

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
22. Februar 2007 (22.02.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2007/019837 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

Nicht klassifiziert

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2006/001428

(22) Internationales Anmeldedatum:

14. August 2006 (14.08.2006)

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2005 038 733.0 16. August 2005 (16.08.2005) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): WEBASTO AG [DE/DE]; Kraillinger Strasse 5, 82131 Stockdorf (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KÄDING, Stefan [DE/DE]; Dorfstrasse 47, 17309 Zerrenthin (DE).

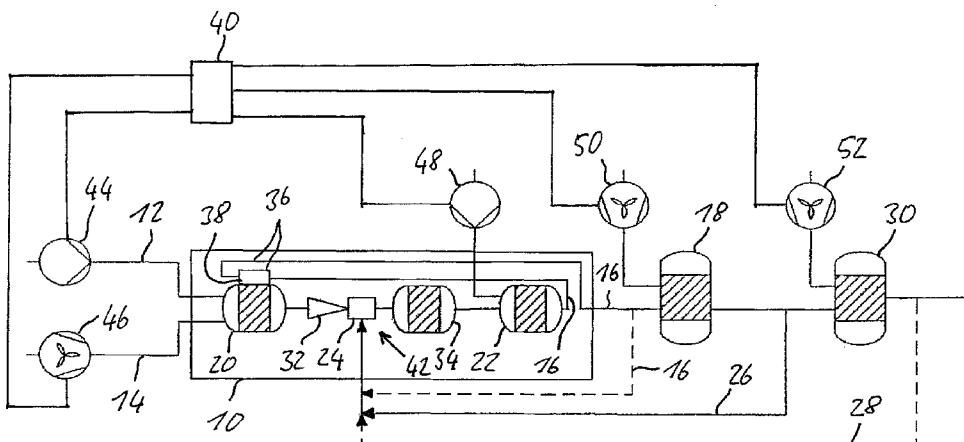
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FUEL CELL SYSTEM AND METHOD FOR THE OPERATION OF A REFORMER

(54) Bezeichnung: BRENNSTOFFZELLENSYSTEM UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES REFORMERS



WO 2007/019837 A2

(57) Abstract: The invention relates to a fuel cell system comprising a reformer (10) for reacting fuel (12) and oxidizer (14) so as to obtain reformat (16) as well as at least one fuel cell (18) to which reformat (16) is fed. The reformer (10) is fitted with a reformer burner (20) and a reformer catalyst (22). Means (24) for feeding anode exhaust gas (26) of the fuel cell (18) and/or reformat (16) and/or exhaust gas (28) of an afterburner (30) mounted downstream from the fuel cell (18) are provided between the reformer burner (20) and the reformer catalyst (22). The invention also relates to a method for operating a reformer (10) to react fuel (12) and oxidizer (14) so as to obtain reformat (16).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem mit einem Reformierer (10) zum Umsetzen von Brennstoff (12) und Oxidationsmittel (14) zu Reformat (16), und mit zumindest einer Brennstoffzelle (18), der Reformat (16) zugeführt wird. Erfindungsgemäß ist dabei vorgesehen, dass der Reformierer (10) einen Reformerbrenner (20) und einen Reformerkatalysator (22) aufweist und dass zwischen dem Reformerbrenner (20) und dem Reformerkatalysator (22) Mittel (24) zum Zuführen von Anodenabgas (26) der Brennstoffzelle (18) und/oder von

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Brennstoffzellensystem und Verfahren zum Betreiben eines  
Reformers

5 Die Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem mit einem  
Reformer zum Umsetzen von Brennstoff und Oxidationsmittel  
zu Reformat, und mit zumindest einer Brennstoffzelle, der  
Reformat zugeführt wird. Weiterhin betrifft die Erfindung  
ein Verfahren zum Betreiben eines Reformers zum Umsetzen  
10 von Brennstoff und Oxidationsmittel zu Reformat.

Figur 1 zeigt ein bekanntes einfaches Brennstoffzellensystem, das für den Einsatz von Kohlenwasserstoffen ausgelegt ist. Das in Figur 1 dargestellte Brennstoffzellensystem  
15 weist einen Reformer 110 auf, dem von einer Brennstoffpumpe 144 Brennstoff 112 zugeführt wird. Weiterhin wird dem Reformer 110 Oxidationsmittel 114 zugeführt, das sich im dargestellten Fall aus von einem Gebläse 146 geförderter Luft und über einen Injektor 124 eingebrachtem Anodenabgas 126  
20 zusammensetzt. Das Anodenabgas 126 wird von einer Brennstoffzelle 118 erzeugt, der ein Brennstoffzellengebläse 150 zugeordnet ist und der von dem Reformer 110 erzeugtes Reformat 116 zugeführt wird. Bei dem Reformat 116 handelt es sich um ein wasserstoffhaltiges Gas, das in der Brennstoffzelle 118 mit Hilfe von durch das Brennstoffzellengebläse 150 geförderter Kathodenluft zu Strom und Wärme ungesetzt wird. Im dargestellten Fall wird der nicht zurückgeföhrte Teil des Anodenabgases einem Nachbrenner 130 zugeführt, dem ein Nachbrennergebläse 152 zugeordnet ist. In dem Nachbrenner 130 erfolgt eine Umsetzung des abgereicherten Reformats mit durch das Nachbrennergebläse 152 geförderter Luft zu  
25 einem Verbrennungsabgas, das geringe Emissionen an CO und NO enthält.  
30

Bei dem in Figur 1 dargestellten Brennstoffzellensystem erfolgt die Ansaugung des Anodenabgases 126 mit (kalter) Luft vor dem Reformer. Unter ungünstigen Betriebsbedingungen kann das Luft-/Anodenabgas-Gemisch brennbar sein, sich gegebenenfalls entzünden und durch die dann entstehenden hohen Temperaturen den Reformer 110 beschädigen. Für den Fall, dass die Ansaugung des Anodenabgases 126, wie dargestellt, mit kalter Luft erfolgt, kann es zu einer unerwünschten Rußbildung kommen.

10

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, die gattungsgemäßen Brennstoffzellensysteme und Verfahren so weiterzubilden, dass eine Beschädigung des Reformers durch sich entzündende Gasgemische vermieden wird und dass eine unerwünschte Rußbildung im Vergleich zum Stand der Technik zumindest verringert wird.

15

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst.

20

Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Das erfindungsgemäße Brennstoffzellensystem baut auf dem gattungsgemäßen Stand der Technik dadurch auf, dass der Reformer einen Reformerbrenner und einen Reformerkatalysator aufweist und dass zwischen dem Reformerbrenner und dem Reformerkatalysator Mittel zum Zuführen von Anodenabgas der Brennstoffzelle und/oder von Reformat und/oder von Abgas eines der Brennstoffzelle nachgeschalteten Nachbrenners vorgesehen sind. Bei dieser Lösung ist die Wahrscheinlichkeit einer unerwünschten Flammenausbildung zumindest deutlich geringer, da in dem aus dem Reformerbrenner austretenden Rauchgas ein geringerer Sauerstoffanteil enthalten ist.

als in Luft. Für den unwahrscheinlichen Fall, dass es zwischen dem Reformerbrenner und dem Reformerkatalysator dennoch zu einer unerwünschten Flammenausbildung im Gasgemisch kommt, ist diese beispielsweise durch die Variation des 5 Lambdawertes der Verbrennung im Reformerbrenner sehr gut korrigierbar. Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung besteht darin, dass das zurückgeführte Anodenabgas dem heißen Rauchgas zugeführt wird, so dass es zumindest zu keiner wesentlichen Abkühlung des Anodenabgas-Gasmisches 10 kommt, wodurch eine Rußbildung im Vergleich zum Stand der Technik zumindest deutlich verringert werden kann. Darüber hinaus ist es vorteilhaft, dass durch die in dem Reformerbrenner erfolgende Verbrennung von Brennstoff am Ausgang des Reformerbrenners eine größere Gasmenge als an dessen 15 Eingang zur Verfügung steht, wodurch ein größerer Anteil des Anodenabgases zurückgeführt werden kann.

Bei dem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem ist vorzugsweise weiterhin vorgesehen, dass die Mittel zum Zuführen von Anodenabgas der Brennstoffzelle und/oder von Reformat und/oder von Abgas eines der Brennstoffzelle nachgeschalteten Nachbrenners zumindest einen Injektor umfassen. 20 Bei dem Injektor kann es sich insbesondere um einen nach dem Venturi-Prinzip arbeitenden Injektor handeln, der von dem aus dem Reformerbrenner austretenden Rauchgas durchströmt wird und dabei beispielsweise Anodenabgas ansaugt. 25

Das erfindungsgemäße Brennstoffzellensystem kann in vorteilhafter Weise dadurch weitergebildet sein, dass zwischen den Mitteln zum Zuführen von Anodenabgas der Brennstoffzelle und/oder von Reformat und/oder von Abgas eines der Brennstoffzelle nachgeschalteten Nachbrenners und dem Reformerkatalysator Mittel zum Abreagieren des dort vorhandenen Gases vorgesehen sind. In diesem Fall befinden sich in 30

der dem Brennerkatalysator zugeordneten zweiten Gemischbildungszone weniger Sauerstoffanteile und eine unter Umständen nachteilige Hotspot-Bildung in dem Katalysator kann vermieden werden. Außerdem kann der hohe Wasseranteil, der sich bei der Oxidation des Wasserstoffes bildet, vorteilhaft für die eventuell notwendige Verdampfung des Brennstoffes sein (zum Beispiel bei der Verwendung von flüssigen Brennstoffen wie Diesel oder Benzin).

10 Im vorstehend erläuterten Zusammenhang wird bevorzugt, dass die Mittel zum Abreagieren des Gases einen Brenner umfassen, insbesondere einen katalytischen Brenner. Bei einem derartigen Brenner kann es sich, ebenso wie bei dem Reformerbrenner, um einen Porenbrenner handeln.

15 Für das erfindungsgemäße Brennstoffzellensystem wird es weiterhin bevorzugt, dass zumindest zwei der Komponenten, Reformerbrenner, Reformerkatalysator und Mittel zum Zuführen von Anodenabgas der Brennstoffzelle und/oder von Reformat und/oder von Abgas eines der Brennstoffzelle nachgeschalteten Nachbrenners, thermisch gekoppelt sind. Insbesondere eine thermische Kopplung der im Reformer verbauten Komponenten Reformerbrenner, Injektor (eventuell mit weiterem Brenner) und Reformerkatalysator, ermöglicht es, das 20 Temperaturprofil im Reformerkatalysator beziehungsweise im gesamten Reformer zu beeinflussen, was sich wiederum vorteilhaft auf den Reformierungsprozess auswirken kann.

25 Eine ebenfalls bevorzugte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems sieht vor, dass Mittel zum Temperieren von aus dem Reformerkatalysator austretendem Reformat vorgesehen sind. Damit ist es möglich, das Reformat, das aus dem Reformerkatalysator austritt, auf die richtige Temperatur für die nächsten Prozessschritte zu bringen. Je

nach Anwendungsfall ist es dabei möglich, das Reformat durch geschickte Gasführung aufzuheizen oder abzukühlen, bevor es der Brennstoffzelle zugeführt wird.

- 5 Im vorstehend erläuterten Zusammenhang kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die Mittel zum Temperieren von aus dem Reformerkatalysator austretendem Reformat einen Wärmetauscher umfassen, der von dem Reformer erzeugte Abwärme auf aus dem Reformerkatalysator austretendes Reformat überträgt. Ein derartiger Wärmetauscher kann, ohne darauf beschränkt zu sein, beispielsweise durch Reformatleitungssabschnitte gebildet werden, die (unmittelbar) benachbart zu einem dem Reformer zugeordneten Brenner angeordnet sind.
- 10
- 15 Bei bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems ist vorgesehen, dass Mittel zur Durchführung einer Lambda-Regelung des Reformers vorgesehen sind. Die Lambda-Regelung kann dabei, wie üblich, über eine Variation der Brennstoffmengen beziehungsweise der Verbrennungsluftmengen durchgeführt werden. Die Mittel zur Durchführung der Lambda-Regelung können insbesondere mikroprozessorgestützt arbeiten und zumindest eine Lambda-Sonde umfassen.
- 20
- 25 Für das erfindungsgemäße Brennstoffzellensystem wird es weiterhin als vorteilhaft erachtet, dass die Mittel zum Zuführen von Anodenabgas der Brennstoffzelle und/oder von Reformat und/oder von Abgas eines der Brennstoffzelle nachgeschalteten Nachbrenners geeignet sind, die Zuführung dosiert vorzunehmen. Wenn beispielsweise Anodenabgas über einen Injektor zugeführt wird, der variabel arbeitet, das heißt, dessen zurückgeführte Gasmenge einstellbar ist, kann das C/O-Verhältnis im Reformer in der gewünschten Weise beeinflusst werden.
- 30

- Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben eines Reformers baut auf dem gattungsgemäßen Stand der Technik dadurch auf, dass einem Bereich zwischen einem Reformerbrenner und 5 einem Reformerkatalysator Anodenabgas einer Brennstoffzelle und/oder Reformat und/oder Abgas eines einer Brennstoffzelle nachgeschalteten Nachbrenners zugeführt wird. Dadurch ergeben sich die im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem erläuterten Eigenschaften und Vor- 10 teile in gleicher oder ähnlicher Weise, weshalb zur Vermeidung von Wiederholungen auf die entsprechenden Ausführungen im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem verwiesen wird.
- 15 Gleiches gilt sinngemäß für die folgenden bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei zur Vermeidung von Wiederholungen auch diesbezüglich auf die entsprechenden Ausführungen im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem verwiesen wird.
- 20 Vorzugsweise ist bei dem erfindungsgemäßen Verfahren vorgesehen, dass dem Bereich das Anodenabgas der Brennstoffzelle und/oder das Reformat und/oder das Abgas eines der Brennstoffzelle nachgeschalteten Nachbrenners über zumindest einen Injektor zugeführt wird.
- 25 Im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird es weiterhin als vorteilhaft erachtet, dass das nach der Zuführung des Anodenabgases der Brennstoffzelle und/oder des Reformats und/oder des Abgases eines der Brennstoffzelle nachgeschalteten Nachbrenners vorliegende Gas zumindest teilweise abreagiert wird.

In diesem Zusammenhang sieht eine vorteilhafte Weiterbildung vor, dass das nach der Zuführung des Anodenabgases der Brennstoffzelle und/oder des Reformats und/oder des Abgases eines der Brennstoffzelle nachgeschalteten Nachbrenners 5 vorliegende Gas in einem Brenner abreagiert wird, insbesondere in einem katalytischen Brenner.

Zumindest bei bestimmten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens kann vorgesehen sein, dass aus dem Reformerkatalysator austretendes Reformat temperiert wird. 10

Dabei ist es beispielsweise möglich, dass aus dem Reformerkatalysator austretendes Reformat durch einen Wärmetauscher temperiert wird, der von dem Reformer erzeugte Abwärme auf aus dem Reformerkatalysator austretendes Reformat überträgt. 15

Als besonders vorteilhaft für das erfindungsgemäße Verfahren wird es erachtet, dass eine Lambda-Regelung des Reformers durchgeführt wird. 20

Vorzugsweise ist bei dem erfindungsgemäßen Verfahren weiterhin vorgesehen, dass das Anodenabgas der Brennstoffzelle und/oder das Reformat und/oder das Abgas eines der Brennstoffzelle nachgeschalteten Nachbrenners dem Bereich dosiert zugeführt wird. 25

Ein wesentlicher Grundgedanke der Erfindung besteht darin, eine unerwünschte Flammenausbildung und/oder eine unerwünschte Rußbildung in einem Reformer dadurch zu vermeiden, dass insbesondere zurückgeführtes Anodenabgas nicht vor dem Reformer eingespeist wird, sondern zwischen einem Reformerbrenner und einem Reformerkatalysator. 30

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgen anhand der zugehörigen Zeichnungen beispielhaft näher erläutert.

5 Es zeigen:

Figur 1 eine eingangs bereits erläuterte schematische Darstellung eines Brennstoffzellensystems gemäß dem Stand der Technik; und

10

Figur 2 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems, das auch zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist.

15

Die in Figur 2 dargestellte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems umfasst einen Reformer 10 zum Umsetzen von Brennstoff 12 und Oxidationsmittel 14 zu Reformat 16. Dabei wird der Brennstoff 12, beispielsweise 20 Benzin oder Diesel, dem Reformer 10 durch eine Brennstoffpumpe 44 zugeführt. Als Oxidationsmittel dient im vorliegenden Fall Luft 14, die dem Reformer 10 durch ein Reformergebläse 46 zugeführt wird. Ein Teil des von dem Reformer 10 erzeugten Reformats 16 wird einer Brennstoffzelle 18 beziehungsweise einem Brennstoffzellenstack zugeführt, wobei 25 das der Brennstoffzelle 18 zugeführte wasserstoffhaltige gasförmige Reformat in der Brennstoffzelle 18 mit Hilfe von durch ein Brennstoffgebläse 50 zugeführter Kathodenluft zu Strom und Wärme umgesetzt wird. Im vorliegenden Fall wird 30 das durch die Umsetzung in der Brennstoffzelle 18 abgereicherte Reformat einem Nachbrenner 30, beispielsweise einem Porenbrenner, zugeführt, dem ein Nachbrennergebläse 52 zuordnet ist.

Der Reformer 10 umfasst einen Reformerbrenner 20, dem der Brennstoff 12 und das Oxidationsmittel 14 zugeführt wird. Weiterhin umfasst der Reformer 10 einen Brennerkatalysator 22, dem eine Brennstoffpumpe 48 zugeordnet ist. Zwischen 5 dem Reformerbrenner 20 und dem Reformerkatalysator 22 sind Mittel 24 vorgesehen, durch die dem aus dem Reformerbrenner 20 austretenden Rauchgas Anodenabgas 26 zugeführt werden kann. Zusätzlich oder alternativ kann vorgesehen sein, dass diesem Rauchgas Reformat 16 und/oder Abgas 28 des Nachbrenners 10 30 zugeführt wird, wie dies durch die gestrichelten Linien angedeutet ist. Die Mittel 24 sind im vorliegenden Fall durch einen Injektor 32 gebildet, der nach dem Venturi-Prinzip arbeitet. Vorzugsweise ist der Injektor 32 dazu in der Lage, die zugeführte Menge von Anodenabgas 26 15 und/oder Reformat 16 und/oder Nachbrennerabgas 28 zu variieren. Insbesondere wenn über den Injektor 32 verschiedene Gase zugesetzt werden, kann es vorteilhaft sein, eine oder mehrere (nicht dargestellte) Ventileinrichtungen oder Gebläse vorzusehen, über die die jeweils zugeführte Gasmenge 20 eingestellt werden kann. Beispielsweise ist es möglich das C/O-Verhältnis in dem Reformer 110 zu beeinflussen, indem die Menge des zugeführten Anodenabgases variiert wird. Obwohl dies nicht zwingend erforderlich ist, ist bei der dargestellten Ausführungsform zwischen dem Injektor 32 und dem 25 Reformerkatalysator 22 ein weiterer Brenner 34, beispielsweise ein katalytischer Porenbrenner, vorgesehen, um das dem weiteren Brenner 34 zugeführte Gas abzureagieren. Dadurch befindet sich in der Gemischbildungszone des Reformerkatalysators 22 ein geringerer Sauerstoffanteil, und 30 dies trägt dazu bei, dass eine Hotspot-Bildung im Reformerkatalysator vermieden wird. Außerdem kann der hohe Wasserstoffanteil, der sich bei der Oxidation des Wasserstoffs bildet, vorteilhaft für die eventuell notwendige Verdampfung des

Brennstoffs sein (zum Beispiel bei der Verwendung von flüssigen Brennstoffen).

Eine weitere optionale Besonderheit des in Figur 2 dargestellten Brennstoffzellensystems besteht darin, dass das aus dem Reformerkatalysator 22 austretende Reformat 16 zunächst temperiert wird. Zu diesem Zweck sind Mittel 36 in Form von Leitungen und einem Wärmetauscher 38 vorgesehen, wobei der Wärmetauscher 38 Abwärme des Reformerbrenners 20 auf das Reformat 16 überträgt, um dieses zu erwärmen, damit es eine für die nachfolgenden Prozessschritte optimale Temperatur aufweist. Falls das aus dem Reformerkatalysator 22 austretende Reformat eine für die nachfolgenden Prozessschritte zu hohe Temperatur aufweist, ist es möglich, dass aus dem Reformerkatalysator 22 austretende Reformat 16 durch geschickte Leitungsführung zu kühlen. In einem derartigen Fall könnte der Wärmetauscher 38 beispielsweise durch einen (nicht dargestellten) Bypass umgangen werden.

Weiterhin sind im dargestellten Fall Mittel 40 in Form eines Controllers vorgesehen, die dazu in der Lage sind, eine Lambda-Regelung des Reformers 10 durchzuführen. Eine Lambda-Regelung des Reformers ist über eine Variation der zugeführten Kraftstoff- beziehungsweise Luftmengen möglich, wobei der aktuelle Lambda-Wert vorzugsweise über eine (nicht dargestellte) Lambda-Sonde erfasst und bei der Regelung berücksichtigt wird. Eine Lambda-Regelung ist insbesondere vorteilhaft, um eine unerwünschte Flammenausbildung im Bereich des Injektors 32 von vornherein zu vermeiden oder gegebenenfalls zu beenden, falls dies erforderlich werden sollte.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben eines Reformers kann mit dem Brennstoffzellensystem von Figur 2 wie

folgt durchgeführt werden: Der Reformer 10 ist zum Umsetzen von Brennstoff 12 und Oxidationsmittel 14 zu Reformat 16 vorgesehen. Dabei weist der Reformer 10 einen Reformerbrenner 20 und einen Reformerkatalysator 22 auf. Einem Bereich 5 42 zwischen dem Reformerbrenner 20 und dem Reformerkatalysator 22 wird Anodenabgas 26 einer Brennstoffzelle 18 und/oder Reformat 16 und/oder Abgas 28 eines der Brennstoffzelle 18 nachgeschalteten Nachbrenners 30 zugeführt. Die Zuführung des Gases erfolgt dabei über einen Injektor 10 32. Das aus dem Injektor 32 austretende Gasgemisch wird durch den weiteren Brenner 22 abreagiert. Eine Temperierung des aus dem Reformerkatalysator 22 austretenden Reformats 16 erfolgt durch den Wärmetauscher 38, der von dem Reformerbrenner 20 erzeugte Abwärme auf das Reformat 16 überträgt. Die Lambda-Regelung des Reformers 10 wird durch die 15 Mittel 40 in Form eines Controllers durchgeführt. Weiterhin ist der Injektor 32 dazu ausgelegt, die über ihn zugeführte Gasmenge zu variieren; gegebenenfalls können zu diesem Zweck weitere (nicht dargestellte) Ventileinrichtungen oder 20 Gebläse und dergleichen vorgesehen sein.

Die in der vorstehenden Beschreibung, in den Zeichnungen sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination 25 für die Verwirklichung der Erfindung wesentlich sein.

**Bezugszeichenliste**

- 10      Reformer
- 5      12      Brennstoff
- 14      Oxidationsmittel
- 16      Reformat
- 18      Brennstoffzelle
- 20      Reformerbrenner
- 10      22      Reformerkatalysator
- 24      Mittel zum Zuführen von Gas
- 26      Anodenabgas
- 28      Abgas
- 30      Nachbrenner
- 15      32      Injektor
- 34      weiterer Brenner
- 36      Mittel zum Temperieren des Reformats
- 38      Wärmetauscher
- 40      Controller
- 20      42      Bereich
- 44      Brennstoffpumpe
- 46      Reformergebläse
- 48      Brennstoffpumpe
- 50      Brennstoffzellengebläse
- 25      52      Nachbrennergebläse
- 110      Reformer
- 112      Brennstoff
- 114      Oxidationsmittel
- 116      Reformat
- 30      118      Brennstoffzelle
- 124      Injektor
- 126      Anodenabgas
- 130      Nachbrenner
- 144      Brennstoffpumpe

- 146 Gebläse
- 150 Brennstoffzellengebläse
- 152 Nachbrennergebläse

## ANSPRÜCHE

- 5 1. Brennstoffzellensystem mit einem Reformer (10) zum Umsetzen von Brennstoff (12) und Oxidationsmittel (14) zu Reformat (16), und mit zumindest einer Brennstoffzelle (18), der Reformat (16) zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Reformer (10) einen Reformerbrenner (20) und einen
- 10 Reformerkatalysator (22) aufweist und dass zwischen dem Reformerbrenner (20) und dem Reformerkatalysator (22) Mittel (24) zum Zuführen von Anodenabgas (26) der Brennstoffzelle (18) und/oder von Reformat (16) und/oder von Abgas (28) eines der Brennstoffzelle (18) nachgeschalteten Nachbrenners
- 15 (30) vorgesehen sind.
2. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mittel (24) zum Zuführen von Anodenabgas (26) der Brennstoffzelle (18) und/oder von Reformat (16) und/oder von Abgas (28) eines der Brennstoffzelle (18) nachgeschalteten Nachbrenners (30) zumindest einen Injektor (32) umfassen.
3. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen den Mitteln (24) zum Zuführen von Anodenabgas (26) der Brennstoffzelle (18) und/oder von Reformat (16) und/oder von Abgas (28) eines der Brennstoffzelle (18) nachgeschalteten Nachbrenners (30) und dem Reformerkatalysator (22) Mittel (34) zum Abreagieren des dort vorhandenen Gases vorgesehen sind.
4. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mittel (34) zum Abreagieren des Ga-

ses einen Brenner (34) umfassen, insbesondere einen katalytischen Brenner (34).

5. Brennstoffzellensystem nach einem der vorhergehenden  
5 Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei der  
Komponenten, Reformerbrenner (18), Reformerkatalysator (20)  
und Mittel (24) zum Zuführen von Anodenabgas (26) der  
Brennstoffzelle (18) und/oder von Reformat (16) und/oder  
von Abgas (28) eines der Brennstoffzelle (18) nachgeschalteten  
10 Nachbrenners (30), thermisch gekoppelt sind.

6. Brennstoffzellensystem nach einem der vorhergehenden  
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel (36) zum  
Temperieren von aus dem Reformerkatalysator (22) austretendem  
15 Reformat (16) vorgesehen sind.

7. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (36) zum Temperieren von aus dem Reformerkatalysator (20) austretendem Reformat (16) einen Wärmetauscher (38) umfassen, der von dem Reformer (10) erzeugte Abwärme auf aus dem Reformerkatalysator (22) austretendes Reformat (16) überträgt.

8. Brennstoffzellensystem nach einem der vorhergehenden  
25 Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel (40) zur Durchführung einer Lambda-Regelung des Reformers (10) vorgesehen sind.

9. Brennstoffzellensystem nach einem der vorhergehenden  
30 Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (24) zum Zuführen von Anodenabgas (26) der Brennstoffzelle (18) und/oder von Reformat (16) und/oder von Abgas (28) eines der Brennstoffzelle (18) nachgeschalteten Nachbrenners (30) geeignet sind, die Zuführung dosiert vorzunehmen.

10. Verfahren zum Betreiben eines Reformers (10) zum Umsetzen von Brennstoff (12) und Oxidationsmittel (14) zu Reformat (16), dadurch gekennzeichnet, dass einem Bereich 5 (42) zwischen einem Reformerbrenner (20) und einem Reformkatalysator (22) Anodenabgas (26) einer Brennstoffzelle (18) und/oder Reformat (16) und/oder Abgas (28) eines einer Brennstoffzelle (18) nachgeschalteten Nachbrenners (30) zugeführt wird.

10

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass dem Bereich (42) das Anodenabgas (26) der Brennstoffzelle (18) und/oder das Reformat (16) und/oder das Abgas (28) eines der Brennstoffzelle (18) nachgeschalteten Nachbrenners (30) über zumindest einen Injektor (32) zugeführt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass das nach der Zuführung des Anodenabgases 20 (26) der Brennstoffzelle (18) und/oder des Reformats (16) und/oder des Abgases (28) eines der Brennstoffzelle (18) nachgeschalteten Nachbrenners (30) vorliegende Gas zumindest teilweise abreagiert wird.

25 13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das nach der Zuführung des Anodenabgases (26) der Brennstoffzelle (18) und/oder des Reformats (16) und/oder des Abgases (28) eines der Brennstoffzelle (18) nachgeschalteten Nachbrenners (30) vorliegende Gas in einem Brenner (34) abreagiert wird, insbesondere in einem katalytischen Brenner (34).

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem Reformerkatalysator (22) austretendes Reformat (16) temperiert wird.

5 15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem Reformerkatalysator (20) austretendes Reformat (16) durch einen Wärmetauscher (38) temperiert wird, der von dem Reformer (10) erzeugte Abwärme auf aus dem Reformerkatalysator (22) austretendes Reformat (16) überträgt.

10

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass eine Lambda-Regelung des Reformers (10) durchgeführt wird.

15 17. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Anodenabgas (26) der Brennstoffzelle (18) und/oder das Reformat (16) und/oder das Abgas (28) eines der Brennstoffzelle (18) nachgeschalteten Nachbrenners (30) dem Bereich (42) dosiert zugeführt wird.

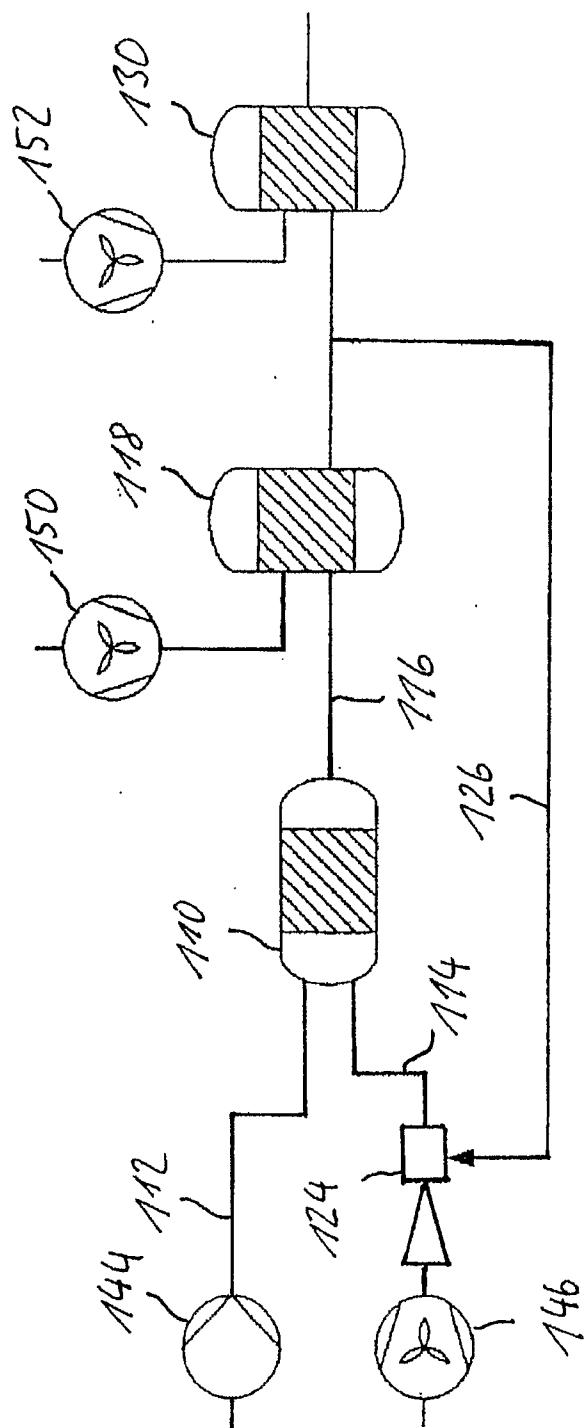


Fig. 1  
Stdt

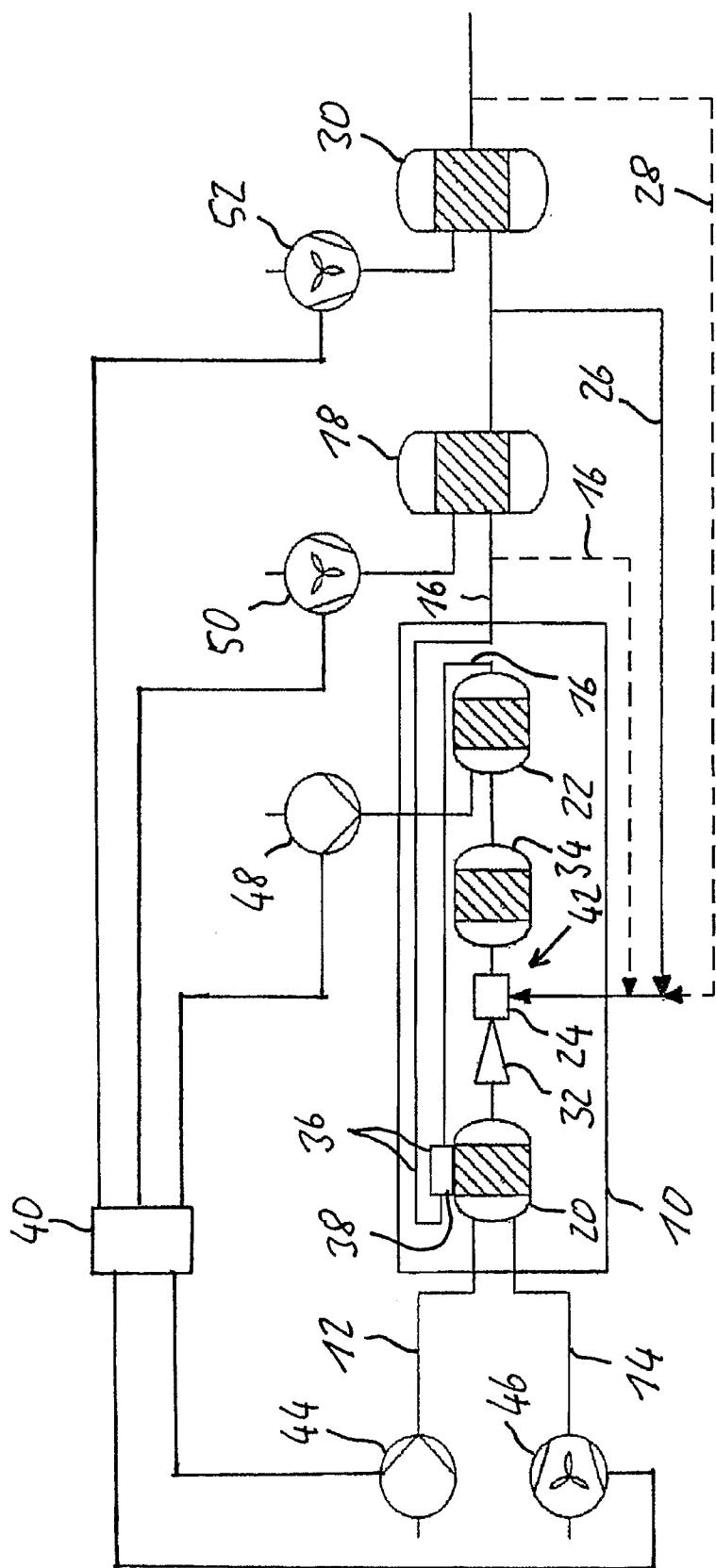


Fig. 2