist als Druckwechsel-Adsorptionsverfahren oder adiabatisches Schnell-Druckwechselverfahren zur Luftzerlegung bekannt. Diese Verfahren bedienen sich ebenfalls einer selektiven Adsorption einer der Komponenten der Luft, insbesondere Stickstoff, der mittels eines kristallinen Zeolith-Molekularsiebs adsorbiert wird und Sauerstoff unadsorbiert zurücklässt. Alternativ kann auch Sauerstoff adsorbiert werden, beispielsweise an Aktivkohle, sodann Stickstoff nebst übrigen Luftbestandteilen abgeführt und anschließend der Sauerstoff desorbiert und als Brauchgas weiterverwendet werden. Ferner kann die Lufttrennungsvorrichtung auch nach einem Prinzip arbeiten, das die Ablenkbarkeit von Sauerstoffmolekülen im Magnetfeld ausnutzt. Dies ist dadurch möglich, dass Sauerstoffmoleküle im Vergleich zu Stickstoffmolekülen ein magnetisches Moment besitzen. Derartige Systeme werden derzeit in der Sauerstoffsensorik angewendet.

Durch die Abtrennung von Sauerstoff (oder Stickstoff) aus der Luft und Zuführung des Sauerstoffes in die Luftzuführung der Brennstoffzelle kann der Sauerstoffpartialdruck in der Luftzuführung der Brennstoffzelle erhöht werden, wodurch der Wirkungsgrad der Brennstoffzelle verbessert wird. Besonders bevorzugt ist die Anreicherungsanordnung mit einer Membran gestaltet, durch die hindurch der Sauerstoff in die Luftrezirkulation eintreten kann.

Die Anreicherungsanordnung ist dabei vorzugsweise mit einer Luftdurchleitung zum Durchleiten von Frischluft aus der Umgebung der Brennstoffzelle durch die Anreicherungsanordnung versehen. Die mit der Luftdurchleitung herangeführte Frischluft bzw. Außenluft führt eine vergleichsweise große Menge an Sauerstoff mit, der in die in der Luftrezirkulation zirkulierende Luft übergeleitet werden kann.

Vorteilhaft wird für diese Überleitung von Sauerstoff in die rezirkulierte Luft ein Gasgefälle genutzt, das zwischen der rezirkulierten Luft und der Frischluft besteht (Partialdruckgefälle). So enthält das aus der Brennstoffzelle austretende Gas bzw. die austretende Luft einen höheren Anteil an Stickstoff ( $N_2$ ), weil aus dieser Luft in der Brennstoffzelle Sauerstoff ( $O_2$ ) verbraucht worden ist. So ergibt sich zwischen der austretenden Luft und der Frischluft ein Stickstoff-Gefälle von vorteilhaft 1,8 bar zu 0,8 bar nach außen. Zugleich beträgt das Sauerstoff-Gefälle kleiner 0,2 bar innen zu größer 0,2 bar außen. Dieses Gefälle kann genutzt werden, damit zum einen Stickstoff aus der austretenden Luft in die Frischluft übertragen wird und zum anderen Sauerstoff aus der Frischluft in die eintretende Luft übertragen wird. Stickstoff wird also ausgetragen, während zugleich teilweise Sauerstoff eingetragen wird. Zugleich wird das Produktwasser aus der Reaktion innerhalb der Brennstoffzelle wieder zum Eingang der Kathodenseite gebracht, wodurch die Leitfähigkeit in der bzw. den Membranen der Brennstoffzelle erhöht wird.

Die Anreicherungseinrichtung ist vorteilhaft auch mit einer Zuführeinrichtung zum Zuführen von Frischluft aus der Umgebung der Brennstoffzelle in die Anreicherungseinrichtung unter Druck versehen. Mit dem Zuführen von Frischluft unter Druck in die Anreicherungseinrichtung steigt das Druckgefälle zwischen der rezirkulierten Luft und der Frischluft. Damit steigt auch der Übertrag von Sauerstoff aus der Frischluft in die rezirkulierte Luft. Ein solches Einspeisen von Frischluft unter Druck ist insbesondere bei Leistungsspitzen der Brennstoffzelle vorteilhaft. Zum Einspeisen von Frischluft in die Anreicherungseinrichtung ist vorteilhaft ein eigens regelbarer Kompressor/Lüfter vorgesehen.

Die Luftabführung ist bevorzugt auch mit einer Zuführeinrichtung zum Zuführen von Frischluft aus der Umgebung der Brennstoffzelle vor bzw. stromauf von der Anreicherungseinrichtung versehen. Eine solche Einspeisung von Frischluft erhöht den Sauerstoffgehalt in der abgeführten Luft, welche nachfolgend dann rezirkuliert wird. Für das Zuführen der Frischluft muss dabei nur jener Druck erreicht werden, den die abgeführte Luft aufweist. Die derartige Zuführung von Frischluft kann daher mit einem vergleichsweise leistungsschwachen, kleinen Kompressor erreicht werden.

Vorteilhaft ist ferner bei der erfindungsgemäßen Brennstoffzelle die Luftabführung mit einer Abführeinrichtung zum Abführen von Abluft aus der Luftabführung in die Umgebung der Brennstoffzelle versehen. Die Abführeinrichtung dient dazu, bei Bedarf austretende Luft in die Umgebung der Brennstoffzelle ablassen zu können, um damit zugleich das Druckgefälle an der Anreicherungsanordnung zu erhöhen. Mit zunehmendem Druckgefälle wird der Zustrom von Frischluft durch die Anreicherungsanordnung verstärkt. Die Abführeinrichtung ist dazu in vorteilhafter Weise mit einem steuerbaren Ventil zur Luftabführung versehen.

10 In ähnlicher Weise ist vorteilhaft die Luftzuführung mit einer Zuführeinrichtung zum Zuführen von Frischluft aus der Umgebung der Brennstoffzelle in die Luftzuführung, also hinter bzw. stromab von der Anreicherungsanordnung, versehen. Mit einer solchen Zuführeinrichtung kann insbesondere bei hoher Last Frischluft direkt hinter die Anreicherungsanordnung eingespeist werden. Diese Frischluft trägt sehr kurzfristig zu einer weiteren Erhöhung der bereitgestellten Sauerstoffmenge bei. Leistungsspitzen können so schneller erreicht und auch überwunden werden. Die derartige zusätzliche Frischlufteinspeisung kann vorteilhaft mit einem separaten Kompressor bzw. Lüfter zum Einspeisen der Frischluft erzielt werden. Vorteilhaft ist ein solcher Kompressor ein Hochdruckkompressor, der bei zwar hohem Druck nur eine vergleichsweise geringe Förderleistung aufweisen muss.

Erfindungsgemäß ist es ferner vorgesehen, eine solche Brennstoffzellenanordnung mit deren Luftzuführung und Luftabführung, welche zu einer Luftrezirkulation zusammengesgeschlossen sind, an einem Kraftfahrzeug zu verwenden.

25 Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Lösung anhand der beigefügten schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt Fig. 1 ein stark vereinfachtes Schaltbild einer erfindungsgemäßen Brennstoffzelle mit zugehöriger Luftzuführung und Luftabführung. Fig. 2 zeigt ein Schaltbild einer Brennstoffzelle gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

In der Fig. ist eine Brennstoffzelle 10 veranschaulicht, die eine Kathodenseite 12 mit einer Vielzahl Kathoden (nicht näher veranschaulicht) sowie einer Anodenseite 14 mit einer Vielzahl Anoden (ebenfalls nicht näher veranschaulicht) aufweist. Die

Kathoden und Anoden sind dabei gestapelt mit jeweils einer dazwischen liegenden Membran 16 nebst Kühlung (hier stark vereinfacht dargestellt) gestaltet.

5 An der Kathodenseite 12 ist eine Luftzuführung 18 unter anderem mit einer ersten Luftzuführleitung 20 gestaltet, durch die Luft und damit Sauerstoff für den Betrieb der Brennstoffzelle 10 an der Kathodenseite 12 bereitgestellt werden kann. Ferner ist an der Kathodenseite 12 eine Luftabführung 22 vorgesehen, bei der durch eine erste Luftabführleitung 24 Abluft aus der Brennstoffzelle 10 abgeführt werden kann. Die Luftzuführung 18 und die Luftabführung 22 sind zu einer Luftrezirkulation  
10 zusammengesgeschlossen, indem die Luftabführleitung 24 mit der Luftzuführleitung 20 mittels einer Anreicherungseinrichtung 26 zum Anreichern der durchgeführten Luft mit Sauerstoff strömungstechnisch verbunden ist.

15 In der Luftzuführleitung 20 ist dabei ein erster Lüfter bzw. Kompressor 28 zum Zuführen von mit Sauerstoff angereicherter Abluft aus der Luftabführleitung 24 und der Anreicherungseinrichtung 26 in die Luftzuführleitung 20 vorgesehen. Der Lüfter 28 erhöht den Druck der derart zugeführten Luft vorliegend auf ca. 2,2 bar. In Strömungsrichtung hinter bzw. stromab von der Kathodenseite 12, also in der Luftabführleitung 24 verbleiben von diesem Druck ca. 2,0 bar. Dieser Druck von 2,0  
20 bar bleibt in der Anreicherungseinrichtung 26 in einer durch diese hindurchführenden Anreicherungsleitung 30 erhalten.

Die Anreicherungseinrichtung 26 weist dazu eine weitere Leitung in Form einer Luftdurchleitung 32 auf, welche sich unmittelbar an der Anreicherungsleitung 30  
25 erstreckt und mit dieser mittels einer für Sauerstoff durchlässigen Membran (nicht im Detail dargestellt) verbunden ist. Dabei ist ein zweiter Lüfter bzw. Kompressor 34 als Zuführeinrichtung zum Zuführen von Frischluft aus der Umgebung der Brennstoffzelle 10 unter Druck in die Luftdurchleitung 32 vorgesehen. Der Lüfter 34 führt diese Frischluft mit einem Druck von bis zu ca. 1,5 bar zu.

30

An der Kathodenseite 12 wurde der zugeführten Luft Sauerstoff entzogen, so dass die in der Luftabführleitung 24 abgeführte Abluft zwar einen Gesamtdruck von ca. 2,0 bar aufweist, dieser aber von einem Stickstoff-Partialdruck von vorliegend ca. 1,8 bar und einem Sauerstoff-Partialdruck von ca. 0,2 bar gebildet wird. In der durch

die Luftdurchleitung 32 zugeführten, aus der Umgebung der Brennstoffzelle 10 entnommenen Frischluft liegt hingegen ein Stickstoff-Partialdruck von ca. 0,8 bar und ein Sauerstoff-Partialdruck von ca. 0,2 bar vor, wobei diese Partialdrücke mittels des Lüfters 34 auf ca. 1,2 bar bzw. 0,3 bar erhöht werden. Somit ergibt sich  
5 zwischen der Luftdurchleitung 32 und der Anreicherungsleitung 30 ein Partialdruckgefälle mittels dessen Stickstoff aus der Anreicherungsleitung 30 in die Luftdurchleitung 32 gelangt. Auf dieser Weise wird die aus der Luftabführleitung 24 abgeführte Abluft mit Sauerstoff angereichert und nachfolgend mittels des Lüfters 28 in die Luftzuführleitung 20 rezirkuliert. Dabei muss der Lüfter 28 nur das  
10 Druckgefälle von ca. 0,2 bar der Brennstoffzelle 10 selbst überwinden und nicht etwa Luft mit einem Druck von ca. 1,0 bar aus der Umgebung auf einen Druckwert von 2,2 bar für die Brennstoffzelle 10 komprimieren.

Für eine weitere Regelung der derartigen Luftführung und zum kurzfristigen sowie  
15 auch kurzzeitigen Bereitstellen besonders großer Mengen an Sauerstoff an der Luftzuführleitung 20 ist ferner eine zweite Luftzuführleitung 36 vorgesehen. In diese Luftzuführleitung 36 kann mittels eines dritten Lüfters bzw. Kompressors 38 insbesondere bei Bedarf einer besonders hohen Leistung der Brennstoffzelle 10 Frischluft aus der Umgebung mit einem entsprechend hohen Sauerstoffgehalt  
20 eingespeist werden. Die Frischluft wird durch die Luftzuführleitung 36 stromauf von der Anreicherungsanlage 26 in die Luftabführleitung 24 eingespeist, wobei der Druck dieser Frischluft nach dem Durchströmen der Anreicherungsanlage 26 von dem Lüfter 28 weiter erhöht wird. Alternativ kann Frischluft derart unmittelbar stromab bzw. hinter der Anreicherungsanlage 26 stromauf bzw. vor dem Lüfter  
25 28 eingespeist werden. An dem Lüfter 38 ist ferner eine dritte Luftzuführleitung 40 vorgesehen, durch die Frischluft wahlweise auch hinter dem Lüfter 28 in die Luftzuführleitung 20 eingespeist werden kann.

An der Luftabführung 22 ist an die Luftabführleitung 24 stromauf von der  
30 Anreicherungsanlage 26 eine zweite Luftabführleitung 42 angeschlossen. In dieser Luftabführleitung 42 ist ein Ventil 44 angeordnet, mit dem Abluft im Bedarfsfall wahlweise direkt in die Umgebung der Brennstoffzelle 10 abgelassen werden kann.

Mit der derartigen Führung von Zuluft und Abluft an der Brennstoffzelle 10 wird bei einem nur geringen Leistungsbedarf der Brennstoffzelle 10 deren Gesamtwirkungsgrad erhöht, denn es kann dann mit besonders geringer Kompressorleistung gearbeitet werden. Zugleich ist mit der rezirkulierten Luft für  
5 eine gute Befeuchtung der einströmenden Gase und damit der Membran 16 innerhalb der Brennstoffzelle 10 gesorgt. Feuchtigkeit, welche sonst mit der Abluft abgeführt würde, bleibt mit der Rezirkulation der Abluft in der Zuluft erhalten. Die erfindungsgemäße Rezirkulation kann daher als ein Bypass an einem (hier nicht dargestellten) Luftbefeuchter bzw. Humidifier verwendet werden. Der dabei  
10 vorgesehene Luftbefeuchter kann ebenfalls leistungsschwächer gestaltet sein.

Zugleich wird mit der erfindungsgemäßen Lösung der Druckverlust am Lüfter 28 verringert, wodurch dieser kleiner und kostengünstiger ausgeführt sein kann.

15 Auch im hohen Leistungsbereich ist mit der Rezirkulation die insgesamt erforderliche Kompressorleistung reduziert. Für den rezirkulierten Fluss muss nicht der Druckgradient aufgewendet werden, der sonst erforderlich wäre, sondern es müssen nur kleine Druckunterschiede bei kleinen Fördermengen von dem Lüfter 38 beigesteuert werden.

20

Figur 2 zeigt ein Schaltbild einer Brennstoffzelle 10 gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. Im Unterschied zu dem Schaltbild aus Figur 1 zeichnet sich das Schaltbild aus Figur 2 dadurch aus, dass in der Anreicherungs-  
einrichtung 26 zusätzlich eine Lufttrennungsvorrichtung 27, beispielsweise eine  
25 Luftzerlegungsanlage, vorgesehen ist, die der Trennung der Luft in ihre Einzelbestandteile, also insbesondere Stickstoff und Sauerstoff, dient. Der hieraus gewonnene Sauerstoff kann beispielsweise direkt oder über eine sauerstoffpermeable Membran der Luftzuführung 18 zugeleitet werden. Hierdurch wird effektiv der Sauerstoffpartialdruck in der Luftzuführung 18 der Brennstoffzelle  
30 10 erhöht, wodurch der Wirkungsgrad der Brennstoffzelle 10 verbessert wird.

Alternativ oder additiv zu einer Luftzerlegungsanlage kann in der Lufttrennungsvorrichtung 27 der Anreicherungs-  
einrichtung 26 auch eine Vorrichtung vorgesehen sein, die ein Druckschwungadsorptionsverfahren oder Druckwechsel-

Adsorptionsverfahren oder adiabatisches Schnell-Druckwechselverfahren zur Luftzerlegung angewendet. Ferner kann eine Luftzerlegung auch unter Ausnutzung der magnetischen Ablenkbarkeit von Sauerstoffmolekülen, die, im Vergleich zu Stickstoffmolekülen, ein magnetisches Moment besitzen, erfolgen. Auch hierdurch  
5 kann Sauerstoff angereichert und ein Sauerstoffpartialdruck in der Luftzuführung 18 der Brennstoffzelle 10 erhöht werden.

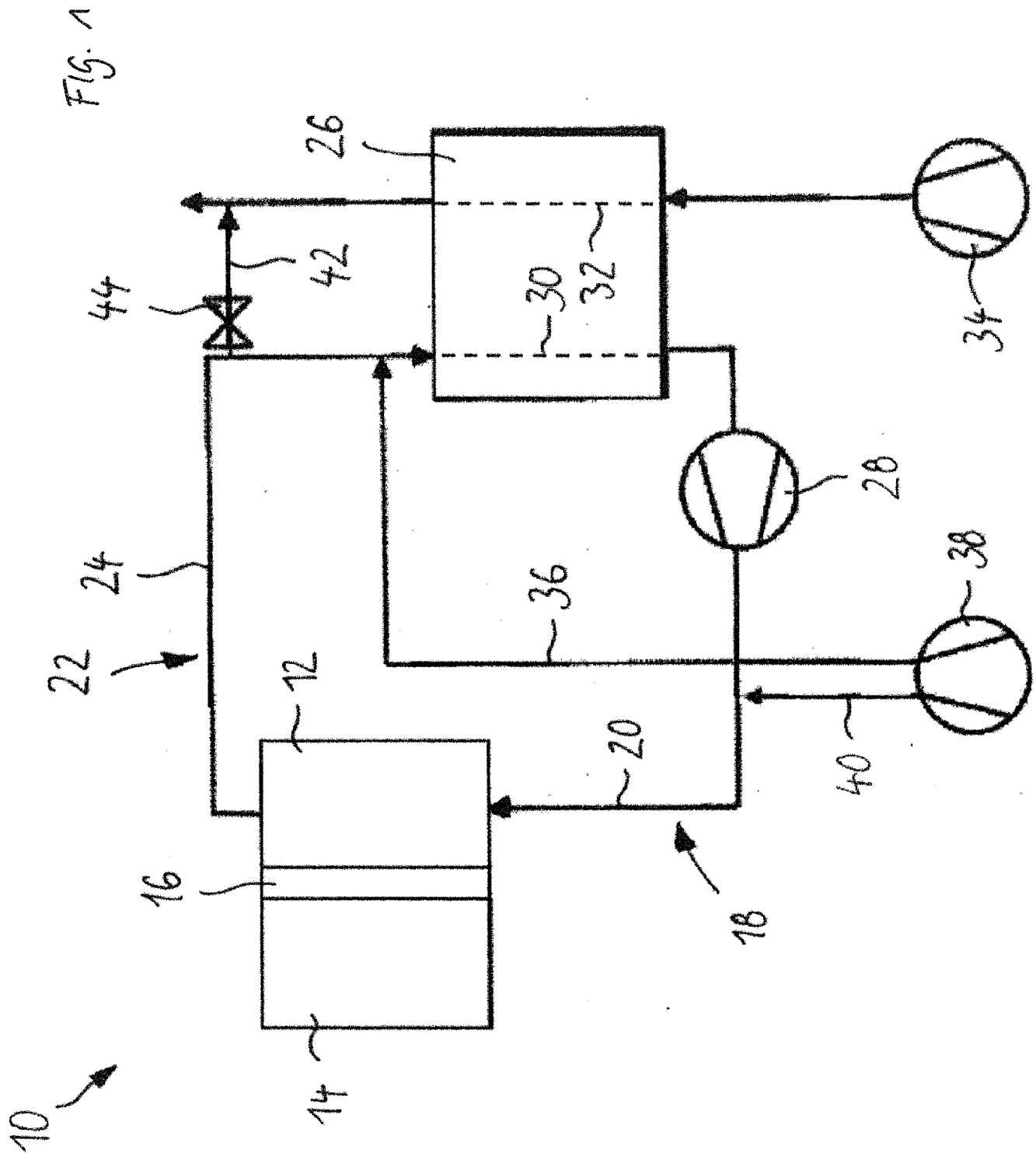
## 5 Bezugszeichenliste

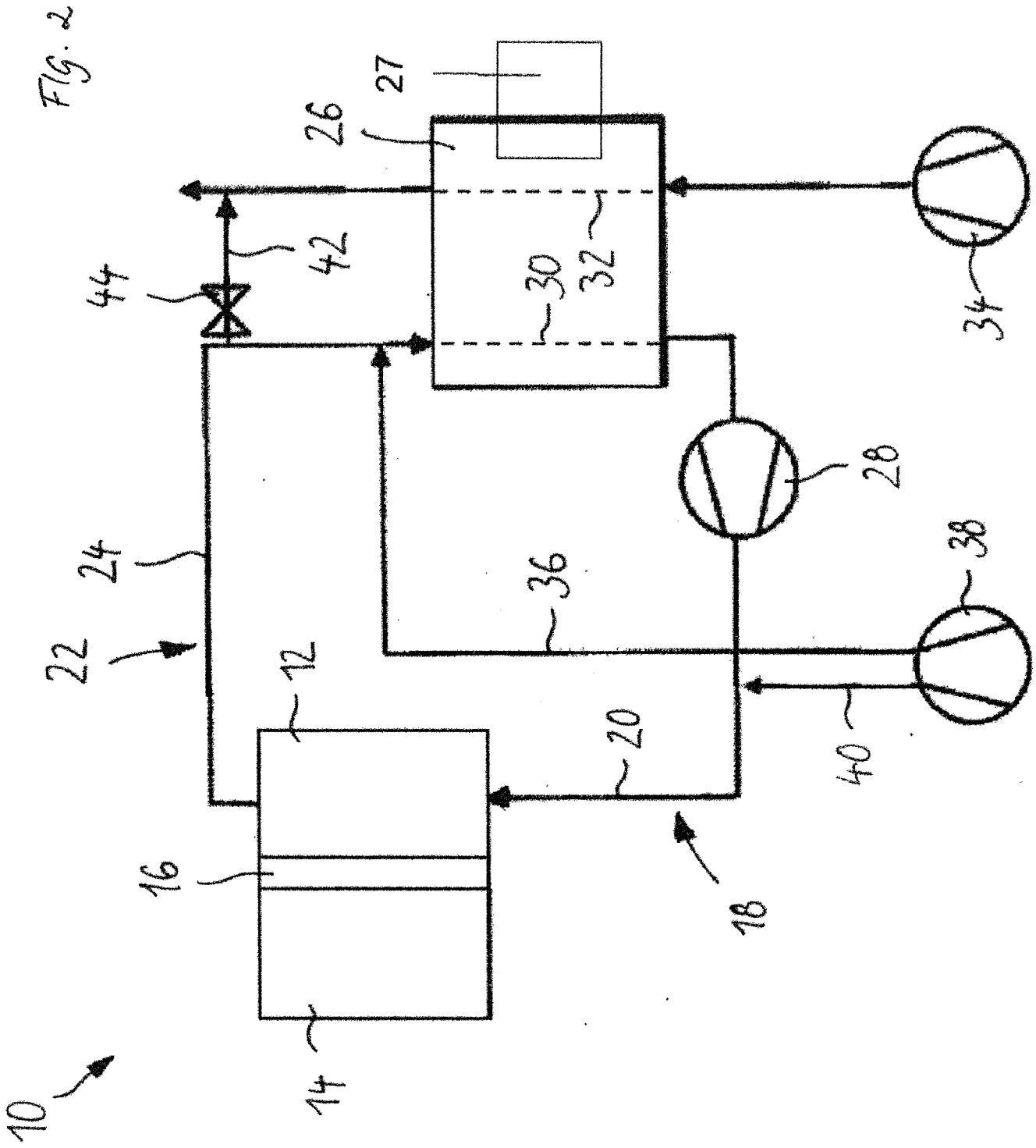
|    |    |                          |
|----|----|--------------------------|
| 10 | 10 | Brennstoffzelle          |
|    | 12 | Kathodenseite            |
|    | 14 | Anodenseite              |
|    | 16 | Membran                  |
|    | 18 | Luftzuführung            |
| 15 | 20 | erste Luftzuführleitung  |
|    | 22 | Luftabführung            |
|    | 24 | erste Luftabführleitung  |
|    | 26 | Anreicherungsanordnung   |
|    | 27 | Lufttrennungsvorrichtung |
| 20 | 28 | erster Lüfter            |
|    | 30 | Anreicherungsleitung     |
|    | 32 | Luftdurchleitung         |
|    | 34 | zweiter Lüfter           |
|    | 36 | zweite Luftzuführleitung |
| 25 | 38 | dritter Lüfter           |
|    | 40 | dritte Luftzuführleitung |
|    | 42 | zweite Luftabführleitung |
|    | 44 | Ventil                   |

## 5 Patentansprüche

- 10 1. Brennstoffzelle (10) für ein Kraftfahrzeug, mit einer Kathodenseite (12), bei  
der eine Luftzuführung (18) zum Zuführen von Zuluft zu der Kathodenseite  
(12) und eine Luftabführung (22) zum Abführen von Abluft von der  
Kathodenseite (12) vorgesehen sind,  
wobei die Luftzuführung (18) und die Luftabführung (22) zu einer  
15 Luftrezirkulation zusammengeschlossen sind.
2. Brennstoffzelle nach Anspruch 1,  
wobei in der Luftrezirkulation eine Anreicherungseinrichtung (26) zum  
Anreichern der Abluft mit Sauerstoff angeordnet ist.
- 20 3. Brennstoffzelle nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die  
Anreicherungsvorrichtung (26) eine Lufttrennungsvorrichtung (27) umfasst.
4. Brennstoffzelle nach Anspruch 2 oder 3,  
25 wobei die Anreicherungseinrichtung (26) mit einer Luftdurchleitung (32) zum  
Durchleiten von Frischluft aus der Umgebung der Brennstoffzelle (10) durch  
die Anreicherungseinrichtung (26) versehen ist.
5. Brennstoffzelle nach einem der Ansprüche 2 bis 4,  
30 wobei die Anreicherungseinrichtung (26) mit einer Zuführeinrichtung (34)  
zum Zuführen von Frischluft aus der Umgebung der Brennstoffzelle (10) in  
die Anreicherungseinrichtung (26) unter Druck versehen ist.

6. Brennstoffzelle nach einem der Ansprüche 2 bis 5,  
wobei die Luftabführung (22) mit einer Zuführeinrichtung (38) zum Zuführen  
von Frischluft aus der Umgebung der Brennstoffzelle (10) vor die  
Anreicherungseinrichtung (26) versehen ist.
- 5
7. Brennstoffzelle nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
wobei die Luftabführung (22) mit einer Abführeinrichtung (42, 44) zum  
Abführen von Abluft aus der Luftabführung (22) in die Umgebung der  
Brennstoffzelle (10) versehen ist.
- 10
8. Brennstoffzelle nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
wobei die Luftzuführung (18) mit einer Zuführeinrichtung (38) zum Zuführen  
von Frischluft aus der Umgebung der Brennstoffzelle (10) in die  
Luftzuführung (18) versehen ist.
- 15
9. Verwendung einer Brennstoffzelle (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 bei  
einem Kraftfahrzeug.





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/069502

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B60L11/18 H01M8/06 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 B60L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                    | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | US 2002/004157 A1 (KEEFER BOWIE G [CA] ET AL) 10 January 2002 (2002-01-10)<br>paragraphs [0005], [0036], [0094], [0095], [0102] - [0105], [0110]<br>figure 9<br>----- | 1-9                   |
| X         | US 2002/098394 A1 (KEEFER BOWIE G [CA] ET AL) 25 July 2002 (2002-07-25)<br>paragraphs [0003], [0097] - [0099]<br>figure 6<br>-----                                    | 1-5,7,9               |
| X         | FR 2 881 578 A1 (RENAULT SAS [FR])<br>4 August 2006 (2006-08-04)<br>page 1, line 3 - line 7<br>page 4, line 10 - line 27<br>figure 1<br>-----                         | 1-3,7-9               |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 February 2014

Date of mailing of the international search report

21/02/2014

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

Järvi, Tommi

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/069502

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s)  | Publication<br>date     |
|-------------------------------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------|
| US 2002004157                             | A1                  | 10-01-2002                  | AT 440390 T 15-09-2009  |
|                                           |                     | CA 2439506 A1 19-09-2002    |                         |
|                                           |                     | CN 1459136 A 26-11-2003     |                         |
|                                           |                     | EP 1371106 A1 17-12-2003    |                         |
|                                           |                     | JP 2004525489 A 19-08-2004  |                         |
|                                           |                     | US 2002004157 A1 10-01-2002 |                         |
|                                           |                     | US 2003157390 A1 21-08-2003 |                         |
|                                           |                     | US 2006257708 A1 16-11-2006 |                         |
|                                           |                     | WO 02073728 A1 19-09-2002   |                         |
| US 2002098394                             | A1                  | 25-07-2002                  | AU 1485802 A 06-05-2002 |
|                                           |                     | EP 1344270 A2 17-09-2003    |                         |
|                                           |                     | JP 2004512650 A 22-04-2004  |                         |
|                                           |                     | US 2002098394 A1 25-07-2002 |                         |
|                                           |                     | US 2006182680 A1 17-08-2006 |                         |
|                                           |                     | WO 0235623 A2 02-05-2002    |                         |
| FR 2881578                                | A1                  | 04-08-2006                  | NONE                    |

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. B60L11/18 H01M8/06 H01M8/04  
 ADD.

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

#### B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 H01M B60L

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          | US 2002/004157 A1 (KEEFER BOWIE G [CA] ET AL) 10. Januar 2002 (2002-01-10)<br>Absätze [0005], [0036], [0094], [0095], [0102] - [0105], [0110]<br>Abbildung 9 | 1-9                |
| X          | US 2002/098394 A1 (KEEFER BOWIE G [CA] ET AL) 25. Juli 2002 (2002-07-25)<br>Absätze [0003], [0097] - [0099]<br>Abbildung 6                                   | 1-5,7,9            |
| X          | FR 2 881 578 A1 (RENAULT SAS [FR])<br>4. August 2006 (2006-08-04)<br>Seite 1, Zeile 3 - Zeile 7<br>Seite 4, Zeile 10 - Zeile 27<br>Abbildung 1               | 1-3,7-9            |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

14. Februar 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/02/2014

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

Järvi, Tommi

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/069502

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |    | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie |               | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|----|-------------------------------|-----------------------------------|---------------|-------------------------------|
| US 2002004157                                      | A1 | 10-01-2002                    | AT                                | 440390 T      | 15-09-2009                    |
|                                                    |    |                               | CA                                | 2439506 A1    | 19-09-2002                    |
|                                                    |    |                               | CN                                | 1459136 A     | 26-11-2003                    |
|                                                    |    |                               | EP                                | 1371106 A1    | 17-12-2003                    |
|                                                    |    |                               | JP                                | 2004525489 A  | 19-08-2004                    |
|                                                    |    |                               | US                                | 2002004157 A1 | 10-01-2002                    |
|                                                    |    |                               | US                                | 2003157390 A1 | 21-08-2003                    |
|                                                    |    |                               | US                                | 2006257708 A1 | 16-11-2006                    |
|                                                    |    |                               | WO                                | 02073728 A1   | 19-09-2002                    |
| -----                                              |    |                               |                                   |               |                               |
| US 2002098394                                      | A1 | 25-07-2002                    | AU                                | 1485802 A     | 06-05-2002                    |
|                                                    |    |                               | EP                                | 1344270 A2    | 17-09-2003                    |
|                                                    |    |                               | JP                                | 2004512650 A  | 22-04-2004                    |
|                                                    |    |                               | US                                | 2002098394 A1 | 25-07-2002                    |
|                                                    |    |                               | US                                | 2006182680 A1 | 17-08-2006                    |
|                                                    |    |                               | WO                                | 0235623 A2    | 02-05-2002                    |
| -----                                              |    |                               |                                   |               |                               |
| FR 2881578                                         | A1 | 04-08-2006                    | KEINE                             |               |                               |
| -----                                              |    |                               |                                   |               |                               |