



(10) **DE 10 2013 007 207 A1** 2014.10.30

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 007 207.7**

(22) Anmeldetag: **25.04.2013**

(43) Offenlegungstag: **30.10.2014**

(51) Int Cl.: **H01M 8/04 (2006.01)**

B60L 11/18 (2006.01)

(71) Anmelder:
Daimler AG, 70327 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
**Hollnaicher, Simon, Dipl.-Ing. (FH), 73095
Albershausen, DE; Kolbe, Alfred, Dipl.-Ing., 73110
Hattenhofen, DE; Frick, Viktoria, Dr.-Ing., 70190
Stuttgart, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

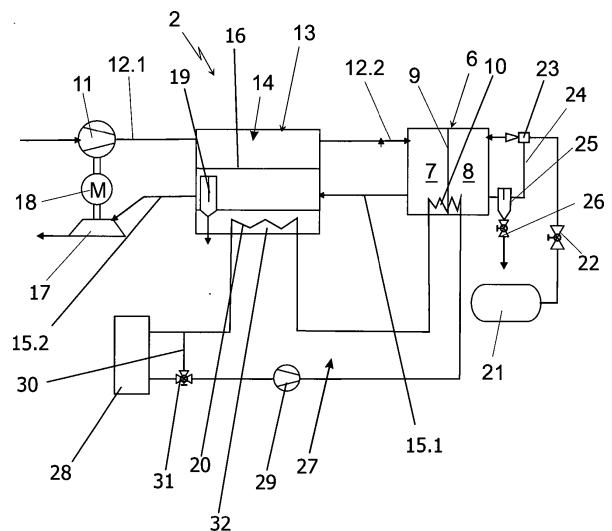
DE	100 28 133	B4
DE	10 2009 051 476	A1
DE	10 2010 047 523	A1
DE	10 2011 111 742	A1
US	2010 / 0 009 226	A1
US	2012 / 0 288 773	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Aufbereitung von Luft**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Aufbereitung von zu einer Brennstoffzelle (6) strömender Zuluft mit einer integrierten Baueinheit (13), welche zumindest einen Befeuchter (14), einen Wärmetauscher (20) und wenigstens einen Wasserabscheider (19, 25), aufweist. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmetauscher (20) von einem flüssigen Kühlmedium gekühlt ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Aufbereitung von zu einer Brennstoffzelle strömender Zuluft nach der im Oberbegriff von Anspruch 1 näher definierten Art.

[0002] Eine gattungsgemäße Vorrichtung zur Aufbereitung von Luft ist aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 10 2009 051 476 A1 bekannt. Die Vorrichtung zur Aufbereitung der Zuluft, welche zu der Brennstoffzelle strömt, ist dabei so ausgebildet, dass diese in jedem Fall einen Wärmetauscher als Ladeluftkühler sowie einen Befeuchter und einen Wasserabscheider aufweist. Der Befeuchter ist dabei als Gas/Gas-Befeuchter ausgebildet, bei welchem die trockene Zuluft durch die feuchte Abluft aus der Brennstoffzelle befeuchtet wird. Gleichzeitig dient die Abluft nach der Brennstoffzelle sowie gegebenenfalls nach einer Turbine dazu, die nach der Luftfördereinrichtung heiße Zuluft entsprechend abzukühlen, so dass hier ein Luft/Luft-Wärmetauscher ausgebildet ist.

[0003] Die Vorrichtung zur Aufbereitung der Zuluft zu der Brennstoffzelle gemäß diesem Stand der Technik hat dabei trotz der hohen Integration von Bauteilen in eine integrierte Baueinheit den Nachteil, dass in bestimmten Betriebsituationen, beispielsweise bei einem schlagartigen Anstieg der von der Brennstoffzelle benötigten elektrischen Leistung, keine ausreichende Kühlung der Zuluft erfolgen kann, da der zur Kühlung verwendete Abluftstrom im Verhältnis zu dem zu kühlenden Zuluftstrom noch sehr klein ist. Im umgekehrten Betriebsfall kann dagegen eine zu starke Abkühlung mit dem Nachteil der Auskondensation von zugeführter Feuchte erfolgen, wenn der zur Kühlung eingesetzte Abluftstrom noch sehr groß ist, während der Zuluftstrom aufgrund einer schlagartigen Leistungsreduzierung an der Brennstoffzelle bereits sehr klein ist.

[0004] Die Aufgabe der hier vorliegenden Erfindung besteht nun darin, diese genannten Nachteile zu vermeiden und eine Vorrichtung zur Aufbereitung von Zuluft für eine Brennstoffzelle anzugeben, welche sehr einfach und effizient aufgebaut werden kann.

[0005] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen ergeben sich aus den hiervon abhängigen Unteransprüchen. Im Anspruch 10 ist außerdem eine bevorzugte Verwendung einer derartigen Vorrichtung beschrieben.

[0006] Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es so, dass der Wärmetauscher von einem flüssigen Kühlmedium gekühlt ist. Dieses flüssige Kühlmedium kann insbesondere das Kühlmedium in einem Kühl-

kreislauf eines Brennstoffzellensystems, von welchem die Brennstoffzelle ein entscheidender Teil ist, sein. Alternativ dazu kann das Kühlmedium auch zu einem anderen Kühlkreislauf gehören, z. B. ein Hochtemperatur- oder Niedertemperatur-Kühlkreislauf. Über diesen ohnehin vorhandenen Kühlkreislauf kann dann der Wärmetauscher in der Vorrichtung zur Aufbereitung der zu der Brennstoffzelle strömenden Zuluft entsprechend durchströmt werden. Hierdurch ist eine gezielte Kühlung der Zuluft in allen Betriebsituationen über das flüssige Kühlmedium möglich. Auch bei Lastsprüngen sowohl nach unten als auch nach oben kann eine ausreichend große bzw. kleine Wärmeabfuhr über das flüssige Kühlmedium einfach und effizient erzielt werden.

[0007] In einer sehr günstigen Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann es nun außerdem vorgesehen sein, dass der Wärmetauscher in Form einer Platte ausgebildet ist, welche die integrierte Baueinheit auf einer Seite abschließt. Alternativ dazu kann der Wärmetauscher auch als separates Modul ausgebildet sein, welches in die vorgenannte, die integrierte Baueinheit abschließende Platte integriert ist. Ein solcher plattenartiger Wärmetauscher, welcher aus einer Platte mit integrierten Kanälen für die Kühlflüssigkeit besteht, kann vorzugsweise als eine der Abschlussseiten der integrierten Baueinheit ausgebildet sein. Hierdurch wird ein sehr einfacher und effizienter Aufbau erzielt, welcher über die die integrierte Baueinheit abschließende Platte eine gute und zielgenau zu steuernde Kühlung des Zuluftstroms zu der Brennstoffzelle ermöglicht.

[0008] In einer vorteilhaften Weiterbildung dieser Idee kann es dabei vorgesehen sein, dass die Platte aus einem metallischen Material, insbesondere aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung, ausgebildet ist. Die Platte kann bei dieser bevorzugten Ausführungsvariante insbesondere aus einem metallischen Material ausgebildet sein. Dies hat einerseits den Vorteil einer guten Wärmeleitung und andererseits kann sie aufgrund der hohen Festigkeit als abschließende Seite der integrierten Baueinheit diese als selbsttragenden Aufbau tragen. Besonders bevorzugt kann dabei Aluminium oder eine Aluminiumlegierung eingesetzt werden. Das Material hat den Vorteil einer entsprechend guten Wärmeleitung bei vergleichsweise hoher mechanischer Stabilität und einem geringen Gewicht. Hierdurch wird ein sehr effizient wirkender und dennoch vergleichsweise leichter Aufbau der integrierten Baueinheit der Vorrichtung zur Aufbereitung der Zuluft möglich.

[0009] In einer weiteren sehr günstigen Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann es nun ferner vorgesehen sein, dass die Platte die integrierte Baueinheit im bestimmungsgemäßen Einsatz nach unten abschließt. Insbesondere dieser Aufbau, bei dem die Platte die integrierte Baueinheit nach un-

ten abschließt, ermöglicht einen Aufbau, bei dem die gesamte integrierte Baueinheit sich auf der Platte abstützt. Außerdem können in die in diesem Fall unten angeordnete Platte weitere Bauelemente integriert werden, welche in Richtung der Schwerkraft unten oder nach unten verlaufend ausgebildet sein müssen. Dies kann gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung beispielsweise zumindest ein Teil eines Wasserabscheiders oder auch eine oder mehrere Drainageleitungen zur Abfuhr von Flüssigkeit aus der integrierten Baueinheit sein. Ihre Anordnung unten und in dem als Platte ausgeführten Wärmetauscher ermöglicht einen sehr guten Betrieb, da durch das flüssige Kühlmedium insbesondere die Platte bei der Inbetriebnahme des Brennstoffzellensystems sehr schnell erwärmt werden kann, sodass eventuell eingefrorene Drainageleitungen und/oder ein eingefrorener Wasserabscheider sehr schnell aufgetaut wird. Andererseits hält die als Wärmetauscher ausgeführte Platte die Temperatur auch nach dem Abschalten des Systems vergleichsweise lange, sodass Wasserabscheider und Drainageleitungen idealerweise vollständig leer laufen können, bevor der Aufbau soweit abgekühlt ist, dass die Gefahr besteht, dass Wasser im Bereich von Wasserabscheider und/oder Drainageleitungen in der Platte einfriert.

[0010] Die erfindungsgemäße Vorrichtung als Ganzes ermöglicht einen sehr kompakten integrierten Aufbau, welcher mit sehr wenigen Teilen und einer damit einhergehenden Vereinfachung von Konstruktion und Montage einhergeht. Außerdem lässt sich durch den integrierten Aufbau der Baueinheit eine Gewichtsreduktion realisieren. Durch die Kombination von Wärme- und Feuchteaustausch wird außerdem eine verbesserte Befeuchterleistung erzielt, welche in allen Betriebssituationen eine ausreichende Befeuchtung des Zuluftstroms zu der Brennstoffzelle gewährleistet und somit die Membranen der typischerweise als PEM-Brennstoffzelle ausgebildeten Brennstoffzelle nicht austrocknet. Die Brennstoffzelle lässt sich damit sehr schonend und effizient über eine hohe Lebensdauer hinweg betreiben.

[0011] Ein weiterer Vorteil, welcher durch den von dem flüssigen Kühlmedium durchströmten Wärmetauscher entsteht, ist eine Art „integrierte Auftaufunktion“, dadurch, dass das Kühlwasser des als Ladeluftkühler genutzten Gas/Flüssigkeits-Wärmetauschers in der integrierten Baueinheit nahe an Komponenten vorbeigeführt wird, welche gegebenenfalls aufgetaut werden müssen, falls Wasser in ihrem Bereich eingefroren ist. Da das Kühlwasser unmittelbar mit dem Start des Systems typischerweise bereits erwärmt wird, kann es ideal genutzt werden, um die integrierte Baueinheit schnell aufzuwärmen.

[0012] In einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann es nun außerdem vorgesehen sein, dass die Platte Kanäle und/

oder Funktionselemente für einen Volumenstrom zu und/oder von einem Anodenraum der Brennstoffzelle aufweist. Auch Kanäle oder Funktionselemente wie beispielsweise ein Wasserabscheider oder eine Gasstrahlpumpe, welche mit der Anodenseite der Brennstoffzelle korrespondieren, in welchen also Wasserstoff und Anodenabgas strömt, können in die Platte integriert ausgeführt sein. Hierdurch wird es beispielsweise möglich, einen Wasserstoffstrom vor dem Einströmen in den Anodenraum über das Kühlwasser in der Platte vorzuwärmen und damit sowohl Wärme aus dem Kühlwasser als auch Wärme aus der Zuluft an den Wasserstoffstrom abzuführen. Der so vorgewärmte Wasserstoffstrom erlaubt eine bessere Performance der Brennstoffzelle und gleichzeitig kann durch die Aufnahme von Wärme durch den Wasserstoffstrom die benötigte Kühlleistung zum Abkühlen des flüssigen Kühlwassers in dem Brennstoffzellensystem entsprechend reduziert werden. Hierdurch wird beispielsweise die benötigte Außenfläche eines Kühlers, insbesondere beim Einsatz in einem Fahrzeug, entsprechend reduziert bzw. eine eventuelle thermische Limitierung des Brennstoffzellensystems aufgrund der zur Verfügung stehenden Kühlfläche wird verhindert oder zumindest hinausgezögert.

[0013] Gemäß einer weiteren sehr günstigen Ausgestaltung kann es nun außerdem vorgesehen sein, dass die Platte gleichzeitig als Teil der Brennstoffzelle ausgebildet ist. Die Platte kann bei dem beschriebenen Aufbau in dieser Ausführungsvariante sowohl Teil der integrierten Baueinheit als auch Teil der Brennstoffzelle selbst sein. Hierdurch entsteht ein sehr kompakter Aufbau mit vergleichsweise geringen Leitungswegen beispielsweise für Luft und/oder Gase von und/oder zu der Brennstoffzelle.

[0014] Die erfindungsgemäße Vorrichtung lässt sich in einer oder mehreren der beschriebenen Ausführungsvarianten, wie erwähnt, ideal so ausführen, dass diese sehr gut einen Kaltstart des Brennstoffzellensystems, in welchem sie eingesetzt wird, unterstützt und sie kann andererseits sehr klein, kompakt und effizient realisiert werden. Sie eignet sich deshalb insbesondere für Brennstoffzellensysteme, welche mit geringem Bauraum auskommen müssen, und welche insbesondere auch bei Temperaturen unterhalb des Gefrierpunkts vergleichsweise häufig abgestellt und wieder gestartet werden müssen. Derartige Brennstoffzellensysteme kommen vor allem in Fahrzeugen vor, in denen sie zur Bereitstellung von elektrischer Antriebsleistung eingesetzt werden. Die bevorzugte Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung liegt daher im Einsatz in einem derartigen Brennstoffzellensystem, welches in einem Fahrzeug zur Bereitstellung von elektrischer Antriebsleistung dient.

[0015] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung sowie ihrer Verwen-

ung ergeben sich aus den restlichen abhängigen Unteransprüchen und werden anhand des Ausführungsbeispiels deutlich, welches nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren näher beschrieben ist.

[0016] Dabei zeigen:

[0017] Fig. 1 ein prinzipmäßig angedeutetes Fahrzeug mit einem Brennstoffzellensystem;

[0018] Fig. 2 eine prinzipmäßige Darstellung eines Brennstoffzellensystems mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Aufbereitung von Zuluft zu der Brennstoffzelle;

[0019] Fig. 3 eine schematische Schnittdarstellung durch eine mögliche Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung; und

[0020] Fig. 4 eine schematische Schnittdarstellung durch eine alternative Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0021] In der Darstellung der Fig. 1 ist sehr stark schematisiert ein Fahrzeug 1 angedeutet. Das Fahrzeug 1 umfasst ein Brennstoffzellensystem 2, welches elektrische Leistung bereitstellt. Diese elektrische Leistung wird über eine Leistungselektronik 3 einem angedeuteten Fahrmotor 4 des Fahrzeugs 1 zugeführt. Außerdem kann in elektrischer Korrespondenz mit der Leistungselektronik 3 eine elektrische Energiespeichereinrichtung 5, beispielsweise eine Batterie, eine Anzahl von Hochleistungskondensatoren oder auch eine Kombination hiervon in dem Fahrzeug 1 angedeutet sein. Die dargestellte Anordnung des Brennstoffzellensystems 2 im Bereich des Unterbodens des Fahrzeugs 1 ist lediglich beispielhaft. Es ist auch möglich, dass das Brennstoffzellensystem 2 in anderen Bereichen des Fahrzeugs 1 angeordnet ist, z. B. im Bereich des Vorbaus (sog. Motorraum bei herkömmlichen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor). Ebenso können die Leistungselektronik 3, der Fahrmotor 4 und die Energiespeichereinrichtung 5 in anderen Bereichen des Fahrzeugs angeordnet sein.

[0022] Das Brennstoffzellensystem 2 in dem Fahrzeug 1 kann nun beispielsweise, wie in der Darstellung der Fig. 2 angedeutet, aufgebaut sein. Den Kern des Brennstoffzellensystems 2 bildet eine Brennstoffzelle 6, welche typischerweise als Stapel von einzelnen PEM-Zellen aufgebaut ist. Jede der einzelnen Zellen verfügt dabei über einen Anodenbereich, einen Kathodenbereich, eine Protonenaustauschmembran sowie einen von Kühlflüssigkeit durchströmten Bereich. Rein beispielhaft sind in der Darstellung der Fig. 2 hiervon ein Kathodenraum 7, ein Anodenraum 8, eine Protonenaustauschmembran 9 sowie ein Wärmetauscher 10 in der Brennstoffzelle 6 angedeutet. Die Kathodenseite bzw. der Kathodenraum

7 der Brennstoffzelle 6 wird mit Luft als Sauerstofflieferant über eine Luftfördereinrichtung 11 versorgt. Der nach der Luftfördereinrichtung 11 über eine Zuluftleitung 12 strömende Zuluftstrom gelangt zuerst in eine integrierte Baueinheit 13, welche einen Befeuchter 14 aufweist. Nach dem Befeuchter 14 gelangt die befeuchtete Zuluft über einen zweiten Abschnitt 12.2 der Zuluftleitung 12 in den Kathodenraum 7 der Brennstoffzelle 6. Aus dem Kathodenraum 7 der Brennstoffzelle 6 strömt Abluft über einen ersten Teil 15.1 einer Abluftleitung 15 wiederum in den Befeuchter 14 und gibt hier Feuchtigkeit durch für Wasserdampf durchlässige Membranen 16 des Befeuchters 14 hindurch in die Zuluft ab. Nach dem Befeuchter 14 strömt die Abluft in dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel über einen zweiten Teil 15.2 der Abluftleitung 15 in eine Turbine 17, in welcher die Abluft entspannt wird. In der Turbine 17 kann somit thermische Energie und Druckenergie in der Abluft zumindest teilweise zurückgewonnen werden. Die Turbine 17, welche als optionale Ausgestaltung zu verstehen ist, sitzt gemeinsam mit einer elektrischen Maschine 18 und der Luftfördereinrichtung 11 auf einer Welle, sodass durch die Turbine 17 die Luftfördereinrichtung 11 zumindest teilweise mit angetrieben wird. Zusätzliche benötigte Antriebsleistung wird über die elektrische Maschine 18 bereitgestellt. Dieser Aufbau wird auch als elektrischer Turbolader oder ETC (Electric Turbo Charger) bezeichnet. Kommt es im Bereich der Turbine 17 zu einer größeren Energierückgewinnung, als Leistung zum Betreiben der Luftfördereinrichtung 11 benötigt wird, dann kann über die elektrische Maschine 18 im generatorischen Betrieb auch elektrische Leistung direkt erzeugt und beispielsweise in der angesprochenen Energiespeichereinrichtung 5 gespeichert werden.

[0023] Um zu verhindern, dass flüssige Tröpfchen in den Bereich der Turbine 17 gelangen, ist außerdem ein Wasserabscheider 19 auf der Kathodenseite des Brennstoffzellensystems 2 vorgesehen. Auch dieser Wasserabscheider 19 ist Teil der integrierten Baueinheit 13, welche neben dem Wasserabscheider 19 und dem Befeuchter 14 außerdem einen später noch näher beschriebenen Wärmetauscher 20 umfasst.

[0024] Die Anodenseite des Brennstoffzellensystems 2 ist so gestaltet, dass der Anodenraum 8 der Brennstoffzelle 6 mit Wasserstoff aus einem Druckgasspeicher 21 versorgt wird. Der Wasserstoff gelangt über eine Druckregel- und Dosiereinrichtung 22 in den Bereich einer Gasstrahlpumpe 23 als Rezirkulationsfördereinrichtung und von dort in den Anodenraum 8. Abgas aus dem Anodenraum 8 gelangt über eine Rezirkulationsleitung 24 zurück in den Bereich der bereits angesprochenen Gasstrahlpumpe 23 und wird in dieser durch Unterdruckeffekte und/oder Impulsaustausch von dem frischen zu dem Anodenraum 8 strömenden Wasserstoff entsprechend angesaugt und dem Anodenraum 8 erneut zugeführt.

Dieser Aufbau ist aus dem allgemeinen Stand der Technik auch als sogenannter Anodenkreislauf bekannt.

[0025] In der Rezirkulationsleitung **24** befindet sich ein weiterer Wasserabscheider **25**, welcher auch als Anodenwasserabscheider **25** bezeichnet wird, um ihn von dem kathodenseitigen Kathodenwasserabscheider **19**, welcher zuvor beschrieben worden ist, zu unterscheiden. Der Anodenwasserabscheider **25** dient dazu in flüssiger Form mit dem rezirkulierten Gasstrom mitgeführte Tröpfchen abzuscheiden, sodass diese nicht in den Anodenraum **8** zurückgefördert werden und dort eventuell gasführende Kanäle verstopfen oder fluten könnten. Der Anodenwasserabscheider **25** muss beispielsweise in Abhängigkeit des Füllstands oder von Zeit zu Zeit entleert werden. Dies erfolgt über eine Ventileinrichtung **26**, über welche bei Bedarf auch Gase mit abgelassen werden können, da sich in dem Anodenkreislauf mit der Zeit inerte Gase und Stickstoff, welche durch die Membranen **9** aus dem Kathodenraum **7** in den Anodenraum **8** diffundiert sind, anreichern.

[0026] Der bereits angesprochene Wärmetauscher **10** im Bereich der Brennstoffzelle **6** sowie der Wärmetauscher **20** im Bereich der integrierten Baueinheit **13** sind nun, neben gegebenenfalls weiteren zu kühlenden Komponenten des Brennstoffzellensystems **2**, Teil eines Kühlkreislaufs **27**, welcher die Wärmetauscher **10**, **20** mit einem Fahrzeugkühler **28** verbindet, über welchen Wärme in die Umgebung des Fahrzeugs **1** abgegeben werden kann. Der Kühlkreislauf **27** umfasst dazu zumindest eine Kühlmittelfördereinrichtung **29** sowie in der Darstellung der **Fig. 2** eine Bypassleitung **30** mit einem Bypassventil **31**, sodass in bestimmten Situationen der Fahrzeugkühler **28** umgangen werden kann, beispielsweise wenn nach dem Starten des Brennstoffzellensystems **2** eine sehr schnelle Aufheizung des Systems erfolgen soll. In diesem Fall wird das Kühlwasser in dem Kühlkreislauf lediglich zwischen den Wärmetauschern **10**, **20** und der Kühlmittelfördereinrichtung **29** zirkuliert, um so das System schnell aufzuwärmen und eine Abkühlung des Kühlwassers in dieser Betriebsituation zu verhindern.

[0027] Die integrierte Baueinheit **13** umfasst in einer ersten Ausführungsvariante, welche in einer prinzipmäßigen Schnittdarstellung in **Fig. 3** zu erkennen ist, wie bereits aus der Darstellung der **Fig. 2** bekannt, den Befeuchter **14**, den Kathodenwasserabscheider **19** sowie den Wärmetauscher **20**, welcher insbesondere in Form einer im unteren Bereich der integrierten Baueinheit **13** angeordneten Platte **32** besteht. In dieser Platte **32** sind Kanäle **33** für das Kühlwasser des Kühlkreislaufs **27** angedeutet. Außerdem befindet sich im Bereich der Platte **32** zumindest der untere Teil des Kathodenwasserabscheiders **19** sowie eine Drainageleitung **34** zur Abfuhr von Was-

ser aus dem Kathodenwasserabscheider **19** und gegebenenfalls aus anderen Bereichen der integrierten Baueinheit, beispielsweise aus dem Befeuchter **14**. Verschiedene Drainageleitungen **34** werden innerhalb der Platte **32** zusammengeführt, sofern mehrere vorhanden sind. Sie können von überall in der integrierten Baueinheit **13** ausgehen, enden jedoch immer mit ihrem das Wasser in die Umgebung abgebenden Teil immer im Bereich der Platte **32**. Der Aufbau der integrierten Baueinheit **13** wird durch den angesprochenen Befeuchter **14** komplettiert.

[0028] Über die Zuluftleitung **12.1** strömt ein heißer und trockener Luftstrom aus der Luftfördereinrichtung **11** in die integrierte Baueinheit **13** ein. Er verlässt als mit Hilfe des Wärmetauschers **20** und des Abluftstroms abgekühlter und durch den Befeuchter **14** befeuchteter Zuluftstrom die integrierte Baueinheit **13** durch die Zuluftleitung **12.2** hindurch zum Kathodenraum **7** der Brennstoffzelle **6**. Außerdem strömt ein Volumenstrom aus dem Kathodenraum **7** über die Abluftleitung **15.1** in die andere Seite des Befeuchters **14** ein und befeuchtet durch die für Wasserdampf durchlässigen Membranen **16** des Befeuchters **14** hindurch die Zuluft. Über den Kathodenwasserabscheider **19** strömt die Abluft dann in die Abluftleitung **15.2** in Richtung der Turbine **17** ab. In der integrierten Baueinheit **13** erfolgt somit einerseits der Übergang von Feuchtigkeit aus der Abluft in die Zuluft im Bereich des Befeuchters **14** und gleichzeitig ein gewisser Wärmetausch zwischen den Gasen. Durch die in der Platte **32** integrierten Kühlwasserkanäle **33** des Wärmetauschers **20** erfolgt dann die hauptsächliche Abkühlung des heißen Zuluftstroms nach der Luftfördereinrichtung **11**, sodass sehr gezielt die Temperatur des Zuluftstroms eingestellt werden kann. Über die hohe Wärmekapazität des Kühlwassers ist dabei eine sehr effiziente und leicht steuer- bzw. regelbare Kühlung möglich.

[0029] Der Aufbau der integrierten Baueinheit **13** lässt sich dabei sehr kompakt und effizient realisieren. Die Platte **32**, welche insbesondere aus einem Aluminiummaterial ausgebildet sein kann, weist dabei neben den Kühlwasserkanälen **33**, wie bereits angesprochen, einen oder mehrere Drainagekanäle **34** sowie zumindest den im bestimmungsgemäßen Einsatz unteren Teil des Kathodenwasserabscheiders **19** auf. Diese Drainagekanäle **34** und der untere Teil des Wasserabscheiders **19** sind dabei besonders gefährdet hinsichtlich eines Einfrierens, wenn das Brennstoffzellensystem **2** nach dem Abstellen bei Temperaturen unterhalb des Gefrierpunkts bis zu seinem Wiederstart ausharrt. Dadurch, dass, wie bereits oben erwähnt, in dem Kühlkreislauf **27** unter Umgehung des Fahrzeugkühlers **28** eine sehr schnelle Aufwärmung des Kühlwassers erzielt werden kann, wird dann auch das Kühlwasser, welches den Wärmetauscher **20** durchströmt, entsprechend schnell aufgewärmt, sodass die Platte **32** und anschließend die

gesamte integrierte Baueinheit **13** relativ schnell erwärmt wird. Insbesondere das schnelle Erwärmen der Platte **32** führt dazu, dass eventuell eingefrorenes Wasser im Bereich der Drainageleitung **34** und/oder des unteren Teils des Kathodenwasserabscheiders **19** sehr schnell aufgetaut wird, sodass die integrierte Baueinheit **13** und damit das Brennstoffzellensystem **2** sehr schnell in Betrieb genommen werden kann.

[0030] In der Darstellung der **Fig. 4** ist analog zur Darstellung in **Fig. 3** eine alternative Ausführungsform der integrierten Baueinheit **13** dargestellt. Die integrierte Baueinheit **13** weist in diesem Fall im Bereich der Platte **32** außerdem weitere Komponenten auf. Diese sind in dem dargestellten Ausführungsbeispiel der Anodenwasserabscheider **25** sowie zumindest ein Teil der Rezirkulationsleitung **24**. Außerdem befindet sich ein Teil der Wasserstoffzuleitung zwischen dem Druckregel- und Dosierventil **22** und der Gasstrahlpumpe **23** sowie optional die Gasstrahlpumpe **23** selbst in der Platte **32**. Dies hat den Vorteil, dass der Wasserstoff, bevor er in der Gasstrahlpumpe **23** einströmt, über das durch die Kühlwasserkanäle **32** strömende Kühlwasser aufgewärmt wird. Hierdurch kann einerseits die durch den Fahrzeugkühler **28** aufzubringende Kühlleistung reduziert werden und andererseits kann der Wasserstoff so weit erwärmt werden, dass eine Auskondensation von Feuchtigkeit in dem Wasserstoff, insbesondere nach dem Zusammentreffen mit dem rezirkulierten feuchten Abgasstrom im Bereich der Gasstrahlpumpe **23**, sicher und zuverlässig vermieden werden kann. Da auch in diesen anodenseitigen Leitungselementen beim Abstellen des Brennstoffzellensystems reines Wasser in Form von Wasserdampf und nach dem Auskondensieren in Form von Flüssigkeitströpfchen vorliegt, sind auch diese Komponenten hinsichtlich des Einfrierens kritisch. Eine schnelle Erwärmung der Platte **32** führt bei dem in **Fig. 4** dargestellten Ausführungsbeispiel also auch zu einer sehr schnellen Startmöglichkeit für die Anodenseite, sodass in diesem in **Fig. 4** dargestellten Aufbau ein sehr schneller Start des gesamten Brennstoffzellensystems **2** möglich wird. Der Aufbau ist außerdem sehr einfach, effizient und kann sehr platzsparend realisiert werden. Er kann als integrierte Baueinheit **13** alleine in dem Brennstoffzellensystem **2** angeordnet werden oder er kann mit weiteren Komponenten, insbesondere der Brennstoffzelle **6** entsprechend kombiniert werden.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102009051476 A1 [0002]

Patentansprüche

(2), welches in einem Fahrzeug (1) zur Bereitstellung von elektrischer Antriebsleistung dient.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

1. Vorrichtung zur Aufbereitung von zu einer Brennstoffzelle (6) strömender Zuluft mit einer integrierten Baueinheit (13), welche zumindest einen Befeuchter (14), einen Wärmetauscher (20) und wenigstens einen Wasserabscheider (19, 25), aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wärmetauscher (20) von einem flüssigen Kühlmedium gekühlt ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wärmetauscher (20) in Form einer Platte (32) ausgebildet ist oder in Form eines separaten Moduls, das in eine Platte (32) integriert ist, wobei die Platte (32) Kühlmediumkanäle (33) aufweist und die integrierte Baueinheit (13) auf einer Seite abschließt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Platte (32) aus einem metallischen Material, insbesondere aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung, ausgebildet ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Platte (32) die integrierte Baueinheit (13) im bestimmungsgemäßen Einsatz nach unten abschließt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 2, 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Teil des wenigstens einen Wasserabscheiders (19, 25) in die Platte (32) integriert ausgebildet ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 und 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der im bestimmungsgemäßen Einsatz untere Teil des wenigstens einen Wasserabscheiders (19, 25) in die Platte (32) integriert ausgebildet ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens eine Drainageleitung (34) zur Abfuhr von Flüssigkeit in der integrierten Baueinheit (13) ausgebildet ist, wobei die Drainageleitung (34) in der Platte (32) nach außen geführt ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Platte (32) Kanäle (24) und/oder Funktionselemente (23, 25) für einen Volumenstrom zu und/oder von einem Anodenraum (8) der Brennstoffzelle (6) aufweist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Platte (32) gleichzeitig als Teil der Brennstoffzelle (6) ausgebildet ist.

10. Verwendung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9 in einem Brennstoffzellensystem

Anhängende Zeichnungen

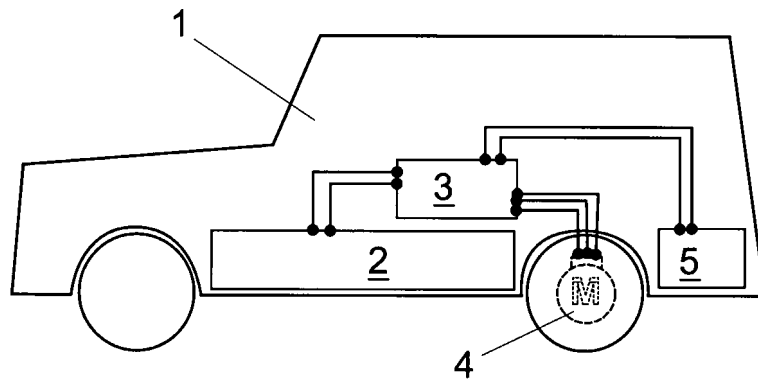


Fig. 1

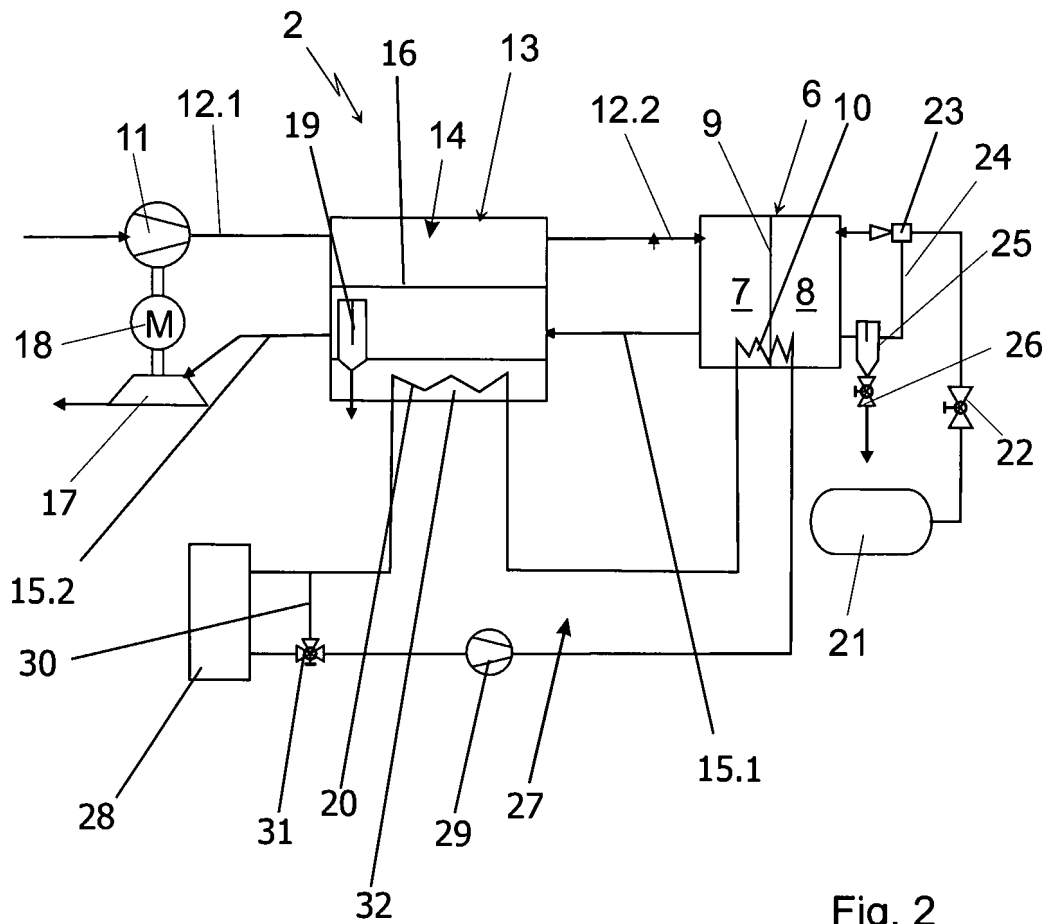


Fig. 2

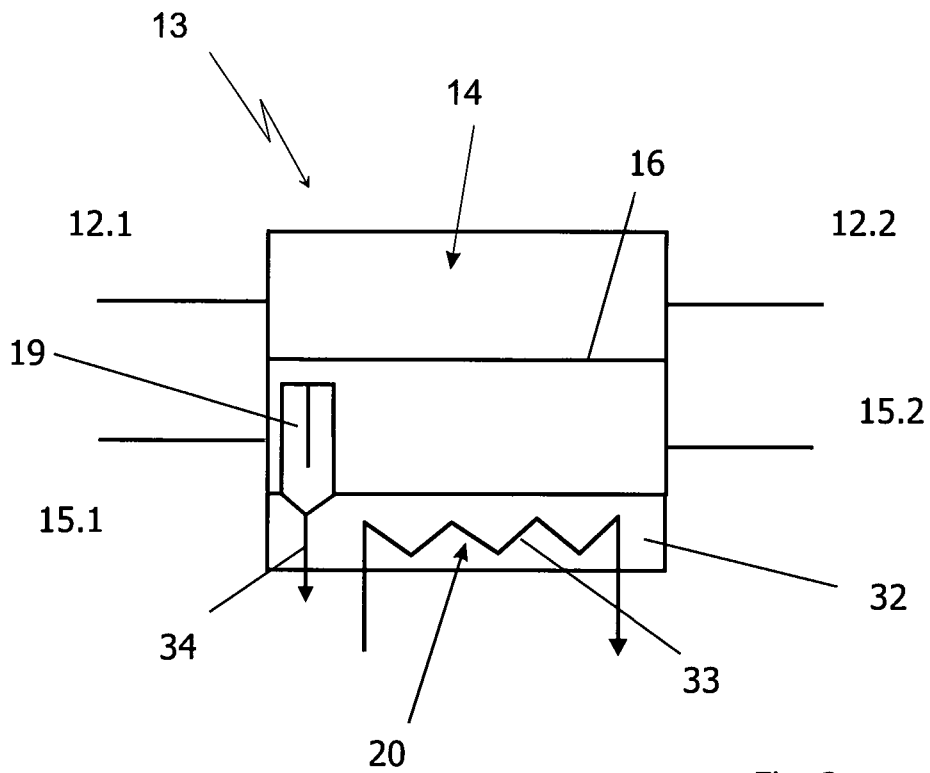


Fig. 3

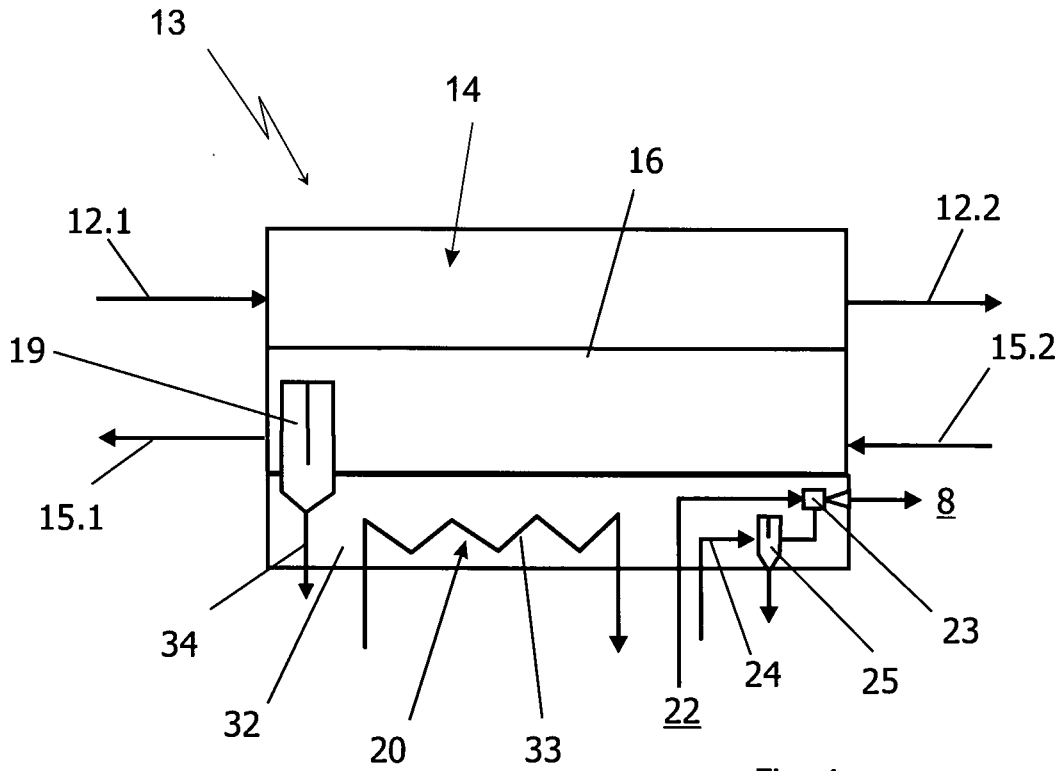


Fig. 4