

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50717/2018
(22) Anmeldetag: 23.08.2018
(43) Veröffentlicht am: 15.03.2020

(51) Int. Cl.: **H01M 8/04089** (2016.01)
H01M 8/0612 (2016.01)
H01M 8/04014 (2016.01)
H01M 8/04701 (2016.01)
H01M 8/124 (2016.01)

(56) Entgegenhaltungen:
EP 3050148 A1
WO 2016041654 A1
EP 1926167 A1

(72) Erfinder:
Reissig Michael Dipl.Ing. (FH)
8073 Seiersberg/Pirka (AT)
Lawlor Vincent Dr.
8510 Stainz (AT)
Leipold Dominic BSc
8020 Graz (AT)
Makinson Julian, B. Eng.
8044 Graz (AT)
Seewald Jeanette
8042 Graz (AT)

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

(72) Erfinder:
Krauss Thomas Dipl.Ing.
8010 Graz (AT)
Reiter Bernd BSc
8010 Kainbach bei Graz (AT)
Mathé Jörg Dipl.Ing.
8020 Graz (AT)
Planitzer Stefan
8130 Frohnleiten (AT)

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

(54) Brennstoffzellensystem und Verfahren zum Betreiben desselben

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem (100), aufweisend zumindest einen Brennstoffzellenstapel (1) mit einem Anodenabschnitt (2) und einem Kathodenabschnitt (3), einen Anodenzuführabschnitt (5) zum Zuführen von reformiertem Anodenzuführgas von einem Reformier (4) zu dem Anodenabschnitt (2), den Reformier (4) zum Reformieren von Reformierzuführgas, einen Reformierzuführabschnitt (14) zum Zuführen des Reformierzuführgases zu dem Reformier (4), einen Anodenrückführabschnitt (6) zum Rückführen von Anodenabgas zur Wiederverwendung im Anodenabschnitt (2), einen Wärmetauscher (8) mit einem ersten Fluidleitabschnitt (9) zum Leiten des Anodenabgases und einem zweiten Fluidleitabschnitt (10) zum Leiten des Reformierzuführgases, wobei der erste Fluidleitabschnitt (9) und der zweite Fluidleitabschnitt (10) innerhalb des Wärmetauschers (8) zumindest abschnittsweise für eine Wärmeübertragung zwischen dem Anodenabgas und dem Reformierzuführgas miteinander in wärmeübertragender Verbindung stehen, und einen Gebläseabschnitt (24) stromabwärts des ersten Fluidleitabschnitts (9) und stromaufwärts des zweiten Fluidleitabschnitts (10) mit einem darin angeordneten Rückführgebläse (11) zum Führen des Anodenabgases von dem ersten Fluidleitabschnitt (9) über den Gebläseabschnitt (24) zum zweiten Fluidleitabschnitt (10).

einen K hlfluideitabschnitt (25) zum Zuführen eines Kühlfluids in den Gebläseabschnitt (24) stromaufwärts des Rückführgebläses (11) zum Kühlen des Anodenabgases im Gebläseabschnitt (24) stromaufwärts des Rückführgebläses (11), eine Brennstoffquelle (13), die stromaufwärts des Wärmetauschers (8) angeordnet ist, und einen in den Wärmetauscher (8) integrierten Verdampfer (12) zum Verdampfen von Brennstoff von der Brennstoffquelle (13). Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben des Brennstoffzellensystems (100) sowie ein Kraftfahrzeug (1000) mit dem Brennstoffzellensystem (100).

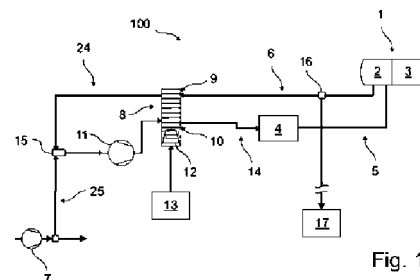


Fig. 1

Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem (100), aufweisend zumindest einen Brennstoffzellenstapel (1) mit einem Anodenabschnitt (2) und einem Kathodenabschnitt (3), einen Anodenzuführabschnitt (5) zum Zuführen von reformiertem Anodenzuführgas von einem Reformier (4) zu dem Anodenabschnitt (2), den Reformier (4) zum Reformieren von Reformierzuführgas, einen Reformierzuführabschnitt (14) zum Zuführen des Reformierzuführgases zu dem Reformier (4), einen Anodenrückführabschnitt (6) zum Rückführen von Anodenabgas zur Wiederverwendung im Anodenabschnitt (2), einen Wärmetauscher (8) mit einem ersten Fluidleitabschnitt (9) zum Leiten des Anodenabgases und einem zweiten Fluidleitabschnitt (10) zum Leiten des Reformierzuführgases, wobei der erste Fluidleitabschnitt (9) und der zweite Fluidleitabschnitt (10) innerhalb des Wärmetauschers (8) zumindest abschnittsweise für eine Wärmeübertragung zwischen dem Anodenabgas und dem Reformierzuführgas miteinander in wärmeübertragender Verbindung stehen, und einen Gebläseabschnitt (24) stromabwärts des ersten Fluidleitabschnitts (9) und stromaufwärts des zweiten Fluidleitabschnitts (10) mit einem darin angeordneten Rückführgebläse (11) zum Führen des Anodenabgases von dem ersten Fluidleitabschnitt (9) über den Gebläseabschnitt (24) zum zweiten Fluidleitabschnitt (10), einen Kühlfluidleitabschnitt (25) zum Zuführen eines Kühlfluids in den Gebläseabschnitt (24) stromaufwärts des Rückführgebläses (11) zum Kühlen des Anodenabgases im Gebläseabschnitt (24) stromaufwärts des Rückführgebläses (11), eine Brennstoffquelle (13), die stromaufwärts des Wärmetauschers (8) angeordnet ist, und einen in den Wärmetauscher (8) integrierten Verdampfer (12) zum Verdampfen von Brennstoff von der Brennstoffquelle (13). Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben des Brennstoffzellensystems (100) sowie ein Kraftfahrzeug (1000) mit dem Brennstoffzellensystem (100).

Fig. 1

Brennstoffzellensystem und Verfahren zum Betreiben desselben

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem, insbesondere ein SOFC-System für den mobilen Einsatz. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines Brennstoffzellensystems sowie ein Kraftfahrzeug mit einem solchen Brennstoffzellensystem.

Gattungsgemäße Brennstoffzellensysteme weisen einen Brennstoffzellenstapel mit einem Anodenabschnitt und einem Kathodenabschnitt zur elektrischen Stromerzeugung auf. Bei gattungsgemäßen Brennstoffzellensystemen ist eine Anodenabgasrückführung zur Wiederverwendung von Anodenabgas im Anodenabschnitt bekannt. Hierzu wird in einem Rückführkreislauf des Brennstoffzellensystems ein Rückführgebläse angeordnet, mittels welchem Anodenabgas von einem Anodenausgang zurück in Richtung eines Anodeneingangs des Anodenabschnitts gefördert werden kann.

Aus der internationalen Patentanmeldung WO 2017/037197 A1 ist ein Brennstoffzellensystem mit einer Anodenabgasrückführung bekannt. Gemäß dem dort gezeigten Brennstoffzellensystem wird Anodenabgas aus dem Anodenausgang über ein Rückführgebläse oder eine Pumpe zurück in Richtung des Anodeneingangs des Anodenabschnitts gefördert. Anodenabgas hat bei derartigen Brennstoffzellensystemen eine Temperatur von ca. 500°C. Das stromabwärts des Anodenabschnitts angeordnete Rückführgebläse oder eine entsprechende Pumpe müssen deshalb hochwertige, entsprechend hitzebeständige Komponenten aufweisen. Die verwendeten Rückführgebläse oder Pumpen sind deshalb relativ teuer.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, der voranstehend beschriebenen Problematik zumindest teilweise Rechnung zu tragen. Insbesondere ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Brennstoffzellensystem sowie ein Verfahren zum Betreiben desselben zu schaffen, wobei ein Rückführgebläse mit einem möglichst geringen Wärmeschutz und deshalb entsprechend kostengünstig verwendet 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 6 sowie das Kraftfahrzeug gemäß Anspruch 9 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 dem erfindungsgemäßen Verfahren, dem erfindungsgemäßen Kraftfahrzeug und jeweils umgekehrt, sodass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird bzw. werden kann.

- 5 Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Brennstoffzellensystem bereitgestellt, aufweisend zumindest einen Brennstoffzellenstapel mit einem Anodenabschnitt und einem Kathodenabschnitt, einen Anodenzuführabschnitt zum Zuführen von reformiertem Anodenzuführgas von einem Reformier-
abschnitt, den Reformier zum Reformieren von Reformierzuführgas, einen Reformier-
10 zuführabschnitt zum Zuführen des Reformierzuführgases zu dem Reformier, und einen Anodenrückführabschnitt zum Rückführen von Anodenabgas zur Wiederverwendung im Anodenabschnitt. Das Brennstoffzellensystem weist ferner einen Wärmetauscher mit einem ersten Fluidleitabschnitt zum Leiten des Anodenabgases und einem zweiten Fluidleitabschnitt zum Leiten des Reformierzuführgases auf, wobei der
15 erste Fluidleitabschnitt und der zweite Fluidleitabschnitt innerhalb des Wärmetauschers zumindest abschnittsweise für eine Wärmeübertragung zwischen dem Anodenabgas und dem Reformierzuführgas miteinander in wärmeübertragender Verbindung stehen. Das Brennstoffzellensystem weist ferner einen Gebläseabschnitt stromabwärts des ersten Fluidleitabschnitts und stromaufwärts des zweiten Fluidleit-
20 abschnitts mit einem darin angeordneten Rückführgebläse zum Führen des Anodenabgases von dem ersten Fluidleitabschnitt über den Gebläseabschnitt zum zweiten Fluidleitabschnitt auf. Außerdem weist das Brennstoffzellensystem einen Kühlfluidleitabschnitt zum Zuführen eines Kühlfluids in den Gebläseabschnitt stromaufwärts des Rückführgebläses zum Kühlen des Anodenabgases im Gebläseabschnitt strom-
25 aufwärts des Rückführgebläses auf. Darüber hinaus ist stromaufwärts des Wärmetauschers eine Brennstoffquelle angeordnet, wobei in den Wärmetauscher ein Verdampfer zum Verdampfen von Brennstoff von der Brennstoffquelle integriert ist.

Das Brennstoffzellensystem kann einen, zwei, drei oder mehr Brennstoffzellenstapel umfassen, welche beliebig zueinander und zu anderen Elementen des Brennstoffzellensystems angeordnet sein können. Unter Brennstoffzellenstapel sind im Rahmen
30 der Erfindung Stacks zu verstehen.

Durch den Kühlfluidleitabschnitt kann dem Anodenabgas im Gebläseabschnitt stromaufwärts des Rückführgebläses Kühlfluid beigemischt werden. Dadurch kann

das Anodenabgas stromaufwärts des Rückführgebläses gekühlt werden. Nachdem das abgekühlte Anodenabgas bzw. das entsprechend temperierte Anodenabgas-Kühlfluid-Gemisch über das Rückführgebläse weiter durch den zweiten Fluidleitabschnitt gefördert wurde, kann durch den Wärmetauscher das Anodenabgas ergänzend bereits im ersten Fluidleitabschnitt gekühlt werden. Der erste Fluidleitabschnitt entspricht demnach einer heißen Seite des Wärmetauschers und der zweite Fluidleitabschnitt einer kalten Seite des Wärmetauschers. Durch dieses zweistufige Kühlverfahren ist es möglich, die Temperatur des Anodenabgases am Rückführgebläse von bisher ca. 500°C auf bis zu 300°C zu reduzieren. Im vorgeschlagenen Brennstoffzellensystem kann deshalb ein Rückführgebläse mit entsprechend günstigeren Komponenten hinsichtlich des erforderlichen Hitzeschutzes verwendet werden.

Ein weiterer Vorteil des vorliegenden Brennstoffzellensystems wird dadurch erreicht, dass das Anodenabgas bereits im ersten Fluidleitabschnitt gekühlt wird. Dadurch kann die Gefahr einer Selbstentzündung reduziert werden, die beim Zusammentreffen von heißem Anodenabgas mit dem Kühlfluid, das beispielsweise in Form von Umgebungsluft bereitgestellt wird, auftreten könnte.

Für die Verdampfung des Brennstoffs von der Brennstoffquelle im Verdampfer wird Energie benötigt. D.h., für die Verdampfung des Brennstoffs muss dem Verdampfer Wärmeenergie zugeführt werden. Diese erforderliche Wärmeenergie wird vorliegend zumindest teilweise der Umgebung des Verdampfers, insbesondere dem Wärmetauscher, entzogen. Mit anderen Worten wird dem Anodenabgas überschüssige Wärmeenergie entzogen und dem im Wärmetauscher integrierten Verdampfer zum Verdampfen des Brennstoffs zugeführt. Im Rahmen dieses Vorgangs werden das Anodenabgas gekühlt und der Verdampfer bzw. der Brennstoff im Verdampfer erhitzt. Folglich kann durch die endotherme Reaktion beim Verdampfen des Brennstoffs die Enthalpie zum Heizen des Brennstoffs genutzt werden, um die Auslasstemperatur des Fluidgemisches aus dem zweiten Fluidleitabschnitt zu reduzieren. Entsprechend kann, wie vorstehend erwähnt, mittels der Enthalpie das Anodenabgas gekühlt werden, das durch den ersten Fluidleitabschnitt des Wärmetauschers geführt wird. Dadurch können eine weitere Vorkühlung des Anodenabgases und mithin eine noch niedrigere Temperatur des Anodenabgases am Rückführgebläse erzielt werden. Folglich kann ein noch kostengünstigeres Rückführgebläse mit einem entsprechend niedrigen Hitzeschutz verwendet werden.

Durch die erfindungsgemäße Systemanordnung können auf effiziente Weise der Brennstoff erhitzt bzw. verdampft und das Anodenabgas gekühlt werden. Diese Effizienz resultiert in der Möglichkeit einer besonders kompakten Bauweise dieser Bauteilgruppe.

- 5 Es scheint, dass sich die Temperatur des Anodenabgases mit dem erfindungsgemäßen Aufbau am Eingang des Rückführgebläses auf bis zu 150°C reduzieren lässt. Damit konnten am Fluidausgang des Rückführgebläses derart niedrige Temperaturen erreicht werden, dass das Anodenabgas-Kühlfluid-Gemisch in diesem Bereich gerade nicht mehr kondensiert. Auch dies führt zu einem verbesserten Betrieb des
- 10 Brennstoffzellensystems.

- Ein weiterer Vorteil ergibt sich bei dem erfindungsgemäßen Systemaufbau dadurch, dass während des Betriebs des Brennstoffzellensystems kein Brennstoff durch das Rückführgebläse gefördert werden muss. Würde Brennstoff durch das Rückführgebläse gefördert werden, befände sich ein Sauerstoff-zu-Kohlenstoff-Verhältnis (O/C-
- 15 Verhältnis) stromaufwärts des Rückführgebläses nicht im gewünschten Verhältnis. Dies könnte zu einer Kohlenstoffablagerung im Anodenzuführabschnitt führen. Vorliegend findet die Verdampfung im Wärmetauscher stromabwärts des Rückführgebläses statt. Dort befindet sich bereits die gewünschte Menge an Luft bzw. Sauerstoff, sodass auch das gewünschte O/C-Verhältnis vorliegt.

- 20 Der Verdampfer ist zum Beimengen des darin verdampften Brennstoffs zum Anodenabgas-Kühlfluid-Gemisch konfiguriert. Diese Fluidkomponenten weist auch das Reformierzuführgas auf, also Anodenabgas, Kühlfluid, insbesondere in Form von Umgebungsluft, und verdampften Brennstoff.

- Darunter, dass der Verdampfer in den Wärmetauscher integriert ist kann verstanden
- 25 werden, dass der Wärmetauscher integral oder als eine Bauteileinheit mit dem Verdampfer ausgestaltet ist. Der Verdampfer muss dabei nicht als internes bzw. vom Wärmetauscher vollständig umschlossenes Bauteil des Wärmetauschers ausgestaltet sein. Die Brennstoffquelle ist vorzugsweise in Form eines separaten Brennstofftanks ausgestaltet. D.h., die Brennstoffquelle ist bevorzugt nicht als Teil einer
- 30 Brennstoffrezirkulationsleitung sondern als separate Brennstoffquelle bereitgestellt. Der Brennstofftank ist insbesondere als Brennstofftank für reinen oder überwiegend reinen kohlenwasserstoffhaltigen Flüssigbrennstoff ausgestaltet. Zwischen der Brennstoffquelle und dem Verdampfer bzw. stromaufwärts des Verdampfers und

stromabwärts der Brennstoffquelle ist vorzugsweise eine Pumpe oder eine Dosiereinrichtung zum Zuführen des Brennstoffs zum Verdampfer angeordnet.

Wie vorstehend erwähnt, kann als Kühlfluid Umgebungsluft oder ein anderes kühles, sauerstoffhaltiges Fluid verwendet werden. Der Kühlfluidleitabschnitt kann mithin als
5 Luftleitabschnitt zum Zuführen von Luft, insbesondere Umgebungsluft, oder einem anderen sauerstoffhaltigen Gas in den Gebläseabschnitt stromaufwärts des Rückführgebläses verstanden werden.

Der erste Fluidleitabschnitt und der zweite Fluidleitabschnitt sind für die Wärmeübertragung mit Bezug auf eine Strömungsrichtung durch die Fluidleitabschnitte parallel
10 oder im Wesentlichen parallel zueinander angeordnet. Dadurch können der Wärmetransport vom heißen Anodenabgas im ersten Fluidleitabschnitt in Richtung des kälteren Anodenabgas-Kühlfluid-Gemisches und anders herum auf möglichst langer Strecke im Wärmetauscher durchgeführt und eine entsprechend wirkungsvolle Kühlwirkung für das Anodenabgas im ersten Fluidleitabschnitt erzielt werden.

Der zweite Fluidleitabschnitt ist vorzugsweise direkt stromabwärts des Rückführgebläses und direkt stromaufwärts des Reformers angeordnet. Unter dem Rückführgebläse ist eine Gasrezirkulationseinheit zum Rückführen bzw. zur Unterstützung der Rückführung des Anodenabgases zur Wiederverwendung im Anodenabschnitt zu verstehen. Entsprechend kann das Rückführgebläse auch als Rückföhrpumpe aus-
20 gestaltet sein. Der Gebläseabschnitt kann in diesem Fall auch als Pumpabschnitt verstanden werden.

Für die Wärmeübertragung zwischen dem Anodenabgas und dem Reformierzuföhrgas stehen der erste Fluidleitabschnitt und der zweite Fluidleitabschnitt innerhalb des Wärmetauschers zumindest abschnittsweise direkt oder indirekt miteinander in wärmeübertragender Verbindung. Eine direkte wärmeübertragende Verbindung kann
25 dadurch realisiert sein, dass eine erste Leitungsabschnittswandung des ersten Fluidleitabschnitts direkt an einer zweiten Leitungsabschnittswandung des zweiten Fluidleitabschnitts anliegt. Bei einer indirekten wärmeübertragenden Verbindung können zwischen den Leitungsabschnittswandungen noch ein Luftspalt und/oder ein fester, wärmeleitender Materialabschnitt ausgestaltet sein.
30

Zum Zuführen des Kühlfluids in den Gebläseabschnitt stromaufwärts des Rückführgebläses ist vorzugsweise ein Zusammenföhrabschnitt stromaufwärts des Rückföhr-

gebläses für ein einfaches Zusammenführen des Anodenabgases mit dem Kühlfluid angeordnet.

Der zweite Fluidleitabschnitt ist zum wenigstens teilweisen Leiten des Reformierzuführgases ausgestaltet. Das Reformierzuführgas wird insbesondere in einem hinteren
5 Abschnitt des zweiten Fluidleitabschnitts geleitet, wobei sich der hintere Abschnitt des zweiten Fluidleitabschnitts stromabwärts eines vorderen Abschnitts des zweiten Fluidleitabschnitts befindet. Der vordere Abschnitt des zweiten Fluidleitabschnitts ist insbesondere zum Leiten des Anodenabgas-Kühlfluid-Gemisches ausgestaltet.

Der Wärmetauscher ist vorzugsweise als ein plattenförmiger Wärmetauscher ausgestaltet. Diese Bauform hat sich als eine besonders platzsparende und gut in das vor-
10 liegende System integrierbare Variante eines Wärmetauschers herausgestellt.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es möglich, dass bei einem Brennstoffzellensystem stromaufwärts des Kühlfluidleitabschnitts ein Kathodengasgebläse zum Zuführen des Kühlfluids in Form von Kathodenzuführgas
15 in den Kühlfluidleitabschnitt, angeordnet ist. Unter dem Kathodenzuführgas ist vorzugsweise Luft, insbesondere Umgebungsluft oder ein anderes sauerstoffhaltiges Fluid, zu verstehen, welche bzw. welches durch das Kathodengasgebläse während des Betriebs des Brennstoffzellensystems in Richtung des Kathodenabschnitts gefördert wird. Demnach kann das Kathodengasgebläse mit einer Doppelfunktion be-
20 trieben werden. Einerseits fördert es das Kathodenzuführgas in Richtung des Kathodenabschnitts des Brennstoffzellenstapels, andererseits fördert es das Kühlfluid, insbesondere Umgebungsluft, in Form des Kathodenzuführgases in den Kühlfluidleitabschnitt zum Kühlen des Anodenabgases. Für das Brennstoffzellensystem kann damit ein besonders platzsparender Systemaufbau umgesetzt werden.

Darüber hinaus ist es bei einem Brennstoffzellensystem gemäß der vorliegenden Erfindung möglich, dass der zweite Fluidleitabschnitt einen ersten Fluideingang zum Einbringen des rückgeführten Anodenabgases und/oder des Kühlfluids in den zweiten Fluidleitabschnitt, einen zweiten Fluideingang zum Einbringen von verdampftem Brennstoff in den zweiten Fluidleitabschnitt, und einen Fluidausgang zum Ausgeben
30 eines Fluidgemisches in Form des Reformierzuführgases aus dem rückgeführten Anodenabgas, dem Kühlfluid und/oder dem verdampften Brennstoff, aufweist, wobei innerhalb des zweiten Fluidleitabschnitts eine poröse Trennschicht ausgestaltet ist, durch welche verdampfter Brennstoff zum Vermengen mit dem rückgeführten Ano-

denabgas und/oder dem Kühlfluid strömbar ist. Dadurch kann sich der verdampfte Brennstoff durch einfache strukturelle Maßnahmen innerhalb des zweiten Fluidleitabschnitts während des Betriebs des Brennstoffzellensystems besonders gleichmäßig mit dem Anodenabgas-Kühlfluid-Gemisch vermengen.

- 5 Gemäß einer weiteren Ausgestaltungsvariante der vorliegenden Erfindung ist es möglich, dass der erste Fluidleitabschnitt und der zweite Fluidleitabschnitt innerhalb des Wärmetauschers zum zueinander gegenläufigen Führen des Anodenabgases und des Reformierzuführungsgases zumindest abschnittsweise zueinander gegenläufig ausgestaltet sind. Durch die gegenläufige Anordnung kann das Fluidleitungssystem
10 besonders platzsparend im Brennstoffzellensystem bereitgestellt werden. Außerdem können durch die gegenläufige Anordnung fluiddynamische Vorteile erzielt werden. Der erste Fluidleitabschnitt und der zweite Fluidleitabschnitt sind derart gegenläufig angeordnet, dass das Anodenabgas im ersten Fluidleitabschnitt und das Anodenabgas-Kühlfluid-Gemisch und/oder das Reformierzuführungsgas bzw. Reformierzuführfluid im
15 zweiten Fluidleitabschnitt im Betrieb des Brennstoffzellensystems in entgegengesetzte oder zumindest schräg zueinander verlaufende Richtungen innerhalb des Wärmetauschers strömen.

- Zudem ist es von Vorteil, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem im Anodenrückführabschnitt ein Gabelabschnitt zum Abzweigen eines Teils des
20 Anodenabgases in Richtung des ersten Fluidleitabschnitts und eines anderen Teils des Anodenabgases in Richtung eines Nachbrenners des Brennstoffzellensystems angeordnet ist. Unter Verwendung des Gabelabschnitts kann das Anodenabgas auf einfache Weise sowohl für die in Rede stehende Rückführung zur Wiederverwendung im Anodenabschnitt, als auch für eine Verbrennung im Nachbrenner und damit
25 für eine Temperierung des Brennstoffzellensystems bzw. ausgewählter Komponenten desselben genutzt werden. Unter dem Gabelabschnitt kann ein geeignetes 3-Wege-Ventil verstanden werden. Alternativ kann vorteilhaft auch ein T-Stück vorgesehen sein, durch welches sich das Anodenabgas entsprechend einem durch das Anodenrezirkulationsgebläse verursachten Unterdruck aufteilt. Durch die Anordnung
30 des Gabelabschnitts stromaufwärts des ersten Fluidleitabschnitts wird nur der Teil des Anodenabgases am Wärmetauscher gekühlt. Der Teil, der in Richtung des Nachbrenners geleitet wird, bleibt auf dem ursprünglichen hohen Temperaturniveau. Dadurch wird ein besonders vorteilhaftes Temperaturmanagement erzielt. Während des Betriebs des Brennstoffzellensystems können durch den Gabelabschnitt ca. 35%

des Anodenabgases in Richtung des ersten Fluidleitabschnitts und ca. 65% des Anodenabgases in Richtung des Nachbrenners geleitet werden. Eine Aufteilung ist jedoch grundsätzlich vom verwendeten Brennstoff und/oder einem Betriebspunkt abhängig, weshalb diese auch anders sein kann, beispielsweise auch 50 % zu 50 %
5 oder 70 % zu 30 % oder 40 % zu 60 % oder beliebig festlegbar anders. Der Gabelabschnitt ist vorzugsweise direkt stromabwärts des Anodenabschnitts und direkt stromaufwärts des ersten Fluidleitabschnitts des Wärmetauschers angeordnet.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Betreiben eines wie vorstehend beschriebenen Brennstoffzellensystems bereitge-
10 stellt, wobei mittels des Rückführgebläses bzw. einer entsprechenden Pumpe gleichzeitig das Anodenabgas durch den ersten Fluidleitabschnitt gesaugt und anschließen über das Rückführgebläse durch den zweiten Fluidleitabschnitt, und das Kühlfluid über das Rückführgebläse durch den zweiten Fluidleitabschnitt, in Richtung des Reformers gefördert werden. Damit bringt ein erfindungsgemäßes Verfahren die glei-
15 chen Vorteile mit sich, wie sie ausführlich mit Bezug auf das erfindungsgemäße Brennstoffzellensystem beschrieben worden sind. Insbesondere können im Rahmen des Verfahrens die vorstehend beschriebenen erweiterten Kühlfunktionen zum Kühlen des Leitungsabschnitts stromaufwärts des Rückführgebläses genutzt werden. Bei dem vorliegenden Verfahren wird durch den im Wärmetauscher integrierten Ver-
20 dampfer Brennstoff verdampft, während mittels des Rückführgebläses Anodenabgas durch den zweiten Fluidleitabschnitt in Richtung des Reformers gefördert wird.

Bei einer weiteren Ausgestaltungsvariante der vorliegenden Erfindung kann das Kühlfluid durch das Kathodengasgebläse in Form von Umgebungsluft aus der Um-
gebung des Brennstoffzellensystems in den Kühlfluidleitabschnitt gefördert werden.
25 Umgebungsluft ist leicht verfügbar und weist den gewünschten Sauerstoffgehalt für die erforderlichen Arbeitsprozesse im Brennstoffzellensystem auf. Unter Verwendung von Umgebungsluft kann das Verfahren besonders leicht und kostengünstig umgesetzt werden. Bei Versuchen im Rahmen der vorliegenden Erfindung hat sich herausgestellt, dass besonders gute Betriebsergebnisse erzielt werden können, wenn
30 Umgebungsluft in einem Temperaturbereich zwischen 40°C und 80°C, insbesondere mit ca. 60°C, zugeführt wird. Die Umgebungsluft, die in der Regel niedriger als 40°C ist, kann durch die Komprimierung derselben mittels des Kathodengasgebläses effizient auf die gewünschte Temperatur erhöht werden.

Darüber hinaus ist es möglich, dass bei einem erfindungsgemäßen Verfahren dem Verdampfer aus der Brennstoffquelle Brennstoff zugeführt wird, der überwiegend, insbesondere mehr als 80%, kohlenwasserstoffhaltigen Brennstoff aufweist. D.h., das vorliegende Brennstoffzellensystem wird vorzugsweise mit reinem oder im Wesentlichen reinem Brennstoff, und nicht etwa mit einem Brennstoff-Wasser-Gemisch, wie dies bei anderen, gattungsfremden Brennstoffzellensystemen umgesetzt wird, betrieben. Die Zufuhr von reinem Brennstoff bzw. von im Wesentlichen reinem Brennstoff kann im Vergleich zu einer Brennstoffgemischzufuhr relativ einfach realisiert werden. Unter überwiegend kohlenwasserstoffhaltigem Brennstoff ist Brennstoff zu verstehen, der mehr als 50% kohlenwasserstoffhaltigen Brennstoff aufweist.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Kraftfahrzeug mit einem wie vorstehend im Detail erläuterten Brennstoffzellensystem zur Bereitstellung elektrischer Energie und wenigstens einem Elektromotor zum Antreiben des Kraftfahrzeugs unter zumindest teilweiser Verwendung der elektrischen Energie, die durch das Brennstoffzellensystem bereitgestellt wird, geschaffen. Das Brennstoffzellensystem ist dabei ferner zum Durchführen eines wie vorstehend beschriebenen Verfahrens konfiguriert und ausgestaltet. Damit bringt auch ein erfindungsgemäßes Kraftfahrzeug die Vorteile mit sich, wie sie vorstehend ausführlich beschrieben wurden. Das Kraftfahrzeug kann in Form eines Landfahrzeugs, eines Wasserfahrzeugs, eines Schienenfahrzeugs, eines Luftfahrzeugs und/oder einer anderen mobilen Einheit, wie beispielsweise eines Roboters, ausgestaltet sein.

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 Teils eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems,

Figur 2 einen Teilabschnitt eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers,

Figur 3 ein Blockdiagramm zum Darstellen eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems, und

Figur 4 ein Kraftfahrzeug mit einem darin verbauten Brennstoffzellensystem gemäß der vorliegenden Erfindung.

- 5 Elemente mit gleicher Funktion und Wirkungsweise sind in den Figuren 1 bis 4 jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen.

In Fig. 1 sind schematisch die erfindungswesentlichen Bestandteile eines Brennstoffzellensystems 100 gemäß einer bevorzugten Ausführungsform dargestellt. Das gezeigte Brennstoffzellensystem 100 weist einen oder mehrere Brennstoffzellenstapel 1
10 mit einem Anodenabschnitt 2 und einem Kathodenabschnitt 3, einen Anodenzuführabschnitt 5 zum Zuführen von reformiertem Anodenzuführgas von einem Reformer 4 zu dem Anodenabschnitt 2, den Reformer 4 zum Reformieren von Reformerzuführgas, einen Reformerzuführabschnitt 14 zum Zuführen des Reformerzuführgases zu dem Reformer 4, und einen Anodenrückführabschnitt 6 zum Rückführen von
15 Anodenabgas zur Wiederverwendung im Anodenabschnitt 2, auf.

Das Brennstoffzellensystem weist ferner einen Wärmetauscher 8 mit einem ersten Fluidleitabschnitt 9 zum Leiten des Anodenabgases und einem zweiten Fluidleitabschnitt 10 zum Leiten des Reformerzuführgases auf, wobei der erste Fluidleitabschnitt 9 und der zweite Fluidleitabschnitt 10 innerhalb des Wärmetauschers 8 zu-
20 mindest abschnittsweise für eine Wärmeübertragung zwischen dem Anodenabgas und dem Reformerzuführgas miteinander in wärmeübertragender Verbindung stehen. Der erste Fluidleitabschnitt entspricht einer heißen Seite des Wärmetauschers 8 und der zweite Fluidleitabschnitt 10 entspricht einer kalten Seite des Wärmetauschers 8.

25 Außerdem weist das Brennstoffzellensystem 100 einen Gebläseabschnitt 24 stromabwärts des ersten Fluidleitabschnitts 9 und stromaufwärts des zweiten Fluidleitabschnitts 10 mit einem darin angeordneten Rückführgebläse 11 zum Führen des Anodenabgases von dem ersten Fluidleitabschnitt 9 über den Gebläseabschnitt 24 zum zweiten Fluidleitabschnitt 10, und einen Kühlfluidleitabschnitt 25 zum Zuführen eines
30 Kühlfluids in den Gebläseabschnitt 24 stromaufwärts des Rückführgebläses 11 zum Kühlen des Anodenabgases im Gebläseabschnitt 24 stromaufwärts des Rückführgebläses 11, auf.

Stromaufwärts des Kühlfluidleitabschnitts 25 ist ein Kathodengasgebläse 7 zum Zuführen des Kühlfluids in Form von Kathodenzuführungsgas bzw. Umgebungsluft in den Kühlfluidleitabschnitt 25 angeordnet. Stromaufwärts des Wärmetauschers 8 ist eine Brennstoffquelle 13 in Form eines Brennstofftanks angeordnet. Außerdem ist in den
5 dargestellten Wärmetauscher 8 ein Verdampfer 12 zum Verdampfen von Brennstoff von der Brennstoffquelle 13 integriert.

Im Anodenrückführabschnitt 6 ist ein Gabelabschnitt 16 zum Abzweigen eines Teils des Anodenabgases in Richtung des ersten Fluidleitabschnitts 9 und eines anderen Teils des Anodenabgases in Richtung eines Nachbrenners 17 des Brennstoffzellensystems 100 angeordnet. Stromaufwärts des Kathodengasgebläses 7 ist ein Zusammenführabschnitt 15 zum Zusammenführen des Anodenabgases mit dem Kühlfluid im Gebläseabschnitt 24 ausgestaltet.
10

Mit Bezug auf Fig. 2 wird anschließend eine bevorzugte Ausführungsform eines Teilabschnitts des Wärmetauschers 8 beschrieben. In dem dargestellten Teilabschnitt
15 des Wärmetauschers 8 weist der zweite Fluidleitabschnitt 10 einen ersten Fluideingang 18 zum Einbringen des rückgeführten Anodenabgases und/oder des Kühlfluids in den zweiten Fluidleitabschnitt 10, einen zweiten Fluideingang 19 zum Einbringen von verdampftem Brennstoff in den zweiten Fluidleitabschnitt 10, und einen Fluidausgang 20 zum Ausgeben eines Fluidgemisches in Form des Reformierzuführungsgases aus dem rückgeführten Anodenabgas, dem Kühlfluid und/oder dem verdampften Brennstoff, auf. Innerhalb des zweiten Fluidleitabschnitts 10 ist eine poröse Trennschicht 21 ausgestaltet, durch welche verdampfter Brennstoff zum Vermengen mit dem rückgeführten Anodenabgas und/oder dem Kühlfluid strömbar ist. Der erste Fluidleitabschnitt 9 weist einen Anodenabgaseingang 22 und einen Anodenabgasausgang 23 auf. Wie in Fig. 1 und insbesondere in Fig. 2 zu erkennen, sind der erste Fluidleitabschnitt 9 und der zweite Fluidleitabschnitt 10 innerhalb des Wärmetauschers 8 zum zueinander gegenläufigen Führen des Anodenabgases und des Reformierzuführungsgases zumindest abschnittsweise zueinander gegenläufig ausgestaltet.
20
25

Der in Fig. 2 dargestellte Wärmetauscher 8 ist in Form eines Gegenströmers, insbesondere in Form eines Gegenströmer-Plattenwärmetauschers ausgestaltet. Durch diese Bauform lässt sich eine wirksame Wärmeübertragung zwischen dem ersten Fluidleitabschnitt 9 und dem zweiten Fluidleitabschnitt 10 erreichen. Alternativ zur dargestellten Variante wäre auch ein Gleichströmer denkbar. In diesem Fall könnten
30

der Anodengaseingang 22 und der Anodengasausgang 23 vertauscht angeordnet sein. Darüber hinaus wäre es möglich, dass der Wärmetauscher 8 in Form eines Kreuzströmers ausgestaltet ist. Bei einem Kreuzströmer verliefen die in Rede stehenden Fluidströme senkrecht zueinander und wären, im Vergleich zum Parallelströmer, jeweils in Strömungsrichtung nicht quervermischt. Zudem wäre eine Ausgestaltungsvariante des Wärmetauschers 8 in Form eines Kreuzgegenströmers möglich. Dies könnte durch eine Kombination mehrerer Plattenelemente übereinander realisiert werden. Hierfür wäre eine entsprechende Auftrennung der jeweiligen Fluidströme erforderlich. Der erhöhte strukturelle Aufwand könnte hierbei durch einen besonders effektiven Wärmetausch gerechtfertigt werden.

Mit Bezug auf Fig. 1 soll anschließend ein Verfahren zum Betreiben des dargestellten Brennstoffzellensystems 100 erläutert werden. Während eines Betriebs des Brennstoffzellensystems 100 wird Anodenabgas vom Anodenabschnitt 2 durch den Anodenrückführabschnitt 6 und den darin angeordneten Gabelabschnitt 16 zum ersten Fluidleitabschnitt 9 des Wärmetauschers 8 geleitet. Dies wird zumindest teilweise mittels des Rückführgebläses 11 durchgeführt. Mittels des Rückführgebläses 11 wird das Anodenabgas durch den Gebläseabschnitt 24 auch weiter über den Zusammenführabschnitt 15 zum zweiten Fluidleitabschnitt 10 des Wärmetauschers 8 geleitet. Gleichzeitig wird durch das Kathodengasgebläse 7 und über den Zusammenführabschnitt 15 sowie das Rückführgebläse 11 Kühlfluid in Form von Umgebungsluft durch den zweiten Fluidleitabschnitt 10 in Richtung des Reformers 4 gefördert. Durch das Kühlfluid wird der Eingangsbereich am Rückführgebläse 7 bereits erstmalig gekühlt. Eine weitere Kühlung am und im Rückführgebläse 11 findet dadurch statt, dass das Kühlfluid im Bereich des zweiten Fluidleitabschnitts 10 auch das Anodenabgas im ersten Fluidleitabschnitt 9 kühlt, wodurch das Anodenabgas bereits vorgekühlt am Zusammenführabschnitt 15 ankommt.

Während des Betriebs des Brennstoffzellensystems 100 wird außerdem reiner oder im Wesentlichen reiner Brennstoff in Form eines kohlenwasserstoffhaltigen Fluids wie Ethanol oder Diesel in den Verdampfer 12 des Wärmetauschers 8 geführt. Da die Verdampfung des Brennstoffs endotherm stattfindet, kann der entsprechende Temperaturentzug im zweiten Fluidleitabschnitt 10 zum weiteren Kühlen des ersten Fluidleitabschnitts 9 bzw. des Anodenabgases darin genutzt werden. Dadurch kann die Anodenabgastemperatur am Rückführgebläse 11 auf bis zu ca. 150°C verringert werden. Das im zweiten Fluidleitabschnitt 10 erzeugte Reformierzuführgas weist ent-

sprechend das Anodenabgas, das Kühlfluid in Form von Umgebungsluft sowie den verdampften Brennstoff auf. Während des Betriebs des Brennstoffzellensystems 100 wird das im Reformer 4 reformierte Reformerzuführgas über den Anodenzuführabschnitt 6 weiter zum Anodenabschnitt 2 geführt, sodass es dort wiederverwendet werden kann.

Fig. 3 zeigt die in Fig. 1 dargestellten Funktionsbauteile des Brennstoffzellensystems 100 in einer Gesamtansicht. Das dargestellte Brennstoffzellensystem 100 ist in Form eines SOFC-Systems ausgestaltet. In Fig. 3 kann insbesondere die Integration der in Fig. 1 dargestellten Funktionsbauteile in ein Gesamtsystem erkannt werden. Das in Fig. 3 dargestellte Brennstoffzellensystem 100 weist zwei Brennstoffzellenstapel 1 mit jeweils einem Anodenabschnitt 2 und einem Kathodenabschnitt 3 auf. Stromabwärts des Reformers 4 ist ein weiterer Wärmetauscher 26 zum Erhitzen des reformierten Anodenzuführgases angeordnet. D.h., der Anodenzuführabschnitt 5 bzw. ein Fluidausgang des Reformers 4 steht mit einer kalten Seite des weiteren Wärmetauschers 26 in Fluidverbindung. Die kalte Seite des weiteren Wärmetauschers 26 bzw. der entsprechende Fluidausgang des weiteren Wärmetauschers 26 steht mit den Anodenabschnitten 2 der Brennstoffzellenstapel 1 in Fluidverbindung.

Stromabwärts des Nachbrenners 17 ist noch ein Wärmetauscher 27 zur Verwendung des erhitzten Fluids aus dem Nachbrenner 17 zum Erhitzen von Kathodenzuführgas angeordnet. D.h., ein Fluidausgang des Nachbrenners 17 steht mit einer heißen Seite des Wärmetauschers 27 in Fluidverbindung. Stromabwärts des Wärmetauschers 27 ist der weitere Wärmetauscher 26 angeordnet. Genauer gesagt stehen ein Fluidausgang des Wärmetauschers 27 und eine heiße Seite des weiteren Wärmetauschers 26 über einen entsprechenden Fluideingang des weiteren Wärmetauschers 26 in Fluidverbindung. Die heiße Seite des weiteren Wärmetauschers 26 bzw. der entsprechende Fluidausgang des weiteren Wärmetauschers 26 steht mit den Kathodenabschnitten 3 der Brennstoffzellenstapel 1 in Fluidverbindung.

Stromaufwärts des Kathodengasgebläses 7 ist in einem weiteren Kühlfluidleitabschnitt, der zumindest teilweise parallel zum Kühlfluidleitabschnitt 25 verläuft, eine ergänzende Kühleinheit 28 zum Kühlen von Umgebungsluft angeordnet. Über die Kühleinheit kann die gekühlte Umgebungsluft oder ein anderes gekühltes sauerstoffhaltiges Fluid direkt dem stromabwärts der Kühleinheit 28 angeordneten Rückführgebläse 11 zugeführt werden. Hierzu ist stromabwärts der Kühleinheit 28 und strom-

aufwärts des Rückführgebläses 11 in dem weiteren Kühlfluidleitabschnitt ein Kühlflu-
idgebläse angeordnet. Mittels der Kühleinheit 28 und die darüber zugeführte Umge-
bungsluft kann das Rückführgebläse 11 bei Bedarf besonders wirksam gekühlt wer-
den.

- 5 Darüber hinaus kann in Fig. 3 erkannt werden, dass die Brennstoffquelle 13 strom-
aufwärts des Nachbrenners 17 angeordnet ist und mit diesem zum Zuführen von
Brennstoff entsprechend in Fluidverbindung steht. Gemäß der dargestellten Ausführ-
ungsform kann der Brennstoff von der Brennstoffquelle 13 über einen Startbrenner
29 dem Nachbrenner 17 zugeführt werden.
- 10 Neben der in Fig. 3 dargestellten getrennten Anordnung des Reformers 4 und des
Nachbrenners 17 ist noch eine gekoppelte Bauweise dieser beiden Komponenten
möglich. Insbesondere kann es von Vorteil sein, wenn der Reformer 4 mit dem
Nachbrenner 17 thermisch gekoppelt ist. Hierzu könnten der Reformer 4 und der
Nachbrenner 17 nebeneinander, insbesondere in direktem, mechanischen Kontakt
15 miteinander angeordnet sein. Besonders bevorzugt könnte der Nachbrenner 17 ring-
förmig um den Reformer 4 herum angeordnet sein.

Durch das dargestellte und erläuterte Rückführen des Anodenabgases wird Wasser,
dass sich in dampfförmigen Anteilen im Anodenabgas befindet, zum Reformer 4 ge-
führt. D.h., durch die Anodenabgasrückführung kann dem Reformer 4 Wasser zuge-
20 führt werden. Hierdurch kann eine separate Wasserzufuhr zum Reformer 4 entspre-
chend reduziert oder auf eine Solche zumindest zeitweise vollständig verzichtet wer-
den.

In Fig. 4 ist ein Kraftfahrzeug 1000 mit einem wie vorstehend beschriebenen Brenn-
stoffzellensystem 100 dargestellt. Das Brennstoffzellensystem 100 erzeugt die im
25 Kraftfahrzeug 1000 erforderliche elektrische Energie. Das Kraftfahrzeug 1000 weist
ferner einen Elektromotor 200 zum Antreiben des Kraftfahrzeugs 1000 unter zumin-
dest teilweiser Verwendung der durch das Brennstoffzellensystem 100 erzeugten
elektrischen Energie auf. Das Brennstoffzellensystem 100 des Kraftfahrzeugs 100 ist
zum Durchführen des mit Bezug auf Fig. 1 erläuterten Verfahrens konfiguriert und
30 ausgestaltet. Das Kraftfahrzeug 1000 kann nicht nur als rein elektrisches Kraftfahr-
zeug 1000, sondern auch als elektrisches Hybridfahrzeug mit Brennkraftmaschine
bereitgestellt werden.

Die Erfindung lässt neben den dargestellten Ausführungsformen weitere Gestaltungsgrundsätze zu. D.h., die Erfindung soll nicht auf die mit Bezug auf die Figuren erläuterten Ausführungsbeispiele beschränkt betrachtet werden.

Bezugszeichenliste

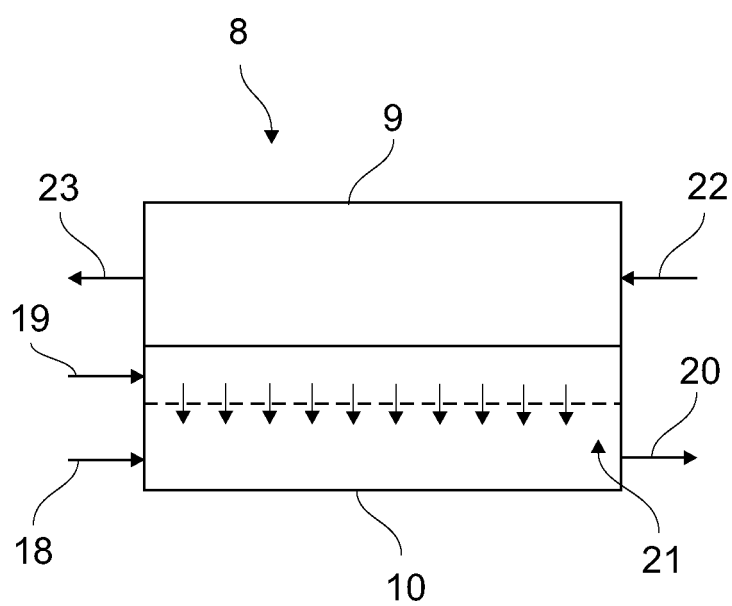
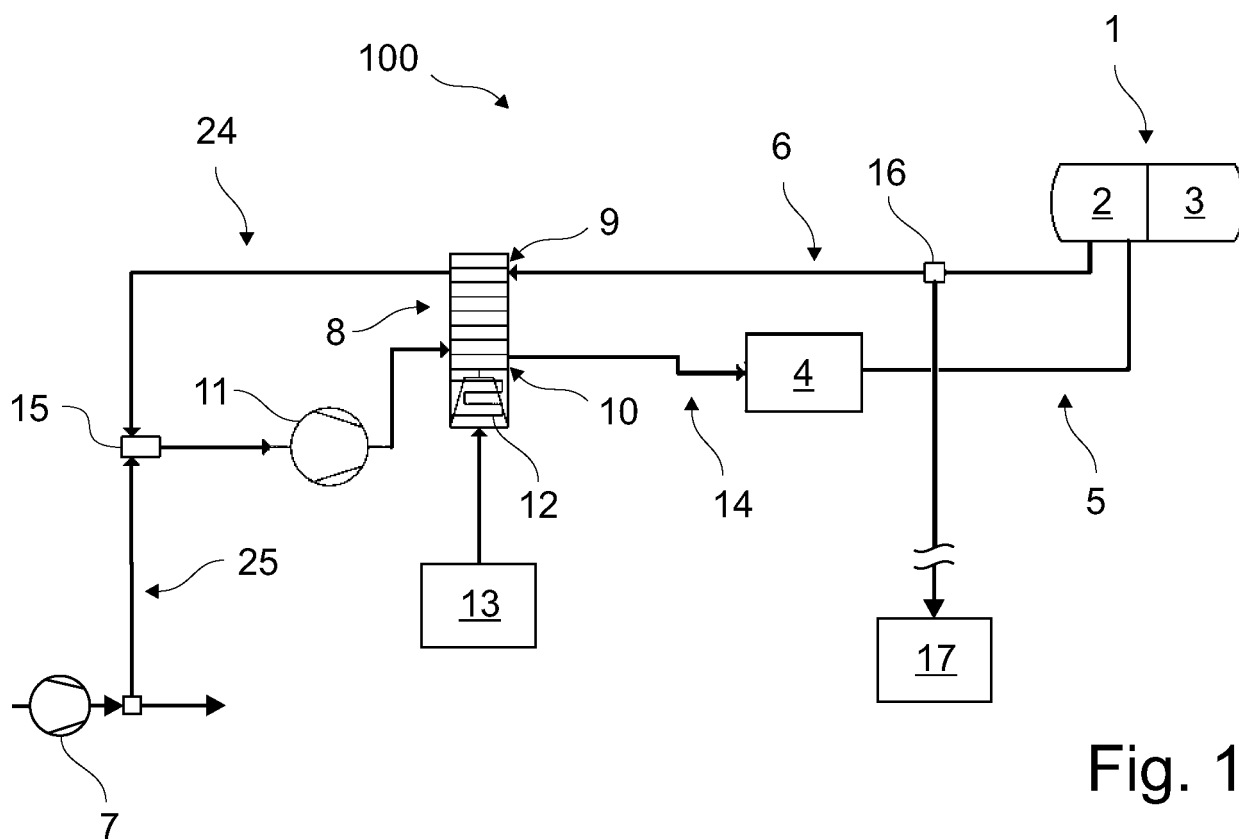
1	Brennstoffzellenstapel
2	Anodenabschnitt
3	Kathodenabschnitt
4	Reformer
5	Anodenzuführabschnitt
6	Anodenrückführabschnitt
7	Kathodengasgebläse
8	Wärmetauscher
9	erster Fluidleitabschnitt
10	zweiter Fluidleitabschnitt
11	Rückführgebläse
12	Verdampfer
13	Brennstoffquelle
14	Reformerzuführabschnitt
15	Zusammenführabschnitt
16	Gabelabschnitt
17	Nachbrenner
18	erster Fluideingang
19	zweiter Fluideingang
20	Fluidausgang
21	poröse Trennschicht
22	Anodenabgaseingang
23	Anodenabgasausgang
24	Gebläseabschnitt
25	Kühlfluidleitabschnitt
26	Wärmetauscher
27	Wärmetauscher
28	Kühleinheit
29	Startbrenner
100	Brennstoffzellensystem

Patentansprüche

1. Brennstoffzellensystem (100), aufweisend:
 - zumindest einen Brennstoffzellenstapel (1) mit einem Anodenabschnitt (2) und einem Kathodenabschnitt (3),
 - einen Anodenzuführabschnitt (5) zum Zuführen von reformiertem Anodenzuführgas von einem Reformer (4) zu dem Anodenabschnitt (2),
 - den Reformer (4) zum Reformieren von Reformierzuführgas,
 - einen Reformierzuführabschnitt (14) zum Zuführen des Reformierzuführgases zu dem Reformer (4),
 - einen Anodenrückführabschnitt (6) zum Rückführen von Anodenabgas zur Wiederverwendung im Anodenabschnitt (2),
 - einen Wärmetauscher (8) mit einem ersten Fluidleitabschnitt (9) zum Leiten des Anodenabgases und einem zweiten Fluidleitabschnitt (10) zum Leiten des Reformierzuführgases, wobei der erste Fluidleitabschnitt (9) und der zweite Fluidleitabschnitt (10) innerhalb des Wärmetauschers (8) zumindest abschnittsweise für eine Wärmeübertragung zwischen dem Anodenabgas und dem Reformierzuführgas miteinander in wärmeübertragender Verbindung stehen, und
 - einen Gebläseabschnitt (24) stromabwärts des ersten Fluidleitabschnitts (9) und stromaufwärts des zweiten Fluidleitabschnitts (10) mit einem darin angeordneten Rückführgebläse (11) zum Führen des Anodenabgases von dem ersten Fluidleitabschnitt (9) über den Gebläseabschnitt (24) zum zweiten Fluidleitabschnitt (10),
 - einen Kühlfluidleitabschnitt (25) zum Zuführen eines Kühlfluids in den Gebläseabschnitt (24) stromaufwärts des Rückführgebläses (11) zum Kühlen des Anodenabgases im Gebläseabschnitt (24) stromaufwärts des Rückführgebläses (11),
 - eine Brennstoffquelle (13), die stromaufwärts des Wärmetauschers (8) angeordnet ist, und

- einen in den Wärmetauscher (8) integrierten Verdampfer (12) zum Verdampfen von Brennstoff von der Brennstoffquelle (13).
2. Brennstoffzellensystem (100) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
stromaufwärts des Kühlfluidleitabschnitts (25) ein Kathodengasgebläse (7) zum Zuführen des Kühlfluids in Form von Kathodenzuführgas in den Kühlfluidleitabschnitt (25), angeordnet ist.
 3. Brennstoffzellensystem (100) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der zweite Fluidleitabschnitt (10) einen ersten Fluideingang (18) zum Einbringen des rückgeführten Anodenabgases und/oder des Kühlfluids in den zweiten Fluidleitabschnitt (10), einen zweiten Fluideingang (19) zum Einbringen von verdampftem Brennstoff in den zweiten Fluidleitabschnitt (10), und einen Fluidausgang (20) zum Ausgeben eines Fluidgemisches in Form des Reformierzuführgases aus dem rückgeführten Anodenabgas, dem Kühlfluid und/oder dem verdampften Brennstoff aufweist, wobei innerhalb des zweiten Fluidleitabschnitts (10) eine poröse Trennschicht (21) ausgestaltet ist, durch welche verdampfter Brennstoff zum Vermengen mit dem rückgeführten Anodenabgas und/oder dem Kühlfluid strömbar ist.
 4. Brennstoffzellensystem (100) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der erste Fluidleitabschnitt (9) und der zweite Fluidleitabschnitt (10) innerhalb des Wärmetauschers (8) zum zueinander gegenläufigen Führen des Anodenabgases und des Reformierzuführgases zumindest abschnittsweise zueinander gegenläufig ausgestaltet sind.
 5. Brennstoffzellensystem (100) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
im Anodenrückführabschnitt (6) ein Gabelabschnitt (16) zum Abzweigen eines Teils des Anodenabgases in Richtung des ersten Fluidleitabschnitts (9) und eines anderen Teils des Anodenabgases in Richtung eines Nachbrenners (17) des Brennstoffzellensystems (100) angeordnet ist.

6. Verfahren zum Betreiben eines Brennstoffzellensystems nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei mittels des Rückführgebläses (11) gleichzeitig das Anodenabgas durch den ersten Fluidleitabschnitt (9) gesaugt und anschließen über das Rückführgebläse (11) durch den zweiten Fluidleitabschnitt (10), und das Kühlfluid über das Rückführgebläse (11) durch den zweiten Fluidleitabschnitt (10), in Richtung des Reformers (4) gefördert werden.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlfluid durch das Kathodengasgebläse (7) in Form von Umgebungsluft aus der Umgebung des Brennstoffzellensystems (100) in den Kühlfluidleitabschnitt (25) gefördert wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass dem Verdampfer (12) aus der Brennstoffquelle (13) Brennstoff zugeführt wird, der überwiegend, insbesondere mehr als 80%, kohlenwasserstoffhaltigen Brennstoff aufweist.
9. Kraftfahrzeug (1000) mit einem Brennstoffzellensystem (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 5 zur Bereitstellung elektrischer Energie und wenigstens einem Elektromotor (200) zum Antreiben des Kraftfahrzeugs (1000) unter zumindest teilweiser Verwendung der elektrischen Energie, die durch das Brennstoffzellensystem (100) bereitgestellt wird, wobei das Brennstoffzellensystem (100) zum Durchführen eines Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8 konfiguriert und ausgestaltet ist.



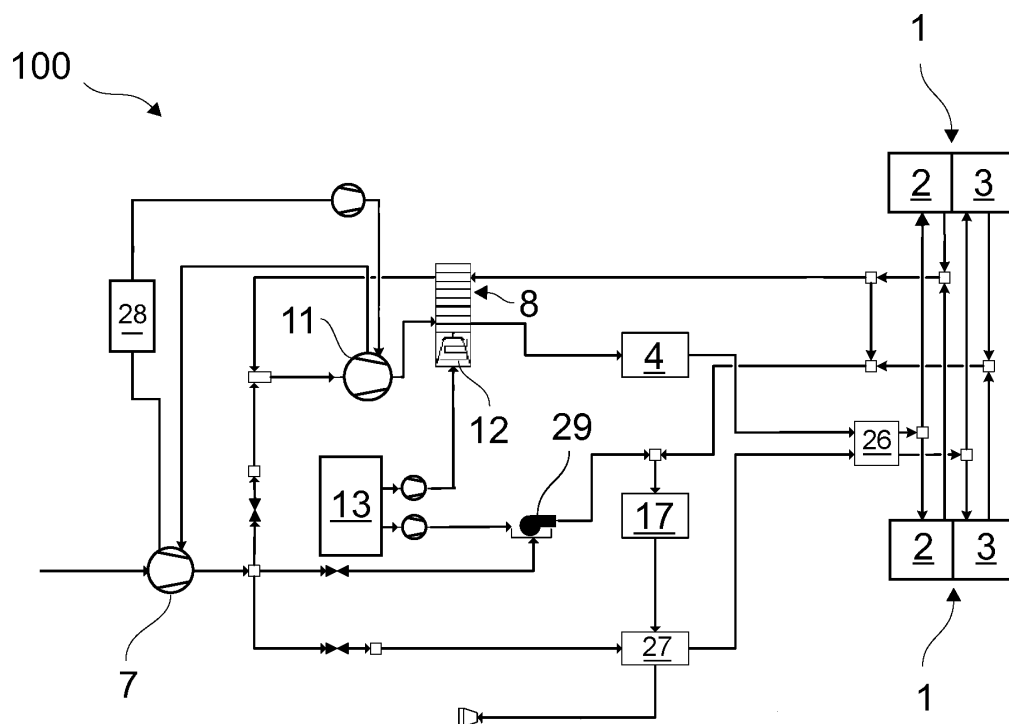


Fig. 3

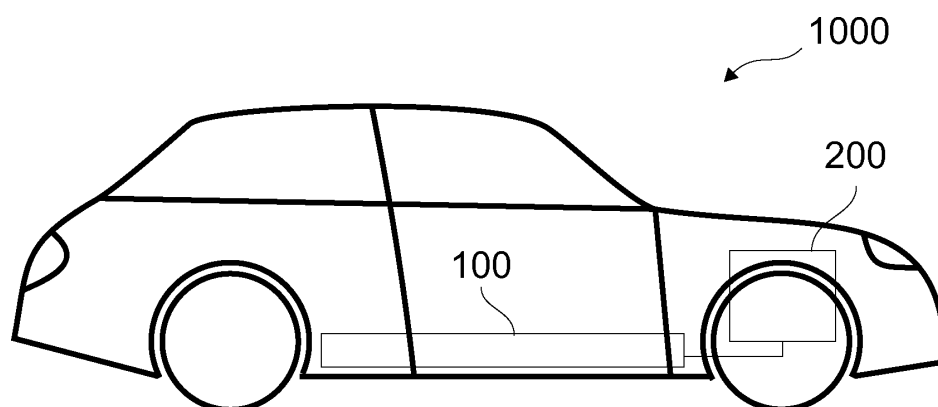


Fig. 4

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

H01M 8/04089 (2016.01); H01M 8/0612 (2016.01); H01M 8/04014 (2016.01); H01M 8/04701 (2016.01); H01M 8/124 (2016.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

H01M 8/04097 (2016.02); H01M 8/0618 (2016.02); H01M 8/04014 (2016.02); H01M 8/04716 (2016.02); H01M 2008/1293 (2016.02)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

H01M

Konsultierte Online-Datenbank:

EPODOC, WPIAP, Volltext-Patentdatenbanken EN und DE

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 23.08.2018 eingereichten Ansprüchen 1-9 erstellt.

Kategorie*)	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	EP 3050148 A1 (CONVION OY [FI]) 03. August 2016 (03.08.2016) [0015]; Figur 4	1-9
A	WO 2016041654 A1 (ROBERT BOSCH GMBH [DE]) 24. März 2016 (24.03.2016) Figuren 1 und 2	1-9
A	EP 1926167 A1 (J. EBERSPAECHER GMBH & CO KG. [DE]) 28. Mai 2008 (28.05.2008) [0022]; Figur	1-9

Datum der Beendigung der Recherche:
04.06.2019

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 einem Anodenabschnitt (2) und einem Kathodenabschnitt (3),
 - einen Anodenzuführabschnitt (5) zum Zuführen von reformiertem Anodenzuführgas von einem Reformer (4) zu dem Anodenabschnitt (2),
 - den Reformer (4) zum Reformieren von Reformierzuführgas,
 - einen Reformierzuführabschnitt (14) zum Zuführen des Reformierzuführgases zu dem Reformer (4),
 - einen Anodenrückführabschnitt (6) zum Rückführen von Anodenabgas zur Wiederverwendung im Anodenabschnitt (2),
 - einen Wärmetauscher (8) mit einem ersten Fluidleitabschnitt (9) zum Leiten des Anodenabgases und einem zweiten Fluidleitabschnitt (10) zum Leiten des Reformierzuführgases, wobei der erste Fluidleitabschnitt (9) und der zweite Fluidleitabschnitt (10) innerhalb des Wärmetauschers (8) zumindest abschnittsweise für eine Wärmeübertragung zwischen dem Anodenabgas und dem Reformierzuführgas miteinander in wärmeübertragender Verbindung stehen, und
 - einen Gebläseabschnitt (24) stromabwärts des ersten Fluidleitabschnitts (9) und stromaufwärts des zweiten Fluidleitabschnitts (10) mit einem darin angeordneten Rückführgebläse (11) zum Führen des Anodenabgases von dem ersten Fluidleitabschnitt (9) über den Gebläseabschnitt (24) zum zweiten Fluidleitabschnitt (10),
 - einen Kühlfluidleitabschnitt (25) zum Zuführen eines Kühlfluids in den Gebläseabschnitt (24) stromaufwärts des Rückführgebläses (11) zum Kühlen des Anodenabgases im Gebläseabschnitt (24) stromaufwärts des Rückführgebläses (11),
 - eine Brennstoffquelle (13), die stromaufwärts des Wärmetauschers (8) angeordnet ist, und

- einen in den Wärmetauscher (8) integrierten Verdampfer (12) zum Verdampfen von Brennstoff von der Brennstoffquelle (13).
2. Brennstoffzellensystem (100) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
stromaufwärts des Kühlfluidleitabschnitts (25) ein Kathodengasgebläse (7) zum Zuführen des Kühlfluids in Form von Kathodenzuführgas in den Kühlfluidleitabschnitt (25), angeordnet ist.
 3. Brennstoffzellensystem (100) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der zweite Fluidleitabschnitt (10) einen ersten Fluideingang (18) zum Einbringen des rückgeführten Anodenabgases und/oder des Kühlfluids in den zweiten Fluidleitabschnitt (10), einen zweiten Fluideingang (19) zum Einbringen von verdampftem Brennstoff in den zweiten Fluidleitabschnitt (10), und einen Fluidausgang (20) zum Ausgeben eines Fluidgemisches in Form des Reformierzuführgases aus dem rückgeführten Anodenabgas, dem Kühlfluid und/oder dem verdampften Brennstoff aufweist, wobei innerhalb des zweiten Fluidleitabschnitts (10) eine poröse Trennschicht (21) ausgestaltet ist, durch welche verdampfter Brennstoff zum Vermengen mit dem rückgeführten Anodenabgas und/oder dem Kühlfluid strömbar ist.
 4. Brennstoffzellensystem (100) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der erste Fluidleitabschnitt (9) und der zweite Fluidleitabschnitt (10) innerhalb des Wärmetauschers (8) zum zueinander gegenläufigen Führen des Anodenabgases und des Reformierzuführgases zumindest abschnittsweise zueinander gegenläufig ausgestaltet sind.
 5. Brennstoffzellensystem (100) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
im Anodenrückführabschnitt (6) ein Gabelabschnitt (16) zum Abzweigen eines Teils des Anodenabgases in Richtung des ersten Fluidleitabschnitts (9) und eines anderen Teils des Anodenabgases in Richtung eines Nachbrenners (17) des Brennstoffzellensystems (100) angeordnet ist.

6. Verfahren zum Betreiben eines Brennstoffzellensystems nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei mittels des Rückführgebläses (11) gleichzeitig das Anodenabgas durch den ersten Fluidleitabschnitt (9) gesaugt und anschließen über das Rückführgebläse (11) durch den zweiten Fluidleitabschnitt (10), und das Kühlfluid über das Rückführgebläse (11) durch den zweiten Fluidleitabschnitt (10), in Richtung des Reformers (4) gefördert werden.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlfluid durch das Kathodengasgebläse (7) in Form von Umgebungsluft aus der Umgebung des Brennstoffzellensystems (100) in den Kühlfluidleitabschnitt (25) gefördert wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass dem Verdampfer (12) aus der Brennstoffquelle (13) Brennstoff zugeführt wird, der überwiegend, insbesondere mehr als 80%, kohlenwasserstoffhaltigen Brennstoff aufweist.
9. Kraftfahrzeug (1000) mit einem Brennstoffzellensystem (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 5 zur Bereitstellung elektrischer Energie und wenigstens einem Elektromotor (200) zum Antreiben des Kraftfahrzeugs (1000) unter zumindest teilweiser Verwendung der elektrischen Energie, die durch das Brennstoffzellensystem (100) bereitgestellt wird, wobei das Brennstoffzellensystem (100) zum Durchführen eines Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8 konfiguriert und ausgestaltet ist.