

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50691/2017
(22) Anmeldetag: 18.08.2017
(43) Veröffentlicht am: 15.03.2019

(51) Int. Cl.: **H01M 8/2475** (2016.01)
H01M 8/04014 (2016.01)
H01M 8/0662 (2016.01)

(56) Entgegenhaltungen:
WO 2017003089 A1
EP 2858158 A1
WO 2008095076 A1

(71) Patentanmelder:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:
Seidl Michael Dipl.Ing.
8010 Graz (AT)
Hauth Martin Dipl.Ing. Dr.
8020 Graz (AT)

(74) Vertreter:
Kopetz Heinrich Dipl.Ing.
8020 Graz (AT)

(54) **Stationäres Brennstoffzellensystem mit Heizvorrichtung außerhalb der Hotbox**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem (1a; 1b), aufweisend zumindest eine Brennstoffzelleneinheit (2) mit einem Anodenabschnitt (3) und einem Kathodenabschnitt (4) zum Erzeugen elektrischer Leistung, zumindest einen Reformer (5) zum Reformieren eines Brennstoffgemisches in ein Anodenzuführgas, zumindest einen Abgasbrenner (6) zum Verbrennen von Anodenabgas vom Anodenabschnitt (3) und/oder Kathodenabgas vom Kathodenabschnitt (4), und zumindest eine Heizvorrichtung (7) zum Vorheizen des Abgasbrenners (6) während eines Aufheizbetriebs des Brennstoffzellensystems (1a; 1b), wobei die zumindest eine Brennstoffzelleneinheit (2), der zumindest eine Reformer (5) und der zumindest eine Abgasbrenner (6) innerhalb einer Hotbox (8) des Brennstoffzellensystems (1a; 1b) angeordnet sind und die Heizvorrichtung (7) außerhalb der Hotbox (8) angeordnet ist. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Temperieren eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems (1a; 1b) sowie eine stationäre Vorrichtung mit dem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem (1a; 1b).

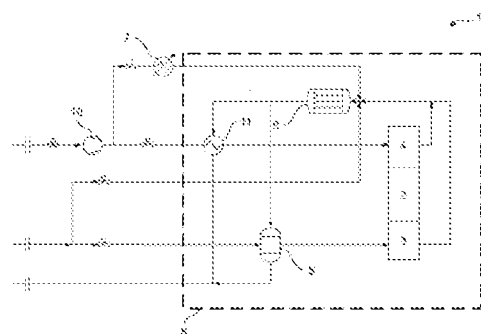


Fig. 1

Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem (1a; 1b), aufweisend zumindest eine Brennstoffzelleneinheit (2) mit einem Anodenabschnitt (3) und einem Kathodenabschnitt (4) zum Erzeugen elektrischer Leistung, zumindest einen Reformer (5) zum Reformieren eines Brennstoffgemisches in ein Anodenzuführgas, zumindest einen Abgasbrenner (6) zum Verbrennen von Anodenabgas vom Anodenabschnitt (3) und/oder Kathodenabgas vom Kathodenabschnitt (4), und zumindest eine Heizvorrichtung (7) zum Vorheizen des Abgasbrenners (6) während eines Aufheizbetriebs des Brennstoffzellensystems (1a; 1b), wobei die zumindest eine Brennstoffzelleneinheit (2), der zumindest eine Reformer (5) und der zumindest eine Abgasbrenner (6) innerhalb einer Hotbox (8) des Brennstoffzellensystems (1a; 1b) angeordnet sind und die Heizvorrichtung (7) außerhalb der Hotbox (8) angeordnet ist. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Temperieren eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems (1a; 1b) sowie eine stationäre Vorrichtung mit dem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem (1a; 1b).

Fig. 1

Stationäres Brennstoffzellensystem Heizvorrichtung außerhalb der Hotbox

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem, aufweisend zumindest eine Brennstoffzelleneinheit mit einem Anodenabschnitt und einem Kathodenabschnitt zum Erzeugen elektrischer Leistung, zumindest einen Reformier-
5 mieren eines Brennstoffgemisches in ein Anodenzuführgas, zumindest einen Abgasbrenner zum Verbrennen von Anodenabgas vom Anodenabschnitt und/oder Kathodenabgas vom Kathodenabschnitt, und zumindest eine Heizvorrichtung zum Vorheizen des Abgasbrenners während eines Aufheizbetriebs des Brennstoffzellensystems. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Temperieren eines Brennstoffzellensystems. Außerdem betrifft die Erfindung eine stationäre Vorrichtung mit einem
10 Brennstoffzellensystem.

Im Stand der Technik ist es bekannt, Brennstoffzellensysteme mit Heizvorrichtungen auf eine Betriebstemperatur zu bringen, bei welcher eine Brennstoffzelleneinheit im Brennstoffzellensystem effizient betrieben werden kann. Bei bekannten Heizvorrichtungen ist es üblich, dass die Heizvorrichtung die gewünschte Temperatur durch eine
15 Kraftstoffverbrennung erzeugt. Ein Nachteil dieser Lösung ist es, dass Zünd- oder Glühkerzen, die zum Start der Verbrennung nötig sind, in der Regel den hohen Temperaturen von mehr als 800°C innerhalb einer sogenannten Hotbox, in welcher alle oder zumindest die meisten Hochtemperaturbauteile des Brennstoffzellensystems
20 angeordnet sind, nicht standhalten können. Bei diesen Temperaturen können Lötstellen an Zünd- oder Glühkerzen der Heizvorrichtungen aufweichen oder sich verflüssigen und zu entsprechenden Schäden im Brennstoffzellensystem führen.

Eine Lösung dieses Problems bestand lange Zeit darin, dass eine solche Heizvorrichtung im Wesentlichen an einer Innenwand der Hotbox angeordnet wird, wobei die
25 Zünd- oder Glühkerzen zum Schutz derselben außerhalb der Hotbox installiert werden. Dies führt jedoch zu einem komplexeren Leitungssystem sowie zu einem erhöhten Wärmeverlust bezüglich der Hotbox, in welcher die Temperatur zumindest in bestimmten Betriebszuständen des Brennstoffzellensystems möglichst stabil hoch gehalten werden soll.

30 Gemäß eines anderen Konzepts wird ein katalytischer Abgasbrenner bzw. Nachbrenner verwendet, welcher für einen effizienten Betrieb auf eine Betriebstemperatur von ca. 200°C bis 300°C gebracht werden muss. Hierfür gibt es sogenannte Start-

brenner, die direkt stromaufwärts des Abgasbrenners innerhalb der Hotbox angeordnet sind. Hinsichtlich der Startbrenner gibt es allerdings die gleichen Probleme, wie sie bereits vorstehend zur Heizvorrichtung beschrieben worden sind. Ein solches Brennstoffzellensystem ist in Fig. 4 dargestellt.

- 5 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die voranstehend beschriebenen Nachteile zumindest teilweise zu beheben. Insbesondere ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Brennstoffzellensystem, ein Verfahren zum Temperieren des Brennstoffzellensystems sowie eine stationäre Vorrichtung mit einem Brennstoffzellensystem zu schaffen, durch welche bzw. in welchem ein Abgasbrenner auf einfache, effi-
10 ziente und sichere Weise auf die gewünschte Betriebstemperatur gebracht bzw. temperiert werden kann.

Die voranstehende Aufgabe wird durch die Patentansprüche gelöst. Insbesondere wird die voranstehende Aufgabe durch das Brennstoffzellensystem gemäß Anspruch 1, das Verfahren gemäß Anspruch 10 sowie die stationäre Vorrichtung gemäß An-
15 spruch 12 gelöst. Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Dabei gelten Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit dem Brennstoffzellensystem beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit den erfindungsgemäßen Verfahren, der erfindungsgemäßen stationären Vorrichtung und jeweils umgekehrt, sodass bezüglich der
20 Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird bzw. werden kann.

Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Brennstoffzellensystem zur Verfügung gestellt, das zumindest eine Brennstoffzelleneinheit mit einem Anodenabschnitt und einem Kathodenabschnitt zum Erzeugen elektrischer Leistung
25 aufweist. Das Brennstoffzellensystem weist außerdem zumindest einen Reformer zum Reformieren eines Brennstoffgemisches in ein Anodenzuführgas, zumindest einen Abgasbrenner zum Verbrennen von Anodenabgas vom Anodenabschnitt und/oder Kathodenabgas vom Kathodenabschnitt, und zumindest eine Heizvorrichtung zum Vorheizen des Abgasbrenners während eines Aufheizbetriebs des Brennstoffzellensystems, auf. Die zumindest eine Brennstoffzelleneinheit, der zumindest
30 eine Reformer und der zumindest eine Abgasbrenner sind innerhalb einer Hotbox des Brennstoffzellensystems angeordnet und die Heizvorrichtung ist außerhalb der Hotbox angeordnet.

Bei Versuchen im Rahmen der vorliegenden Erfindung hat sich überraschend herausgestellt, dass ein Verlegen der Heizvorrichtung von einer Position direkt am Abgasbrenner innerhalb der Hotbox an eine Position außerhalb der Hotbox kaum zu einer Beeinträchtigung der Heizfunktion der Heizvorrichtung für den Abgasbrenner führt. D.h., obwohl die Heizvorrichtung außerhalb der Hotbox angeordnet war, konnte der Abgasbrenner weiterhin wie gewünscht vorgeheizt werden. Dabei ist die Heizvorrichtung außerhalb der Hotbox deutlich niedrigeren Temperaturen als innerhalb der Hotbox ausgesetzt. Dadurch ist es nicht mehr nötig, aufwändige Hitzeschutzmaßnahmen für die Heizvorrichtung vorzunehmen. Kosten hierfür können entsprechend eingespart werden. Außerdem kann dadurch das Gewicht des Brennstoffzellensystems reduziert werden. Beim erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem ist die Heizvorrichtung folglich vom Abgasbrenner räumlich beabstandet angeordnet. Wenngleich durch die erfindungsgemäße Anordnung eine Schnelligkeit eines Aufheizprozesses herabgesetzt ist, hat das erfindungsgemäße Brennstoffzellensystem den Vorteil, dass dadurch ein Aufheizen desselben unkompliziert, flexibel und effizient unter Beibehaltung oben angeführter Vorteile erfolgt.

Das erfindungsgemäße Brennstoffzellensystem ist insbesondere als stationäres Brennstoffzellensystem ausgebildet, welches beispielsweise eine stationäre Vorrichtung wie ein Gebäude mit Energie versorgen kann.

Da die Heizvorrichtung in einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem nur relativ geringen Temperaturen ausgesetzt ist, kann der Funktionsbetrieb der Heizvorrichtung mit einer relativ hohen Sicherheit gewährleistet werden. Fehlfunktionen aufgrund zu hoher Temperaturen an der Heizvorrichtung, die in der Vergangenheit regelmäßig zu Betriebsausfällen geführt haben, können ausgeschlossen oder zumindest stark reduziert werden. Ferner kann die Heizvorrichtung mit einem geringeren Hitzeschutz bereitgestellt werden. Auch dies reduziert Kosten und Gewicht.

Für einen möglichst wirksamen Hitzeschutz für Funktionselemente bzw. Hilfsvorrichtungen außerhalb der Hotbox weist die Hotbox vorzugsweise ein Isolationsgehäuse zur thermischen Isolierung der Bauteile innerhalb der Hotbox von den Hilfsvorrichtungen außerhalb der Hotbox auf. Das Isolationsgehäuse ist ein zumindest im Wesentlichen geschlossenes Gehäuse. D.h., die Hotbox weist wenigstens eine Isolationswandung zur thermischen Isolierung von Bauteilen innerhalb der Hotbox gegenüber Bauteilen außerhalb der Hotbox auf. Insbesondere ist die Hotbox nach allen

Seiten hin geschlossen. Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltungsvariante der vorliegenden Erfindung weist die Hotbox einen Gehäuseabschnitt auf, der die Brennstoffzelleneinheit, den Reformer und den Abgasbrenner thermisch isolierend umschließt oder zumindest im Wesentlichen umschließt. Weiter ist die Hotbox bevorzugt gasdicht ausgebildet. Als Hotbox im Sinne der Erfindung ist ein Gehäuse zu verstehen, innerhalb welchem eine erhöhte Temperatur vorhanden ist. Das Gehäuse ist zumindest teilweise zur thermischen und/oder gasdichten Isolation von Elementen innerhalb derselben ausgebildet.

Das Brennstoffzellensystem ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung bevorzugt als SOFC-System ausgestaltet, bei welchem dem Anodenabschnitt reformiertes Anodengas, insbesondere wasserstoffhaltiges Gas, durch den Reformer zugeführt wird und dem Kathodenabschnitt zumindest im Wesentlichen erhitztes Kathodengas zugeführt wird, das durch einen Wärmetauscher, der stromabwärts des Abgasbrenners angeordnet ist, aufheizbar ist.

Unter der zumindest einen Brennstoffzelleneinheit kann zumindest eine Brennstoffzelle oder zumindest ein Brennstoffzellenstapel verstanden werden. Der Reformer ist zur Erzeugung von Wasserstoff aus einem Brennstoffgemisch ausgestaltet. Insbesondere ist der Reformer zur Herstellung von Wasserstoff aus einem kohlenstoffhaltigen Energieträger, beispielsweise Methan, Ethanol oder Diesel, und Wasser bzw. Wasserdampf, ausgestaltet.

Gemäß einer Weiterbildung der vorliegenden Erfindung ist es bei einem Brennstoffzellensystem möglich, dass die Heizvorrichtung eine elektrische Heizvorrichtung, insbesondere eine elektrische Widerstandsheizvorrichtung, aufweist. Eine elektrische Heizvorrichtung kann besonders platzsparend im Brennstoffzellensystem installiert werden bzw. sein. Außerdem kann eine elektrische Heizvorrichtung besonders unkompliziert und flexibel aktiviert und deaktiviert werden. Dadurch ist eine flexible Regelung und Steuerung des Brennstoffzellensystems beim Startvorgang möglich, bei welcher entsprechend schnell und flexibel auf sich verändernde Vorgänge und Bedingungen beim Starten des Brennstoffzellensystems bzw. einer katalytischen Verbrennungsreaktion reagiert werden kann. Dadurch ist der Startvorgang des erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems um einiges leichter und unkomplizierter zu handzuhaben als mit einem aus dem Stand der Technik bekannten kalorischen

Brenner. Die elektrische Heizvorrichtung ist keinen hohen Temperaturen mehr ausgesetzt, weshalb diese auch nicht weiter isoliert werden muss.

Alternativ ist es jedoch auch möglich, dass die Heizvorrichtung bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem eine kalorische Heizvorrichtung aufweist.

- 5 D.h., die Heizvorrichtung ist durch eine Verbrennung eines Brennstoffs aufheizbar bzw. aktivierbar. Hierfür kann ein Brennstoffgemisch aus einem kohlenstoffhaltigen Brennstoff, Luft und Wasser bzw. Wasserdampf verwendet werden. Mittels einer kalorischen Heizvorrichtung kann eine besonders hohe Heizleistung erzeugt werden, wodurch der Abgasbrenner besonders schnell auf die gewünschte Betriebstemperatur
10 gebracht werden kann.

- Darüber hinaus kann bei einem Brennstoffzellensystem gemäß der vorliegenden Erfindung stromaufwärts der Heizvorrichtung wenigstens eine Fluidquelle zum Beaufschlagen der Heizvorrichtung mit einem Temperierfluid sowie zum Zuführen des dadurch aufgeheizten Temperierfluids zum Abgasbrenner über die Heizvorrichtung
15 angeordnet sein. Unter der Fluidquelle kann ein Gebläse verstanden werden, durch welches ein Fluid, insbesondere Luft, in Richtung der Heizvorrichtung förderbar ist. Die Fluidquelle kann auch in Form einer Druckluftquelle, beispielsweise als Drucklufttank, ausgestaltet sein, durch welche bzw. durch welchen ein druckbeaufschlagtes Fluid, insbesondere Druckluft, zur Heizvorrichtung förderbar ist. Unter Verwendung
20 der Fluidquelle kann dem Abgasbrenner auf einfache und sichere Weise Fluid, das durch die Heizvorrichtung erhitzt wurde, zugeführt werden, ohne dass die Heizvorrichtung in der Nähe des Abgasbrenners bzw. innerhalb der Hotbox angeordnet sein müsste. Wenn die Fluidquelle als Gebläse ausgestaltet ist, kann der Heizvorrichtung auf besonders einfache Weise das erforderliche Betriebsfluid, also beispielsweise
25 Luft, zugeführt werden. Als Luft könnte beispielsweise Luft aus der Umgebung des Brennstoffzellensystems verwendet werden. Eine Druckluftquelle in Form eines Drucklufttanks kann auf besonders platzsparende Weise im Brennstoffzellensystem angeordnet werden. Dadurch könnte das Brennstoffzellensystem entsprechend kompakt bereitgestellt werden. An Stelle des Gebläses kann vorliegend auch eine
30 andere Fluidfördereinheit installiert sein oder verwendet werden.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltungsvariante der vorliegenden Erfindung ist es möglich, dass bei einem Brennstoffzellensystem stromaufwärts des Kathodenabschnitts ein Gebläse zum Zuführen von Luft zum Kathodenabschnitt sowie von Luft

bzw. des Temperierfluids zur Heizvorrichtung angeordnet ist. Das Gebläse kann demnach eine Doppelfunktion erfüllen. Einerseits kann es verwendet werden, um Luft als Kathodengas dem Kathodenabschnitt der Brennstoffzelleneinheit zuzuführen. Darüber hinaus kann dasselbe Gebläse genutzt werden, um die Luft alternativ oder zusätzlich der Heizvorrichtung zuzuführen. Dies führt zu einem besonders platzsparenden Aufbau im Brennstoffzellensystem. Die Heizvorrichtung ist hierfür vorzugsweise in einem Fluidpfad des Brennstoffzellensystems angeordnet, der parallel zu einem Fluidpfad des Brennstoffzellensystems verläuft, in welchem sich das Gebläse befindet. Für die gewünschte Schaltung der Luft zwischen der Heizvorrichtung und dem Kathodenabschnitt ist stromaufwärts des Kathodenabschnitts sowie stromaufwärts der Heizvorrichtung jeweils ein Ventil angeordnet. Durch die Ventile können eine Fluidströmung in Richtung des Kathodenabschnitts bzw. in Richtung der Heizvorrichtung unterbrochen oder freigegeben werden. Eine bevorzugte Fluidpfadschaltung ist dahingehend ausgestaltet, dass der Fluidpfad stromabwärts des Gebläses in Richtung der Heizvorrichtung und in Richtung des Kathodenabschnitts abzweigt, wobei die vorstehend beschriebenen Ventile nach der Abzweigung stromaufwärts der Heizvorrichtung und des Kathodenabschnitts angeordnet sind.

Bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem ist es weiterhin möglich, dass stromaufwärts des Kathodenabschnitts ein Gebläse zum Zuführen von Luft zum Kathodenabschnitt angeordnet ist, wobei das Gebläse parallel zu wenigstens einer Fluidquelle geschaltet ist. D.h., die Heizvorrichtung und der Kathodenabschnitt können durch separate Fluidquellen mit Luft beaufschlagt werden. Dadurch ist eine besonders genaue und flexible Luftdosierung der jeweiligen Komponenten möglich. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann unter einem Gebläse auch eine Fluidquelle verstanden werden. Entsprechend kann die Fluidquelle vorliegend auch ein Gebläse aufweisen oder als ein solches ausgestaltet sein.

Zudem ist es bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem möglich, dass die Heizvorrichtung außerhalb der Hotbox an, insbesondere direkt an, der Hotbox angeordnet ist. Dadurch befindet sich die Heizvorrichtung möglichst nahe am Abgasbrenner, jedoch weiterhin außerhalb der Hotbox. Das Temperierfluid bzw. die Luft, die durch die Heizvorrichtung aufgeheizt wird, muss demnach nur einen relativ kurzen Weg zurücklegen, um von der Heizvorrichtung zum Abgasbrenner zu gelangen.

Der Abgasbrenner kann deshalb entsprechend effizient und dabei zuverlässig betrieben werden.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Temperieren eines Brennstoffzellensystems, das nach einem der voranstehenden Ansprüche ausgestaltet ist, zur Verfügung gestellt. Das Verfahren weist die folgenden Schritte auf:

- Aktivieren der Heizvorrichtung,
- Zuführen von Temperierfluid zur Heizvorrichtung außerhalb der Hotbox, und
- Zuführen von durch die Heizvorrichtung aufgeheiztem Temperierfluid von außerhalb der Hotbox zum Abgasbrenner innerhalb der Hotbox.

Damit bringt ein erfindungsgemäßes Verfahren die gleichen Vorteile mit sich, wie sie vorstehend ausführlich mit Bezug auf das erfindungsgemäße Brennstoffzellensystem beschrieben worden sind. Das erfindungsgemäße Verfahren zum Temperieren eines Brennstoffzellensystems wird insbesondere zum Vorheizen des Brennstoffzellensystems besonders bevorzugt während eines Startens, beispielsweise während eines Kaltstarts, der Brennstoffzelle durchgeführt. Das Vorheizen des Brennstoffzellensystems kann aber auch während eines Brennstoffzellenbetriebs durchgeführt werden, wenn die Temperatur des Abgasbrenners beispielsweise unter eine vordefinierte Temperatur fällt. Unter dem Vorheizen des Brennstoffzellensystems ist vorliegend insbesondere ein Vorheizen oder Heizen des Brennstoffzellensystems und insbesondere von Komponenten im Brennstoffzellensystem zu verstehen. D.h., dadurch, dass beispielsweise der Abgasbrenner vorgeheizt wird, wird folglich auch das Brennstoffzellensystem vorgeheizt bzw. geheizt. Unter einem Vorheizen oder Heizen ist vorliegend eine gezielte und/oder definierte Temperaturerhöhung zu verstehen. Als Temperierfluid kann beispielsweise Luft verwendet werden, wobei das Temperierfluid insbesondere über eine Fluidquelle zugeführt wird.

Bei einer weiteren Ausgestaltungsvariante der vorliegenden Erfindung ist es möglich, dass das Gebläse während eines Aufheizbetriebs des Brennstoffzellensystems, bei welchem der Heizvorrichtung durch die Fluidquelle Temperierfluid zugeführt wird, mit einer geringeren Leistung betrieben wird als in einem Normalbetrieb des Brennstoffzellensystems, bei welchem der Heizvorrichtung kein Temperierfluid mehr zugeführt wird. Dies entspricht im Wesentlichen einem Zündprozess, welcher in den ersten Minuten nach dem Systemstart durchgeführt wird. Dadurch kann auf einfache Weise

eine Rückströmung der dem Abgasbrenner zugeführten Luft über den Kathodenabschnitt verhindert werden.

Weiterhin ist es bei einem Verfahren der vorliegenden Erfindung möglich, dass dem Abgasbrenner durch die wenigstens eine Fluidquelle über eine deaktivierte Heizvorrichtung Temperierfluid zugeführt wird, sobald die Temperatur des Abgasbrenners eine vordefinierte Temperatur überschreitet. D.h., sobald der Abgasbrenner zu heiß ist, kann dieser durch ein geeignetes Temperierfluid gekühlt werden. Bei einem erfindungsgemäßen Aufbau des Brennstoffzellensystems kann der Heizpfad demnach auch zum Kühlen des Abgasbrenners verwendet werden. Dadurch kann auf einfache Weise ein sicherer Betrieb des Brennstoffzellensystems gewährleistet werden.

Wenngleich auch ein Kraftfahrzeug ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem aufweisen kann, ist es gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung besonders vorteilhaft, wenn eine stationäre Vorrichtung mit einem wie vorstehend im Detail beschriebenen Brennstoffzellensystem zur Bereitstellung elektrischer Leistung zur Energieversorgung und/oder Wärmeversorgung der stationären Vorrichtung unter zumindest teilweiser Verwendung der bereitgestellten elektrischen Leistung zur Verfügung gestellt wird. Damit bringt auch eine erfindungsgemäße stationäre Vorrichtung die gleichen Vorteile mit sich, wie sie ausführlich mit Bezug auf die erfindungsgemäße Vorrichtung beschrieben worden sind. Die stationäre Vorrichtung kann beispielsweise ein Bürogebäude oder ein Wohngebäude wie ein Mehrfamilienhaus sein. Die stationäre Vorrichtung wird dabei zumindest teilweise mit von dem Brennstoffzellensystem bereitgestellter Energie und/oder Wärme versorgt. Das Brennstoffzellensystem kann ferner mit Vorteil auch in einem Kraftwerk verwendet werden oder als Kraftwerk ausgebildet sein, wobei eine Kraftwerksgröße in einem Megawattbereich liegen kann. Günstig ist es immer, wenn das Brennstoffzellensystem selbst als stationäres System ausgebildet ist, welches ortsfest in der Vorrichtung gelagert ist.

Weitere, die Erfindung verbessernde Maßnahmen ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung zu verschiedenen Ausführungsbeispielen der Erfindung, welche in den Figuren schematisch dargestellt sind. Sämtliche aus den Ansprüchen, der Beschreibung oder der Zeichnung hervorgehende Merkmale und/oder Vorteile, einschließlich konstruktiver Einzelheiten und räumlicher Anordnungen können sowohl für sich als auch in den verschiedenen Kombinationen erfindungswesentlich sein.

Es zeigen jeweils schematisch:

Figur 1 ein Blockdiagramm zum Darstellen eines Brennstoffzellensystems gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

Figur 2 ein Blockdiagramm zum Darstellen eines Brennstoffzellensystems gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

Figur 3 ein Blockdiagramm zum Darstellen eines im Stand der Technik bekannten Brennstoffzellensystems.

Elemente mit gleicher Funktion und Wirkungsweise sind in den Figuren 1 bis 3 jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen.

10 In Fig. 1 ist schematisch ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem 1a dargestellt. Das Brennstoffzellensystem 1a weist eine Brennstoffzelleneinheit 2 mit einem Anodenabschnitt 3 und einem Kathodenabschnitt 4 auf. Durch die Brennstoffzelleneinheit 2 kann im Rahmen einer elektrochemischen Reaktion elektrische Leistung erzeugt werden. Das Brennstoffzellensystem 1a weist ferner einen Reformier 5 zum
15 Reformieren eines Brennstoffgemisches in ein Anodenzuführgas auf. D.h. durch den Reformier 5 kann ein Brennstoffgemisch, das vorliegend aus einem Gemisch aus einem kohlenstoffhaltigen Brennstoff und Wasser besteht, in ein wasserstoffhaltiges Gas umgewandelt werden, durch welches in der Brennstoffzelleneinheit 2 elektrische Leistung erzeugt werden kann. Außerdem weist das Brennstoffzellensystem 1a ei-
20 nen Abgasbrenner 6 zum Verbrennen von Anodenabgas vom Anodenabschnitt 3 und Kathodenabgas vom Kathodenabschnitt 4 auf.

Wie in Fig. 1 dargestellt, weist das Brennstoffzellensystem 1a weiterhin eine Heizvorrichtung 7 zum Vorheizen des Abgasbrenners 6 während eines Aufheizbetriebs des Brennstoffzellensystems 1a auf. Die Brennstoffzelleneinheit 2, der Reformier 5 und
25 der Abgasbrenner 6 sind innerhalb einer Hotbox 8 des Brennstoffzellensystems 1a angeordnet. Die Heizvorrichtung 7 ist hingegen außerhalb der Hotbox 8 an dieser angeordnet.

Innerhalb der Hotbox 8 ist außerdem ein Wärmetauscher 11 angeordnet, der stromaufwärts zum Kathodenabschnitt 4 und stromabwärts zum Abgasbrenner 6 sowie
30 stromabwärts zu einem Gebläse 10 angeordnet ist. Die Hotbox 8 weist Isolations-

wandungen zur thermischen Isolierung der darin angeordneten Bauteile gegenüber Bauteilen außerhalb der Hotbox 8 auf. Genauer gesagt weist die Hotbox 8 einen Gehäuseabschnitt auf, der die Brennstoffzelleneinheit 2, den Reformer 5, den Wärmetauscher 11 und den Abgasbrenner 6 thermisch isolierend umschließt.

- 5 Die in Fig. 1 dargestellte Heizvorrichtung 7 ist eine elektrische Heizvorrichtung. In einer alternativen Ausgestaltungsvariante (nicht dargestellt) kann die Heizvorrichtung 7 auch als kalorische Heizvorrichtung ausgestaltet sein oder eine solche kalorische Heizvorrichtung aufweisen.

- Stromaufwärts der Heizvorrichtung 7 ist das Gebläse 10 zum Beaufschlagen der
10 Heizvorrichtung 7 mit einem Temperierfluid angeordnet. Als Temperierfluid wird vorliegend Luft verwendet. Das Gebläse 10 ist ferner zum Zuführen des Temperierfluids bzw. der durch die Heizvorrichtung 7 aufgeheizten Luft zum Abgasbrenner 6 über die Heizvorrichtung 7 ausgestaltet und konfiguriert. Je nach Schaltung der Ventile, die jeweils stromaufwärts zur Heizvorrichtung 7 sowie stromaufwärts zum Wärmetau-
15 scher 11 angeordnet sind, kann dem Kathodenabschnitt 4 und/oder der Heizvorrichtung 7 durch das Gebläse Luft zugeführt werden.

- In Fig. 2 ist ein Brennstoffzellensystem 1b gemäß einer zweiten Ausführungsform dargestellt. Das in Fig. 2 dargestellte Brennstoffzellensystem 1b entspricht im Wesentlichen dem in Fig. 1 dargestellten Brennstoffzellensystem 1a. Mit Bezug auf Fig.
20 2 werden deshalb nur die Unterscheidungsmerkmale des Brennstoffzellensystems 1b gemäß der zweiten Ausführungsform beschrieben. So weist das in Fig. 2 dargestellte Brennstoffzellensystem 1b das Gebläse 10 sowie eine weitere Fluidquelle 9 in Form einer Druckluftquelle auf. Das Gebläse 10 ist in einem Fluidpfad des Brennstoffzellensystems 1b angeordnet, der parallel zu einem Fluidpfad des Brennstoffzel-
25 lensystems 1b verläuft, in welchem die Fluidquelle 9 angeordnet ist. Alternativ zum Gebläse 10 kann auch ein Ventil vorgesehen sein, welches zum Verhindern einer Rückströmung geschlossen wird. Vorteilhaft ist jedoch die Anordnung des Gebläses 10 im Fluidpfad, da dieses während des Betriebs des Brennstoffzellensystems 1b ohnehin notwendig zu sein scheint. In einem Aufheizbetrieb wird das Gebläse 10 da-
30 zu verwendet eine Rückströmung zu verhindern, sodass alle anderen Ströme zumindest nahezu unterbunden werden und ein Aufheizen des Brennstoffzellensystems 1b möglichst effizient ist.

Mit Rückbezug auf Fig. 1 wird anschließend ein Verfahren zum Vorheizen des dort dargestellten Brennstoffzellensystems 1a beschrieben. Beim Starten des Brennstoffzellensystems wird zunächst die Heizvorrichtung 7 aktiviert. D.h., die Heizvorrichtung 7 wird auf eine gewünschte Betriebstemperatur gebracht. Anschließend oder währenddessen wird durch das Gebläse 10 (oder durch die Fluidquelle 9 gemäß Fig. 2) Luft zur Heizvorrichtung 7 geführt. Danach wird die durch die Heizvorrichtung 7 aufgeheizte Luft von außerhalb der Hotbox 8 zum Abgasbrenner 6 geführt, der sich innerhalb der Hotbox 8 befindet. Hierbei wird das Gebläse 10 mit einer geringeren Leistung betrieben als in einem Normalbetrieb des Brennstoffzellensystems 1a, bei welchem der Heizvorrichtung 7 keine Luft mehr zugeführt wird. Sobald die Temperatur des Abgasbrenners 6 eine vordefinierte Temperatur überschreitet, kann dem Abgasbrenner 6 durch das Gebläse 10 (oder die Druckluftquelle 9 gemäß Fig. 2) über eine deaktivierte, also möglichst kalte, Heizvorrichtung 7 Luft zugeführt werden, um den Abgasbrenner dadurch zu kühlen. Die Temperatur am Abgasbrenner 6 kann durch eine geeignete Temperatursensorik gemessen werden.

Das erfindungsgemäße Brennstoffzellensystem 1a ist insbesondere als stationäres System ausgebildet, welches beispielsweise Mehrfamilienhäuser oder Bürogebäude mit elektrischer Energie und/oder Wärme versorgt. Das Brennstoffzellensystem 1a kann auch Kraftwerksgröße aufweisen.

Fig. 3 zeigt ein Brennstoffzellensystem 1c gemäß einer im Stand der Technik bekannten Ausführungsform, bei welcher sich die Heizvorrichtung 7 vollständig innerhalb der Hotbox 8 direkt am Abgasbrenner 6 befindet.

Die Erfindung lässt neben den dargestellten Ausführungsformen noch weitere Gestaltungsgrundsätze zu. D.h., die Erfindung soll nicht auf die in den Figuren dargestellten Ausführungsformen beschränkt betrachtet werden.

Bezugszeichenliste

1a, 1b, 1c	Brennstoffzellensystem
2	Brennstoffzelleneinheit
3	Anodenabschnitt
4	Kathodenabschnitt
5	Reformer
6	Abgasbrenner
7	Heizvorrichtung
8	Hotbox
9	Fluidquelle
10	Gebläse
11	Wärmetauscher

Patentansprüche

1. Brennstoffzellensystem (1a; 1b), aufweisend zumindest eine Brennstoffzelleneinheit (2) mit einem Anodenabschnitt (3) und einem Kathodenabschnitt (4) zum Erzeugen elektrischer Leistung, zumindest einen Reformer (5) zum Reformieren eines Brennstoffgemisches in ein Anodenzuführgas, zumindest einen Abgasbrenner (6) zum Verbrennen von Anodenabgas vom Anodenabschnitt (3) und/oder Kathodenabgas vom Kathodenabschnitt (4), und zumindest eine Heizvorrichtung (7) zum Vorheizen des Abgasbrenners (6) während eines Aufheizbetriebs des Brennstoffzellensystems (1a; 1b),
dadurch gekennzeichnet, dass
die zumindest eine Brennstoffzelleneinheit (2), der zumindest eine Reformer (5) und der zumindest eine Abgasbrenner (6) innerhalb einer Hotbox (8) des Brennstoffzellensystems (1a; 1b) angeordnet sind und die Heizvorrichtung (7) außerhalb der Hotbox (8) angeordnet ist.
2. Brennstoffzellensystem (1a; 1b) nach Anspruch 1
dadurch gekennzeichnet, dass
die Hotbox (8) wenigstens eine Isolationswandung zur thermischen Isolierung von Bauteilen innerhalb der Hotbox (8) gegenüber Bauteilen außerhalb der Hotbox (8) aufweist.
3. Brennstoffzellensystem (1a; 1b) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Hotbox (8) einen Gehäuseabschnitt aufweist, der die Brennstoffzelleneinheit (2), den Reformer (5) und den Abgasbrenner (6) thermisch isolierend umschließt oder zumindest im Wesentlichen umschließt.
4. Brennstoffzellensystem (1a; 1b) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Heizvorrichtung (7) eine elektrische Heizvorrichtung, insbesondere eine elektrische Widerstandsheizvorrichtung, aufweist.
5. Brennstoffzellensystem (1a; 1b) nach einem der voranstehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, dass
die Heizvorrichtung (7) eine kalorische Heizvorrichtung aufweist.

6. Brennstoffzellensystem (1a; 1b) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** stromaufwärts der Heizvorrichtung (7) wenigstens eine Fluidquelle (9, 10) zum Beaufschlagen der Heizvorrichtung (7) mit einem Temperierfluid sowie zum Zuführen des dadurch aufgeheizten Temperierfluids zum Abgasbrenner über die Heizvorrichtung (7) angeordnet ist.
7. Brennstoffzellensystem (1a; 1b) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** stromaufwärts des Kathodenabschnitts (4) ein Gebläse (10) zum Zuführen von Luft zum Kathodenabschnitt (4) sowie von Luft bzw. des Temperierfluids zur Heizvorrichtung (7) angeordnet ist.
8. Brennstoffzellensystem (1b) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** stromaufwärts des Kathodenabschnitts (4) ein Gebläse (10) zum Zuführen von Luft zum Kathodenabschnitt (4) angeordnet ist, wobei das Gebläse (10) parallel zu wenigstens einer Fluidquelle (9) geschaltet ist.
9. Brennstoffzellensystem (1a; 1b) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Heizvorrichtung (7) außerhalb der Hotbox (8) an, insbesondere direkt an, der Hotbox (8) angeordnet ist.
10. Verfahren zum Temperieren eines Brennstoffzellensystems (1a; 1b), das nach einem der voranstehenden Ansprüche ausgestaltet ist, aufweisend die Schritte:
 - Aktivieren der Heizvorrichtung (7),
 - Zuführen von Temperierfluid zur Heizvorrichtung (7) außerhalb der Hotbox (8), und
 - Zuführen von durch die Heizvorrichtung (7) aufgeheiztem Temperierfluid von außerhalb der Hotbox (8) zum Abgasbrenner (6) innerhalb der Hotbox (8).

11. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
dem Abgasbrenner (6) durch die wenigstens eine Fluidquelle (9) über eine deaktivierte Heizvorrichtung (7) Temperierfluid zugeführt wird, sobald die Temperatur des Abgasbrenners (6) eine vordefinierte Temperatur überschreitet.
12. Stationäre Vorrichtung mit einem Brennstoffzellensystem (1a; 1b) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 zur Bereitstellung elektrischer Leistung zur Energieversorgung und/oder Wärmeversorgung der stationären Vorrichtung unter zumindest teilweiser Verwendung der bereitgestellten elektrischen Leistung.

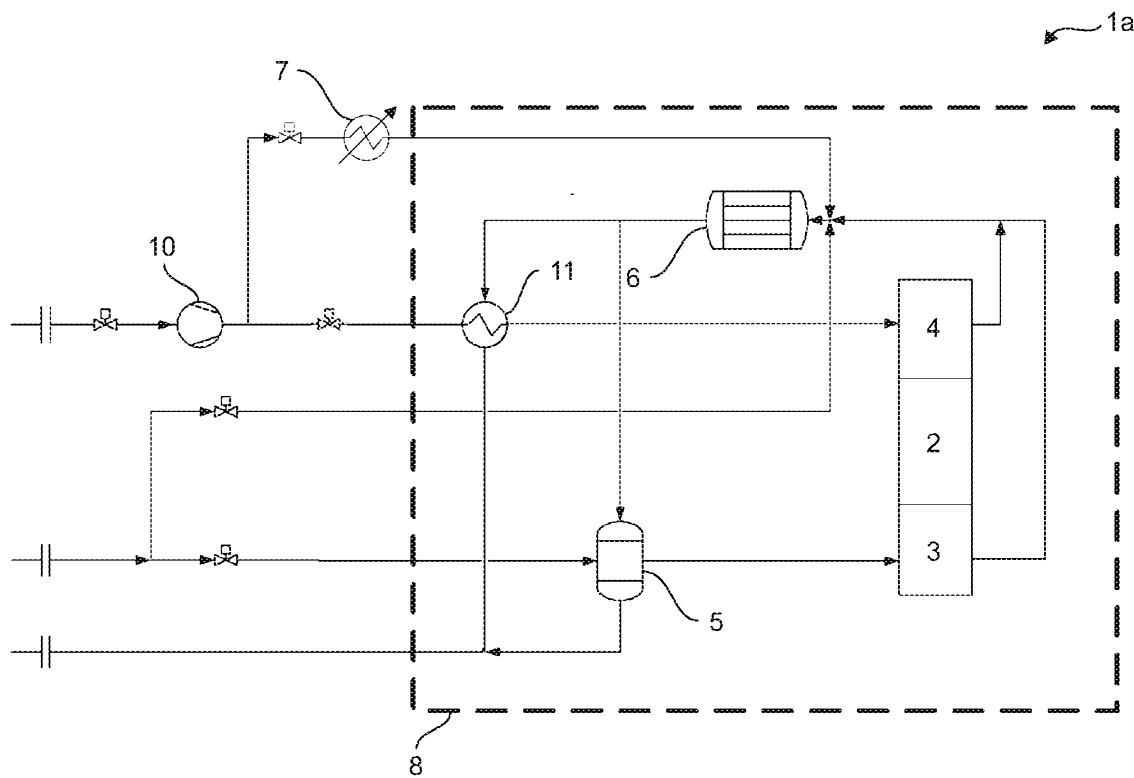


Fig. 1

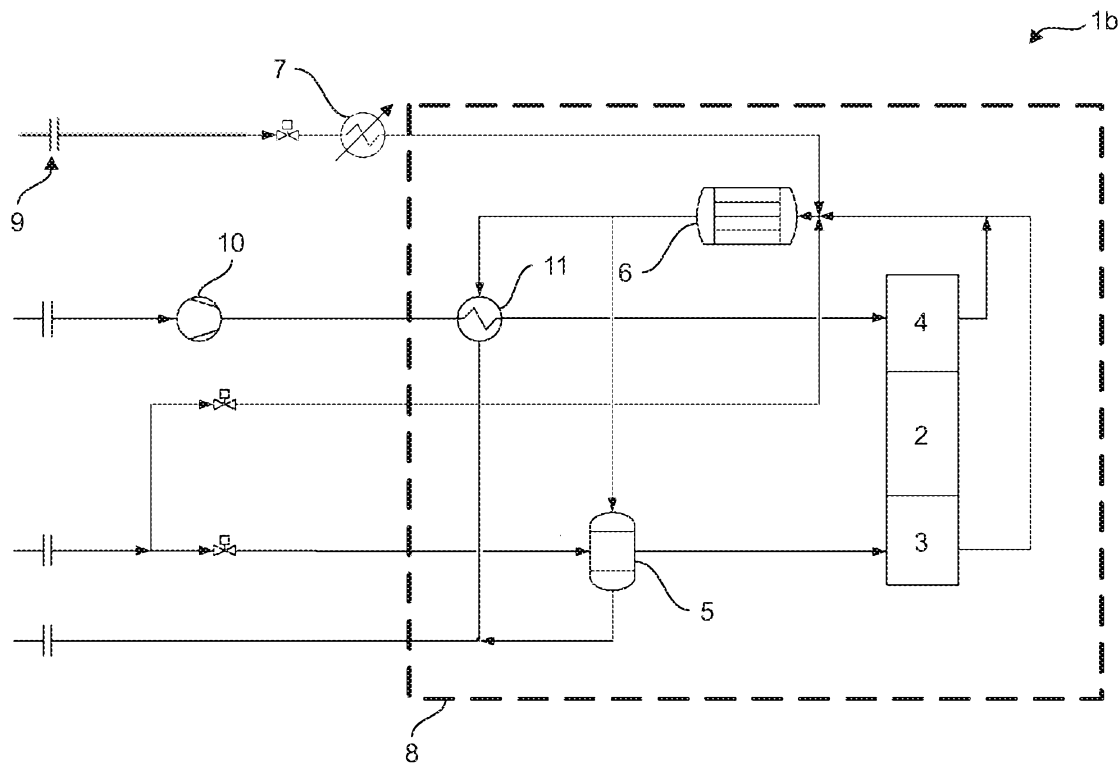


Fig. 2

Stand der Technik

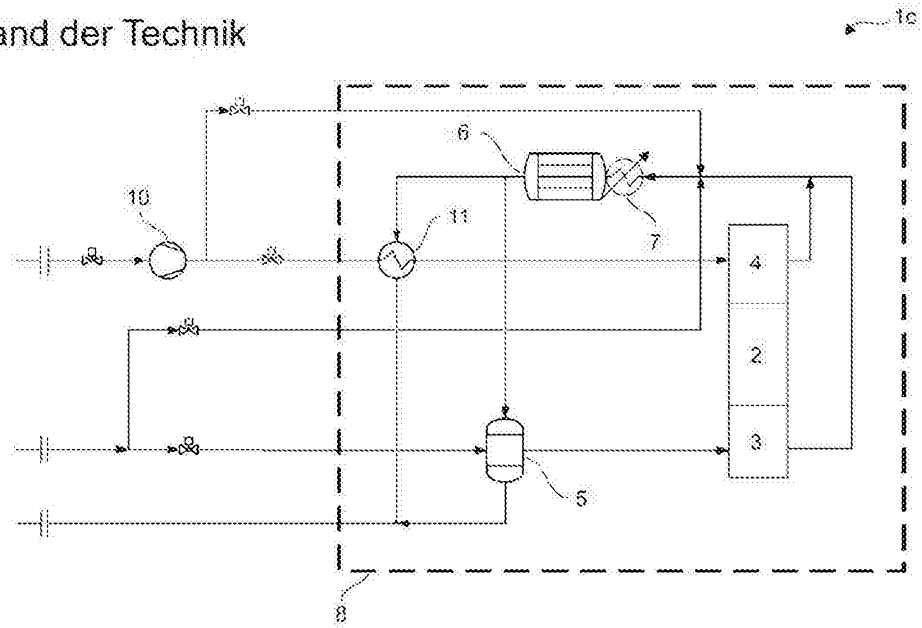


Fig. 3

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

H01M 8/2475 (2016.01); **H01M 8/04014** (2016.01); **H01M 8/0662** (2016.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

H01M 8/2475 (2016.02); **H01M 8/04014** (2016.02); **H01M 8/0662** (2016.02); **H01M 2250/10** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

H01M

Konsultierte Online-Datenbank:

EPODOC, WPIAP, Volltext-Patentdatenbanken EN und DE

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **18.08.2017** eingereichten Ansprüchen **1-12** erstellt.

Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	WO 2017003089 A1 (KYUNG DONG NAVIEN CO., LTD. [KR]) 05. Januar 2017 (05.01.2017) & WO 2017003089 A1 (KYUNG DONG NAVIEN CO., LTD. [KR]) 05. Januar 2017 (05.01.2017) (EPA- Maschinenübersetzung) [online] [abgerufen am 29.06.2018]. Abgerufen von <EPOQUE TXPMTEA-Datenbank>. Das ganze Dokument	1-4, 6-12
X	EP 2858158 A1 (KYUNG DONG NAVIEN CO., LTD. [KR]) 08. April 2015 (08.04.2015) [0028]-[0039]; Figuren 1 und 2	1-3, 5, 9, 12
A	WO 2008095076 A1 (MODINE MANUFACTURING COMPANY [US]) 07. August 2008 (07.08.2008) [0056]; Figur 11	1-9

Datum der Beendigung der Recherche:

29.06.2018

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

ENGLISCH Julia

¹⁾ **Kategorien** der angeführten Dokumente:

X Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmel-
dungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf
erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.

Y Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmel-
dungsgegenstand kann nicht
als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die
Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen
dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für
einen Fachmann naheliegend** ist.

A Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.

P Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach
dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.

E Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem
ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch
nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage
stellen).

& Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

Patentansprüche

1. Brennstoffzellensystem (1a; 1b), aufweisend zumindest eine Brennstoffzelleneinheit (2) mit einem Anodenabschnitt (3) und einem Kathodenabschnitt (4) zum Erzeugen elektrischer Leistung, zumindest einen Reformer (5) zum Reformieren eines Brennstoffgemisches in ein Anodenzuführgas, zumindest einen Abgasbrenner (6) zum Verbrennen von Anodenabgas vom Anodenabschnitt (3) und/oder Kathodenabgas vom Kathodenabschnitt (4), und zumindest eine Heizvorrichtung (7) zum Vorheizen des Abgasbrenners (6) während eines Aufheizbetriebs des Brennstoffzellensystems (1a; 1b), wobei die zumindest eine Brennstoffzelleneinheit (2), der zumindest eine Reformer (5) und der zumindest eine Abgasbrenner (6) innerhalb einer Hotbox (8) des Brennstoffzellensystems (1a; 1b) angeordnet sind und die Heizvorrichtung (7) außerhalb der Hotbox (8) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Heizvorrichtung (7) eine kalorische Heizvorrichtung aufweist und stromaufwärts der Heizvorrichtung (7) wenigstens eine Fluidquelle (9, 10) zum Beaufschlagen der Heizvorrichtung (7) mit einem Temperierfluid sowie zum Zuführen des dadurch aufgeheizten Temperierfluids zum Abgasbrenner über die Heizvorrichtung (7) angeordnet ist.
2. Brennstoffzellensystem (1a; 1b) nach Anspruch 1
dadurch gekennzeichnet, dass
die Hotbox (8) wenigstens eine Isolationswandung zur thermischen Isolierung von Bauteilen innerhalb der Hotbox (8) gegenüber Bauteilen außerhalb der Hotbox (8) aufweist.
3. Brennstoffzellensystem (1a; 1b) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Hotbox (8) einen Gehäuseabschnitt aufweist, der die Brennstoffzelleneinheit (2), den Reformer (5) und den Abgasbrenner (6) thermisch isolierend umschließt oder zumindest im Wesentlichen umschließt.
4. Brennstoffzellensystem (1a; 1b) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass

- stromaufwärts des Kathodenabschnitts (4) ein Gebläse (10) zum Zuführen von Luft zum Kathodenabschnitt (4) sowie von Luft bzw. des Temperierfluids zur Heizvorrichtung (7) angeordnet ist.
5. Brennstoffzellensystem (1b) nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
stromaufwärts des Kathodenabschnitts (4) ein Gebläse (10) zum Zuführen von Luft zum Kathodenabschnitt (4) angeordnet ist, wobei das Gebläse (10) parallel zu wenigstens einer Fluidquelle (9) geschaltet ist.
6. Brennstoffzellensystem (1a; 1b) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Heizvorrichtung (7) außerhalb der Hotbox (8) an, insbesondere direkt an, der Hotbox (8) angeordnet ist.
7. Verfahren zum Temperieren eines Brennstoffzellensystems (1a; 1b), das nach einem der voranstehenden Ansprüche ausgestaltet ist, aufweisend die Schritte:
- Aktivieren der Heizvorrichtung (7),
 - Zuführen von Temperierfluid zur Heizvorrichtung (7) außerhalb der Hotbox (8), und
 - Zuführen von durch die Heizvorrichtung (7) aufgeheiztem Temperierfluid von außerhalb der Hotbox (8) zum Abgasbrenner (6) innerhalb der Hotbox (8).
8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
dem Abgasbrenner (6) durch die wenigstens eine Fluidquelle (9) über eine deaktivierte Heizvorrichtung (7) Temperierfluid zugeführt wird, sobald die Temperatur des Abgasbrenners (6) eine vordefinierte Temperatur überschreitet.
9. Stationäre Vorrichtung mit einem Brennstoffzellensystem (1a; 1b) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 zur Bereitstellung elektrischer Leistung zur Energieversorgung und/oder Wärmeversorgung der stationären Vorrichtung unter zumindest teilweiser Verwendung der bereitgestellten elektrischen Leistung.