

(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  
23. Juli 2015 (23.07.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2015/106872 A1**

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

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/076186

(22) Internationales Anmeldedatum:  
2. Dezember 2014 (02.12.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2014 200 938.3  
20. Januar 2014 (20.01.2014) DE

(71) Anmelder: **BAYERISCHE MOTOREN WERKE  
AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Petuelring 130,  
80809 München (DE).

(72) Erfinder: **SCHMID, Johannes**; Schröfelhofstraße 72,  
81375 München (DE). **THYROFF, Jürgen**; Christian-  
Hergl-Str. 6, 85221 Dachau (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,  
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,  
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,  
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,  
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,  
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,  
ZW.

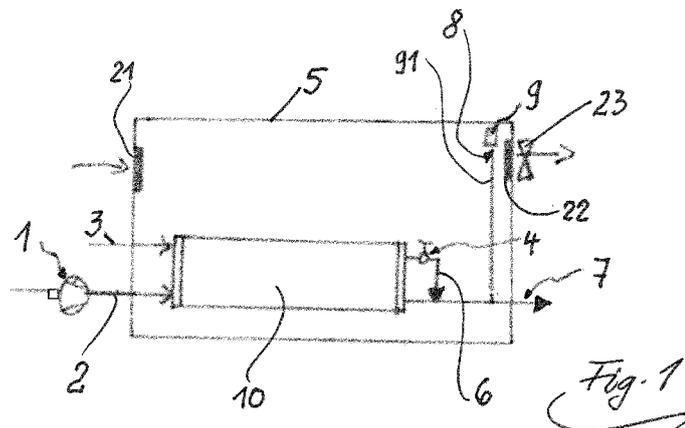
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,  
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,  
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,  
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,  
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,  
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,  
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz  
3)

(54) Title: FUEL CELL SYSTEM COMPRISING A FUEL CELL STACK THAT IS INTEGRATED IN A HOUSING

(54) Bezeichnung : BRENNSTOFFZELLENSYSTEM MIT EINEM IN EINEM GEHÄUSE INTEGRIERTEN  
BRENNSTOFFZELLENSTACK



(57) Abstract: The invention relates to a fuel cell system comprising at least one fuel cell stack that is integrated in a housing, in or on which housing there is provided, in a region located higher than the components that carry hydrogen for normal operation of the fuel cell system are arranged, a hydrogen sensor which cooperates with an outflow opening for free hydrogen located in the interior of the housing, said housing being substantially closed at least at the top in the operating state of the fuel cell system. Also provided is a control system which, in order to check the functioning of the hydrogen sensor, emits at intervals into the housing or directly onto a measuring region of the hydrogen sensor a certain amount of hydrogen via a suitably positioned exit opening such that said hydrogen sensor can detect the emitted hydrogen within a predefined duration and the control system recognizes such a detection of hydrogen by the hydrogen sensor as evidence that the hydrogen sensor is functioning.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2015/106872 A1



---

Die Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem mit zumindest einem in einem Gehäuse integrierten Brennstoffzellenstack, in oder an welchem im Betriebszustand des Brennstoffzellensystems zumindest nach oben hin im wesentlichen abgeschlossenen Gehäuse in einem Bereich, der höher liegt als die für den üblichen Betrieb des Brennstoffzellensystems wasserstoffführenden Komponenten angeordnet sind, ein mit einer Abströmöffnung für im Innenraum des Gehäuses befindlichen freien Wasserstoff zusammen wirkender Wasserstoffsensoren vorgesehen ist. Weiterhin ist ein Steuerungssystem vorgesehen, welches für eine Funktionsüberprüfung des Wasserstoffsensors intervallweise eine gewisse Wasserstoffmenge über eine solchermaßen positionierte Austrittsöffnung in das Gehäuse oder direkt an einen Messbereich des Wasserstoffsensors abgibt, dass dieser den abgegebenen Wasserstoff innerhalb einer angepasst vorgegebenen Zeitspanne erkennen kann und dass das Steuerungssystem eine solche Erkennung von Wasserstoff durch den Wasserstoffsensoren als Funktionsfähigkeitsnachweis für den Wasserstoffsensoren erfasst.

## **Brennstoffzellensystem mit einem in einem Gehäuse integrierten Brennstoffzellenstack**

Die Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem mit zumindest einem in einem Gehäuse integrierten Brennstoffzellenstack, in oder an welchem im Betriebszustand des Brennstoffzellensystems zumindest nach oben hin im wesentlichen abgeschlossenen Gehäuse in einem Bereich, der höher liegt als die für den üblichen Betrieb des Brennstoffzellensystems wasserstoffführenden Komponenten angeordnet sind, ein mit einer Abströmöffnung für im Innenraum des Gehäuses befindlichen freien Wasserstoff zusammenwirkender Wasserstoffsensoren vorgesehen ist. Zum Stand der Technik wird neben der DE 10 2011 103 403 A1 auf die DE 10 2011 119 669 A1 verwiesen.

Beispielsweise für den Einsatz in einem Kraftfahrzeug ist es bekannt, einen Brennstoffzellen-Stack in einem im wesentlichen geschlossenen Gehäuse anzuordnen (zu „integrieren“), wobei neben selbstverständlich erforderlichen Durchtrittsöffnungen für medienführende Leitungen auch Belüftungsöffnungen in einer Wand des besagten Gehäuses vorzusehen sind, um dessen Innenraum belüften zu können. Solchermaßen ist also vorliegend der Begriff eines „im wesentlichen geschlossenen“ Gehäuses zu verstehen, wobei die vorliegende Erfindung auch mögliche Gehäuse-Strukturen erfassen soll, bei denen keine im wesentlichen geschlossenen Seitenwände vorgesehen sind, sondern mit denen ein zumindest nach oben hin im wesentlichen abgeschlossenes Gehäuse vorliegt, unterhalb von dessen Oberseite sich beispielsweise Wasserstoff, der in geringen Mengen über mögliche Leckage-Stellen aus den mit dem Brennstoffzellen-Stack verbundenen medienführenden Leitungen möglicherweise austritt, ansammeln kann.

Insbesondere im Falle eines vollumfänglich im wesentlichen geschlossenen Gehäuses muss Wasserstoff, der sich im Falle einer wenn auch nur geringen Leckage im oberen Bereich dieses Gehäuses ansammeln kann, zumindest erkannt werden, weshalb dort – wie in der eingangs zweitgenannten Schrift näher beschrieben ist – in einem Bereich, der „geodätisch“ höher liegt als die für den üblichen Betrieb des Brennstoffzellensystems wasserstoffführenden Komponenten angeordnet sind, ein Wasserstoffsensor angeordnet ist. Wasserstoff, der aufgrund seines gegenüber Luft geringeren spezifischen Gewichts von diesen wasserstoffführenden Komponenten ausgehend gegen die Wirkrichtung der Schwerkraft bis unter die bspw. durch eine Abdeckhaube oder dgl. gebildete Oberseite des Gehäuses ansteigen kann, wird von diesem Sensor somit erkannt. In besagtem oberen Bereich des Gehäuses vorzugsweise vorzusehen ist ferner eine Abströmöffnung für sich dort bzw. im Innenraum des Gehäuses bzw. unterhalb der Abdeckhaube oder dgl. befindlichen freien Wasserstoff, denn idealerweise sollte dieser Wasserstoff aus dem Gehäuse geeignet (bspw. in die Umgebung) abgeführt werden, um eine explosionskritische Ansammlung von freiem Wasserstoff im Gehäuse zu vermeiden. Ein im Oberbegriff des Anspruchs 1 genanntes Zusammenwirken zwischen dem Wasserstoffsensor und der besagten Abströmöffnung ist (selbstverständlich) insofern erforderlich, als der Wasserstoffsensor die aktuelle Wasserstoff-Konzentration in seiner Umgebung erfassen soll und daher vorzugsweise nahe der Abströmöffnung vorgesehen ist oder über eine Leitung mit dieser verbunden ist.

Ein bspw. wie in der genannten DE 10 2011 119 669 A1 gezeigt angeordneter Wasserstoffsensor muss einwandfrei arbeiten, d.h. funktionieren, weshalb für einen nicht vollständig auszuschließenden Funktionsausfall des Sensors entweder redundant ein zweiter Wasserstoffsensor vorgesehen sein kann oder gezielt immer wieder eine Funktionsüberprüfung des (einzigen) Wasserstoffsensors durchgeführt wird. In diesem Zusammenhang sei auf die

eingangs erstgenannte DE 10 2011 103 403 A1 verwiesen, die ein System und ein Verfahren zum Bestimmen, ob ein Wasserstoffkonzentrationssensor im Abgas eines Brennstoffzellensystems während des Betriebes des Systems einwandfrei arbeitet, zum Inhalt hat. Dieses bekannte Verfahren umfasst, dass Wasserstoffgasimpulse von einem Injektor direkt in das Systemabgas eingespritzt werden und ein Sensoransprechen von diesen Wasserstoffeinspritzimpulsen analysiert wird. Alternativ können demnach Impulse von Anodenspülungen oder Anoden-Ablassvorgängen an das Abgas bereitgestellt werden, um das Sensoransprechen zu bestimmen.

Hiermit soll nun aufgezeigt werden, wie an einem Brennstoffzellensystem nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 die Funktionsfähigkeit des Wasserstoffsensors einfach überprüft werden kann (= Aufgabe der vorliegenden Erfindung).

Die Lösung dieser Aufgabe ist dadurch gekennzeichnet, dass ein Steuerungssystem vorgesehen ist, welches für eine Funktionsüberprüfung des Wasserstoffsensors intervallweise eine gewisse Wasserstoffmenge über eine solchermaßen positionierte Austrittsöffnung in das Gehäuse oder direkt an einen Messbereich des Wasserstoffsensors abgibt, dass dieser den abgegebenen Wasserstoff innerhalb einer angepasst vorgegebenen Zeitspanne erkennen kann und dass das Steuerungssystem eine solche Erkennung von Wasserstoff durch den Wasserstoffsensor als Funktionsfähigkeitsnachweis für den Wasserstoffsensor erfasst. Vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen sind Inhalt der Unteransprüche.

Erfindungsgemäß wird ein bspw. aus der genannten DE 10 2011 103 403 A1 bekanntes Überprüfungsverfahren analog für einen Wasserstoffsensor in einem einen Brennstoffzellenstack umgebenden Gehäuse angewandt, derart, dass diesem zu überprüfenden Sensor vorzugsweise elektronisch gesteuert gezielt Wasserstoff zugeführt wird und ein Erkennen dieses

Wasserstoffs durch den Sensor als Beleg für dessen Funktionsfähigkeit gewertet wird. Innerhalb des Gehäuses und vorzugsweise nahe des Sensors freigesetzt wird hierfür eine gewisse geringe Menge von Wasserstoff und es muss eine die entsprechende Steuerung und Auswertung durchführende elektronische Steuereinheit zusätzlich einen Zeitversatz (= „Zeitspanne“) zwischen dem gezielten Freisetzen dieser gewissen Menge von Wasserstoff und einem geringfügig späteren Zeitpunkt, an welchem diese freigesetzte Menge am Wasserstoffsensor angekommen sein kann, berücksichtigen. In diesem Zusammenhang weiterhin berücksichtigt werden kann die üblicherweise demgegenüber deutlich geringere Reaktionszeit des Wasserstoffsensors.

Ein weiterer Bestandteil eines erfindungsgemäßen Steuerungssystems ist neben der genannten elektronischen Steuereinheit eine geeignet positionierte Austrittsöffnung in irgendeiner Leitung oder dgl., aus welcher der vom Sensor zu erkennende Wasserstoff gezielt und sozusagen gepulst, nämlich zumindest im Betrieb des Brennstoffzellensystems nach gewissen Zeitabschnitten neuerlich in einer gewissen Menge in den Innenraum des Gehäuses abgegeben wird. Vorzugsweise ist diese Austrittsöffnung solchermaßen dimensioniert und/oder gestaltet, dass der darüber abgegebenen und wünschenswerterweise bzw. selbstverständlich geringen Wasserstoffmenge ein ausreichender Bewegungsimpuls aufgeprägt wird, so dass der gezielt abgegebene Wasserstoff nach einer bestimmten und in der elektronischen Steuereinheit hinterlegten Zeitspanne sicher am zu überprüfenden Wasserstoffsensor angekommen ist.

Es kann die besagte Austrittsöffnung durch das offene Ende einer für diese Funktionsüberprüfung vorgesehenen Sensor-Zuleitung gebildet sein, deren Durchmesser in der Größenordnung von 1 bis 10 mm (Millimeter) liegen kann, wobei dieser Durchmesser auch einen Einfluss auf die Menge von über die Austrittsöffnung austretendem wasserstoffhaltigem Gas hat und

wobei der Durchmesser der Austrittsöffnung signifikant geringer als 10 mm messen sollte und vorzugsweise düsenartig gestaltet sein kann, um den zuvor genannten Bewegungsimpuls für die abgegebene geringe Wasserstoffmenge zu erzeugen. An der besagten Austrittsöffnung können ferner geeignete Maßnahmen vorgesehen sein, mit Hilfe derer ein Verschmutzen oder Zufrieren dieser Austrittsöffnung ausgeschlossen wird. So kann bspw. eine vorzugsweise gasdurchlässige Membran geeignet angebracht vorgesehen sein, welche Wasser von der Zuleitung bzw. Austrittsöffnung fernhält. Gleiches gilt im übrigen für den Wasserstoffsensord bzw. dessen Gehäuse, an welchem eine Eintrittsöffnung für Wasserstoff ebenfalls mittels einer gasdurchlässigen Membran abgedeckt sein kann, welche das Eintreten von Feuchtigkeit oder von Schmutzpartikeln in das Sensor-Gehäuse verhindert.

Ein von der Steuereinheit geeignet angesteuertes Ventil in der Sensor-Zuleitung bestimmt, wann eine gewisse (geringe) Wasserstoffmenge über die Austrittsöffnung abgegeben wird, wobei die besagte Zuleitung von einer geeigneten Wasserstoffquelle abzweigt bzw. mit einer solchen verbunden ist. Dabei sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass in dieser Sensor-Zuleitung keineswegs reiner Wasserstoff geführt sein muss; vielmehr ist eine beliebige Gasmischung ausreichend, welche Wasserstoff enthält. So kann das genannte Ventil in einer Wasserstoff-Spülleitung vorgesehen sein, welche das von der Anodenseite einer PEM-Brennstoffzelle abgeführte Gasgemisch, welches sich mit dem bekanntlich regelmäßig durchzuführenden Spülen der Anodenseite mit reinem Wasserstoff ergibt, in die Abgasleitung des Brennstoffzellensystems führt. Die genannte Sensor-Zuleitung kann dabei von der Wasserstoff-Spülleitung oder von der Abgasleitung abzweigen; alternativ kann die Wasserstoff-Spülleitung selbst als Sensor-Zuleitung fungieren, indem in der Wand der geeignet innerhalb des Gehäuses geführten Wasserstoff-Spülleitung eine geeignet positionierte Austrittsöffnung vorgesehen ist. Letztere kann im übrigen solchermaßen positioniert sein, dass der aus dieser austretende Wasserstoff bzw. das austretende

wasserstoffhaltige Gas entlang einer Gehäuse-Innenwand durch diese Innenwand geführt entgegen der Wirkrichtung der Schwerkraft zum in einem hoch liegenden Bereich des Gehäuses angeordneten Wasserstoffsensor gelangt. Dabei kann die Austrittsöffnung durchaus 10 cm (Zentimeter) oder mehr vom Wasserstoffsensor beabstandet sein; vorzugsweise beträgt dieser Abstand jedoch weniger als 1 cm. Damit verbleibt der für die Überprüfung der Funktionsfähigkeit des Sensors gezielt freigesetzte Wasserstoff zeitlich nur sehr kurz innerhalb des Gehäuses und kann dieses nach Erkennung durch den Wasserstoffsensor über die genannte Abströmöffnung verlassen.

Nochmals in anderen Worten ausgedrückt ist vorliegend eine Validierung und ein Funktionstest eines Wasserstoffsensors im regulären Betrieb eines in einem Gehäuse angeordneten Brennstoffzellensystems zur Überwachung der Wasserstoffkonzentration im Gehäuse bzw. in der unmittelbaren Umgebung des Brennstoffzellenstacks über eine gezielte und gepulste Zuleitung einer mit Wasserstoff belasteten Gasmenge in den Innenraum des Gehäuses sowie eine geeignete Entlüftung desselben, d.h. Ableitung der gezielt zugeführten wasserstoffbelasteten Gasmenge, offenbart. Mögliche Quellen für den Wasserstoff bzw. die mit Wasserstoff belastete Gasmenge sind dabei neben den Wasserstoff-Versorgungsleitungen des Brennstoffzellensystems einschließlich darin vorgesehener Ventile eine bereits genannte Wasserstoff-Spülleitung, auch Purge-Leitung genannt, ferner die Abgasleitung des Brennstoffzellensystems stromab einer Zumischung des Purge-Gases, d.h. stromab der Einleitung der Wasserstoff-Spülleitung in die Abgasleitung, sowie beliebige Gasstrom-Mischungen, soweit diese Wasserstoff in ausreichendem Umfang enthalten. Solche Gasstrom-Mischungen können neben dem Purge-Gas und/oder dem Kathoden-Abgas des Brennstoffzellenstacks auch einen Kühlerabluftstrom des Brennstoffzellensystems enthalten. Auf das Purge-Gas, d.h. auf den für die Spülung der Anodenseite der Einzel-Brennstoffzellen vorgesehenen Wasserstoffstrom näher eingehend ist die Konzentration des Wasserstoffs im sog. Purge-Gas

bekanntlich über geeignete mathematische Modelle in einer elektronischen Steuereinheit berechenbar; analog ist die Menge von durch die genannte Austrittsöffnung austretendem Wasserstoff über die Spülzeiten, das Druckniveau und die Geometrie der Austrittsöffnung berechenbar. Letztere kann übrigens auch als kritische Düse gestaltet sein, womit eine Begrenzung auf Schallgeschwindigkeit vorliegt. Bei Verwendung einer geeigneten Membran an der Austrittsöffnung liegt dann auch eine für die Berechnung der austretenden Menge geeignete Austrittsfläche vor.

Die beigefügten Prinzipskizzen dienen der weiteren Erläuterung der Erfindung und können auch weitere möglicherweise erfindungswesentliche Merkmale enthalten, auf die bislang noch nicht eingegangen wurde. Während dabei die **Figuren 1 - 3** ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem auf das wesentliche abstrahiert in einem Schnitt im Einbauzustand bspw. in einem Kraftfahrzeug zeigen, ist in **Fig.4** ebenso abstrakt eine mögliche Ausführungsform eines Wasserstoffsensors, der in einem System nach der Figuren 1 – 3 verbaut sein kann, dargestellt. In sämtlichen Figuren sind gleiche Elemente mit den gleichen Bezugsziffern gekennzeichnet.

So trägt ein Brennstoffzellen-Stack die Bezugsziffer 10. Dieser Brennstoffzellen-Stack 10 ist in einem Gehäuse 5 angeordnet bzw. integriert. Über eine Zuführleitung 3, welche eine Wand des im wesentlichen vollumfänglich geschlossenen Gehäuses 5 durchdringt, wird diesem im weiteren der Kürze wegen nur noch als Stack 10 bezeichneten Brennstoffzellen-Stack 10 Wasserstoff zugeführt und über eine Zuführleitung 2, in welcher (außerhalb des Gehäuses 5) ein Luftförderer 1 vorgesehen ist, Umgebungsluft zugeführt, mit welcher im Stack 10 der zugeführte Wasserstoff wie bekannt unter Freisetzung von elektrischer Energie zu Wasser reagiert. Letzteres wird als Brennstoffzellenabgas über eine aus dem Gehäuse 5 herausführende Abgasleitung 7 in die Umgebung abgeführt.

Von den Anodenseiten der Einzel-Brennstoffzellen des Stacks 10 ausgehend führt weiterhin eine Wasserstoff-Spülleitung 6, in welcher das in der Beschreibungseinleitung genannte Purge-Gas geführt ist, noch innerhalb des Gehäuses 5 in die Abgasleitung 7. In der Wasserstoff-Spülleitung 6 ist ein von einer figürlich nicht dargestellten elektronischen Steuereinheit des Brennstoffzellensystems im Öffnungs- und Schließsinne ansteuerbares Sperr-Ventil 4 vorgesehen.

Vorzugsweise – wie figürlich dargestellt, jedoch ausdrücklich nicht obligatorisch – sind in einander gegenüber liegenden Gehäuse-Wänden Belüftungsöffnungen 21, 22, vorgesehen, über die gemäß den an diesen Belüftungsöffnungen 21, 22 dargestellten Pfeilen Umgebungsluft in den Innenraum des Gehäuses 5 eintreten kann (Belüftungsöffnung 21) bzw. austreten kann (Belüftungsöffnung 22), wobei an der Belüftungsöffnung 22 eine in Richtung des gewünschten Luftstromes arbeitende Luft-Fördervorrichtung 23 als Maßnahme zur Förderung von Luft (Umgebungsluft) vorgesehen ist. Wenngleich über diese Belüftungsöffnungen 21, 22 eine Belüftung des Gehäuse-Innenraums gewährleistet ist, muss dennoch der Innenraum des Gehäuses 5 auf das Vorhandensein von freiem Wasserstoff hin, welcher unerwünschterweise über eine Leckagestelle aus einer wasserstoffführenden Komponente des soweit beschriebenen Brennstoffzellen-Systems austreten kann, überwacht werden.

Für die Überwachung des Gehäuse-Innenraums hinsichtlich Vorhandenseins von freiem Wasserstoff ist im Brennstoffzellensystem weiterhin ein Wasserstoffsensoren 9 hier an der höchsten Stelle des Innenraums des Gehäuses 5 angeordnet, nämlich innenseitig an der oberen Seite bzw. Wand oder Abdeckung des Gehäuses 5. Wesentlich ist dabei, dass der Wasserstoffsensoren 9 (der Kürze wegen auch nur Sensor 9 genannt) geodätisch betrachtet höher liegt als die für den üblichen Betrieb des Brennstoffzellensystems wasserstoffführenden Komponenten angeordnet sind, so dass ggf.

über eine Leckagestelle austretender Wasserstoff, der gegen die Schwerkraft nach oben steigt, zumindest am Sensor 9 vorbei streicht. Da im übrigen ein solcher bzw. der Wasserstoff-Sensor 9 den jeweils aktuell herrschenden Zustand erkennen bzw. messen soll, wirkt dieser Sensor mit einer Abströmöffnung für im Innenraum des Gehäuses 5 befindlichen Wasserstoff zusammen, welche vorliegend durch die Belüftungsöffnung 22 gebildet ist. Demgemäß ist bei sämtlichen vorliegenden Ausführungsbeispielen der Wasserstoffsensor 9 nahe dieser Abströmöffnung 22 bzw. Belüftungsöffnung 22 angeordnet, jedoch ist dies nicht obligatorisch.

Die Funktionsfähigkeit des Wasserstoffsensors 9 muss zumindest bei Betrieb des Brennstoffzellensystems in gewissen zeitlichen Abständen immer wieder überprüft werden, wofür – wie in der Beschreibungseinleitung ausführlich erläutert wurde – gezielt eine gewisse geringe Menge von Wasserstoff aus einer ein wasserstoffhaltiges Gas führenden Komponente des Brennstoffzellensystems in den Innenraum des Gehäuses 5 abgesetzt bzw. eingeleitet wird. Hierfür ist in der besagten Komponente, welche auch als wasserstoffführende Komponente bezeichnet werden kann, eine geeignete Austrittsöffnung 8 vorgesehen und stromauf dieser ist weiterhin ein Ventil vorgesehen, über welches eine bzw. die bereits genannte elektronische Steuereinheit vorgibt, ob Wasserstoff innerhalb des Gehäuses 5 freigesetzt wird. Bei sämtlichen figürlich dargestellten Ausführungsbeispielen handelt es sich bei dem letztgenannten Ventil um das in der Wasserstoff-Spüleleitung 6 vorgesehene Sperr-Ventil 4, jedoch ist dies nicht obligatorisch.

Beim Ausführungsbeispiel nach **Fig.1** zweigt von der Abgasleitung 7 innerhalb des Gehäuses 5 eine Sensor-Zuleitung 91 ab, die mit ihrem freien offenen Ende mit dortiger Austrittsöffnung 8 in unmittelbare Nähe des Sensors 9 führt. Beim Ausführungsbeispiel nach **Fig.2** ist die Austrittsöffnung 8 in der Abgasleitung 7 nahe einer hier geeigneten Wand des Gehäuses 5

vorgesehen, längs welcher Wand der austretende Wasserstoff geodätisch ansteigend gemäß gestricheltem Pfeil zum Wasserstoffsensor 9 gelangt bzw. durch diese Wand entsprechend geführt wird. Dabei ist der Einfachheit halber weder in dieser Fig.2 noch in der folgenden Fig.3 die mit dem Sensor 9 zusammenwirkende Abströmöffnung 22 (in die Umgebung) dargestellt, jedoch so oder anders als in Fig.1 gezeigt auch hier vorhanden. Beim Ausführungsbeispiel nach **Fig.3** ist die Austrittsöffnung 8 stromab in der geeignet am Wasserstoffsensor 9 vorbeigeführten Wasserstoff-Spülleitung 7 stromab des Sperr-Ventils 4 vorgesehen.

In **Fig. 4** ist ein möglicher Wasserstoffsensor 9 dargestellt, innerhalb dessen eine Einlassöffnung 13 sowie eine hier über eine Abfuhrleitung 12 in der Umgebung mündende Auslassöffnung (hierfür wird ebenfalls die Bezugsziffer 12 verwendet) aufweisenden Sensor-Gehäuse 14 ein auf Wasserstoffpartikel elektronisch erkennbar reagierendes Sensormaterial auf einer gasdurchlässigen Membran 15 angeordnet vorgesehen sind. Mit der Bezugsziffer 11 ist eine integrierte Elektroneinheit gekennzeichnet, welche die Erkennung von Wasserstoff über das besagte Sensormaterial vornimmt und die selbstverständlich über eine nicht gezeigte Elektrik-Elektronik-Leitung mit der bereits genannten und ebenfalls nicht gezeigten elektronischen Steuereinheit verbunden ist. Hier mündet die in Fig.1 gezeigte Sensor-Zuleitung 91 mit ihrer Austrittsöffnung nahe der Einlassöffnung 13 des Sensor-Gehäuses 14. Selbstverständlich kann abweichend von der vorliegenden Darstellung eine Auslassöffnung des Sensor-Gehäuses 14, welche dann mit der Abströmöffnung bzw. Belüftungsöffnung 22 des Gehäuses 5 des Brennstoffzellensystems derart zusammenwirkt, dass aus der Auslassöffnung austretendes Gas über die Belüftungsöffnung 22 in die Umgebung gelangt, zusammenwirkt, an einer anderen Stelle des Sensor-Gehäuses 14 vorgesehen oder auch durch die Einlassöffnung 13 des Sensor-Gehäuses 14 gebildet sein. Bei der figurlich dargestellten Ausführungsform des Wasserstoffsensors 9 mit einer Abfuhrleitung 12 hingegen

bildet das freie Mündungsende dieser Abfuhrleitung 12 funktional zumindest eine im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannte Abströmöffnung für im Innenraum des Gehäuses befindlichen freien Wasserstoff, welche sogar vollständig durch eine oder die Auslassöffnung des Sensor-Gehäuses 14 gebildet sein kann. Im Übrigen kann die Sensor-Zuleitung 91 anders als figurlich dargestellt auch direkt innerhalb des Sensor-Gehäuses 14 und somit im eigentlichen Messbereich des Sensors 9, der hier durch die Membran 15 mit darauf vorgesehenem Sensormaterial gebildet ist, münden, d.h. in Nähe zur besagten Membran 15.

Im übrigen kann bei ausreichender Belüftung des Gehäuses 5 die weiter oben ausführlich beschriebene Überprüfung des Wasserstoffsensors 9 bedenkenlos regelmäßig durchgeführt werden und wie grundsätzlich bekannt kann die Belüftung des Gehäuses 5 durch verschiedenste geeignete Maßnahmen gesteigert werden. Neben einer in Fig.1 unter der Bezugsziffer 23 dargestellten und als elektromotorisch angetriebener Lüfter ausgebildeten Luft-Fördervorrichtung kommt auch eine Luft-Förderung durch den Fahrtwind eines bewegten Fahrzeugs, in welchem das Brennstoffzellensystem verbaut ist, in Frage, sowie weiterhin eine Luftförderung durch Temperaturdifferenz unter Nutzung des Kamineffekts.

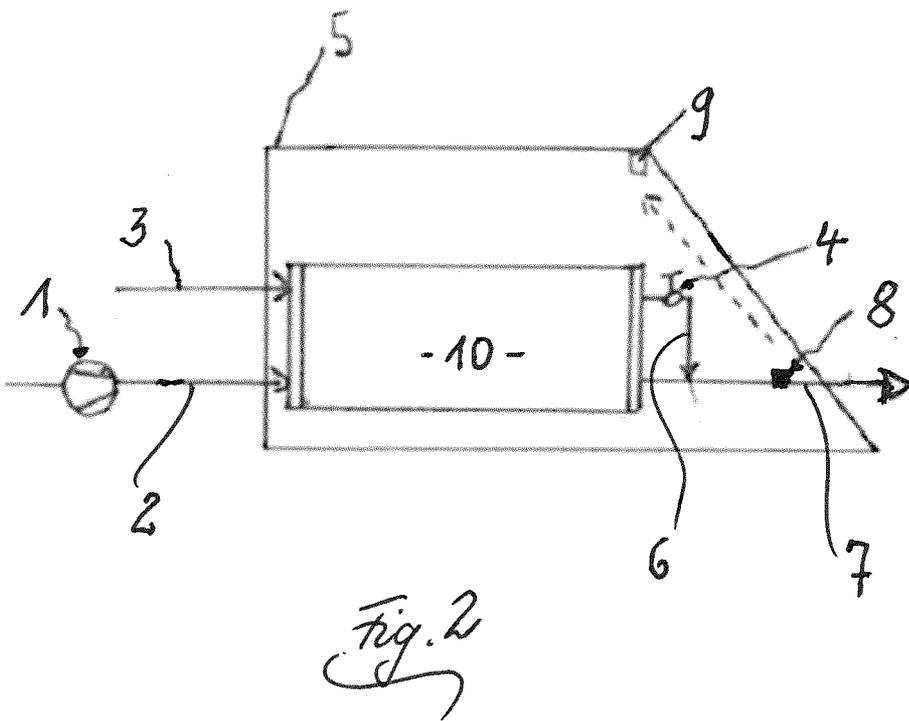
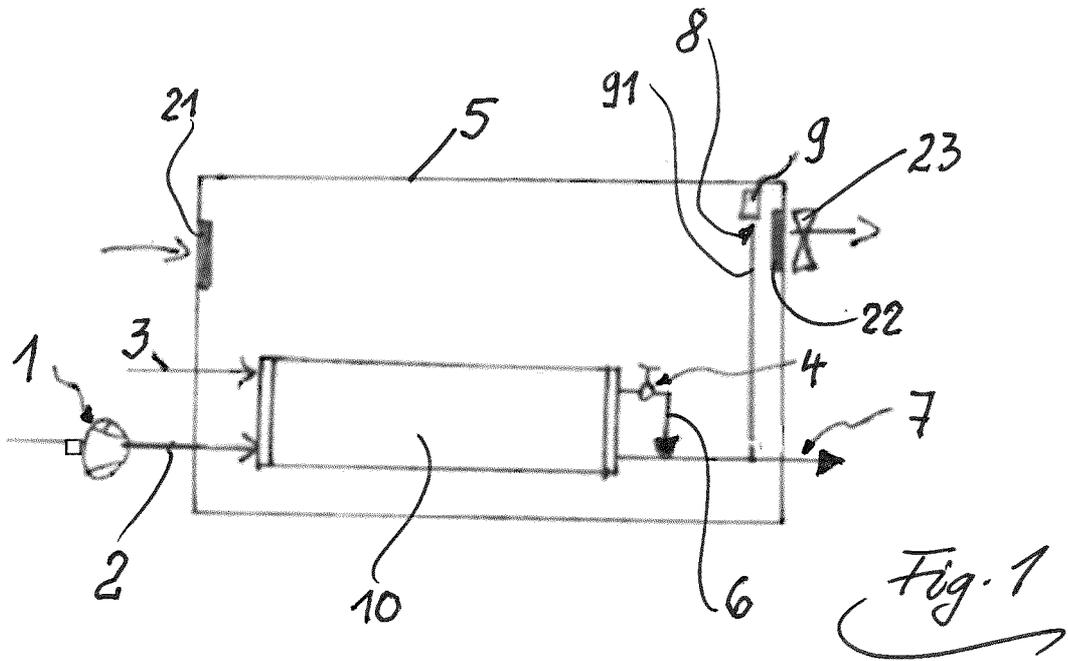
Im übrigen kann das erfindungsgemäße Prinzip der Bereitstellung eines gepulsten wasserstoffhaltigen sog. Prüfgases für jeden beispielsweise in einem Kraftfahrzeug mit einem Brennstoffzellensystem vorgesehenen Wasserstoffsensoren im Fahrzeug verwendet werden, der einen Teil des Fahrzeugs überwacht, indem ein System von mehreren Sensor-Zuleitungen, von denen eine in Fig.1 mit der Bezugsziffer 91 gekennzeichnet dargestellt ist, die verschiedenen Wasserstoffsensoren mit einer geeigneten Wasserstoffquelle bzw. Prüfgas-Quelle verbindet. Über eine schaltbare Verteilung (bspw. in Form eines Mehrkanalventils) können diese mehreren verschiede-

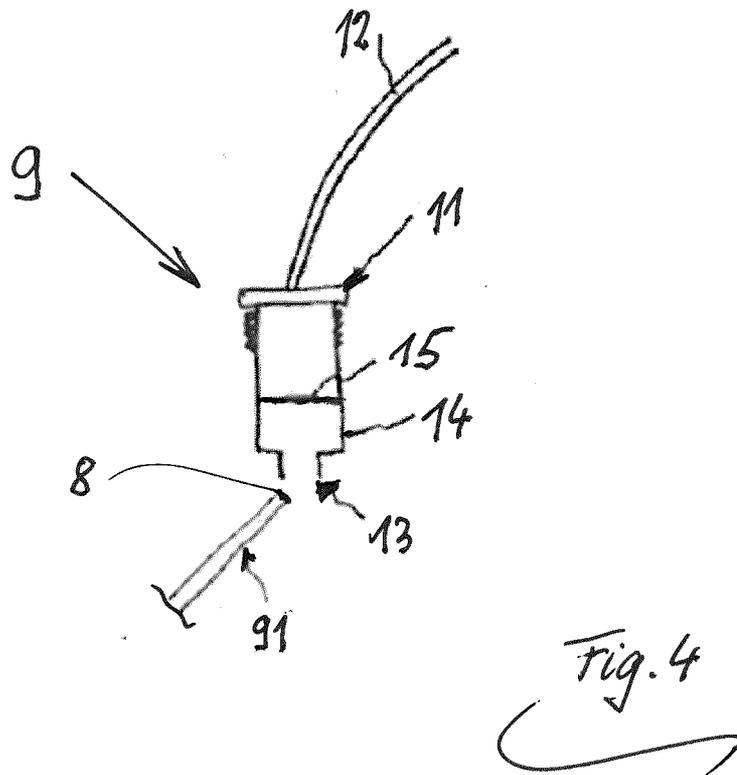
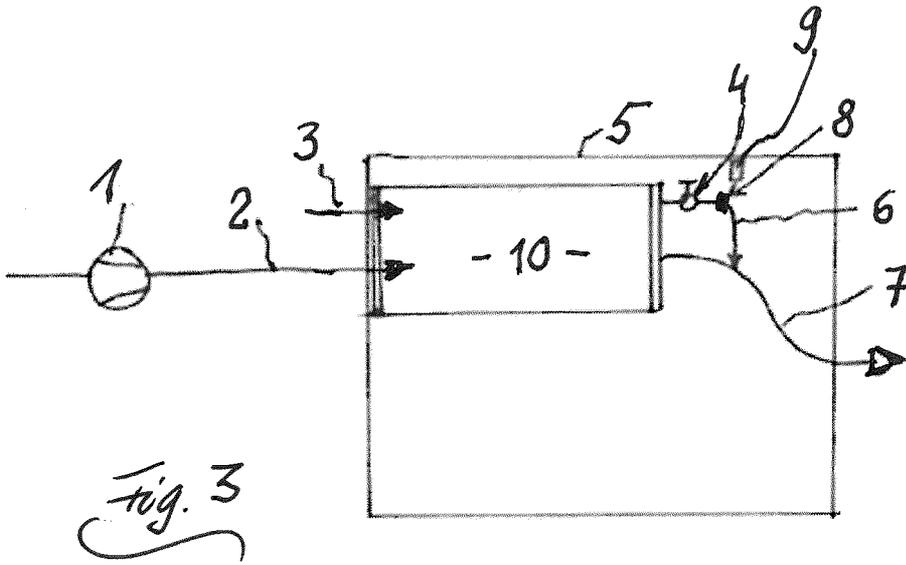
nen Sensoren gleichzeitig oder nacheinander gepulst, d.h. in Intervallen mit einem bzw. dem Prüfgas beschickt werden. In denjenigen Zeiten, in denen keine weiter oben geschilderte Sensor-Überprüfung erfolgt und somit kein wasserstoffhaltiges Prüfgas zum jeweiligen Sensor geleitet wird, kann über diese Sensor-Zuleitungen auch Luft bzw. geringfügig wasserstoffhaltiges Gas aus den zu überwachenden Bereichen abgezogen, d.h. von dort weg gefördert werden. Dies kann einer Ansammlung von Wasserstoff in diesen zu überwachenden Bereichen entgegenwirken, welche Ansammlung sich einerseits durch Leckagen, andererseits aber auch durch die Zugabe des besagten Prüfgases bilden könnte.

## Patentansprüche

1. Brennstoffzellensystem mit zumindest einem in einem Gehäuse (5) integrierten Brennstoffzellenstack (10), in oder an welchem im Betriebszustand des Brennstoffzellensystems zumindest nach oben hin im wesentlichen abgeschlossenen Gehäuse (5) in einem Bereich, der höher liegt als die für den üblichen Betrieb des Brennstoffzellensystems wasserstoffführenden Komponenten angeordnet sind, ein mit einer Abströmöffnung (22) für im Innenraum des Gehäuses (5) befindlichen freien Wasserstoff zusammen wirkender Wasserstoffsensor (9) vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass ein Steuerungssystem vorgesehen ist, welches für eine Funktionsüberprüfung des Wasserstoffsensors (9) intervallweise eine gewisse Wasserstoffmenge über eine solchermaßen positionierte Austrittsöffnung (8) in das Gehäuse (5) oder direkt an einen Messbereich des Wasserstoffsensors (9) abgibt, dass dieser den abgegebenen Wasserstoff innerhalb einer angepasst vorgegebenen Zeitspanne erkennen kann und dass das Steuerungssystem eine solche Erkennung von Wasserstoff durch den Wasserstoffsensor (9) als Funktionsfähigkeitsnachweis für den Wasserstoffsensor erfasst.
2. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, wobei die besagte Austrittsöffnung (8) durch das offene Ende einer für diese Funktionsüberprüfung vorgesehene Sensor-Zuleitung (91) gebildet ist.
3. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei das besagte Steuerungssystem ein Ventil (4) in einer Wasserstoff-Spülleitung (6) geeignet ansteuert, um eine gewisse Wasserstoffmenge zur besagten Austrittsöffnung (8) gelangen zu lassen.
4. Brennstoffzellensystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Austrittsöffnung (8) solchermaßen positioniert ist, dass das austretende wasserstoffhaltige Gas oder der austretende Wasserstoff entlang einer Gehäuse-Innenwand durch diese geführt zum Wasserstoffsensor (9) gelangt.

5. Brennstoffzellensystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die besagte Austrittsöffnung (8) und/oder eine Öffnung (13) eines Gehäuses (14) des Wasserstoffsensors (9), innerhalb dessen ein auf Wasserstoff elektronisch erkennbar reagierendes Sensormaterial vorgesehen ist, mit einer gasdurchlässigen Membran abgedeckt ist.
6. Brennstoffzellensystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche mit einem innerhalb eines zumindest eine Öffnung (13) aufweisenden Sensor-Gehäuse (14), innerhalb dessen ein auf Wasserstoff elektronisch erkennbar reagierendes Sensormaterial auf einer gasdurchlässigen Membran (15) vorgesehen ist.
7. Brennstoffzellensystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche mit einem eine Einlassöffnung (13) und eine Auslassöffnung (12) aufweisenden Sensor-Gehäuse (14), innerhalb dessen ein auf Wasserstoff elektronisch erkennbar reagierendes Sensormaterial vorgesehen ist.
8. Brennstoffzellensystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Abströmöffnung für im Innenraum des Gehäuses befindlichen freien Wasserstoff zumindest anteilig durch die Auslassöffnung (12) des Sensor-Gehäuses (14) gebildet ist.
9. Brennstoffzellensystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche mit vorzugsweise in einander gegenüber liegenden Gehäuse-Wänden vorgesehenen Belüftungsöffnungen (21, 22), von denen zumindest eine als besagte Abströmöffnung fungiert, sowie mit zumindest einer mit einer dieser Belüftungsöffnungen zusammenwirkenden Maßnahme zur Förderung von Luft.
10. Brennstoffzellensystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche mit einer Sensor-Zuleitung (91), über die dann, wenn durch diese kein wasserstoffhaltiges Gas zum Sensor (9) geführt wird, Gas aus der Umgebung des Sensors (9) abziehbar ist.





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2014/076186

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 G01N

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	EP 1 521 325 A2 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD [JP]) 6 April 2005 (2005-04-06)	1-4,7-9
Y	abstract paragraphs [0026] - [0029]; figure 1 paragraphs [0034] - [0041] paragraphs [0045] - [0049]; figure 3 figures 7, 8	5,6,10
Y	----- DE 10 2011 119669 A1 (DAIMLER AG [DE]) 29 May 2013 (2013-05-29) cited in the application abstract paragraphs [0020] - [0022]; figure 1	10
Y	----- DE 102 15 909 C1 (DRAEGERWERK AG [DE]) 9 October 2003 (2003-10-09) paragraphs [0003] - [0009] ----- -/--	5,6

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  11 February 2015	Date of mailing of the international search report  25/02/2015
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Goldbacher, Ute

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2014/076186

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2013/122386 A1 (WEISPFENNING THOMAS [DE]) 16 May 2013 (2013-05-16) the whole document -----	1-10

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/076186

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
EP 1521325	A2	06-04-2005	CN 1604378 A	06-04-2005
			DE 602004006686 T2	04-10-2007
			EP 1521325 A2	06-04-2005
			US 2005074644 A1	07-04-2005
			US 2009263686 A1	22-10-2009
-----				
DE 102011119669	A1	29-05-2013	NONE	
-----				
DE 10215909	C1	09-10-2003	DE 10215909 C1	09-10-2003
			GB 2388912 A	26-11-2003
			US 2003192781 A1	16-10-2003
-----				
US 2013122386	A1	16-05-2013	CN 103107347 A	15-05-2013
			DE 102012220331 A1	16-05-2013
			US 2013122386 A1	16-05-2013
-----				

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. 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 G01N		
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	EP 1 521 325 A2 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD [JP]) 6. April 2005 (2005-04-06)	1-4,7-9
Y	Zusammenfassung Absätze [0026] - [0029]; Abbildung 1 Absätze [0034] - [0041] Absätze [0045] - [0049]; Abbildung 3 Abbildungen 7, 8	5,6,10
Y	DE 10 2011 119669 A1 (DAIMLER AG [DE]) 29. Mai 2013 (2013-05-29) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Absätze [0020] - [0022]; Abbildung 1	10
Y	DE 102 15 909 C1 (DRAEGERWERK AG [DE]) 9. Oktober 2003 (2003-10-09) Absätze [0003] - [0009]	5,6
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
11. Februar 2015		25/02/2015
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Goldbacher, Ute

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2013/122386 A1 (WEISPFENNING THOMAS [DE]) 16. Mai 2013 (2013-05-16) das ganze Dokument -----	1-10

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/076186

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
EP 1521325	A2	06-04-2005	CN 1604378 A	06-04-2005
			DE 602004006686 T2	04-10-2007
			EP 1521325 A2	06-04-2005
			US 2005074644 A1	07-04-2005
			US 2009263686 A1	22-10-2009
-----				
DE 102011119669	A1	29-05-2013	KEINE	
-----				
DE 10215909	C1	09-10-2003	DE 10215909 C1	09-10-2003
			GB 2388912 A	26-11-2003
			US 2003192781 A1	16-10-2003
-----				
US 2013122386	A1	16-05-2013	CN 103107347 A	15-05-2013
			DE 102012220331 A1	16-05-2013
			US 2013122386 A1	16-05-2013
-----				