

(19)



REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer:

AT 406 808 B

(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1946/97
(22) Anmeldetag: 18.11.1997
(42) Beginn der Patentedauer: 15.01.2000
(45) Ausgabetag: 25.09.2000

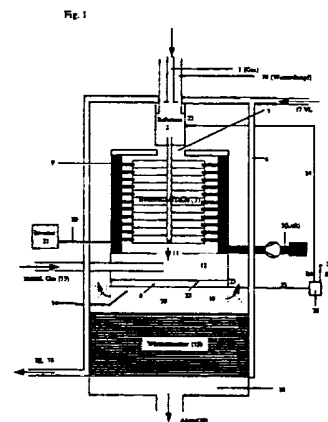
(51) Int. Cl.⁷: **H01M 8/06**
F24D 15/00

(56) Entgegenhaltungen:
DE 4032993C US 4644751A US 4622275A

(73) Patentinhaber:
VAILLANT GESELLSCHAFT M.B.H.
A-1231 WIEN (AT).

(54) KRAFT-WÄRME-KOPPLUNGSANLAGE MIT BRENNSTOFFZELLEN

(57) Wasserheizanordnung mit einem Wärmetauscher (15) und einer durch eine Brennstoffzelle (3) gebildeten Wärmequelle, wobei der Brennstoffzelle (3) ein Reformer (2) zur Aufspaltung von Erdgas vorgeschaltet ist, der mit Gas versorgbar ist und die Brennstoffzelle (3) mit einem Lufteinlaß versehen ist und der Wärmetauscher (15) von der Abwärme der Brennstoffzelle (3) beaufschlagt ist. Um einen kompakten Aufbau zu ermöglichen, ist vorgesehen, daß der Reformer (2) und die Brennstoffzelle (3) sowie der Wärmetauscher (15) in einer gemeinsamen Brennkammer (30) angeordnet sind, die mit einem Abgasabzug (18) versehen ist, wobei zwischen der Brennstoffzelle (3) und dem Wärmetauscher (15) ein Zusatzbrenner (8, 8', 8'') angeordnet ist, der im Abgasstrom der Brennstoffzelle (3) liegt.



AT 406 808 B

Die Erfindung bezieht sich auf eine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei bekannten derartigen Anordnungen sind die einzelnen Elemente separat angeordnet und mit entsprechenden Leitungen miteinander verbunden. Dabei ergibt sich der Nachteil einer aufwendigen Montage und eines schlechten Gesamtwirkungsgrades. Außerdem treten aufgrund der Leitungen und der damit verbundenen relativ großen Oberflächen, die sich auch durch die einzeln angeordneten Bauteile ergeben, auch erhebliche Abstrahlungsverluste auf.

Ziel der Erfindung ist es, diese Nachteile zu vermeiden und eine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage der eingangs erwähnten Art vorzuschlagen, die sich durch einen einfachen Aufbau und einen nur geringen Wärmeverlust auszeichnet. Bei einer solchen Anordnung ergibt sich der Vorteil, daß die bei der Umsetzung des Brenngases mit der Luft entstehende Wärme sowohl in den Brennstoffzellen als auch im Zusatzbrenner vom Wärmetauscher genutzt werden kann.

Aus der DE 4 032 993 C1 ist ein Verfahren und eine Anlage zur kombinierten Erzeugung elektrischer und mechanischer Energie bekanntgeworden, bei der ein wasserstoffhaltiges Gas durch endotherme Reaktion erzeugt wird, bei dem die Energie durch Entspannung des heißen Verbrennungsgases in einer Gasturbine erzeugt wird. Das entspannte Verbrennungsgas wird zur indirekten Beheizung der endothermen Reaktion verwendet. Ein Teil des erzeugten wasserstoffhaltigen Gases zur Erzeugung elektrischer Energie wird als Anodengas durch ein Brennstoffzellensystem geführt, und das Anodenabgas wird zur Erzeugung des Verbrennungsgases benutzt.

Aus der US 4 644 751 A ist eine Brennstoffzellenanordnung zur Erzeugung elektrischen Stroms bekanntgeworden, bei der über Kohle-, Gas- oder Ölbeheizung Dampf erzeugt wird, wobei in den Dampferzeugungsvorgang eine Hochtemperaturbrennstoffzelle integriert ist. Der verwendete Brennstoff und das Abgas der Brennstoffzelle wird direkt der Feuerung für die Dampferzeugung zugeführt, um den Wirkungsgrad der Dampferzeugung zu steigern.

Schließlich ist aus der US 4 622 275 A eine Brennstoffzellenanordnung bekanntgeworden, bei der die Brennstoffzelle mit einem Kompressor zusammenwirkt.

Erfindungsgemäß wird dies bei der Anordnung der eingangs erwähnten Art durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 erreicht.

Durch die vorgeschlagenen Maßnahmen ist sichergestellt, daß sich nur sehr kurze Rohrleitungen ergeben und bei manchen Verbindungen kann auf separate Rohrleitungen überhaupt verzichtet werden.

So kann die Brennstoffzelle direkt an den Reformer anschließen, und die Abgase der Brennstoffzelle können über dem Zusatzbrenner den Wärmetauscher beaufschlagen, wobei eine effektive Wärmenutzung aufzeichnet. Dabei ergibt sich durch die vorgesehene gemeinsame Brennkammer auch der Vorteil einer Verminderung der Abstrahlungsverluste.

Außerdem ist es durch die erfindungsgemäß vorgesehene Anordnung eines Zusatzbrenners auch möglich, den im Abgas der Brennstoffzelle noch vorhandenen Luftüberschuß für die Verbrennung des Gases im Zusatzbrenner zu nutzen und die dabei gewonnene Wärme dem Wärmetauscher zuzuführen.

Durch die Merkmale des Anspruchs 2 ergibt sich der Vorteil, daß auf einfache Weise ein modulierender Betrieb möglich ist, bei dem je nach Wärmebedarf mehr oder weniger Gas dem Brenner zusätzlich zugeführt werden kann. Dabei ergibt sich durch die sauerstoffreichen Abgase der Brennstoffzelle eine sehr gute Verbrennung des zugesetzten Gases.

Durch die Merkmale des Anspruchs 3 ergibt sich der Vorteil, daß in der Startphase zweckmäßigerweise auch der Zusatzbrenner in Betrieb genommen wird, der Reformer durch die zurückgeführten heißen Abgase rasch seine Betriebstemperatur erreicht. Nach dem Erreichen der Betriebstemperatur des Reformers kann die Abgasrückführleitung mittels der Klappe abgeschlossen werden, wobei diese zweckmäßigerweise in Abhängigkeit von der Temperatur des Reformers gesteuert ist.

Durch die Merkmale des Anspruchs 4 ist sichergestellt, daß der Brenner die Brennstoffzelle umgibt. Dadurch kann die Betriebstemperatur der Brennstoffzelle sehr einfach aufrecht erhalten werden. Außerdem ergibt sich auch ein sehr kompakter Aufbau.

Die Merkmale des Anspruchs 5 ermöglichen einen sehr flexiblen Betrieb der Anordnung.

Dabei gelangt nur ein Teil des Abgases der Brennstoffzelle zum Brenner, wodurch sich eine hohe Zündfähigkeit des Brenngasgemisches über einen weiten Modulationsbereich ergibt. Dies ist durch eine gezielte Kontrolle der Abgasmischungsrate, das ist der Volumenstrom des Abgases der Brennstoffzelle zum Volumenstrom der frischen Luft, erreichbar. Dabei wird das nicht dem Brenner zugeführte Abgas der Brennstoffzelle direkt dem Wärmetauscher zugeführt. Außerdem kann der Anteil der Abgasströme je nach den Betriebsbedingungen gesteuert werden.

Besonders niedrige Wärmeabstrahlungsverluste ergeben sich durch die Merkmale des Anspruches 6. Außerdem ergibt sich dadurch ein sehr kompakter Aufbau.

Die Erfindung wird nun anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 bis 4 schematisch verschiedene Ausführungsformen erfindungsgemäßer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage mit Brennstoffzellen.

Bei der Ausführungsform nach der Fig. 1 weist die Anordnung einen Reformer 2 auf, in den eine Gasleitung 1 und eine Wasserdampf-Leitung 10 münden.

Im Bereich des Reformers 2 werden das Gas und Wasserdampf zu Wasserstoff und Kohlendioxid umgesetzt. Bei den Hochtemperatur-Brennstoffzellen ist die 100 %ige Umsetzung nicht notwendig. Diese umgesetzten Gase werden auf der Anodenseite 7 der Brennstoffzellen 3 zugeführt. Auf die Kathodenseite der Brennstoffzelle 3 wird die über die Luftleitung 5 strömende Luft zugeführt. Der von einem Wärme aufnehmenden Medium durchströmte Doppelmantel umschließt die Brennkammer 30.

Das Gehäuse 9 des Reformers 2 ist über die Brennstoffzelle 3, deren Einlaß 7 nach dem Reformer 2 angeordnet ist, vorgezogen, wobei innerhalb dieses Gehäuses 9 des Reformers 2 ein Zusatzbrenner 8 gehalten ist. In die zwischen den Wänden dieses Gehäuses 9, dem Zusatzbrenner 8 und der Brennstoffzelle 3 verbleibenden Kammer 12, in die auch der Auslaß 11 der Brennstoffzelle 3 mündet, mündet auch eine Zusatzgasleitung 13, über die dem Brenner 8 zusätzliches Gas zugeführt werden kann.

Weiter ist eine Zündeinrichtung 14 an der Ausströmseite des Zusatzbrenners 8 vorgesehen.

Weiter ist ein Wärmetauscher 15 vorgesehen, der vom Zusatzbrenner 8 beaufschlagt ist, und an eine Rücklaufleitung 16 angeschlossen und mit dem als Doppelmantel ausgebildeten Gehäuse 6 hydraulisch verbunden ist, das an eine Vorlaufleitung 17 angeschlossen ist.

Stromab des Wärmetauschers 15 ist ein Abgassammler 18 mit einer Abgasleitung 19 angeordnet.

Weiter ist der Stromsammeler der Brennstoffzellen 3, über in einem Schutzrohr 20 geführte Leitungen mit einem an der Außenseite des Gehäuses 6 angeordneten Inverter 21 verbunden, der den von der Brennstoffzelle 3 erzeugten Gleichstrom in Wechselstrom umsetzt.

Im Bereich des Reformers 2 und in dem zwischen dem Zusatzbrenner 8 und dem Wärmetauscher 15 gelegenen Bereich sind Temperaturfühler 22, 23 angeordnet, die über Signalleitungen 24, 25 mit einer Steuerung 26 verbunden sind, an der auch ein Sollwertgeber 27 angeschlossen ist.

Beim Betrieb der Anordnung wird Erdgas über die Gasleitung 1 dem Reformer 2 zugeführt, dem auch Wasserdampf über die Wasserdampf-Leitung 10 zugeführt wird. Der Reformer 2 setzt Erdgas und Wasserdampf in Wasserstoff und Kohlenmonoxid um. Der Wasserstoff, der bei Hochtemperatur-Brennstoffzellen keine hohe Reinheit aufweisen muß, wird in der Brennstoffzelle 3 verarbeitet, wobei Gleichstrom gewonnen wird, der im Inverter in Wechselspannung umgewandelt wird.

Die Abgase der Brennstoffzelle 3, die ausreichend Sauerstoff enthalten, gelangen zum Zusatzbrenner 8, wobei in die Mischkammer 12, die vom Zusatzbrenner 8 begrenzt ist, noch zusätzliches Gas über die Zusatzgasleitung 13 zugeführt wird. Die zusätzlich zugeführte Gasmenge kann dabei je nach der vorliegenden Wärmeanforderung variiert werden.

Das aus dem Brenner 8, der entsprechende Ausströmöffnungen aufweist, austretende brennbare Gasgemisch wird mittels der Zündeinrichtung 14 gezündet und verbrannt.

Die dabei entstehenden Brenngase beaufschlagen den Wärmetauscher 15 und geben auch Wärme an den Doppelmantel 6 ab, der die gemeinsame Brennkammer 30 begrenzt.

Das entsprechend abgekühlte Abgas strömt über die Abgasleitung 19 ab.

Bei der Ausführungsform nach der Fig. 2 ist der Reformer 2 und die Brennstoffzelle 3 in einem Gehäuse 9' angeordnet, das durch den Zusatzbrenner 8 abgeschlossen ist.

Aus dem Brennraum 28 zwischen dem Brenner 8 und dem Wärmetauscher 15 führt eine Abgasrückführleitung 29 weg und mündet in die Gasleitung 1, wobei in dieser Leitung eine Klappe 31 zur Steuerung der Durchströmung und ein Gebläse 32 angeordnet sind, mit dem eine Durchströmung erzwungen werden kann.

Mittels der Abgasrückführleitung 29 können während der Startphase der Anordnung heiße Brenngase um den Reformier 2 zugeführt werden, so daß dieser rasch seine Betriebstemperatur erreicht und das diesem zugeführte Erdgas aufspaltet.

Bei der Ausführungsform nach der Fig. 3 sind der Reformier 2 und die über diesem angeordnete Brennstoffzelle 3 vom Brenner 8' umgeben.

Damit wird der Brenner 8' von der Gesamtheit der Abgase der Brennstoffzelle 3 beaufschlagt. Weiter ist der Brenner 8' an eine Gasleitung 13' angeschlossen, die die zum Reformier 2 führende Gasleitung 1 im wesentlichen coaxial umgibt.

Bei dieser Lösung ergibt sich während der Startphase durch die Strahlungswärme des Brenners 8' eine rasche Erwärmung der Brennstoffzelle 3 auf deren Betriebstemperatur.

Eine Variante der Ausführungsform unterscheidet sich von jener nach der Fig. 3 nur dadurch, daß der Brenner 8" nur die Mantelflächen der Brennstoffzelle 3 umschließt. Dadurch strömt ein Teil der Abgase der Brennstoffzelle 3 direkt in die Brennkammer. Weiter umgibt bei dieser Ausführungsform der Reformier 2 die Gasleitung 1, wobei die Luftleitung 5 die Gasleitung 1 konzentrisch umgibt und diese wieder von der Zusatzgasleitung 13' konzentrisch umgeben ist.

Bei allen dargestellten Lösungen kann der Zusatzbrenner 8, 8', 8" modulierend betrieben werden.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Kraft-Wärme-Kopplungsanlage mit einem Wärmetauscher (15) und einer durch eine Brennstoffzelle (3) gebildeten Wärmequelle, wobei der Brennstoffzelle (3) ein Reformier (2) zur Aufspaltung von Erdgas vorgeschaltet ist, der mit Gas versorgbar ist und die Brennstoffzelle (3) mit einem Lufteinlaß (5) versehen ist und der Wärmetauscher (15) von der Abwärme eines Zusatzbrenners (8) beaufschlagt ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Reformier (2), die Brennstoffzelle (3) und der Zusatzbrenner (8) sowie der Wärmetauscher (15) in einer Brennkammer (30) angeordnet sind, die mit einem Abgasabzug (18) versehen ist, wobei zwischen der Brennstoffzelle (3) und dem Wärmetauscher (15) ein Zusatzbrenner (8, 8', 8") angeordnet ist, der im Abgasstrom der Brennstoffzelle (3) liegt.
2. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Auslaß (11) der Brennstoffzelle (3) in einer Kammer (12) angeordnet ist, in die eine Zusatz-Gasleitung (13) mündet und die durch den Brenner (8) abgeschlossen ist.
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß aus dem zwischen dem Brenner (8) und dem Wärmetauscher (15) eine Abgasrückführleitung (29) wegführt und zum Reformier (2) für die Vorwärmung des Reformiers (2) in der Startphase mündet, wobei eine Klappe (31) zur Steuerung der Abgasrückführleitung (29) vorgesehen ist.
4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Brenner (8') im wesentlichen zylindrisch ausgebildet ist, die Brennstoffzelle (3) umschließt und auch stirnseitig überdeckt, wobei der Brenner (8') mit der zusätzlichen Gaszuführleitung (13') versehen ist.
5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Brenner (8") die Mantelfläche der Brennstoffzelle (3) umschließt und die Stirnfläche (33) der Brennstoffzelle (3) als freie Austrittsfläche für einen Teil der Abgase der Brennstoffzelle (3) in die Brennkammer (30) und für einen anderen Teil der Abgase (34) der Brennstoffzellen (3) in den Zusatzbrenner (8") vorgesehen ist.
6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Wärmetauscher (15) in der Brennkammer (30) angeordnet und mit dem Doppelmantel (6) hydraulisch verbunden ist, der den Brenner (8, 8', 8") und die Brennstoffzelle (3) umgibt.

AT 406 808 B

HIEZU 3 BLATT ZEICHNUNGEN

5

10

15

20

25

30

Fig. 1

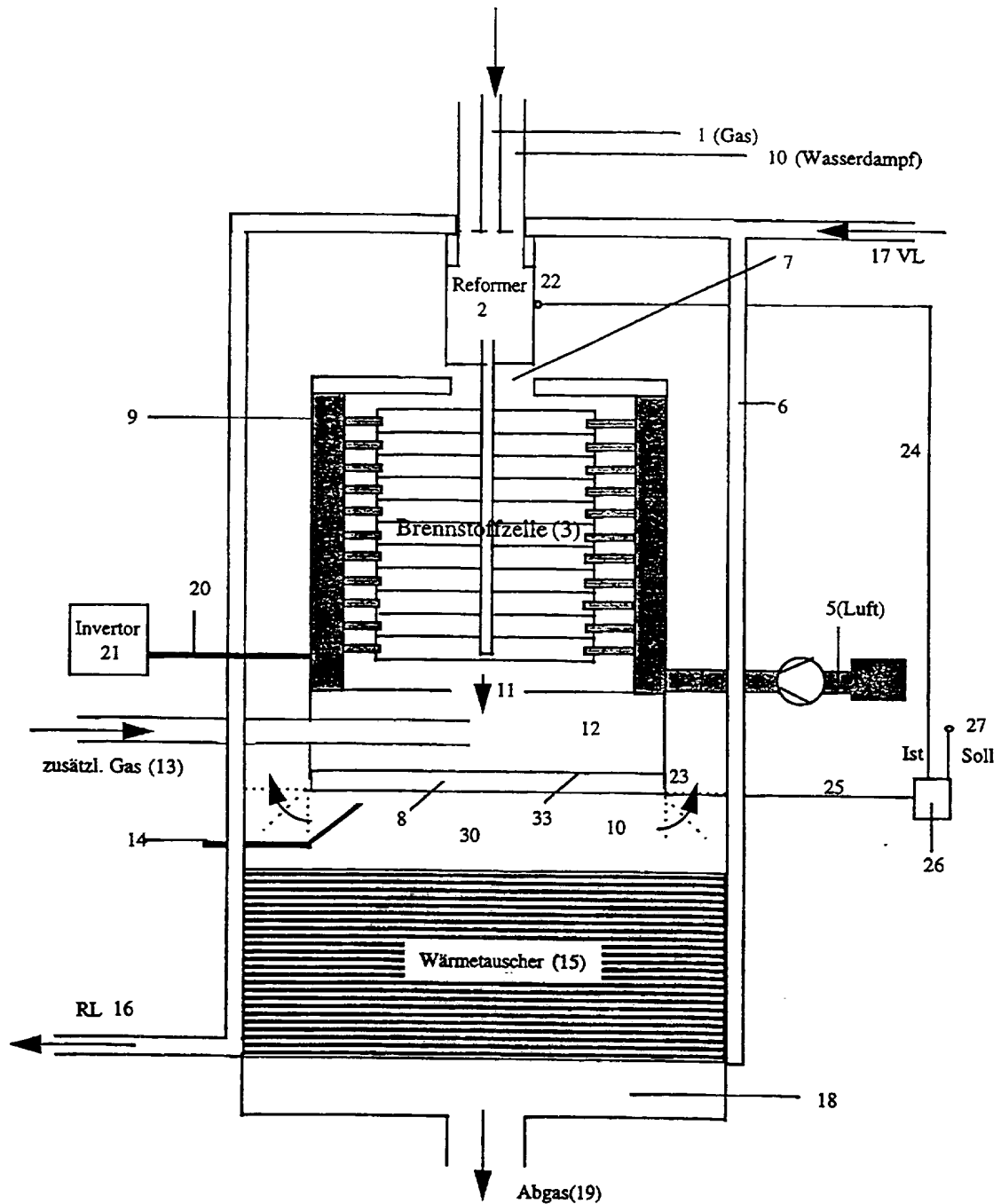


Fig. 2

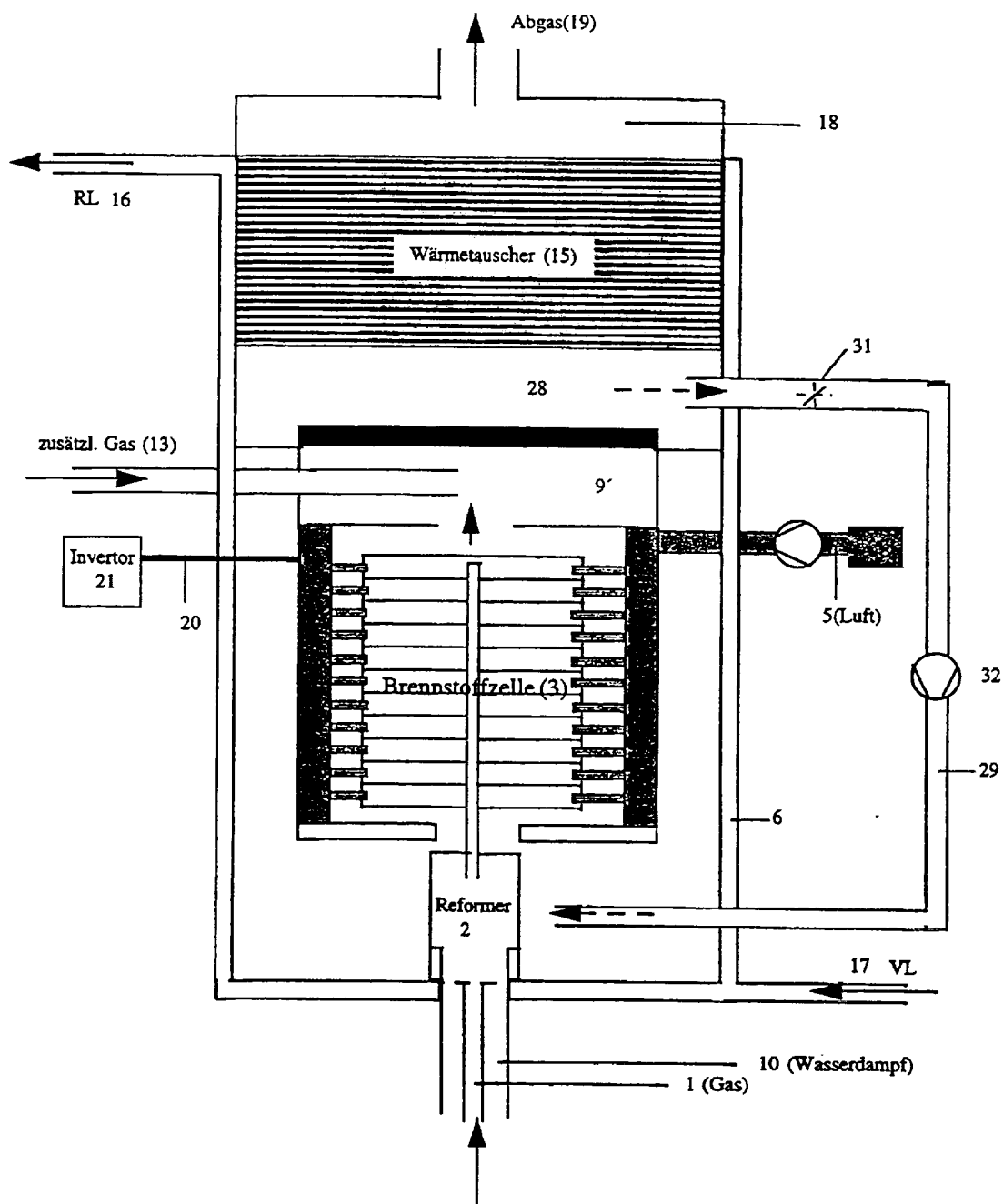


Fig. 3

