

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50372/2018 (51) Int. Cl.: **H01M 8/04014** (2016.01)  
(22) Anmeldetag: 03.05.2018 **H01M 8/04007** (2016.01)  
(43) Veröffentlicht am: 15.11.2019 **H01M 8/0432** (2016.01)  
**H01M 8/04746** (2016.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
EP 3171443 A1  
EP 3020088 B1  
US 2016126570 A1

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

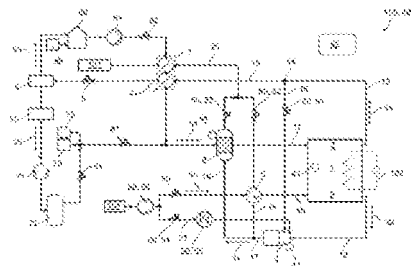
(72) Erfinder:  
Reichholf David Dipl.Ing.  
8010 Graz (AT)  
Schauperl Richard Dipl.Ing. (FH)  
8010 Graz (AT)  
Koberg Franz BSc  
8010 Graz (AT)  
Zehetner Alexander  
8010 Graz (AT)  
Reiter Bernd BSc  
8010 Kainbach bei Graz (AT)  
Hauth Martin Dipl.Ing. Dr.  
8020 Graz (AT)

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

(54) **Brennstoffzellensystem sowie Verfahren zum Betreiben eines Brennstoffzellensystems**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem (100), aufweisend zumindest einen Brennstoffzellenstapel (1) mit einer ersten Elektrode (2) und einer zweiten Elektrode (3), einen Luftzuführabschnitt (10) zum Zuführen von Luft (30) zur ersten Elektrode (2), einen Nutzgazuführabschnitt (11) zum Zuführen von Nutzgaz (31) zur zweiten Elektrode (3), einen Abluftabschnitt (12) zum Abführen von Abluft (32) von der ersten Elektrode (2), einen Nutzagabgasabschnitt (13) zum Abführen von Nutzagabgas (33) von der zweiten Elektrode (3), wobei der Abluftabschnitt (12) und der Nutzagabgasabschnitt (13) in einen Abgasbrenner (4) zum zumindest teilweisen katalytischen Verbrennen der Abluft (32) und des Nutzagabgases (33) münden, sowie einen Brennerabgasabschnitt (17) mit einem ersten Brennerabgaszweig (18) und einem zweiten Brennerabgaszweig (19) zum Abführen von Brennerabgas (34) vom Abgasbrenner (4), wobei der erste Brennerabgaszweig (18) mit einem ersten Wärmetauscherelement (5)

im Luftzuführabschnitt (10) zur Bereitstellung von Wärmeenergie an die Luft (30) im Luftzuführabschnitt (10) und der zweite Brennerabgaszweig (19) mit einem zweiten Wärmetauscherelement (6) im Nutzgazuführabschnitt (11) zur Bereitstellung von Wärmeenergie an das Nutzgaz (31) im Nutzgazuführabschnitt (11) verbunden ist. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines Brennstoffzellensystems (100).



## Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem (100), aufweisend zumindest einen Brennstoffzellenstapel (1) mit einer ersten Elektrode (2) und einer zweiten Elektrode (3), einen Luftzuführabschnitt (10) zum Zuführen von Luft (30) zur ersten Elektrode (2), einen Nutzgaszuführabschnitt (11) zum Zuführen von Nutzgas (31) zur zweiten Elektrode (3), einen Abluftabschnitt (12) zum Abführen von Abluft (32) von der ersten Elektrode (2), einen Nutzabgasabschnitt (13) zum Abführen von Nutzabgas (33) von der zweiten Elektrode (3), wobei der Abluftabschnitt (12) und der Nutzabgasabschnitt (13) in einen Abgasbrenner (4) zum zumindest teilweisen katalytischen Verbrennen der Abluft (32) und des Nutzabgases (33) münden, sowie einen Brennerabgasabschnitt (17) mit einem ersten Brennerabgaszweig (18) und einem zweiten Brennerabgaszweig (19) zum Abführen von Brennerabgas (34) vom Abgasbrenner (4), wobei der erste Brennerabgaszweig (18) mit einem ersten Wärmetauscherelement (5) im Luftzuführabschnitt (10) zur Bereitstellung von Wärmeenergie an die Luft (30) im Luftzuführabschnitt (10) und der zweite Brennerabgaszweig (19) mit einem zweiten Wärmetauscherelement (6) im Nutzgaszuführabschnitt (11) zur Bereitstellung von Wärmeenergie an das Nutzgas (31) im Nutzgaszuführabschnitt (11) verbunden ist. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines Brennstoffzellensystems (100).

Fig. 1

## **Brennstoffzellensystem sowie Verfahren zum Betreiben eines Brennstoffzellensystems**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem, aufweisend zumindest einen Brennstoffzellenstapel mit einer ersten Elektrode und einer zweiten Elektrode, einen Luftzuführabschnitt zum Zuführen von Luft zur ersten Elektrode, einen Nutzgazuführabschnitt zum Zuführen von Nutzgaz zur zweiten Elektrode, einen Abluftabschnitt zum Abführen von Abluft von der ersten Elektrode, einen Nutzabgasabschnitt zum Abführen von Nutzabgas von der zweiten Elektrode, wobei der Abluftabschnitt und der Nutzabgasabschnitt in einen Abgasbrenner zum zumindest teilweisen katalytischen Verbrennen der Abluft und des Nutzabgases münden, sowie einen Brennerabgasabschnitt mit einem ersten Brennerabgaszweig und einem zweiten Brennerabgaszweig zum Abführen von Brennerabgas vom Abgasbrenner, wobei der erste Brennerabgaszweig mit einem ersten Wärmetauscherelement im Luftzuführabschnitt zur Bereitstellung von Wärmeenergie an die Luft im Luftzuführabschnitt und der zweite Brennerabgaszweig mit einem zweiten Wärmetauscherelement im Nutzgazuführabschnitt zur Bereitstellung von Wärmeenergie an das Nutzgaz im Nutzgazuführabschnitt verbunden ist. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines derartigen Brennstoffzellensystems.

In der modernen Technik ist es bekannt, Brennstoffzellensysteme, oftmals aufweisend einen oder mehrere Brennstoffzellenstapel mit zumeist jeweils einer Vielzahl von Brennstoffzellen, in mobilen und stationären Anwendungen einzusetzen. Derartige Brennstoffzellensysteme weisen ferner zumeist mehrere Subsystemen bzw. Untereinheiten auf. Als Untereinheiten können insbesondere der bereits genannte zumindest eine Brennstoffzellenstapel mit einer oder mehreren Brennstoffzellen, Zuführvorrichtungen für die im Brennstoffzellenstapel benötigten Fluide, Abführvorrichtungen zum Abführen der im Brennstoffzellenstapel erzeugten Reaktionsprodukte, die zumeist ebenfalls als Fluide vorliegen, vorhanden sein. Weitere mögliche Subsysteme können zum Beispiel einen Abgasbrenner zum zumindest teilweisen katalytischen Verbrennen von im Brennstoffzellenstapel erzeugten Reaktionsprodukten, einen Startbrenner für eine Unterstützung eines Startvorgangs des Brennstoffzellensystems oder aber auch einen Reformer zum Bereitstellen bzw. Umwandeln von im Brennstoffzellenstapel benötigten Nutzgaz, umfassen.

Das gesamte Brennstoffzellensystem und insbesondere dessen Subsysteme weisen verschiedene Anforderungen auf hinsichtlich einer Temperatur bzw. eines thermischen Niveaus, das die einzelnen Untereinheiten des Brennstoffzellensystems für einen möglichst effizienten Betrieb des Brennstoffzellensystems benötigen. Insbesondere bei Verwendung von Feststoffbrennstoffzellen (SOFC), die oftmals eine Betriebstemperatur von 600 °C bis 1000 °C aufweisen, ist ein Einhalten des beziehungsweise der erforderlichen Temperaturniveaus für einen effizienten Betrieb eines Brennstoffzellensystems nötig. Ferner kann das im Brennstoffzellensystem bereitzustellende Temperaturniveau auch dadurch beeinflusst werden, in welcher Betriebsart das Brennstoffzellensystem betrieben werden soll. So kann beispielsweise ein Brennstoffzellensystem zur Erzeugung von elektrischer Energie unter Verbrauch von Luft und Nutzgas betrieben werden, gegenteilig dazu jedoch auch in einem Betriebsmodus, in dem das Brennstoffzellensystem unter Verbrauch von elektrischer Energie Nutzgas, wie beispielsweise Wasserstoff und/oder Kohlenmonoxid, herstellt.

Gemäß dem Stand der Technik ist es insbesondere bekannt, zur Bereitstellung und Steuerung der jeweils nötigen Temperatur im Inneren eines Brennstoffzellensystems elektrische Heizvorrichtungen einzusetzen. Nachteilig hat sich hierbei herausgestellt, dass diese elektrischen Heizungen insbesondere elektrische Energie verbrauchen, wodurch eine Gesamteffizienz beim Betreiben eines Brennstoffzellensystems gesenkt wird. Zudem sind elektrische Heizer bzw. deren Verwendung nicht ideal, da Energie auf ein Betriebsfluid übertragen werden muss. Durch den Übertragungsweg kommt es zu relevanten Wärmeverlusten, welche eine Systemeffizienz negativ beeinflussen. Darüber hinaus stellen die elektrischen Heizvorrichtungen wiederum zumeist eigenständige Subsysteme für ein Brennstoffzellensystem dar, sodass die Anzahl der benötigten Komponenten zum Betreiben eines Brennstoffzellensystems erhöht ist. Auch dies kann zu Nachteilen führen, beispielsweise hinsichtlich eines Zeit- und Kostenaufwands bei der Fertigung eines Brennstoffzellensystems. Auch eine Anfälligkeit gegenüber Verschleiß und/oder eine Notwendigkeit von regelmäßigen Wartungen des Brennstoffzellensystems, insbesondere eine Verkürzung von Wartungsintervallen, können durch den Einsatz von elektrischen Heizvorrichtungen begründet sein.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, der voranstehend beschriebenen Problematik zumindest teilweise Rechnung zu tragen bzw. zumindest alternative

Lösungsmöglichkeiten zu schaffen. Insbesondere ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Brennstoffzellensystem sowie ein Verfahren zum Betreiben eines Brennstoffzellensystems zu schaffen, die in besonders einfacher und kostengünstiger Art und Weise ein Brennstoffzellensystem sowie ein Verfahren zum Betreiben eines Brennstoffzellensystems dahin gehend verbessern, dass ein Einstellen von benötigten Temperaturen beziehungsweise Temperaturniveaus im Brennstoffzellensystem, insbesondere für die einzelnen Untereinheiten des Brennstoffzellensystems, vereinfacht werden kann, um einen Betrieb des Brennstoffzellensystems insgesamt zu vereinfachen und eine Gesamteffizienz beim Betreiben des Brennstoffzellensystems zu steigern.

Die voranstehende Aufgabe wird durch die Patentansprüche gelöst. Insbesondere wird die voranstehende Aufgabe durch das Brennstoffzellensystem gemäß dem unabhängigen Anspruch 1 sowie durch das Verfahren gemäß dem nebengeordneten Anspruch 15 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 erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Betreiben eines Brennstoffzellensystems und umgekehrt, sodass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird bzw. werden kann.

Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird die Aufgabe gelöst durch ein Brennstoffzellensystem, aufweisend zumindest einen Brennstoffzellenstapel mit einer ersten Elektrode und einer zweiten Elektrode, einem Luftzuführabschnitt zum Zuführen von Luft zur ersten Elektrode, einen Nutzgazuführabschnitt zum Zuführen von Nutzgas zur zweiten Elektrode, einen Abluftabschnitt zum Abführen von Abluft von der ersten Elektrode, einen Nutzabgasabschnitt zum Abführen von Nutzabgas von der zweiten Elektrode, wobei der Abluftabschnitt und der Nutzabgasabschnitt in einen Abgasbrenner zum zumindest teilweisen katalytischen Verbrennen der Abluft und des Nutzabgases münden, sowie einen Brennerabgasabschnitt mit einem ersten Brennerabgaszweig und einem zweiten Brennerabgaszweig zum Abführen von Brennerabgas vom Abgasbrenner, wobei der erste Brennerabgaszweig mit einem ersten Wärmetauscherelement im Luftzuführabschnitt zur Bereitstellung von Wärmeenergie an die Luft im Luftzuführabschnitt und der zweite Brennerabgaszweig

mit einem zweiten Wärmetauscherelement im Nutzgaszuführabschnitt zur Bereitstellung von Wärmeenergie an das Nutzgas im Nutzgaszuführabschnitt verbunden ist. Ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem ist dadurch gekennzeichnet, dass das Brennstoffzellensystem ein Verteilungssystem mit Flussteuermitteln zumindest im Nutzabgasabschnitt und im Brennerabgasabschnitt zum Verteilen einer im Nutzabgas und/oder im Brennerabgas gespeicherten Wärmeenergie im Brennstoffzellensystem aufweist.

Ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem weist insbesondere als Kernstück zumindest einen Brennstoffzellenstapel mit einer ersten Elektrode und einer zweiten Elektrode auf. Die Elektroden sind bevorzugt durch einen Elektrolyten voneinander getrennt sind. Der zumindest eine Brennstoffzellenstapel selbst kann wiederum aus einer oder mehreren Brennstoffzellen bestehen, die wiederum jeweils eine erste Elektrode und eine zweite Elektrode aufweist. Bevorzugt können ferner als Brennstoffzellen Feststoffbrennstoffzellen (SOFC) in einem Brennstoffzellenstapel eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems eingesetzt sein. Die erste Elektrode ist auf einer Eingangsseite mit einem Luftzuführabschnitt und auf einer Ausgangsseite mit einem Abluftabschnitt fluidkommunizierend verbunden. Mit anderen Worten kann der ersten Elektrode über den Luftzuführabschnitt Luft, insbesondere Umgebungsluft, zugeführt werden, die bevorzugt Sauerstoff aufweist. Insbesondere dieser Sauerstoff kann in der ersten Elektrode reagieren und beispielsweise Elektronen abgeben und als geladene Ionen durch den Elektrolyten zur zweiten Elektrode diffundieren. Reaktionsprodukte und nicht verbrauchte Luft können als Abluft durch den Abluftabschnitt von der ersten Elektrode wieder weggeleitet werden. Analog dazu weist auch die zweite Elektrode eine Eingangsseite und eine Ausgangsseite auf. Die Eingangsseite der zweiten Elektrode ist mit einem Nutzgaszuführabschnitt, die Ausgangsseite mit einem Nutzabgasabschnitt verbunden. Nutzgas, beispielsweise Kohlenmonoxid, Wasserstoff, Methan oder Ähnliches, kann auf diese Weise der zweiten Elektrode zugeführt werden. Entsprechend kann das Nutzgas daraufhin in der zweiten Elektrode reagieren, beispielsweise mit den durch den Elektrolyten diffundierten Sauerstoffionen, wobei entsprechende Reaktionsprodukte sowie nicht verbrauchtes Nutzgas durch den Nutzabgasabschnitt aus der zweiten Elektrode wieder abgeführt werden können. Insbesondere kann ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem bevorzugt sowohl zur Erzeugung von elektrischer Energie als auch zur Erzeugung von Nutzgas unter Verbrauch von elektrischer Energie eingesetzt werden. Bei einer Erzeugung

elektrischer Energie bildet insbesondere die erste Elektrode eine Kathodenseite sowie die zweite Elektrode eine Anodenseite des Brennstoffzellenstapels. Umgekehrt bei einer Erzeugung von Nutzgas unter Verbrauch von elektrischer Energie bildet die erste Elektrode die Anode und die zweite Elektrode die Kathode des Brennstoffzellenstapels.

Ein weiteres Element eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems bildet ein Abgasbrenner, in den der Abluftabschnitt und der Nutzabgasabschnitt münden. Auf diese Weise können dem Abgasbrenner die Abluft und das Nutzabgas zugeführt werden, wodurch eine zumindest teilweise katalytische Verbrennung dieser beiden Fluide möglich ist. Neben den oftmals auch Wärme erzeugenden Reaktionen im Brennstoffzellenstapel selbst stellt dieses zumindest teilweise katalytische Verbrennen der Brennstoffanteile durch Gase und das Verbrennen der Brennstoffanteile im Nutzabgas mit Sauerstoff eine weitere Quelle von thermischer Energie im Brennstoffzellensystem dar, wobei bereits durch diese thermische Verwertung der Abluft und des Nutzabgases eine Gesamteffizienz beim Betrieb eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems weiter gesteigert werden kann. Ein Vorteil im Vergleich zu einer Verwendung von elektrischen Heizern ist die direkte Wärmeerzeugung im Fluid, sodass praktisch kein Übertragungsweg notwendig ist, wodurch in weiterer Folge Wärmeverluste vermieden sind.

Die Wärmeerzeugung im Brennstoffzellenstapel ist grundsätzlich von einem Betriebsmodus desselben abhängig und kann durch Reaktionen und Spannungsverluste im Brennstoffzellenmodus oder nur durch Spannungsverluste im Elektrolysemodus erfolgen. Im Brennstoffzellenmodus wird durch die Spannungsverluste und die exothermen Reaktionen Wärme erzeugt, wohingegen im Elektrolysemodus Wärme überwiegend oder ausschließlich durch Spannungsverluste erzeugt wird, da hier endotherme Reaktionen stattfinden.

Stromabwärts vom Abgasbrenner ist insbesondere vorgesehen, dass das Brennerabgas von einem Brennerabgasabschnitt abgeführt wird, wobei sich dieser Brennerabgasabschnitt in einen ersten Brennerabgaszweig und einen zweiten Brennerabgaszweig teilt. Jeder dieser Brennerabgaszweige führt Brennerabgas zu einem Wärmetauscherelement, insbesondere einem ersten Wärmetauscherelement im Luftzuführabschnitt und einem zweiten Wärmetauscherelement im

Nutzgaszuführabschnitt. Eine Bereitstellung von Wärmeenergie zum Aufheizen sowohl der Luft als auch des Nutzgases, die beide dem Brennstoffzellenstapel zugeführt werden, kann auf diese Weise ermöglicht werden. Bereits auf diese Weise kann eine generelle Wiederverwertung der erzeugten Wärmeenergie im Abgasbrenner bereitgestellt werden.

Erfindungswesentlich weist ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem darüber hinaus ein Verteilungssystem auf. Dieses Verteilungssystem umfasst insbesondere Flusssteuerungsmittel zumindest im Nutzabgasabschnitt und im Brennerabgasabschnitt. Derartige Flusssteuerungsmittel können insbesondere eingesetzt werden, um insbesondere eine Menge und/oder Geschwindigkeit des im jeweiligen Abschnitt fließenden Fluids einzustellen bzw. zu steuern. Durch eine Anordnung der Flusssteuerungsmittel zumindest im Nutzabgasabschnitt und im Brennerabgasabschnitt kann somit bereitgestellt werden, dass eine Menge sowohl des Nutzabgases, das durch die Reaktionen im Brennstoffzellensystem aufgeheizt ist und somit eine große Menge an gespeicherter Wärmeenergie aufweist, als auch des Brennerabgases, das ebenfalls durch die zumindest teilweise katalytische Verbrennung der Abluft und des Nutzabgases aufgeheizt ist und eine große Menge an gespeicherter Wärmeenergie in sich trägt, gezielt einzustellen. Mit anderen Worten kann durch das Verteilungssystem eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems eine gezielte, insbesondere bedarfsangepasste, Verteilung der bereits im Brennstoffzellensystem bzw. in den Fluiden des Brennstoffzellensystems vorhandene Wärmeenergie bereitgestellt werden.

Ein erfindungsgemäßes Verteilungssystem ist dafür bevorzugt zum Erkennen eines Wärmeenergiebedarfs im Brennstoffzellensystem ausgebildet. Ein derartiger Bedarf an Wärmeenergie im Brennstoffzellensystem kann insbesondere durch einen Ort im Brennstoffzellensystem und eine Größe des Bedarfs gekennzeichnet sein. Auch kann durch ein erfindungsgemäßes Verteilungssystem ferner festgestellt werden, wo und wie viel Wärmeenergie im Brennstoffzellensystem, insbesondere in den Fluiden des Brennstoffzellensystems, vorhanden ist. Durch eine entsprechende Ansteuerung der Flusssteuerungsmittel des Verteilungssystems kann anschließend eine bedarfsangepasste Verteilung der in den Fluiden des Brennstoffzellensystems gespeicherten Wärmeenergie vorgenommen werden. Über die reine Zuführung von heißen Fluiden zu Wärmetauschern hinaus kann somit durch ein erfindungsgemäßes Verteilungssystem ein bedarfsangepasstes Zuführen und damit eine noch bessere

Verteilung der Wärmeenergie im Inneren eines Brennstoffzellensystems bereitgestellt werden. Eine Steigerung der Gesamteffizienz beim Betreiben eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems kann auf diese Weise erreicht werden. Insbesondere kann auch vermieden werden, dass nötige Wärmeenergie allein oder zumindest hauptsächlich durch externe Vorrichtungen, wie beispielsweise elektrische Heizvorrichtungen, bereitgestellt werden muss. Ein Aufbau eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems kann dadurch vereinfacht werden.

Besonders bevorzugt kann bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem vorgesehen sein, dass das Verteilungssystem Sensormittel und eine Auswerteeinheit zum Bestimmen eines Temperierungsbedarfs des Brennstoffzellensystems aufweist. Auf diese Weise kann insbesondere eine Integration derartiger Sensormittel, beispielsweise Temperaturfühler, und einer Auswerteeinheit, beispielsweise einer Rechneinheit, in das gesamte Verteilungssystem bereitgestellt werden. Die Sensormittel können bevorzugt insbesondere an denjenigen Stellen des Brennstoffzellensystems angeordnet sein, an denen entweder ein Temperierungsbedarf erwartet wird, beispielsweise an und/oder in einem Reformer, einem Verdampfer und/oder Wärmetauscher, oder an denen Wärmeenergie erzeugt und/oder bereitgestellt wird, zum Beispiel dem Abluftabschnitt, dem Nutzabgasabschnitt und/oder dem Abgasbrenner. Eine umfassende Erfassung eines Temperierungsbedarfs durch Auswertung der Sensordaten der Sensormittel in der Auswerteeinheit kann auf diese Weise ermöglicht werden. Darüber hinaus kann durch die Integration auch ein besonders kompakter Aufbau eines erfindungsgemäßen Verteilungssystems und dadurch eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems bereitgestellt werden. Ferner kann ein erfindungsgemäßes Verteilungssystem auch entsprechende Kommunikationsmittel zwischen den Sensormitteln, den Flusssteuerungsmitteln und der Auswerteeinheit umfassen. Kommunikationsmittel im Sinne der Erfindung können insbesondere kabelgebundene und/oder kabellose Kommunikationswege darstellen.

Auch kann ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem dadurch gekennzeichnet sein, dass die Flusssteuerungsmittel zumindest ein ansteuerbares erstes Ventil im Nutzabgasabschnitt, ein ansteuerbares zweites Ventil im ersten Brennerabgaszweig und ein ansteuerbares drittes Ventil im zweiten Brennerabgaszweig umfassen. Der Nutzabgasabschnitt und insbesondere die Brennerabgaszweige führen mit dem Nutzabgas und dem Brennerabgas Fluide bzw. Gase des Brennstoffzellensystems,

die eine besonders hohe Temperatur aufweisen und damit eine besonders hohe Wärmeenergie in sich tragen. Eine bedarfsangepasste Verteilung dieser Wärmeenergie in den Fluiden in den oben genannten Leitungsabschnitten eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems kann durch Ventile in diesen Leitungsabschnitten besonders einfach bereitgestellt werden. So wird durch den Nutzabgasabschnitt Nutzabgas dem Abgasbrenner zugeführt. Durch das erste Ventil ist somit eine Menge dieses Nutzabgases steuerbar bzw. regelbar. Eine Steigerung der Menge des Nutzabgases führt zumeist zu einer Steigerung der Abgasbrennertemperatur und dadurch des Brennerabgases. Gegenteilig dazu kann eine Verminderung einer Menge an Nutzabgas bei einem zumindest teilweisen Schließen des ersten Ventils zu einer Senkung der Abgasbrennertemperatur und dadurch der Temperatur des Brennerabgases führen. Das zweite und das dritte Ventil sind jeweils in einem Brennerabgaszweig angeordnet, wobei jeder dieser Brennerabgaszweige zumindest ein Wärmetauscherelement umfasst, der erste Abgaszweig hinsichtlich des Luftzuführabschnitts, der zweite Brennerabgaszweig hinsichtlich des Nutzgaszuführabschnitts. Somit kann durch ein zweites Ventil eine Menge an Brennerabgas gesteuert und/oder geregelt werden, die dem Wärmetauscher in der Luftzuführung zugeführt wird. Analog dazu kann das dritte Ventil zur Steuerung und/oder Regelung einer Menge an Brennerabgas verwendet werden, die dem Wärmetauscher in der Nutzgaszuleitung zugeführt wird, wobei dieser Wärmetauscher auch als ein Reformier auszubilden sein kann. Insgesamt können bereits durch die beschriebenen drei Ventile somit besonders einfach eine differenzierte Verteilung und Steuerung beziehungsweise Regelung der vorhandenen bzw. erzeugten Wärmeenergie im erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem bereitgestellt werden.

Gemäß einer Weiterentwicklung eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems kann ferner vorgesehen sein, dass das zweite Ventil im ersten Brennerabgaszweig stromabwärts des ersten Wärmetauscherelements angeordnet ist und/oder dass das dritte Ventil im zweiten Brennerabgaszweig stromabwärts des zweiten Wärmetauscherelements angeordnet ist. In diesen besonders bevorzugten Anordnungen sind somit die Ventile jeweils stromabwärts eines Wärmetauscherelements angeordnet, wodurch eine zumindest teilweise Abgabe von thermischer Energie aus dem im jeweiligen Brennerabgaszweig fließenden Fluid im Wärmetauscherelement bereits erfolgt ist. Mit anderen Worten ist das im jeweiligen Brennerabgaszweig fließende Fluid wenigstens teilweise bereits abgekühlt, wodurch

eine Anforderung an das zweite Ventil und/oder dritte Ventil hinsichtlich einer Temperaturbeständigkeit verringert werden kann. Ein Einsatz von einfacheren und damit zumeist kostengünstigeren Ventilen kann auf diese Weise bereitgestellt werden.

Auch kann ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem dahin gehend ausgebildet sein, dass das Brennstoffzellensystem eine insbesondere vom Luftzuführabschnitt abzweigende Brennerluftzufuhr aufweist, wobei die Brennerluftzufuhr in den Abgasbrenner mündet. Auf diese Weise kann insbesondere ermöglicht werden, dem Abgasbrenner neben der Abluft des Brennstoffzellenstapels auch direkt Frischluft zuzuführen. Durch dieses zusätzliche Zuführen von Luft, die zumeist eine niedrigere Temperatur als die Abluft und/oder das Nutzabgas aufweist, kann eine Brenntemperatur des Abgasbrenners verändert, insbesondere gesenkt werden. Insbesondere können auf diese Weise zu hohe Temperaturen im Abgasbrenner, die schlimmstenfalls zu einer Beschädigung des Abgasbrenners führen können, vermieden werden. Ein noch effizienteres Betreiben des Abgasbrenners kann auf diese Weise bereitgestellt werden, wodurch insgesamt auch eine Gesamteffizienz des erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems gesteigert werden kann.

Gemäß einer bevorzugten Weiterentwicklung eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems kann ferner vorgesehen sein, dass die Flusssteuerungsmittel ein viertes Ventil zum Einstellen einer Menge der in der Brennerluftzufuhr geförderten Luft und/oder ein Heizelement in der Brennerluftzufuhr zum Erwärmen der in der Brennerluftzufuhr geförderten Luft umfassen. Durch ein derartiges viertes Ventil kann insbesondere eine Menge der zusätzlich zum Abgasbrenner zugeführten Luft eingestellt werden. Ein Heizelement wiederum ermöglicht eine Steuerung bzw. Regelung einer Temperatur, die die dem Abgasbrenner zugeführte zusätzliche Luft aufweist. Eine Steuerung bzw. Regelung eines Einstellens einer Abgasbrennertemperatur und dadurch die Temperatur beziehungsweise der Wärmeenergieinhalt des Brennerabgases kann auf diese Weise nochmals verbessert werden. Eine noch bessere und bedarfsangepasste Verteilung der Wärmeenergie im Brennstoffzellensystem kann auf diese Weise ermöglicht werden.

Ferner kann bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem vorgesehen sein, dass die Flussteuerungsmittel ein Luftzuführgebläse im Luftzuführabschnitt zum Einstellen einer Menge der im Luftzuführabschnitt geförderten Luft umfassen. Durch ein derartiges Luftzuführgebläse kann somit insbesondere eine Menge an zugeführter Luft, sowohl zum Brennstoffzellenstapel als auch, wenn vorhanden, über eine Brennerluftzufuhr zum Abgasbrenner eingestellt werden. Wie oben bereits beschrieben, kann durch diese Luftzufuhr zumindest indirekt eine Temperatur sowohl im Brennstoffzellenstapel als auch gegebenenfalls im Abgasbrenner, gesteuert werden. Auch eine Steuerung und/oder Regelung einer Reaktionsrate im Brennstoffzellenstapel über eine gesteuerte Veränderung der Menge der durch die Luftzuführung der ersten Elektrode zugeführten Luft ist möglich. Zumindest indirekt kann somit durch ein als Luftzuführgebläse ausgebildetes Flussteuerungsmittel eine Verteilung von Wärmeenergie im erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem bereitgestellt werden, insbesondere durch eine Steuerung und/oder Regelung einer im Brennstoffzellensystem erzeugten Wärmeenergie.

Bevorzugt kann bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem ferner vorgesehen sein, dass das Brennstoffzellensystem einen Verdampfer zum Bereitstellen von Wasserdampf zum Einleiten in den Nutzgaszuführabschnitt aufweist, wobei der Verdampfer zum Übertragen einer im Nutzabgas und/oder im Brennerabgas gespeicherten Wärmeenergie stromabwärts am Nutzabgasabschnitt und/oder stromabwärts am ersten Brennerabgaszweig und/oder stromabwärts am zweiten Brennerabgaszweig angeordnet ist. Ein derartiger Verdampfer stellt einen möglichen Verbraucher von im Brennstoffzellenstapel vorhandener Wärmeenergie dar, wodurch eine Miteinbeziehung eines derartigen Verdampfers in ein erfindungsgemäßes Verteilungssystem vorteilhaft ist. Auf diese Weise kann insbesondere bereitgestellt werden, dass bereits im Brennstoffzellensystem vorhandene Wärmeenergie zum Verdampfen von Fluid, bevorzugt zum Beispiel Wasser, im Verdampfer verwendet werden kann, wodurch eine weitere Steigerung einer Gesamteffizienz beim Betreiben eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems ermöglicht werden kann. Dies kann insbesondere dadurch bereitgestellt werden, dass der Verdampfer zum Übertragen von Wärmeenergie im jeweiligen Fluid stromabwärts am Nutzabgasabschnitt und/oder zumindest einem der Brennerabgaszweige angeordnet ist. Wie oben bereits beschrieben, stellen der Nutzabgasabschnitt und die Brennerabgaszweige diejenigen Leitungsabschnitte dar, in denen Fluide mit den höchsten Temperaturen und damit der höchsten

gespeicherten Wärmeenergie geführt sind, insbesondere Nutzabgas beziehungsweise Brennerabgas. Ein besonders gutes und effizientes Verdampfen von beispielsweise Wasser zu Wasserdampf im Verdampfer, insbesondere bevorzugt ohne zusätzliche, extern bereitgestellte, Energie, kann auf diese Weise bereitgestellt werden.

Besonders bevorzugt kann ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem dahin gehend weiterentwickelt sein, dass der Verdampfer als ein zweistufiger Verdampfer ausgebildet ist. Zweistufig im Sinne der Erfindung bedeutet insbesondere, dass im Verdampfer zwei Stufen mit jeweils einem von einem Heizmedium durchströmten Wärmetauscher vorhanden sind, wobei bevorzugt eine erste Stufe bereits zum teilweise Verdampfen des Fluids ausgebildet ist und mit einer zweiten Stufe eine vollständige Verdampfung erreichbar ist oder erreicht wird. Ein Übergang von der ersten Stufe zur zweiten Stufe erfolgt mit Vorteil zweiphasig bzw. als zweiphasiges Gemisch. Die zweite Stufe ist hinsichtlich einer Fließrichtung des zu verdampfenden Fluids im Verdampfer stromabwärts der ersten Stufe angeordnet. Das zu verdampfende Fluid wird also in beiden Stufen verdampft, wobei dieses in der ersten Stufe bevorzugt nur teilweise verdampft und in der zweiten Stufe auch überhitzt wird. Grundsätzlich kann jedoch auch vorgesehen sein, dass die erste Stufe lediglich zum Aufheizen des zu verdampfenden Fluids des Verdampfers und die zweite Stufe, die hinsichtlich einer Fließrichtung des zu verdampfenden Fluids im Verdampfer stromabwärts der ersten Stufe angeordnet ist, zum eigentlichen Verdampfen verwendet wird.

Eine zweistufige Ausführungsform eines Verdampfers ist insbesondere in Betriebssituationen eines Brennstoffzellensystems von Vorteil, wenn keines der beiden verwendeten Heizmedien in den zwei Stufen des Verdampfers alleine ausreichen würde, beispielsweise bezüglich einer in den Heizmedien gespeicherten Wärmeenergie, um eine Verdampfung des zu verdampfenden Fluids, insbesondere Wasser, vorzunehmen und insbesondere ferner beispielsweise auch ein Zusammenführen der bevorzugt unterschiedlichen Heizmedien nicht möglich ist. Ferner kann durch einen derartigen zweistufigen Verdampfer auch eine Steuerungs- bzw. Regelmöglichkeit beim Betreiben eines derartigen Verdampfers erweitert werden.

Gemäß einer bevorzugten Weiterentwicklung einer Ausgestaltungsform eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems kann ferner vorgesehen sein, dass der erste Brennerabgaszweig stromabwärts vom ersten Wärmetauscherelement und der zweite Brennerabgaszweig stromabwärts vom zweiten Wärmetauscherelement in einem gemeinsamen Brennerabgasast zusammengeführt sind, dass der Nutzabgasabschnitt einen ersten Nutzabgaszweig und einen zweiten Nutzabgaszweig aufweist und sich in einer Verzweigstelle in den ersten Nutzabgaszweig und den zweiten Nutzabgaszweig teilt, wobei der erste Nutzabgaszweig in den Abgasbrenner mündet und insbesondere das erste Ventil umfasst, und wobei der Verdampfer am Brennerabgasast und am zweiten Nutzabgaszweig angeordnet ist. In dieser besonders bevorzugten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems kann somit dem Verdampfer das kombinierte Brennerabgas aus dem ersten Brennerabgaszweig und dem zweiten Brennerabgaszweig, zusammengeführt im Brennerabgasast, zugeführt werden. Gleichzeitig teilt sich der Nutzabgasabschnitt in einen ersten Nutzabgaszweig und einen zweiten Nutzabgaszweig, wobei insbesondere der zweite Nutzabgaszweig direkt dem Verdampfer zugeführt ist. Bevorzugt können insbesondere, da das Brennerabgas nach dem Durchströmen der beiden Wärmetauscherelemente bereits zumindest einen Teil seiner Wärmeenergie abgegeben hat, das kombinierte Brennerabgas zum Aufwärmen und, da der Verdampfer bevorzugt als zweistufiger Verdampfer ausgebildet ist, im Anschluss daran das Nutzabgas des zweiten Nutzabgaszweigs zum vollständigen Verdampfen des bereits zumindest teilweise gasförmigen Fluids im Verdampfer verwendet werden. Eine besonders effiziente Nutzung der gesamten vorhandenen Wärmeenergie in den Fluiden, insbesondere im Brennerabgas und im Nutzabgas, eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellenstapel kann auf diese Weise bereitgestellt werden.

Auch kann ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem dahin gehend ausgebildet sein, dass das Brennstoffzellensystem einen Rezirkulationsabschnitt zum Einspeisen von Nutzabgas in das Nutzgas aufweist, wobei der Rezirkulationsabschnitt den Nutzabgasabschnitt, insbesondere den zweiten Nutzabgaszweig, mit dem Nutzgaszuführabschnitt verbindet. Durch einen derartigen Rezirkulationsabschnitt kann somit bereitgestellt werden, dass nicht verbrauchtes Nutzgas, das sich im Nutzabgas befindet, wiederverwertet werden kann. Auch ein Erhalt von thermischer Energie, die im Nutzabgas gespeichert ist, kann auf diese Weise im Brennstoffzellensystem bereitgestellt werden. Eine Gesamteffizienz beim

Betreiben eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems, sowohl hinsichtlich eines Verbrauchs an Nutzgas als auch hinsichtlich einer thermischen Effizienzbetrachtung, kann auf diese Weise bereitgestellt werden.

Auch kann ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem dahin gehend weiterentwickelt sein, dass die Flussteuermittel ein Rezirkulationsgebläse im Rezirkulationsabschnitt zum Einstellen einer Menge des im Rezirkulationsabschnitt geförderten Nutzabgases umfassen. Durch ein derartiges Rezirkulationsgebläse kann insbesondere eine Steuerung bzw. Regelung einer Menge des rezirkulierten Nutzabgases bereitgestellt werden. Zumindest indirekt kann auf diese Weise eine Steuerung bzw. Regelung einer Wärmerückführung durch eine Einleitung des Nutzabgases in den Nutzgaszuführabschnitt ermöglicht werden.

Ferner kann bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem vorgesehen sein, dass im Nutzabgasabschnitt, insbesondere im zweiten Nutzabgaszweig stromabwärts vom Verdampfer, eine Kondensationsvorrichtung angeordnet ist zum Abscheiden von Wasser und/oder Nutzgas aus dem Nutzabgas. Auf diese Weise kann somit mit anderen Worten Wasser und/oder Nutzgas aus dem Nutzabgas gewonnen werden. Derartig wiedergewonnenes Wasser bzw. Nutzgas kann einer Speicherung und/oder einer weiteren Verwendung im erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem zugeführt werden. Auch dies ermöglicht eine Steigerung einer Gesamteffizienz beim Betreiben eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems.

Besonders bevorzugt kann ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem dahin gehend weiterentwickelt sein, dass das Brennstoffzellensystem stromaufwärts von der Kondensationsvorrichtung ein Betriebsventil aufweist, wobei das Brennstoffzellensystem bei geschlossenem Betriebsventil zur Erzeugung von elektrischer Energie und bei geöffnetem Betriebsventil zur Erzeugung von Nutzgas ausgebildet ist. Mit anderen Worten kann durch ein derartiges Betriebsventil, das insbesondere im Nutzabgasabschnitt, bevorzugt im zweiten Nutzabgaszweig, angeordnet ist und eine Zuleitung von Nutzabgas zur Kondensationsvorrichtung steuert bzw. regelt, ein Betrieb des Brennstoffzellensystems zur Stromgewinnung bzw. zur Elektrolyse eingestellt werden. Bei einem geöffneten Betriebsventil wird somit das erfindungsgemäße Brennstoffzellensystem elektrische Energie verbrauchen, um Wasser und/oder Nutzgas, beispielsweise eines mit Wasserstoff

und/oder Kohlenmonoxid angereichertes Gasgemisch, zu erzeugen. Bei geschlossenem Betriebsventil jedoch werden Nutzgas und Luft eingesetzt, um im erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem elektrische Energie zu erzeugen. Einsatzmöglichkeiten für ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem können auf diese Weise vielfältig bereitgestellt werden.

Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird die Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zum Betreiben eines Brennstoffzellensystems gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung. Ein erfindungsgemäßes Verfahren ist durch folgende Schritte gekennzeichnet:

- a) Ermitteln eines Temperierungsbedarfs des Brennstoffzellensystems,
- b) Ansteuern der Flusststeuerungsmittel zum Verteilen einer im Nutzabgas und/oder im Brennerabgas gespeicherten Wärmeenergie im Brennstoffzellensystem, basierend auf dem in Schritt a) ermittelten Temperierungsbedarf des Brennstoffzellensystems.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung wird durch ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung ausgeführt. Sämtliche Vorteile, die ausführlich in Bezug auf ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung beschrieben worden sind, können somit auch durch ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Betreiben eines Brennstoffzellensystems bereitgestellt werden, das durch ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung ausgeführt wird.

In einem ersten Schritt a) eines erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein Temperierungsbedarf des Brennstoffzellensystems ermittelt. Mit anderen Worten steht nach Ausführung des Schritts a) eines erfindungsgemäßen Verfahrens eine Information dahin gehend zur Verfügung, welche Temperaturniveaus im Inneren des erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems vorherrschen sollten, um einen möglichst effizienten Betrieb des Brennstoffzellensystems zu ermöglichen. Gleichzeitig sind auch diejenigen Informationen vorhanden, welche Abweichungen von diesen einzustellenden Temperaturniveaus vorherrschen. Darüber hinaus kann in diesem Schritt a) eines erfindungsgemäßen Verfahrens auch ermittelt werden, welche Mengen an Wärmeenergie in den Fluiden des Brennstoffzellensystems

gespeichert sind, beispielsweise durch eine Temperaturmessung zum Beispiel an der Abluft, dem Nutzabgas und/oder dem Brennerabgas.

Dies wird im zweiten Schritt b) eines erfindungsgemäßen Verfahrens genutzt, um Flusssteuerungsmittel anzusteuern zum Verteilen einer im Nutzabgas und/oder Brennerabgas gespeicherten Wärmeenergie im Brennstoffzellensystem. Da dieses Ansteuern und Verteilen der Wärmeenergie, insbesondere basierend auf den im Schritt a) ermittelten Temperierungsbedarf durchgeführt wird, stellen sich somit nach Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens bevorzugt derartige Temperaturniveaus im Brennstoffzellensystem ein, die einen möglichst effizienten Betrieb eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems ermöglichen.

Um dies dauerhaft sicherzustellen, kann insbesondere vorgesehen sein, insbesondere den Schritt a) und bevorzugt auch den Schritt b) eines erfindungsgemäßen Verfahrens kontinuierlich oder zumindest im Wesentlichen kontinuierlich auszuführen.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren kann dahin gehend weiterentwickelt sein, dass in Schritt a) zumindest ein lokaler Temperierungsbedarf des Brennstoffzellensystems ermittelt wird. Lokal im Sinne der Erfindung kann insbesondere örtlich aufgeschlüsselt, beispielsweise bezüglich der einzelnen Untereinheiten und/oder Subsystemen des Brennstoffzellensystems, bedeuten. Ein besonders bedarfsangepasster Temperierungsbedarf des Brennstoffzellensystems kann auf diese Weise ermittelt werden.

Ferner kann ein erfindungsgemäßes Verfahren dahin gehend ausgebildet sein, dass in Schritt b) als Flusssteuerungsmittel Ventile zum Steuern eines Wärmetransports im Brennstoffzellensystem geschaltet werden, insbesondere um einen in Schritt a) ermittelten lokalen Temperierungsbedarf zu erfüllen. Ventile sind insbesondere besonders bevorzugte Flusssteuerungsmittel, da diese mechanisch einfach aufgebaut sind und dennoch schnell und effektiv zum Steuern und/oder Regeln insbesondere einer Menge an gefördertem Fluid, das jeweils Wärmeenergie in sich trägt, ausgebildet sind. Weitere mögliche Flusssteuerungsmittel können beispielsweise Fördereinheiten, wie zum Beispiel Gebläse, oder Heizelemente darstellen. Insgesamt können durch die Flusssteuerungsmittel, die bevorzugt als Ventile ausgebildet sein können, eine besonders gute und insbesondere

bedarfsangepasste Verteilung von Wärmeenergie, die in den Fluiden des Brennstoffzellensystems gespeichert sind, bereitgestellt werden.

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 und den Figuren hervorgehende Merkmale und/oder Vorteile, einschließlich konstruktiver Einzelheiten und räumlicher Anordnungen, können sowohl für sich als auch in den verschiedenen Kombinationen erfindungswesentlich sein. Elemente mit gleicher Funktion und Wirkungsweise sind in den Figuren 1 bis 4 jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen.

Es zeigen jeweils schematisch:

Figur 1 eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems,

Figur 2 eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems,

Figur 3 ein Verteilungssystem, und

Figur 4 ein erfindungsgemäßes Verfahren.

Fig. 1 zeigt eine mögliche Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems 100. Das erfindungsgemäße Brennstoffzellensystem 100 weist insbesondere ein Verteilungssystem 40 auf, wodurch ein besonders effizienter Betrieb des erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems 100 ermöglicht werden kann. Dies wird im Folgenden anhand der gezeigten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems 100 beschrieben.

Ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem 100 weist insbesondere einen Brennstoffzellenstapel 1 auf, der beispielsweise aus mehreren Brennstoffzellen, bevorzugt Feststoffbrennstoffzellen (SOFC), aufgebaut sein kann. Insbesondere weist der Brennstoffzellenstapel 1 eine erste Elektrode 2 und eine zweite Elektrode 3 auf. Die erste Elektrode 2 ist insbesondere mit einem Luftzuführabschnitt 10 verbunden, wodurch Luft 30, beispielsweise entnommen einer Umgebung 101 des Brennstoffzellensystems 100, der ersten Elektrode 2 zugeführt werden kann. Analog

weist das Brennstoffzellensystem 100 einen Nutzgaszuführabschnitt 11 auf, durch den Nutzgas 31, beispielsweise Wasserstoff, Kohlenmonoxid, Methan oder Ähnliches, der zweiten Elektrode 3 zugeführt werden kann. Im Brennstoffzellenstapel 1, insbesondere in den Elektroden 2, 3, die im Brennstoffzellenstapel 1 durch einen Elektrolyten getrennt sind, können die Luft 30 und das Nutzgas 31 miteinander reagieren, zum Beispiel durch ein Diffundieren von Sauerstoffionen durch den Elektrolyten, um beispielsweise elektrische Energie zu erzeugen. Diese elektrische Energie kann beispielsweise an eine elektrische Anbindung 102 abgegeben werden. Umgekehrt kann auch elektrische Energie der elektrischen Anbindung 102 entnommen werden, um aus Luft 30 und Nutzgas 31, beispielsweise Wasserdampf und/oder Kohlendioxid, weiteres bzw. anderes Nutzgas 31, zum Beispiel ein mit Wasserstoff und/oder Kohlenmonoxid angereichertes Gasgemisch, zu erzeugen. Nach den Reaktionen im Brennstoffzellenstapel 1 müssen die entsprechenden Gase wieder abgeleitet werden, wofür am Brennstoffzellenstapel 1 ein Abluftabschnitt 12 zum Abführen einer Abluft 32 sowie ein Nutzabgasabschnitt 13 zum Abführen eines Nutzabgases 33 vorgesehen sind. Sowohl die Abluft 32 als auch insbesondere das Nutzabgas 33 sind durch die Reaktionen im Brennstoffzellenstapel 1 aufgeheizt. Grundsätzlich ist dies jedoch von einem Betriebspunkt abhängig.

Der Nutzabgasabschnitt 13 der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellenstapels 1 teilt sich in einer Verzweigestelle 14 in einen ersten Nutzabgaszweig 15 und einen zweiten Nutzabgaszweig 16. Der erste Nutzabgaszweig 15 wird einem Abgasbrenner 4 zugeführt, in den auch der Abluftabschnitt 12 mündet. Ein zumindest teilweises katalytisches Verbrennen der Abluft 32 mit dem Nutzabgas 33 im Abgasbrenner 4 kann dadurch bereitgestellt werden. Das entstehende Brennerabgas 34 weist insbesondere ebenfalls eine besonders hohe Temperatur auf. Hohe Temperaturen bedeuten jedoch gleichzeitig eine große Menge an in den Fluiden gespeicherter Wärmeenergie. Um insbesondere die Wärmeenergie des Brennerabgases 34 besonders effektiv zu nutzen, teilt sich der Brennerabgasabschnitt 17 in einen ersten Brennerabgaszweig 18 und einen zweiten Brennerabgaszweig 19. Der erste Brennerabgaszweig 18 umfasst insbesondere ein erstes Wärmetauscherelement 5 im Luftzuführabschnitt 10, durch das eine Abgabe der Wärmeenergie an die Luft 30, die im Luftzuführabschnitt 10 geführt ist, ermöglicht wird. Entsprechend umfasst der zweite Abgasbrennerzweig 19 ein zweites Wärmetauscherelement 6, das am Nutzgaszuführabschnitt 11 angeordnet ist. Dieses zweite Wärmetauscherelement 6 kann beispielsweise auch

als ein Reformer ausgebildet sein. Eine Abgabe von Wärmeenergie direkt an das Nutzgas 31 bzw. eine Unterstützung einer Reformierung des Nutzgases 31 kann auf diese Weise bereitgestellt werden.

Erfindungswesentlich weist nun, wie oben bereits beschrieben, ein erfindungsgemäßer Brennstoffzellenstapel 1 ein Verteilungssystem 40 auf. Dieses Verteilungssystem 40 umfasst insbesondere Flusssteuerungsmittel 50, durch die ein Fluss bzw. eine Menge an strömenden Fluiden in den einzelnen Leitungsabschnitten 10, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 des erfindungsgemäßen Brennstoffzellenstapels 1 möglich ist, wodurch folglich auch eine Steuerung bzw. Regelung der durch die jeweiligen Fluide bereitgestellten Wärmeenergie ermöglicht werden kann. Um einen Temperierungsbedarf, insbesondere einen lokalen Temperierungsbedarf, des Brennstoffzellenstapels 1 zu ermitteln, weist das Verteilungssystem 40 ferner Sensormittel 41 auf, durch die hier beispielhaft an vier Stellen, eine Temperatur im Brennstoffzellenstapel 1 ermittelt werden kann. Durch eine Auswerteeinheit 42 können diese Temperaturmessungen ausgewertet und insbesondere mit Sollwerten verglichen werden. Ein Ermitteln eines Temperierungsbedarfs sowie eine Information darüber, welche Mengen an gespeicherter Wärmeenergie in den Fluiden des Brennstoffzellensystems, insbesondere dem Nutzabgas 33 und dem Brennerabgas 34, gespeichert sind, kann auf diese Weise bereitgestellt werden. Die zur Signalübertragung nötigen Signalleitungen 43 sind in Fig. 1 nicht dargestellt. Diese Signalleitungen 43 können kabelgebunden, aber auch kabellos ausgebildet sein. Eine Ansteuerung der Flusssteuerungsmittel 50 erfolgt zumeist über Steuerleitungen 44, die ebenfalls in Fig. 1 nicht dargestellt sind. Auch diese Steuerleitungen 44 können wiederum kabelgebunden oder kabellos ausgebildet sein. Besonders bevorzugt können als Flusssteuerungsmittel 50 ein erstes Ventil 51 im ersten Nutzabgaszweig 15, ein zweites Ventil 52 im ersten Brennerabgaszweig 18 sowie ein drittes Ventil 53 im zweiten Brennerabgaszweig 19 eingesetzt werden. Durch das erste Ventil 51 kann insbesondere eine Menge an Nutzabgas 33 eingestellt werden, die dem Abgasbrenner 4 zugeführt wird. Ein besonders einfaches Einstellen einer Brenntemperatur im Abgasbrenner 4 und damit eine Ausgangstemperatur des Brennerabgases 34 kann auf diese Weise bereitgestellt werden. Das zweite Ventil 52 und dritte Ventil 53 wiederum ermöglichen ein Einstellen einer Menge an Brennerabgas 34, welches dem ersten Wärmetauscherelement 5 bzw. dem zweiten Wärmetauscherelement 6 zugeführt wird. Eine besonders bedarfsangepasste Zuführung, insbesondere auch von Wärmeenergie, an die Wärmetauscherelemente

5, 6 kann auf diese Weise ermöglicht werden. Eine weitere mögliche Ausführungsform eines Flussteuerungsmittels 50 kann ein Luftzuführgebläse 56 darstellen. Dieses Luftzuführgebläse 56 steuert die Menge an Luft 30, die aus einer Umgebung 101 entnommen und dem Brennstoffzellenstapel 1 zugeführt wird. Dargestellt kann beispielsweise diese Luft 30 direkt über den Luftzuführabschnitt 10 der ersten Elektrode 2 des Brennstoffzellenstapels 1 zugeführt werden. Durch ein Luftventil 80 kann hierbei diese Menge weiter eingestellt werden. Ferner kann, wie ebenfalls dargestellt, eine Brennerluftzufuhr 21 vorgesehen sein, die bevorzugt von dem Luftzuführabschnitt 10 abzweigt. Eine direkte Luftzuführung von Luft 30 zum Abgasbrenner 4 kann auf diese Weise ermöglicht werden, insbesondere um eine zu hohe Abgasbrennertemperatur zu verhindern beziehungsweise zu senken. Ein zusätzliches viertes Ventil 54 bzw. ein Heizelement 55 als Flussteuerungsmittel 50 ermöglichen wiederum ein besonders genaues Einstellen der Abgasbrennertemperatur, wobei auch das Luftzuführgebläse 56 an dieser Steuerung Anteil hat.

In der dargestellten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellenstapels 1 ist ferner stromabwärts am zweiten Nutzabgaszweig 16 sowie am Brennerabgasast 20 nach der erneuten Zusammenführung des ersten Brennerabgaszweigs 18 und des zweiten Brennerabgaszweigs 19 ein zweistufiger Verdampfer 7 angeordnet. Auch die im Verdampfer 7 nötige thermische Energie kann diesem durch ein erfindungsgemäßes Verteilungssystem 40 gesteuert und geregelt zugeführt werden, insbesondere durch das erste Ventil 51, das zweite Ventil 52 und das dritte Ventil 53. Durch verschiedene Temperaturniveaus des Brennerabgases 34, insbesondere nach den beiden Wärmetauscherelementen 5, 6, und des Nutzabgases 33 im zweiten Nutzabgaszweig 16 kann insbesondere bereitgestellt werden, dass in der ersten Stufe des zweistufigen Verdampfers 7 das zugeführte Wasser 63 erwärmt, in der zweiten Stufe vollständig verdampft wird. Im Anschluss wird das verdampfte Wasser 63 dem Nutzgaszuführabschnitt 11 zugeführt. Im Nutzgaszuführabschnitt 11 wird ferner, gesteuert über ein Nutzgasventil 81, Nutzgas 31 geführt, das entweder aus einem Nutzgastank 72 oder aus Nutzgasquellen 73 kommt. Der Nutzgastank 72 wiederum kann insbesondere durch einen Brennstoffzellenstapel 1 gefüllt werden, der in einem Elektrolysemodus betrieben wird. Dafür wird das Betriebsventil 8 geöffnet und das Nutzabgas 33 einer Kondensationsvorrichtung 9 zugeführt. In dieser Kondensationsvorrichtung 9 wird Wasser 63 und Kondensatgas 35 aus dem Nutzabgas 33 abgeschieden. Eine

Kondensatgasnachbehandlung 70 ermöglicht eine Reinigung des Kondensatgases 35, ein Kondensatgebläse 71, das auch als Kompressor betrieben werden kann, ermöglicht ein Fördern und/oder Verdichten und/oder bis hin zum Verflüssigen des Kondensatgases 35. Ein besonders gutes Lagern des Kondensatgases 35 als zukünftiges Nutzgas 31 im Nutzgastank 72 kann auf diese Weise erfolgen. Das in der Kondensationsvorrichtung 9 abgeschiedene Wasser 63 wird einem Wassertank 60 zugeführt, der auch aus anderen Quellen mit Wasser 63 befüllt werden kann. Eine Wasserpumpe 61 wiederum liefert dann das Wasser 63 an den Verdampfer 7, geregelt und gesteuert über ein Wasserventil 62.

Insgesamt kann somit bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellenstapel 1, der ein Verteilungssystem 40 aufweist, eine besonders gute und bedarfsangepasste Verteilung von Wärmeenergie im Inneren des Brennstoffzellenstapels 1 bereitgestellt werden. Ein besonders effizienter Betrieb eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems 100 kann auf diese Weise bereitgestellt werden.

Fig. 2 zeigt eine weitere mögliche Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems 100. Das Brennstoffzellensystem 100 gemäß Fig. 2 unterscheidet sich vom Brennstoffzellensystem 100, das in Fig. 1 gezeigt wurde, dadurch, dass ein Rezirkulationsabschnitt 22 vorgesehen ist, der zusätzlich den Nutzabgasabschnitt 13, insbesondere den zweiten Nutzabgaszweig 16, mit dem Nutzgaszuführabschnitt 11 verbindet. Eine Wiederverwendung von Nutzabgas 33, insbesondere nicht reagierten Teilen von Nutzgas 31 im Nutzabgas 33, kann auf diese Weise bereitgestellt werden. Darüber hinaus kann die im Nutzabgas 33 gespeicherte Wärmeenergie, die auch nach Durchlaufen des Verdampfers 7 noch vorhanden ist, wieder dem Betrieb des Brennstoffzellenstapels 1 zugeführt werden, wodurch eine erneute Effizienzsteigerung bereitgestellt werden kann. Im Rezirkulationsabschnitt 22 ist insbesondere auch ein Rezirkulationsgebläse 57 als Flusssteuerungsmittel 50 eines erfindungsgemäßen Verteilungssystems 40 vorgesehen, sodass eine Menge an rezirkuliertem Nutzabgas 33 gesteuert und/oder geregelt werden kann. Bezüglich sämtlicher weiterer Komponenten des abgebildeten Brennstoffzellensystems 100 wird auf die ausführliche Beschreibung hinsichtlich Fig. 1 verwiesen.

Fig. 3 zeigt schematisch ein Verteilungssystem 40, wie es in einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem 100 (nicht mit abgebildet) eingesetzt

werden kann. Das Verteilungssystem 40 weist insbesondere eine Auswerteeinheit 42 auf, die über Signalleitungen 43 mit Sensormitteln 41 sowie mit Steuerleitungen 44 mit Flusssteuerungsmitteln 50 verbunden ist. Die Signalleitungen 43 und Steuerleitungen 44 sind in Fig. 3 als physikalische Leitungen dargestellt, können aber auch kabellos ausgebildet sein. Durch die Sensormittel 41, die an entsprechenden Orten im Brennstoffzellenstapel 1 (nicht mit abgebildet) des Brennstoffzellensystems 100 angeordnet sind, wird eine aktuelle Temperatur an diesen Stellen ermittelt. Die Auswerteeinheit 42 erzeugt daraus einen Temperierungsbedarf, beispielsweise durch einen Vergleich mit Sollwerten. Gleichzeitig können die Sensormittel 41 auch eine Information dahin gehend liefern, welche Wärmeenergie in den einzelnen Fluiden des Brennstoffzellensystems 100 gespeichert ist. Auch dies kann durch die Auswerteeinheit 42 ausgewertet und insbesondere für eine Ansteuerung der Flusssteuerungsmittel 50, die beispielsweise als Ventile 51, 52, 53, als Gebläse 56 oder als Heizelement 55 ausgebildet sein können, verwendet werden. Insgesamt kann durch ein erfindungsgemäßes Verteilungssystem 40 somit eine besonders gute und bedarfsangepasste Verteilung von Wärmeenergie im Brennstoffzellenstapel 1 eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems 100 bereitgestellt werden. Ein besonders effizienter und insbesondere in sich geschlossener Betrieb, bevorzugt autarker Betrieb, eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems 100 kann auf diese Weise bereitgestellt werden.

Fig. 4 zeigt insbesondere ein erfindungsgemäßes Verfahren, wie es durch ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem 100 (nicht mit abgebildet) ausgeführt werden kann. Die für eine Ausführung des Verfahrens notwendigen Elemente sind jeweils nicht mit abgebildet. Die Schritte a) und b) sind in Fig. 4 mit A und B bezeichnet.

Im ersten Schritt a) eines erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein Temperierungsbedarf des Brennstoffzellensystems 100 ermittelt. Dieser Temperierungsbedarf kann bevorzugt ein lokaler Temperierungsbedarf, mit anderen Worten ein örtlich aufgelöster bzw. Untereinheiten und/oder Subsystemen des Brennstoffzellensystems 100 zugeordneter Temperierungsbedarf sein. Mit anderen Worten steht nach Durchführung des Schritts a) eines erfindungsgemäßen Verfahrens eine Information dahin gehend zur Verfügung, an welchen Orten des Brennstoffzellensystems 100 ein Temperierungsbedarf besteht und in welcher Höhe.

Dies wird im nächsten Schritt b) verwendet, um Flusssteuerungsmittel 50, beispielsweise Ventile 51, 52, 53, 54 anzusteuern, um einen Wärmetransport im Brennstoffzellensystem 100 dahin gehend zu steuern bzw. zu regeln, dass der in Schritt a) ermittelte Temperierungsbedarf erfüllt werden kann. Auch weitere Flusssteuerungsmittel 50, wie beispielsweise Gebläse 56, 57 oder Heizelemente 55 können im Schritt b) eingesetzt werden. Nach Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens können bevorzugt somit sämtliche Temperierungsbedarfe im Brennstoffzellensystem 100 befriedigt, und damit ein besonders effizienter Gesamtbetrieb eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems 100 bereitgestellt werden.

**Bezugszeichenliste**

- 1 Brennstoffzellenstapel
- 2 erste Elektrode
- 3 zweite Elektrode
- 4 Abgasbrenner
- 5 erstes Wärmetauscherelement
- 6 zweites Wärmetauscherelement
- 7 Verdampfer
- 8 Betriebsventil
- 9 Kondensationsvorrichtung
- 10 Luftzuführabschnitt
- 11 Nutzgaszuführabschnitt
- 12 Abluftabschnitt
- 13 Nutzabgasabschnitt
- 14 Verzweigstelle
- 15 erster Nutzabgaszweig
- 16 zweiter Nutzabgaszweig
- 17 Brennerabgasabschnitt
- 18 erster Brennerabgaszweig
- 19 zweiter Brennerabgaszweig
- 20 Brennerabgasast
- 21 Brennerluftzufuhr
- 22 Rezirkulationsabschnitt
- 30 Luft
- 31 Nutzgas
- 32 Abluft
- 33 Nutzabgas
- 34 Brennerabgas
- 35 Kondensatgas
- 40 Verteilungssystem
- 41 Sensormittel
- 42 Auswerteeinheit
- 43 Signalleitung
- 44 Steuerleitung
- 50 Flusssteuerungsmittel

- 51 erstes Ventil
- 52 zweites Ventil
- 53 drittes Ventil
- 54 viertes Ventil
- 55 Heizelement
- 56 Luftzuführgebläse
- 57 Rezirkulationsgebläse
- 60 Wassertank
- 61 Wasserpumpe
- 62 Wasserventil
- 63 Wasser
- 70 Kondensatgasnachbehandlung
- 71 Kondensatgebläse
- 72 Nutzgastank
- 73 Nutzgasquelle
- 80 Luftventil
- 81 Nutzgasventil
- 100 Brennstoffzellensystem
- 101 Umgebung
- 102 elektrische Anbindung

## Patentansprüche

1. Brennstoffzellensystem (100), aufweisend zumindest einen Brennstoffzellenstapel (1) mit einer ersten Elektrode (2) und einer zweiten Elektrode (3), einen Luftzuführabschnitt (10) zum Zuführen von Luft (30) zur ersten Elektrode (2), einen Nutzgaszuführabschnitt (11) zum Zuführen von Nutzgas (31) zur zweiten Elektrode (3), einen Abluftabschnitt (12) zum Abführen von Abluft (32) von der ersten Elektrode (2), einen Nutzabgasabschnitt (13) zum Abführen von Nutzabgas (33) von der zweiten Elektrode (3), wobei der Abluftabschnitt (12) und der Nutzabgasabschnitt (13) in einen Abgasbrenner (4) zum zumindest teilweisen katalytischen Verbrennen der Abluft (32) und des Nutzabgases (33) münden, sowie einen Brennerabgasabschnitt (17) mit einem ersten Brennerabgaszweig (18) und einem zweiten Brennerabgaszweig (19) zum Abführen von Brennerabgas (34) vom Abgasbrenner (4), wobei der erste Brennerabgaszweig (18) mit einem ersten Wärmetauscherelement (5) im Luftzuführabschnitt (10) zur Bereitstellung von Wärmeenergie an die Luft (30) im Luftzuführabschnitt (10) und der zweite Brennerabgaszweig (19) mit einem zweiten Wärmetauscherelement (6) im Nutzgaszuführabschnitt (11) zur Bereitstellung von Wärmeenergie an das Nutzgas (31) im Nutzgaszuführabschnitt (11) verbunden ist.

**dadurch gekennzeichnet, dass**

das Brennstoffzellensystem (100) ein Verteilungssystem (40) mit Flusssteuerungsmitteln (50) zumindest im Nutzabgasabschnitt (13) und im Brennerabgasabschnitt (17) zum Verteilen einer im Nutzabgas (33) und/oder im Brennerabgas (34) gespeicherten Wärmeenergie im Brennstoffzellensystem (100) aufweist.

2. Brennstoffzellensystem (100) nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

das Verteilungssystem (40) Sensormittel (41) und eine Auswerteeinheit (42) zum Bestimmen eines Temperierungsbedarfs des Brennstoffzellensystems (100) aufweist.

3. Brennstoffzellensystem (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Flusssteuerungsmittel (50) zumindest ein ansteuerbares erstes Ventil (51)

- im Nutzabgasabschnitt (13), ein ansteuerbares zweites Ventil (52) im ersten Brennerabgaszweig (18) und ein ansteuerbares drittes Ventil (53) im zweiten Brennerabgaszweig (19) umfassen.
4. Brennstoffzellensystem (100) nach Anspruch 3,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das zweite Ventil (52) im ersten Brennerabgaszweig (18) stromabwärts des ersten Wärmetauscherelements (5) angeordnet ist und/oder dass das dritte Ventil (53) im zweiten Brennerabgaszweig (19) stromabwärts des zweiten Wärmetauscherelements (6) angeordnet ist.
  5. Brennstoffzellensystem (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Brennstoffzellensystem (100) eine, insbesondere vom Luftzuführabschnitt (10) abzweigende, Brennerluftzufuhr (21) aufweist, wobei die Brennerluftzufuhr (21) in den Abgasbrenner (4) mündet.
  6. Brennstoffzellensystem (100) nach Anspruch 5,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Flusssteuerungsmittel (50) ein viertes Ventil (54) zum Einstellen einer Menge der in der Brennerluftzufuhr (21) geförderten Luft (30) und/oder ein Heizelement (55) in der Brennerluftzufuhr (21) zum Erwärmen der in der Brennerluftzufuhr (21) geförderten Luft (30) umfassen.
  7. Brennstoffzellensystem (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Flusssteuerungsmittel (50) ein Luftzuführgebläse (56) im Luftzuführabschnitt (10) zum Einstellen einer Menge der im Luftzuführabschnitt (10) geförderten Luft (30) umfassen.
  8. Brennstoffzellensystem (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Brennstoffzellensystem (100) einen Verdampfer (7) zum Bereitstellen von Wasserdampf zum Einleiten in den Nutzgaszuführabschnitt (11) aufweist, wobei der Verdampfer (7) zum Übertragen einer im Nutzabgas (33) und/oder im Brennerabgas (34) gespeicherten Wärmeenergie stromabwärts am Nutzabgasabschnitt (13) und/oder stromabwärts am ersten Brennerabgaszweig

- (18) und/oder stromabwärts am zweiten Brennerabgaszweig (19) angeordnet ist.
9. Brennstoffzellensystem (100) nach Anspruch 8,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Verdampfer (7) als ein zweistufiger Verdampfer (7) ausgebildet ist.
10. Brennstoffzellensystem (100) nach Anspruch 9,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der erste Brennerabgaszweig (18) stromabwärts vom ersten Wärmetauscherelement (5) und der zweite Brennerabgaszweig (19) stromabwärts vom zweiten Wärmetauscherelement (6) in einen gemeinsamen Brennerabgasast (20) zusammengeführt sind, dass der Nutzabgasabschnitt (13) einen ersten Nutzabgaszweig (15) und einen zweiten Nutzabgaszweig (16) aufweist und sich an einer Verzweigestelle (14) in den ersten Nutzabgaszweig (15) und den zweiten Nutzabgaszweig (16) teilt, wobei der erste Nutzabgaszweig (15) in den Abgasbrenner (4) mündet und insbesondere das erste Ventil (51) umfasst, und wobei der Verdampfer (7) am Brennerabgasast (20) und am zweiten Nutzabgaszweig (16) angeordnet ist.
11. Brennstoffzellensystem (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Brennstoffzellensystem (100) einen Rezirkulationsabschnitt (22) zum Einspeisen von Nutzabgas (33) in das Nutzgas (31) aufweist, wobei der Rezirkulationsabschnitt (22) den Nutzabgasabschnitt (13), insbesondere den zweiten Nutzabgaszweig (16), mit dem Nutzgaszuführabschnitt (11) verbindet.
12. Brennstoffzellensystem (100) nach Anspruch 11,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Flusssteuerungsmittel (50) ein Rezirkulationsgebläse (57) im Rezirkulationsabschnitt (22) zum Einstellen einer Menge des im Rezirkulationsabschnitt (22) geförderten Nutzabgases (33) umfassen.
13. Brennstoffzellensystem (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
im Nutzabgasabschnitt (13), insbesondere im zweiten Nutzabgaszweig (16) stromabwärts vom Verdampfer (7), eine Kondensationsvorrichtung (9)

angeordnet ist zum Abscheiden von Wasser und/oder Nutzgas (31) aus dem Nutzabgas (33).

14. Brennstoffzellensystem (100) nach Anspruch 13,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Brennstoffzellensystem (100) stromaufwärts von der Kondensationsvorrichtung (9) ein Betriebsventil (8) aufweist, wobei das Brennstoffzellensystem (100) bei geschlossenem Betriebsventil (8) zur Erzeugung von elektrischer Energie und bei geöffnetem Betriebsventil (8) zur Erzeugung von Nutzgas (31) ausgebildet ist.
15. Verfahren zum Betreiben eines Brennstoffzellensystems (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
**gekennzeichnet durch folgende Schritte:**
  - a) Ermitteln eines Temperierungsbedarfs des Brennstoffzellensystems (100),
  - b) Ansteuern der Flusssteuerungsmittel (50) zum Verteilen einer im Nutzabgas (33) und/oder im Brennerabgas (34) gespeicherten Wärmeenergie im Brennstoffzellensystem (100), basierend auf dem in Schritt a) ermittelten Temperierungsbedarfs des Brennstoffzellensystems (100).
16. Verfahren nach Anspruch 15,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
in Schritt a) zumindest ein lokaler Temperierungsbedarf des Brennstoffzellensystems (100) ermittelt wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 oder 16,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
in Schritt b) als Flusssteuerungsmittel (50) Ventile (51, 52, 53, 54) zum Steuern eines Wärmetransports im Brennstoffzellensystem (100) geschaltet werden, insbesondere um einen in Schritt a) ermittelten lokalen Temperierungsbedarf zu erfüllen.





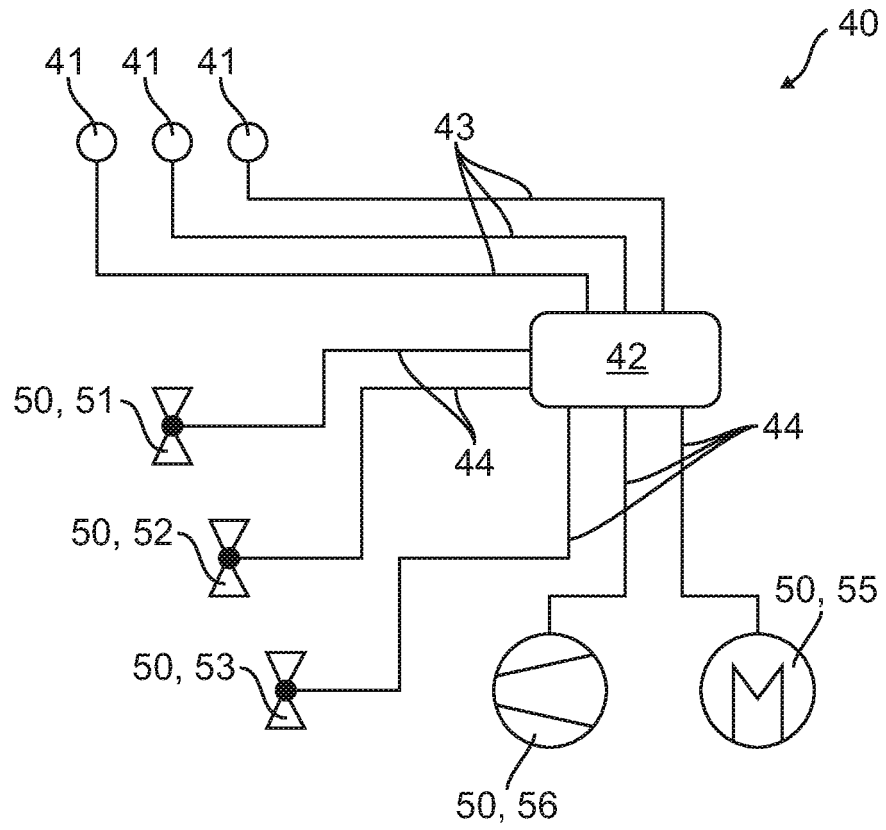


Fig. 3

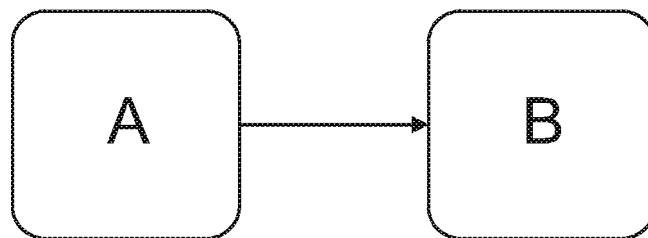


Fig. 4

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:  
**H01M 8/04014** (2016.01); **H01M 8/04007** (2016.01); **H01M 8/0432** (2016.01); **H01M 8/04746** (2016.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:  
**H01M 8/04014** (2016.02); **H01M 8/04022** (2016.02); **H01M 8/04067** (2016.02); **H01M 8/04328** (2016.02); **H01M 8/04335** (2016.02); **H01M 8/04761** (2016.02); **H01M 8/04776** (2016.02)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):  
 H01M

Konsultierte Online-Datenbank:  
 EPODOC, WPIAP, Volltext-Patentdatenbanken EN und DE

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **03.05.2018** eingereichten Ansprüchen **1-17** erstellt.

Kategorie*)	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	EP 3171443 A1 (PANASONIC IP MANAGEMENT CO., LTD. [JP]) 24. Mai 2017 (24.05.2017) Figur 1	1-17
A	EP 3020088 B1 (CERES IP CO LTD [GB]) 09. August 2017 (09.08.2017) [0115]; Figur 1	1-17
A	US 2016126570 A1 (NAGAI, T. et al. [JP]) 05. Mai 2016 (05.05.2016) Figur 1	1-17

Datum der Beendigung der Recherche:  
 29.03.2019

Seite 1 von 1

Prüfer(in):  
 ENGLISCH Julia

\*) **Kategorien** der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand 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 (100), aufweisend zumindest einen Brennstoffzellenstapel (1) mit einer ersten Elektrode (2) und einer zweiten Elektrode (3), einen Luftzuführabschnitt (10) zum Zuführen von Luft (30) zur ersten Elektrode (2), einen Nutzgaszuführabschnitt (11) zum Zuführen von Nutzgas (31) zur zweiten Elektrode (3), einen Abluftabschnitt (12) zum Abführen von Abluft (32) von der ersten Elektrode (2), einen Nutzabgasabschnitt (13) zum Abführen von Nutzabgas (33) von der zweiten Elektrode (3), wobei der Abluftabschnitt (12) und der Nutzabgasabschnitt (13) in einen Abgasbrenner (4) zum zumindest teilweisen katalytischen Verbrennen der Abluft (32) und des Nutzabgases (33) münden, sowie einen Brennerabgasabschnitt (17) mit einem ersten Brennerabgaszweig (18) und einem zweiten Brennerabgaszweig (19) zum Abführen von Brennerabgas (34) vom Abgasbrenner (4), wobei der erste Brennerabgaszweig (18) mit einem ersten Wärmetauscherelement (5) im Luftzuführabschnitt (10) zur Bereitstellung von Wärmeenergie an die Luft (30) im Luftzuführabschnitt (10) und der zweite Brennerabgaszweig (19) mit einem zweiten Wärmetauscherelement (6) im Nutzgaszuführabschnitt (11) zur Bereitstellung von Wärmeenergie an das Nutzgas (31) im Nutzgaszuführabschnitt (11) verbunden ist.

**dadurch gekennzeichnet, dass**

das Brennstoffzellensystem (100) ein Verteilungssystem (40) mit Flusssteuerungsmitteln (50) zumindest im Nutzabgasabschnitt (13) und im Brennerabgasabschnitt (17) zum Verteilen einer im Nutzabgas (33) und/oder im Brennerabgas (34) gespeicherten Wärmeenergie im Brennstoffzellensystem (100) aufweist.

2. Brennstoffzellensystem (100) nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

das Verteilungssystem (40) Sensormittel (41) und eine Auswerteeinheit (42) zum Bestimmen eines Temperierungsbedarfs des Brennstoffzellensystems (100) aufweist.

3. Brennstoffzellensystem (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Flusssteuerungsmittel (50) zumindest ein ansteuerbares erstes Ventil (51)

- im Nutzabgasabschnitt (13), ein ansteuerbares zweites Ventil (52) im ersten Brennerabgaszweig (18) und ein ansteuerbares drittes Ventil (53) im zweiten Brennerabgaszweig (19) umfassen.
4. Brennstoffzellensystem (100) nach Anspruch 3,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das zweite Ventil (52) im ersten Brennerabgaszweig (18) stromabwärts des ersten Wärmetauscherelements (5) angeordnet ist und/oder dass das dritte Ventil (53) im zweiten Brennerabgaszweig (19) stromabwärts des zweiten Wärmetauscherelements (6) angeordnet ist.
  5. Brennstoffzellensystem (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Brennstoffzellensystem (100) eine, insbesondere vom Luftzuführabschnitt (10) abzweigende, Brennerluftzufuhr (21) aufweist, wobei die Brennerluftzufuhr (21) in den Abgasbrenner (4) mündet.
  6. Brennstoffzellensystem (100) nach Anspruch 5,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Flusssteuerungsmittel (50) ein viertes Ventil (54) zum Einstellen einer Menge der in der Brennerluftzufuhr (21) geförderten Luft (30) und/oder ein Heizelement (55) in der Brennerluftzufuhr (21) zum Erwärmen der in der Brennerluftzufuhr (21) geförderten Luft (30) umfassen.
  7. Brennstoffzellensystem (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Flusssteuerungsmittel (50) ein Luftzuführgebläse (56) im Luftzuführabschnitt (10) zum Einstellen einer Menge der im Luftzuführabschnitt (10) geförderten Luft (30) umfassen.
  8. Brennstoffzellensystem (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Brennstoffzellensystem (100) einen Verdampfer (7) zum Bereitstellen von Wasserdampf zum Einleiten in den Nutzgaszuführabschnitt (11) aufweist, wobei der Verdampfer (7) zum Übertragen einer im Nutzabgas (33) und/oder im Brennerabgas (34) gespeicherten Wärmeenergie stromabwärts am Nutzabgasabschnitt (13) und/oder stromabwärts am ersten Brennerabgaszweig

- (18) und/oder stromabwärts am zweiten Brennerabgaszweig (19) angeordnet ist.
9. Brennstoffzellensystem (100) nach Anspruch 8,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Verdampfer (7) als ein zweistufiger Verdampfer (7) ausgebildet ist.
10. Brennstoffzellensystem (100) nach Anspruch 9,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der erste Brennerabgaszweig (18) stromabwärts vom ersten Wärmetauscherelement (5) und der zweite Brennerabgaszweig (19) stromabwärts vom zweiten Wärmetauscherelement (6) in einen gemeinsamen Brennerabgasast (20) zusammengeführt sind, dass der Nutzabgasabschnitt (13) einen ersten Nutzabgaszweig (15) und einen zweiten Nutzabgaszweig (16) aufweist und sich an einer Verzweigestelle (14) in den ersten Nutzabgaszweig (15) und den zweiten Nutzabgaszweig (16) teilt, wobei der erste Nutzabgaszweig (15) in den Abgasbrenner (4) mündet und insbesondere das erste Ventil (51) umfasst, und wobei der Verdampfer (7) am Brennerabgasast (20) und am zweiten Nutzabgaszweig (16) angeordnet ist.
11. Brennstoffzellensystem (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Brennstoffzellensystem (100) einen Rezirkulationsabschnitt (22) zum Einspeisen von Nutzabgas (33) in das Nutzgas (31) aufweist, wobei der Rezirkulationsabschnitt (22) den Nutzabgasabschnitt (13), insbesondere den zweiten Nutzabgaszweig (16), mit dem Nutzgaszuführabschnitt (11) verbindet.
12. Brennstoffzellensystem (100) nach Anspruch 11,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Flusssteuerungsmittel (50) ein Rezirkulationsgebläse (57) im Rezirkulationsabschnitt (22) zum Einstellen einer Menge des im Rezirkulationsabschnitt (22) geförderten Nutzabgases (33) umfassen.
13. Brennstoffzellensystem (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
im Nutzabgasabschnitt (13), insbesondere im zweiten Nutzabgaszweig (16) stromabwärts vom Verdampfer (7), eine Kondensationsvorrichtung (9)

angeordnet ist zum Abscheiden von Wasser und/oder Nutzgas (31) aus dem Nutzabgas (33).

14. Brennstoffzellensystem (100) nach Anspruch 13,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Brennstoffzellensystem (100) stromaufwärts von der Kondensationsvorrichtung (9) ein Betriebsventil (8) aufweist, wobei das Brennstoffzellensystem (100) bei geschlossenem Betriebsventil (8) zur Erzeugung von elektrischer Energie und bei geöffnetem Betriebsventil (8) zur Erzeugung von Nutzgas (31) ausgebildet ist.
15. Verfahren zum Betreiben eines Brennstoffzellensystems (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
**gekennzeichnet durch folgende Schritte:**
- a) Ermitteln eines Temperierungsbedarfs des Brennstoffzellensystems (100),
  - b) Ansteuern der Flusssteuerungsmittel (50) zum Verteilen einer im Nutzabgas (33) und/oder im Brennerabgas (34) gespeicherten Wärmeenergie im Brennstoffzellensystem (100), basierend auf dem in Schritt a) ermittelten Temperierungsbedarfs des Brennstoffzellensystems (100).
16. Verfahren nach Anspruch 15,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
in Schritt a) zumindest ein lokaler Temperierungsbedarf des Brennstoffzellensystems (100) ermittelt wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 oder 16,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
in Schritt b) als Flusssteuerungsmittel (50) Ventile (51, 52, 53, 54) zum Steuern eines Wärmetransports im Brennstoffzellensystem (100) geschaltet werden, insbesondere um einen in Schritt a) ermittelten lokalen Temperierungsbedarf zu erfüllen.