



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 55 494 B4** 2009.12.03

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 55 494.7**
 (22) Anmeldetag: **27.11.2003**
 (43) Offenlegungstag: **07.07.2005**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **03.12.2009**

(51) Int Cl.⁸: **C01B 3/36** (2006.01)
B01J 8/00 (2006.01)
C01B 3/02 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Enerday GmbH, 82131 Stockdorf, DE

(74) Vertreter:
**Schumacher & Willsau Patentanwaltsgesellschaft
 mbH, 80335 München**

(72) Erfinder:
Kah, Stefan, 17033 Neubrandenburg, DE

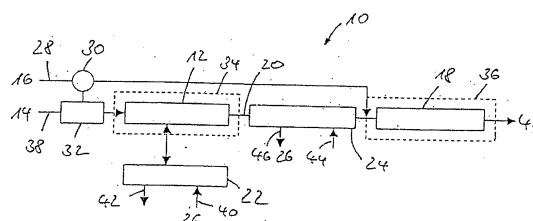
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:

DE	199 54 981	C1
DE	102 22 804	C1
DE	101 42 923	A1
DE	100 57 537	A1
DE	100 54 007	A1
DE	39 12 003	A1
DE	38 06 408	A1
EP	11 97 261	A2
WO	03/0 70 629	A1
WO	02/0 92 498	A1
WO	02/45 838	A1
WO	00/66 487	A1
WO	00/03 126	A1
WO	02/48 630	A1
WO	02/46 676	A1
US	53 30 727	A

(54) Bezeichnung: **System und Verfahren zum Umsetzen von Brennstoff und Oxidationsmittel zu Reformat**

(57) Hauptanspruch: System zum Umsetzen von Brennstoff und Oxidationsmittel zu Reformat mit einem Reformer (10), der

- eine erste Reaktionszone (12) aufweist, der Brennstoff (14) und Oxidationsmittel (16) zuführbar sind, und
- eine zweite Reaktionszone (18) aufweist, der aus der ersten Reaktionszone (12) ausgetretenes Produktgas (20) und Oxidationsmittel (16) zuführbar sind,
- wobei Mittel zum Abführen (22, 24) von in der ersten Reaktionszone (12) erzeugter Reaktionswärme durch Wärmetransport vor dem Eintritt des Produktgases (20) in die zweite Reaktionszone (18) vorgesehen sind,
- wobei eine Oxidationsmittelzuführung (28) vorgesehen ist, die einen Strömungsteiler (30) aufweist, um das zugeführte Oxidationsmittel auf die erste (12) und die zweite Reaktionszone (18) aufzuteilen,
- wobei eine Gemischbildungszone (32) vorgesehen ist, der das Oxidationsmittel (16) für die erste Reaktionszone (12) und der Brennstoff (14) zuführbar sind, und
- wobei der zweiten Reaktionszone (18) das Oxidationsmittel (16) direkt zuführbar ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein System, einen Reformer und ein Verfahren zum Umsetzen von Brennstoff und Oxidationsmittel zu Reformat.

[0002] Die Verwendung von Brennstoffzellen im Kraftfahrzeugbereich zur Erzeugung elektrischer Energie gewinnt zunehmend an Bedeutung. Insbesondere wird die Weiterentwicklung von Hilfsenergiequellen (APU, "Auxiliary Power Unit") angestrebt, um mit diesen Einheiten Energie in das Bordnetz des Fahrzeugs einzuspeisen und auf diese Weise eine vom Betrieb des Verbrennungsmotors unabhängige Versorgung von in dem Fahrzeug angeordneten elektrischen Verbrauchern mit Strom zu ermöglichen.

[0003] Zur Erzeugung dieser elektrischen Energie werden häufig SOFC-Brennstoffzellen ("Solid Oxide Fuel Cell") verwendet, denen ein aus einem Reformer austretendes Produktgas zum Zwecke der Erzeugung elektrischer Energie zugeführt wird. Als Reformierungsart im Reformer kommt häufig die partielle Oxidation (POX) zum Einsatz, wobei diese thermisch (TPOX, "Thermal Partial Oxidation") oder unter Einsatz eines Katalysators (CPOX, "Catalytic Partial Oxidation") durchgeführt werden kann. In jedem Fall entsteht bei der partiellen Oxidation Reaktionswärme, welcher bei der Auslegung des Reformers und sonstiger Komponenten Rechnung getragen werden muss. Es muss darauf geachtet werden, dass die entstehenden Temperaturen unterhalb von Temperaturobergrenzen liegen, die insbesondere durch die beteiligten Komponenten und Materialien festgelegt werden.

[0004] Ein gangbarer Weg zur Berücksichtigung dieser Temperaturobergrenzen ist die Wärmeauskopplung aus dem Reformer nach dem Austritt des Produktgases aus dem Reformer, wie es beispielsweise in der US 6,562,496 B2 angegeben ist. Auf diese Weise können insbesondere dem Reformer nachgeordnete Komponenten vor hohen Temperaturen geschützt werden; die Gefahr einer Beschädigung eines Katalysators beziehungsweise der Reformwerkstoffe kann jedoch nicht vollständig ausgeschlossen werden.

[0005] Aus der DE 38 06 408 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erzeugen eines Synthesegases bekannt. Die Vorrichtung ist mehrstufig, das heißt sie weist mehrere Reaktionszonen auf, wobei fühlbare Wärme eines die katalytische Behandlung verlassenden Gases wenigstens teilweise einem die Behandlung durchlaufenden Gas zugeführt wird.

[0006] Auch die DE 39 12 003 A1 offenbart einen Reaktor zum Reformieren von Kohlenwasserstoff und ein mit diesem Reaktor durchführbares Verfahren, welcher mehrere Reaktionszonen aufweist. Die-

se Reaktionszonen werden parallel betrieben, und reformiertes Gas wird zum Kühlen der Oberfläche eines Reaktionsrohrs verwendet.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, gattungsgemäße Systeme und Verfahren in der Weise weiterzubilden, dass die Probleme des Standes der Technik zumindest teilweise überwunden werden und insbesondere die Gefahr eine Beschädigung von Systemkomponenten minimiert wird.

[0008] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst.

[0009] Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0010] Die Erfindung betrifft ein System zum Umsetzen von Brennstoff und Oxidationsmittel zu Reformat mit einem Reformer, der eine erste Reaktionszone aufweist, der Brennstoff und Oxidationsmittel zuführbar sind, und eine zweite Reaktionszone aufweist, der aus der ersten Reaktionszone ausgetretenes Produktgas und Oxidationsmittel zuführbar sind, wobei Mittel zum Abführen von in der ersten Reaktionszone erzeugter Reaktionswärme durch Wärmetransport vor dem Eintritt des Produktgases in die zweite Reaktionszone vorgesehen sind, wobei eine Oxidationsmittelzuführung vorgesehen ist, die einen Strömungsteiler aufweist, um das zugeführte Oxidationsmittel auf die erste und die zweite Reaktionszone aufzuteilen, wobei eine Gemischbildungszone vorgesehen ist, der das Oxidationsmittel für die erste Reaktionszone und der Brennstoff zuführbar sind, und wobei bei der zweiten Reaktionszone das Oxidationsmittel direkt zuführbar ist. Das Oxidationsmittel, das heißt in der Regel die Luft, kann aufgrund des Strömungsteilers über eine einheitliche Zuführung eingebracht werden, wobei die Aufteilung für die verschiedenen Reaktionszonen mittels eines Strömungsteilers erfolgt. Die für die Reformierungsvorgänge erforderliche Luftmenge kann somit in Abhängigkeit der erwünschten Eigenschaften des Reformats und in Abhängigkeit des zur Verfügung gestellten Brennstoffs zentral eingestellt werden. Im Zusammenhang mit der Gemischbildungszone bestehen auf der Grundlage der vorliegenden Erfindung die Vorteile, dass sich aufgrund der Aufteilung des zugeführten Oxidationsmittels die Verweilzeit des Oxidationsmittels in der Gemischbildungszone erhöht. Dies begünstigt den Verdampfungsprozess flüssiger Brennstoffe in der Gemischbildungszone. In der Regel ist die Nettowärmeproduktion in der ersten Reaktionszone höher als in der nachfolgenden zweiten Reaktionszone. Es bietet sich daher an, die aufgrund der Nettowärmeproduktion stattfindende Temperaturerhöhung durch die Abführung von der in der ersten Reaktionszone entstehenden Wärme zu begrenzen. Insbesondere wird der zweiten Reaktionszone ein Gas zur weiteren Re-

aktion zugeführt, aus dem Reaktionswärme aus der ersten Reaktionszone abgeführt wurde, so dass eine weitere Reaktion des Gases in der zweiten Reaktionszone im Hinblick auf die weitere Temperaturerhöhung unproblematisch realisiert werden kann.

[0011] Besonders nützlich ist es, dass die Mittel zum Abführen von Reaktionswärme einen Wärmeübertrager zum Abführen von Wärme aus der ersten Reaktionszone umfassen. Auf diese Weise können speziell die der ersten Reaktionszone zugeordneten Komponenten vor überhöhten Temperaturen geschützt werden.

[0012] Insbesondere ist es weiterhin nützlich, dass die Mittel zum Abführen von Reaktionswärme einen Wärmeübertrager zum Abführen von Wärme aus dem aus der ersten Reaktionszone ausgetretenen Produktgas umfassen. Diese Maßnahme kann einzeln oder zusätzlich die Temperaturbelastung von der ersten Reaktionszone nachgeordneten Komponenten herabsetzen, das heißt insbesondere die Temperaturbelastung der zweiten Reaktionszone.

[0013] Die Erfindung ist in vorteilhafter Weise dadurch weitergebildet, dass die Mittel zum Abführen von Reaktionswärme Kathodenluft einer dem System zugeordneten Brennstoffzelle als Kühlmedium verwenden können. Hierdurch wird in vorteilhafter Weise einerseits Reaktionswärme abgeführt und andererseits die Kathodenluft erwärmt, so dass die für den Betrieb einer SOFC-Brennstoffzelle erforderlichen hohen Temperaturen erreicht werden.

[0014] Weiterhin ist die Erfindung in bevorzugter Weise so ausgebildet, dass die Mittel zum Abführen von Reaktionswärme ein Kühlmedium aus einem Kühlkreislauf, zum Beispiel eines Verbrennungsmotors, verwenden können. Beim Einsatz des Systems in einem Kraftfahrzeug lässt sich somit eine Verzahnung des Systems mit sonstigen Kraftfahrzeugeigenschaften nutzen.

[0015] Weiterhin ist es vorteilhaft, dass die Mittel zum Abführen von Reaktionswärme als Kühlmedium Brennstoff und/oder Oxidationsmittel vor dem Eintritt in den Reformier verwenden können. Dies hat den Vorteil, dass die in den Reformier eintretenden Substanzen vorgewärmt werden und dabei gleichzeitig die Reaktionswärme zur Temperaturerniedrigung in vorteilhafter Weise abführen.

[0016] Die Erfindung betrifft weiterhin einen Reformier zur Verwendung in einem erfindungsgemäßen System. Auf der Grundlage eines solchen Reformiers, der sich insbesondere durch die Aufteilung seines Reaktionsbereichs in mindestens zwei Reaktionszonen und durch eine Abführung von in der ersten Reaktionszone entstehender Warmer auszeichnen, können die vorgenannten Vorteile und Beson-

derheiten des erfindungsgemäßen Systems realisiert werden.

[0017] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Durchführung mit einem erfindungsgemäßen System oder Reformier. Auf diese Weise werden die Vorteile und Besonderheiten des erfindungsgemäßen Systems auch im Rahmen eines Verfahrens umgesetzt. Dies gilt auch für die nachfolgend angegebenen besonders bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0018] Dieses ist nützlicherweise so ausgebildet, dass die Reaktionswärme direkt aus der ersten Reaktionszone abgeführt wird.

[0019] Zusätzlich oder alternativ kann auch vorgesehen sein, dass die Reaktionswärme aus dem aus der ersten Reaktionszone ausgetretenen Produktgas abgeführt wird.

[0020] In diesem Zusammenhang ist es nützlich, dass die Reaktionswärme durch Kathodenluft einer dem System zugeordneten Brennstoffzelle abgeführt wird.

[0021] Das Verfahren kann aber auch so ausgebildet sein, dass die Reaktionswärme durch ein Kühlmedium aus einem Kühlkreislauf eines Verbrennungsmotors abgeführt wird.

[0022] Ebenso kann vorgesehen sein, dass die Reaktionswärme durch Brennstoff und/oder Oxidationsmittel vor dem Eintritt in den Reformier abgeführt wird.

[0023] Es ist von besonderem Vorteil, dass eine in Abhängigkeit der erwünschten Reformierungsvorgänge vorgegebene Oxidationsmittelmenge pro Zeit eingesetzt wird, dass ein Teil der vorgegebenen Oxidationsmittelmenge in Abhängigkeit vorgegebener Temperaturobergrenzen der ersten Reaktionszone zugeführt wird und dass der verbleibende Teil der vorgegebenen Oxidationsmittelmenge der zweiten Reaktionszone zugeführt wird.

[0024] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass durch die Aufteilung des Reaktionsbereichs eines Reformiers in mindestens zwei Reaktionszonen die Gefahr einer Überschreitung von Temperaturobergrenzen verringert wird, indem aus der ersten Reaktionszone oder aus dem aus der ersten Reaktionszone ausgetretenen Produktgas Reaktionswärme abgeführt wird. Die Erfindung ist insbesondere im Zusammenhang mit Reformierungsvorgängen zur Bereitstellung von Reformat für eine Brennstoffzelle nützlich. Die Erfindung ist jedoch auch für zahlreiche andere Anwendungen geeignet, bei denen ein Produktgas aus einem Reformier zum Einsatz kommen kann, beispielsweise im Zusammenhang mit Automobilabgaskatalysatoren, Automobilantrieben, etc.

Die Erfindung wurde am Beispiel der Reformierungsart der partiellen Oxidation erläutert. Die Erfindung ist jedoch auch für andere Reformierungsarten mit einer Nettowärmeproduktion einsetzbar.

[0025] Die Erfindung wird nun mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen anhand bevorzugter Ausführungsform beispielhaft erläutert.

[0026] Dabei zeigt:

[0027] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Systems und

[0028] [Fig. 2](#) ein Flussdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0029] [Fig. 1](#) zeigt eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Systems. Der Reformier **10** umfasst eine erste Reaktionszone **12** und eine zweite Reaktionszone **18**. Die Reaktionszone **12** ist von einer Umhausung **34** umgeben. Die Reaktionszone **18** ist von einer Umhausung **36** umgeben. Die erste Reaktionszone **12** steht im thermischen Kontakt mit einem Wärmeübertrager **22**. Weiterhin ist zwischen der ersten Reaktionszone **12** und der zweiten Reaktionszone **18** ein Wärmeübertrager **24** angeordnet. Eine Oxidationsmittelzuführung **28** mit einem Strömungsteiler **30** ist vorgesehen wobei der stromabwärts vom Strömungsteiler angeordnete Teil der Oxidationsmittelzuführung **28** einerseits in eine Gemischbildungszone **32** und andererseits direkt in die Reaktionszone **18** mündet. In die Gemischbildungszone **32** mündet weiterhin eine Brennstoffzuführung **38**. Der Wärmeübertrager **22** ist mit einem Kühlmittelvorlauf **40** und einem Kühlmittelrücklauf **42** ausgestattet. Ebenso ist der Wärmeübertrager **24** mit einem Kühlmittelvorlauf **44** und einem Kühlmittelrücklauf **46** ausgestattet.

[0030] Das System gemäß [Fig. 1](#) arbeitet wie folgt. Über die Oxidationsmittelzuführung **28** und den Strömungsteiler **30** wird ein Teil des zugeführten Oxidationsmittels **16** der Gemischbildungszone **32** zugeführt. Dieser wird weiterhin über eine Brennstoffzuführung **38** Brennstoff **14**, beispielsweise Benzin oder Dieselmotorkraftstoff zugeführt. In der Gemischbildungszone **32** erfolgt eine Verdampfung und eine Vermischung des Oxidationsmittels **16** mit dem Brennstoff **14**. Das Oxidationsmittel besteht vorzugsweise aus Luft, die optional mit wasserhaltigen beziehungsweise wasserfreisetzen Medienströmen vermischt ist. Dabei kann es sich beispielsweise um Produktgase aus Verbrennungsprozessen handeln, die zum Beispiel im Anodenraum der Brennstoffzelle und/oder in einem Brenner erzeugt wurden. Ebenfalls können motorische Abgase verwendet werden. Das Gemisch wird nachfolgend der ersten Reaktionszone **12** zugeführt, wo eine partielle exotherme Oxidation des Brennstoffs **14** erfolgt, wobei die ablaufenden

Reaktionen von der Menge des zur Verfügung gestellten Oxidationsmittels **16** abhängen. Die in der Reaktionszone **12** erzeugte Reaktionswärme wird teilweise über den Wärmeübertrager **22** mittels eines Kühlmediums **26** abgeführt. Das Kühlmedium **26**, welches zum Beispiel Kathodenluft, Kühlwasser des Kraftfahrzeugmotors oder auch Oxidationsmittel beziehungsweise Brennstoff sein kann, wird über den Kühlmittelvorlauf **40** dem Wärmeübertrager **22** zugeführt und über den Kühlmittelrücklauf **42** wieder abgeführt. Aus der Reaktionszone **12** austretendes Produktgas wird einem weiteren Wärmeübertrager **24** zugeführt. In dem Produktgas vorhandene Wärme wird wiederum über ein Kühlmittel **26** abgeführt, wobei das Kühlmittel über einen Kühlmittelvorlauf **44** zugeführt und über einen Kühlmittelrücklauf **46** abgeführt wird. Als Kühlmittel können dieselben Kühlmittel wie beim Wärmeübertrager **22** verwendet werden. Das gekühlte Produktgas **20** wird nun der zweiten Reaktionszone **18** zugeführt, der weiterhin der im Strömungsteiler verbleibende, das heißt nicht der Gemischbildungszone **32** zugeführte Teil des Oxidationsmittels **16** zugeführt wird. In der zweiten Reaktionszone **18** findet nun eine der verbleibenden Menge des Oxidationsmittels **16** entsprechende weitere Reaktion des Produktgases **20** mit dem Oxidationsmittel **16** statt. Das fertige Reformat **48** kann dann aus der zweiten Reaktionszone **18** abgeführt und der weiteren Verwendung, beispielsweise einer Brennstoffzelle zugeführt werden.

[0031] [Fig. 2](#) zeigt ein Flussdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens. In Schritt S01 wird ein Luftstrom durch einen Strömungsteiler in einen ersten Teil und einen zweiten Teil aufgeteilt. In Schritt S02 wird der erste Teil des Luftstroms einer Gemischbildungszone zugeführt. Dieser Gemischbildungszone wird ebenso der zu oxidierende Brennstoff zugeführt. Der im Allgemeinen in flüssiger Form zugeführte Brennstoff verdampft in der Gemischbildungszone und vermischt sich in Schritt S03 mit der Luft. Das Gemisch wird gemäß Schritt S04 einer ersten Reaktionszone zugeführt, worin gemäß Schritt S05 ein partielles Umsetzen des Brennstoffs mit der Luft erfolgt. In Schritt S06 wird die in der ersten Reaktionszone erzeugte Reaktionswärme teilweise durch einen Wärmeübertrager abgeführt. In Schritt S07 wird das Produktgas aus der ersten Reaktionszone entnommen, und in Schritt S08 wird aus dem Produktgas weitere Reaktionswärme abgeführt. In Schritt S09 wird das Produktgas sowie der verbleibende zweite Teil der aus dem Strömungsteiler austretenden Luft einer zweiten Reaktionszone zugeführt. Hier erfolgt gemäß Schritt S10 ein weiteres partielles Umsetzen des Produktgases mit der Luft. In Schritt S11 kann dann das Produktgas zur weiteren Verwendung der zweiten Reaktionszone und damit dem Reformier entnommen werden.

[0032] Die in der vorstehenden Beschreibung, in

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

Bezugszeichenliste

10	Reformer
12	erste Reaktionszone
14	Brennstoff
16	Oxidationsmittel
18	zweite Reaktionszone
20	Produktgas
22	Wärmeübertrager
24	Wärmeübertrager
26	Kühlmedium
28	Oxidationsmittelzuführung
30	Strömungsteiler
32	Gemischbildungszone
34	Umhausung
36	Umhausung
38	Brennstoffzuführung
40	Kühlmittelvorlauf
42	Kühlmittelrücklauf
44	Kühlmittelvorlauf
46	Kühlmittelrücklauf
48	Reformat

Patentansprüche

1. System zum Umsetzen von Brennstoff und Oxidationsmittel zu Reformat mit einem Reformer (10), der

– eine erste Reaktionszone (12) aufweist, der Brennstoff (14) und Oxidationsmittel (16) zuführbar sind, und

– eine zweite Reaktionszone (18) aufweist, der aus der ersten Reaktionszone (12) ausgetretenes Produktgas (20) und Oxidationsmittel (16) zuführbar sind,

– wobei Mittel zum Abführen (22, 24) von in der ersten Reaktionszone (12) erzeugter Reaktionswärme durch Wärmetransport vor dem Eintritt des Produktgases (20) in die zweite Reaktionszone (18) vorgesehen sind,

– wobei eine Oxidationsmittelzuführung (28) vorgesehen ist, die einen Strömungsteiler (30) aufweist, um das zugeführte Oxidationsmittel auf die erste (12) und die zweite Reaktionszone (18) aufzuteilen,

– wobei eine Gemischbildungszone (32) vorgesehen ist, der das Oxidationsmittel (16) für die erste Reaktionszone (12) und der Brennstoff (14) zuführbar sind, und

– wobei der zweiten Reaktionszone (18) das Oxidationsmittel (16) direkt zuführbar ist.

2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Abführen von Reaktionswärme einen Wärmeübertrager (22) zum Abführen von Wärme aus der ersten Reaktionszone (12)

umfassen.

3. System nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Abführen von Reaktionswärme einen Wärmeübertrager (24) zum Abführen von Wärme aus dem aus der ersten Reaktionszone (12) ausgetretenen Produktgas (20) umfassen.

4. System nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (22, 24) zum Abführen von Reaktionswärme Kathodenluft einer dem System zugeordneten Brennstoffzelle als Kühlmedium (26) verwenden können.

5. System nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (22, 24) zum Abführen von Reaktionswärme ein Kühlmedium (26) aus einem Kühlkreislauf eines Verbrennungsmotors verwenden können.

6. System nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (22, 24) zum Abführen von Reaktionswärme als Kühlmedium (26) Brennstoff und/oder Oxidationsmittel vor dem Eintritt in den Reformer (10) verwenden können.

7. Reformer (10), der
– eine erste Reaktionszone (12) aufweist, der Brennstoff (14) und Oxidationsmittel (16) zuführbar sind, und

– eine zweite Reaktionszone (18) aufweist, der aus der ersten Reaktionszone (12) ausgetretenes Produktgas (20) und Oxidationsmittel (16) zuführbar sind,

– wobei Mittel zum Abführen (22, 24) von in der ersten Reaktionszone (12) erzeugter Reaktionswärme durch Wärmetransport vor dem Eintritt des Produktgases (20) in die zweite Reaktionszone (18) vorgesehen sind,

– wobei eine Oxidationsmittelzuführung (28) vorgesehen ist, die einen Strömungsteiler (30) aufweist, um das zugeführte Oxidationsmittel auf die erste (12) und die zweite Reaktionszone (18) aufzuteilen,

– wobei eine Gemischbildungszone (32) vorgesehen ist, der das Oxidationsmittel (16) für die erste Reaktionszone (12) und der Brennstoff (14) zuführbar sind, und

– wobei der zweiten Reaktionszone (18) das Oxidationsmittel (16) direkt zuführbar ist.

8. Reformer nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Abführen von Reaktionswärme einen Wärmeübertrager (22) zum Abführen von Wärme aus der ersten Reaktionszone (12) umfassen.

9. Reformer nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Abführen von

Reaktionswärme einen Wärmeübertrager (24) zum Abführen von Wärme aus dem aus der ersten Reaktionszone (12) ausgetretenen Produktgas (20) umfassen.

10. Reformer nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (22, 24) zum Abführen von Reaktionswärme Kathodenluft einer dem System zugeordneten Brennstoffzelle als Kühlmedium (26) verwenden können.

11. Reformer nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (22, 24) zum Abführen von Reaktionswärme ein Kühlmedium (26) aus einem Kühlkreislauf eines Verbrennungsmotors verwenden können.

12. Reformer nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (22, 24) zum Abführen von Reaktionswärme als Kühlmedium (26) Brennstoff und/oder Oxidationsmittel vor dem Eintritt in den Reformer (10) verwenden können.

13. Verfahren zum Umsetzen von Brennstoff (14) und Oxidationsmittel (16) zu Reformat durch einen Reformer (10),

- wobei der Reformer (10) eine erste Reaktionszone (12) aufweist, der Brennstoff (14) und Oxidationsmittel (16) zugeführt werden, und eine zweite Reaktionszone (18) aufweist, der aus der ersten Reaktionszone (12) ausgetretenes Produktgas (20) und Oxidationsmittel (16) zugeführt werden,
- wobei in der ersten Reaktionszone (12) erzeugte Reaktionswärme durch Wärmetransport vor dem Eintritt des Produktgases (20) in die zweite Reaktionszone (18) abgeführt wird,
- wobei das zugeführte Oxidationsmittel (16) auf die erste und die zweite Reaktionszone (12, 18) aufgeteilt wird,
- wobei das Oxidationsmittel (16) für die erste Reaktionszone (12) und der Brennstoff (14) einer Gemischbildungszone zugeführt werden und
- wobei der zweiten Reaktionszone (18) das Oxidationsmittel (16) direkt zugeführt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Reaktionswärme direkt aus der ersten Reaktionszone (12) abgeführt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Reaktionswärme aus dem aus der ersten Reaktionszone (12) ausgetretenen Produktgas (20) abgeführt wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Reaktionswärme durch Kathodenluft einer dem System zugeordneten Brennstoffzelle abgeführt wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis

20, dadurch gekennzeichnet, dass die Reaktionswärme durch ein Kühlmedium (26) aus einem Kühlkreislauf eines Verbrennungsmotors abgeführt wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Reaktionswärme durch Brennstoff (14) und/oder Oxidationsmittel (16) vor dem Eintritt in den Reformer abgeführt wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

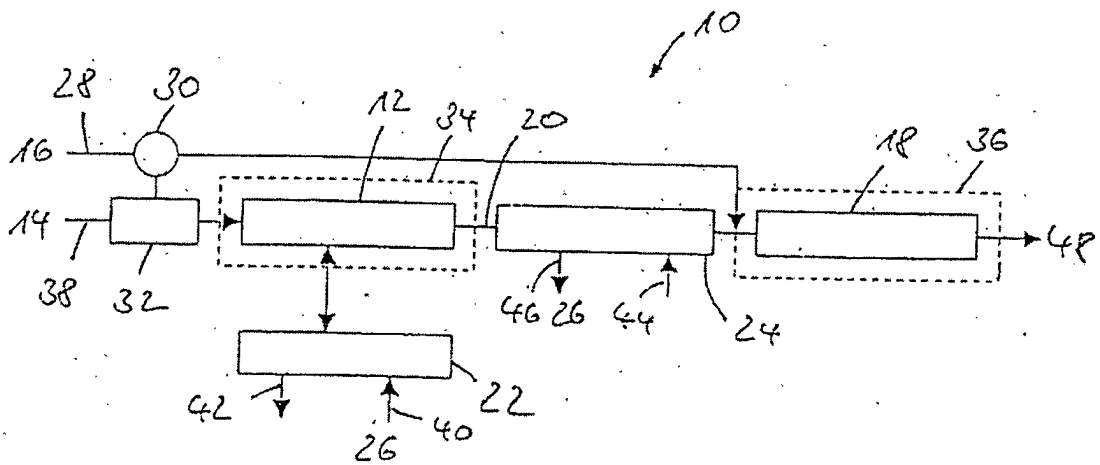


Fig. 2

