

(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
12. Februar 2004 (12.02.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/013924 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H01M 8/06**, 8/24

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/008146

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. Juli 2003 (24.07.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 34 263.6 27. Juli 2002 (27.07.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **MTU FRIEDRICHSHAFEN GMBH** [DE/DE];
88040 Friedrichshafen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **FILIP, Gerhard** [AT/DE]; Hochwaldstrasse 4, 88677 Markdorf (DE).
HUPPMANN, Gerhard [DE/DE]; Am Mühlbach 4, 83620 Feldkirchen-Westerham (DE). **TIEMENS, Heinz** [DE/DE]; Struckweg 7, 21635 Jork (DE). **EDER, Norbert** [AT/AT]; Buchenweg 10/4, A-2351 Wiener Neudorf (AT).
GNANN, Michael [DE/DE]; Ahornstrasse 28, 82041 Deisenhofen (DE).

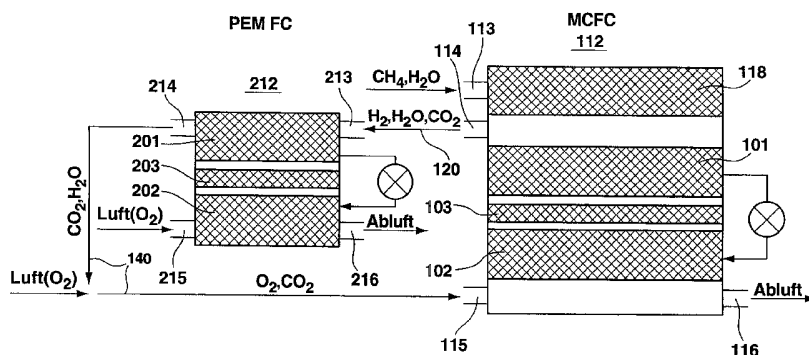
(74) Anwalt: **WINTER, Josef**; MTU Friedrichshafen GmbH,
Patentabteilung ZJ-P, 88040 Friedrichshafen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): CN, KR, RU, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: COMPOSITE FUEL CELL SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERBUNDBRENNSTOFFZELLENANLAGE



(57) **Abstract:** Disclosed is a composite fuel cell system comprising a first fuel cell arrangement (110) containing a plurality of high-temperature fuel cells (112), especially carbonate melt fuel cells, and comprising a second fuel cell arrangement (210) containing a plurality of low-temperature fuel cells (212), especially polymer electrolyte membrane fuel cells, also comprising an anode gas transport line connection (120) mounted between the anode outlet (114) of the first fuel cell arrangement (110) and the anode inlet (213) of the second fuel cell arrangement (210) used to transport the anode off gas associated with the first fuel cell arrangement (110) as anode feed gas associated with the second fuel cell arrangement (210). According to a first embodiment of the invention, a gas return line connection (140) is mounted between the anode outlet (210) of the second fuel cell arrangement (210) and the cathode inlet (115) of the first fuel cell arrangement (110) and used for returning the cathode off gas of the second fuel cell arrangement (210) to the cathode input (115) of the first fuel cell arrangement (110). In a second embodiment of the invention, the gas cleaning device (135) is formed by a gas separating device. A gas return line connection (145) is provided between the gas cleaning device (135) mounted in the anode gas transport line connection (120) for separating undesirable gas components from the anode off gas and the cathode inlet (115) of the first fuel cell arrangement (110) in order to return at least one part of the gas components separated in the gas cleaning device (135) to the cathode inlet (115) of the first fuel cell arrangement (110).

(57) **Zusammenfassung:** Es wird eine Verbundbrennstoffzellenanlage mit einer Anzahl von Hochtemperaturbrennstoffzellen (112), insbesondere Schmelzkarbonatbrennstoffzellen, enthaltenden ersten Brennstoffzellenanordnung (110) und mit einer Anzahl von Niedertemperaturbrennstoffzellen (212), insbesondere Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzellen, enthaltenden zweiten Brennstoffzellenanordnung (210) und mit einer zwischen den Anodenausgang

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/013924 A2



(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

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.

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

(114) der ersten Brennstoffzellenanordnung (110) und den Anodeneingang (213) der zweiten Brennstoffzellenanordnung (210) geschalteten Anodengasüberführungsleitungsverbindung (120) zur Überführung von Anodenabgas der ersten Brennstoffzellenanordnung (110) als Anodenzugas der zweiten Brennstoffzellenanordnung (210) beschrieben. Gemäss einem ersten Aspekt der Erfindung ist eine zwischen den Anodenausgang (214) der zweiten Brennstoffzellenanordnung (210) und den Kathodeneingang (115) der ersten Brennstoffzellenanordnung (110) geschaltete Gasrückführungsleitungsverbindung (140) zur Rückführung von Kathodenabgas der zweiten Brennstoffzellenanordnung (210) zum Kathodeneingang (115) der ersten Brennstoffzellenanordnung (110) vorgesehen. Gemäss einem zweiten Aspekt der Erfindung ist die Gasreinigungseinrichtung (135) durch eine Gastrenneinrichtung gebildet und es ist eine zwischen eine in die Anodengasüberführungsleitungsverbindung (120) geschaltete Gasreinigungseinrichtung (135) zur Abtrennung von unerwünschten Gasbestandteilen aus dem Anodenabgas und den Kathodeneingang (115) der ersten Brennstoffzellenanordnung (110) geschaltete Gasrückführungsleitungsverbindung (145) zur Rückführung von mindestens einen Teil der in der Gasreinigungseinrichtung (135) abgetrennten Gasbestandteile zum Kathodeneingang (115) der ersten Brennstoffzellenanordnung (110) vorgesehen.

5 **Verbundbrennstoffzellenanlage**

Die Erfindung betrifft eine Verbundbrennstoffzellenanlage nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

- 10 Brennstoffzellen sind elektrochemische Energiewandler, die aus Wasserstoff oder Kohlenwasserstoffen als Brennstoff einerseits und aus einem Oxidationsmittel, wie beispielsweise dem in Luft enthaltenen Sauerstoff andererseits, auf direktem Wege Strom produzieren. Man kann die verschiedenen Typen von
- 15 Brennstoffzellen nach unterschiedlichen Elektrolyten und unterschiedlichen Betriebstemperaturenniveaus unterscheiden. Zu den Niedertemperatur-Brennstoffzellen zählen beispielsweise die Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzelle (PEMFC), Brennstoffzellen mit alkalischen Elektrolyten (AFC) oder
- 20 Brennstoffzellen mit phosphorsauren Elektrolyten (PAFC). All diese arbeiten mit Wasserstoff als Brennstoff und stellen je nach Typ zum Teil sehr hohe Anforderungen an die Gasreinheit. Insbesondere der Gehalt an Kohlenmonoxid hat direkten Einfluss auf die Degradation der Zellen und sollte deshalb möglichst
- 25 niedrig, vorzugsweise im PPM-Bereich liegen. Sollen Kohlenwasserstoffe zum Betrieb von Niedertemperatur-Brennstoffzellen verwendet werden, so ist es erforderlich, den nötigen Wasserstoff in vorgelagerten Reaktionsstufen zu erzeugen. Hierzu sind verschiedene Verfahren, wie Dampf-
- 30 Reformierung (Steam Reforming), partielle Oxidation, autotherme Reformierung oder andere Verfahren, vorzugsweise mit katalytischer Unterstützung bekannt.

Damit die erforderliche Gasreinheit zu erreichen ist, enthalten derartige Anlagen neben der eigentlichen Wasserstoffherzeugung noch verschiedenen Stufen zur Gasreinigung. Die den Niedertemperatur-Brennstoffzellen vorgeschaltete Brennstoffaufbereitung ist daher aufwendig und kostenintensiv und wirkt sich aufgrund der notwendigen Wärmeversorgung und Temperatureinstellung der einzelnen Reaktionsstufen zudem negativ auf den Gesamtwirkungsgrad der Brennstoffzellenanlage aus. In Hochtemperatur-Brennstoffzellen, wie zum Beispiel Schmelzkarbonatbrennstoffzellen (MCFC) oder oxidkeramischen Brennstoffzellen (SOFC) kann die Reformierung der Kohlenwasserstoffe direkt in der Brennstoffzelle erfolgen. Daher spricht man hier von interner Reformierung. Allerdings kann es auch bei Hochtemperatur-Brennstoffzellen, vor allem bei Verwendung von höheren Kohlenwasserstoffen, erforderlich sein eine Brennstoffaufbereitung bzw. Vorreformierung vorzuschalten. Diese hat die Aufgabe die flüssigen Kohlenwasserstoffe zu verdampfen, Schwefelverbindungen zu entfernen und die Aromate, Olefine und längerkettigen Kohlenwasserstoffe aufzubrechen (zu "cracken").

Damit sichergestellt ist, dass die gesamte Anodenfläche der Brennstoffzelle ausreichend mit Brennstoff versorgt wird, werden die Brennstoffzellen üblicherweise mit Brennstoffüberschuss betrieben. Daraus ergibt sich, dass nicht 100% des zugeführten Brennstoffs oxidiert werden und dass Anodenabgas noch eine Restmenge an Brennstoff enthält. Dieser Rest wird meist verbrannt oder katalytisch umgesetzt. Die dabei entstehende Wärme kann genutzt werden, um einen Vorreformer zu beheizen und damit das Brenngas vorzubehandeln und aufzuwerten oder in einem Abhitzekessel nutzbare Wärme zu erzeugen.

Aus der EP 1 121 724 B1 ist eine Verbundbrennstoffzellenanlage bekannt, bei der eine oxidkeramische Brennstoffzelle

(SOFC), die bei einer hohen Arbeitstemperatur von etwa 800°C bis 1.000°C arbeitet, mit einer Niedertemperatur-Brennstoffzelle, nämlich einer Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzelle (PEMFC) oder einer Brennstoffzelle mit phosphorsauren Elektrolyten (PAFC), die in einem niedrigen Temperaturbereich von etwa 60°C bis 80°C bzw. von 160°C bis 220°C arbeiten, kombiniert sind. Dabei wird die Hochtemperatur-Brennstoffzelle mit Brennstoffüberschuss betrieben und der dabei im Überschuss erzeugte Wasserstoff für den Betrieb der nachgeschalteten Niedertemperatur-Brennstoffzelle zur Verfügung gestellt, die Hochtemperatur-Brennstoffzelle dient als quasi als Reformier für die Niedertemperatur-Brennstoffzelle, so dass ein solcher nicht eigens erforderlich ist.

Die Aufgabe der Erfindung ist es eine Verbundbrennstoffzellenanlage mit einem gegenüber der bekannten Kombination gesteigerten Wirkungsgrad, insbesondere einer verbesserten thermischen Nutzung des eingesetzten Brennstoffs zu schaffen.

Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird diese Aufgabe durch eine Verbundbrennstoffzellenanlage mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird diese Aufgabe durch eine Verbundbrennstoffzellenanlage mit den Merkmalen des Anspruchs 3 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Verbundbrennstoffzellenanlage sind jeweils in den Unteransprüchen angegeben.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung erläutert.

Es zeigt:

Figur 1 ein Funktionsprinzip einer Verbundbrennstoffzellenanlage, bei der eine Schmelzkarbonat-Brennstoffzelle (MCFC) und
5 eine Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzelle (PEMFC), kombiniert sind;

Figur 2 ein Schaltbild einer Verbundbrennstoffzellenanlage dieser Art gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;
10 und

Figur 3 ein Schaltbild einer Verbundbrennstoffzellenanlage dieser Art gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung.
15

Bei dem in Figur 1 dargestellten Funktionsprinzip der erfindungsgemäßen Verbundbrennstoffzellenanlage bedeutet Bezugszeichen 110 eine erste Brennstoffzellenanordnung in Form eines Stapels von Hochtemperaturbrennstoffzellen 112, von denen
20 lediglich eine dargestellt ist. Bezugszeichen 210 bedeutet eine zweite Brennstoffzellenanordnung in Form eines Stapels von Niedertemperaturbrennstoffzellen 212, von denen wiederum nur eine dargestellt ist.

25 Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Hochtemperatur-Brennstoffzellen 112 Schmelzkarbonatbrennstoffzellen (MCFC), die Niedertemperatur-Brennstoffzellen 212 sind Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzellen (PEMFC).

30 Die Hochtemperaturbrennstoffzellen 112 enthalten jeweils eine Anode 101, eine Kathode 102 und eine dazwischen angeordnete Elektrolytmatrix oder Membran 103. Die Niedertemperaturbrennstoffzellen 212 enthalten jeweils eine Anode 201, eine Katho-

de 202 und eine dazwischen angeordnete Membran 203 in Form einer Polymer-Elektrolyt-Membran.

Für die Hochtemperaturbrennstoffzellen 112 gibt es einen Anodeneingang 113 zur Zuführung von frischem Brenngas oder allgemein Anodenzugas zu den Anoden 101 und einen Anodenausgang 114 zum Abführen von verbrauchtem Brenngas oder Anodenabgas von den Anoden 101, einen Kathodeneingang 115 zum Zuführen von frischem Kathodengas oder allgemein Kathodenzugas zu den Kathoden 102 sowie einen Kathodenausgang 116 zum Abführen von verbrauchtem Kathodengas oder Kathodenabgas von denselben.

Für die Niedertemperaturbrennstoffzellen 212 gibt es jeweils einen Anodeneingang 213 zur Zuführung von frischem Brenngas oder Anodenzugas zu den Anoden 201 und einen Anodenausgang 214 zum Abführen von verbrauchtem Brenngas von oder Anodenabgas von denselben, einen Kathodeneingang 215 zum Zuführen von frischem Kathodengas oder Kathodenzugas zu den Kathoden 202 sowie einen Kathodenausgang 216 zum Abführen von verbrauchtem Kathodengas oder Kathodenabgas von denselben.

Weiterhin enthält die erste Brennstoffzellenanordnung 110 der Hochtemperaturbrennstoffzellen 112 einen Katalysator 118 zur internen Reformierung des über den Kathodeneingang 113 zugeführten frischen Brenngases oder Anodenzugases.

Zwischen den Anodenausgang 114 der ersten Brennstoffzellenanordnung 110 und den Anodeneingang 213 der zweiten Brennstoffzellenanordnung 210 ist eine Anodengasüberführungsleitungsverbindung 120, welche in Figur 1 durch einen Pfeil lediglich angeordnet ist, geschaltet, die der Überführung von mindestens einem Teil des Anodenabgases der ersten Brennstoffzellenanordnung 110 als Anodenzugas der zweiten Brennstoffzellenanordnung 210 dient.

In diese Anodengasüberführungsleitungsverbindung 120 ist eine Gasreinigungseinrichtung geschaltet, die der Reinigung des übergeführten Anodenabgas von für die zweite Brennstoffzellenanordnung 210, insbesondere deren Anoden 210 schädlichen Gasbestandteilen, insbesondere von CO dient und die in der Prinzipdarstellung von Figur 1 nicht dargestellt ist.

Wie gezeigt ist, wird dem Anodeneingang 113 der ersten Brennstoffzellenanordnung 110 ein, gegebenenfalls bereits in einer vorgeschalteten, in Figur 1 nicht gezeigten, Einrichtung zur Brennstoffaufbereitung bzw. Vorreformierung hergestelltes und aus einem Gemisch von CH₄ und H₂O bestehendes Brenngas zugeführt. Nachdem das zugeführte Gasgemisch in dem Katalysator 118 durch interne Reformierung zu CO₂ und H₂ umgesetzt worden ist und an den Anoden 101 der ersten Brennstoffzellenanordnung 110 eine Anodenreaktion stattgefunden hat, verlässt ein als wesentliche Bestandteile H₂, H₂O, CO₂ enthaltendes Gasgemisch den Anodenausgang 114, um über die Anodengasüberführungsleitungsverbindung 120 dem Anodeneingang 213 der zweiten Brennstoffzellenanordnung 210 zugeführt zu werden. Dabei werden, wie bereits vorher erläutert, schädliche Gasbestandteile, insbesondere CO aus dem übergeführten Anodenabgas entfernt.

In der zweiten Brennstoffzellenanordnung 210 unterliegt das besagte Gasgemisch dann einer Anodenreaktion an den Niedertemperaturbrennstoffzellen 212, worauf ein im wesentlichen CO₂ und H₂O enthaltendes Gasgemisch den Anodenausgang 214 der zweiten Brennstoffzellenanordnung 210 verlässt.

Zwischen den Anodenausgang 214 der zweiten Brennstoffzellenanordnung 210 und den Kathodeneingang 115 der ersten Brennstoffzellenanordnung 110 ist eine Gasrückführungsleitungsverbindung 140 geschaltet, welche der Rückführung von mindestens

einem Teil des Anodenabgases der zweiten Brennstoffzellenanordnung 210 zum Kathodeneingang 115 der ersten Brennstoffzellenanordnung 110 dient. Bei dem hier dargestellten Funktionsprinzip wird die gesamte Menge des Anodenabgases der zweiten
5 Brennstoffzellenanordnung 210 zum Kathodeneingang 115 der ersten Brennstoffzellenanordnung 110 zurückgeführt.

Bei der in Figur 2 im Schaltbild dargestellten Verbundbrennstoffzellenanlage eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung, welche grundsätzlich nach dem in Figur 1 gezeigten Funktionsprinzip arbeitet, ist die ersten Brennstoffzellenanordnung 110 zusammen mit einer Mischeinrichtung oder Mischkammer 150 und einer katalytischen Brennereinrichtung 180 in
10 einem gemeinsamen isolierenden Gehäuse 200 angeordnet, welches gleichzeitig einen Teil der Gasströmungswege der ersten Brennstoffzellenanordnung 110 begrenzt und definiert. Diese Art der Anordnung ist auch als "Hot Module" bekannt. Dabei ist innerhalb des isolierenden Gehäuses 200 eine zwischen den Anodenausgang 114 und den Kathodeneingang 115 der ersten
15 Brennstoffzellenanordnung 110 gekoppelte Anodenabgasrückführungsleitungsverbindung 170 vorgesehen, welche der Rückführung von Anodenabgas zu dem Kathodeneingang 115 dient.

In dieser Anodenabgasrückführungsleitungsverbindung 170 sind
25 die katalytische Brennereinrichtung 180 und, dieser vorgeschaltet, die Mischeinrichtung bzw. Mischkammer 150 vorgesehen. Die Mischeinrichtung 150 dient zum Beimischen der über die Gasrückführungsleitungsverbindung 140 vom Anodenausgang 214 der zweiten Brennstoffzellenanordnung 210 rückgeführten
30 Gasbestandteile.

In der Anodengasüberführungsleitungsverbindung 120, die zwischen den Anodenausgang 114 der ersten Brennstoffzellenanordnung 110 und den Anodeneingang 213 der zweiten Brennstoffzel-

lenanordnung 210 geschaltet ist, ist die bereits im Zusammenhang mit dem anhand der Figur 1 erläuterten Funktionsprinzip genannte Gasreinigungseinrichtung 130 vorgesehen, welche der Reinigung des übergeführten Anodenabgases von für die zweite
5 Brennstoffzellenanordnung 210 schädlichen Gasbestandteilen, insbesondere von CO dient.

Weiterhin ist in der Anodengasüberführungsleitungsverbindung 120 der Gasreinigungseinrichtung 130 nachgeschaltet ein Wärmetauscher 190 vorgesehen, durch welchen das übergeführte Anodengas auf ein geeignetes Temperaturniveau gekühlt wird.
10

Weiterhin ist eine Gasspeichereinrichtung 160 vorgesehen, die mit der Anodengasüberführungsleitungsverbindung 120 stromabwärts der Gasreinigungseinrichtung 130 gekoppelt ist und zur Speicherung von gereinigtem Anodengas und zur späteren Zuführung desselben zu der zweiten Brennstoffzellenanordnung 210 dient.
15

Die zwischen den Anodenausgang 214 der zweiten Brennstoffzellenanordnung 210 und den Kathodeneingang 115 der ersten Brennstoffzellenanordnung 110 geschaltete Gasrückführungsleitungsverbindung 140 ist über die Mischeinrichtung 150 mit der den Anodenausgang 114 mit dem Kathodeneingang 115 der ersten
20 Brennstoffzellenanordnung 110 verbindenden Anodenabgasrückführungsleitungsverbindung 170 gekoppelt. Die Mischeinrichtung 150 dient weiterhin dem Beimischen von frischem Kathodengas, insbesondere von Luft, welche dann ebenfalls dem Kathodeneingang 115 der ersten Brennstoffzellenanordnung 110
25 zugeführt wird.
30

Dem Anodeneingang 113 der ersten Brennstoffzellenanordnung 110 vorgeschaltet ist eine

bereits im Zusammenhang mit dem Funktionsprinzip von Figur 1 erläuterte Einrichtung zur Brennstoffaufbereitung 119.

Die katalytische Brennereinrichtung 180 dient zum Verbrennen
5 von brennbaren Restbestandteilen des die Mischeinrichtung 150 verlassenden Gasgemischs der Anodenabgase der beiden Brennstoffzellenanordnungen 110 und 210.

Bei dem in Figur 3 dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel
10 der Erfindung sind wiederum eine erste Brennstoffzellenanordnung 110 zusammen mit einer katalytischen Brennereinrichtung 180 und einer dieser vorgeschalteten Mischeinrichtung 150, die in einer zwischen den Anodenausgang 114 und den Kathodeneingang 115 geschalteten Anodenabgasrückführungsleitungsver-
15 bindung 170 vorgesehen sind, in einem isolierenden Gehäuse 200 nach Art eines "Hot Module" angeordnet. Zwischen den Anodenausgang 114 der ersten Brennstoffzellenanordnung 110 und den Anodeneingang 213 der zweiten Brennstoffzellenanordnung 210 ist eine Anodengasüberführungsleitungsverbindung 120 ge-
20 schaltet, die der Überführung von mindestens einem Teil des Anodenabgases der ersten Brennstoffzellenanordnung 110 zum Anodeneingang 213 der zweiten Brennstoffzellenanordnung 210 dient.

25 In diese Anodengasüberführungsleitungsverbindung 120 ist eine Gasreinigungseinrichtung 135 geschaltet, die der Reinigung des übergeführten Anodenabgases von für die zweite Brennstoffzellenanordnung 210 schädlichen Gasbestandteilen, insbesondere von CO dient. Diese Gasreinigungseinrichtung 135 ist
30 durch eine Gastrenneinrichtung gebildet, welche die unerwünschten Gasbestandteile abtrennt.

Zwischen die Gasreinigungseinrichtung 135 und die Mischeinrichtung 150 und damit über die Anodenabgasrückführungslei-

tungsverbindung 170 mit dem Kathodeneingang 115 der ersten Brennstoffzellenanordnung 110 verbunden ist eine Gasrückführungsleitungsverbindung 145 geschaltet, die zur Rückführung von mindestens einem Teil der in der Gasreinigungseinrichtung 135 abgetrennten Gasbestandteile dient.

Bei dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel ist die Gasreinigungseinrichtung 135 zur Abtrennung von im wesentlichen allen im Anodenabgas der ersten Brennstoffzellenanordnung 110 enthaltenen Gasbestandteilen mit Ausnahme von Wasserstoff H₂ vorgesehen. Letzterer ist dann als im wesentlichen einziger Bestandteil des Anodenabgases über die Anodengasüberführungsleitungsverbindung 120 der zweiten Brennstoffzellenanordnung 210 zuführbar. Die abgetrennten Gasbestandteile, die über die Gasrückführungsleitungsverbindung 145 zu der Mischeinrichtung 150 der ersten Brennstoffzellenanordnung 110 rückgeführt werden, enthalten im wesentlichen CO₂, CO, H₂O und, gegebenenfalls geringe Bestandteile auch an H₂.

Ähnlich wie bei dem anhand der Figur 3 beschriebenen Ausführungsbeispiel ist auch hier eine mit der Anodengasüberführungsleitungsverbindung 120 stromabwärts der Gasreinigungseinrichtung 135 gekoppelte Gasspeichereinrichtung 160 vorgesehen, die der Speicherung bzw. dem Vorhalten von gereinigtem Anodenabgas, hier also von im wesentlichen H₂, zu späteren Zuführung desselben zu der zweiten Brennstoffzellenanordnung 210 dient.

An der in die Anodenabgasrückführungsleitungsverbindung 170 geschalteten Mischeinrichtung 150 ist weiterhin frisches Kathodengas, insbesondere Luft, dem zu dem Kathodeneingang 115 der ersten Brennstoffzellenanordnung 110 zugeführten Gas beimischbar.

Ebenfalls wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel der Figur 2 ist auch hier dem Anodeneingang 113 eine Brennstoffaufbereitung 119 vorgeschaltet.

- 5 Von dem Kathodenausgang 116 der ersten Brennstoffzellenanordnung 110 wird das verbrauchte Kathodengas als Abluft nach außen abgeführt, gleichermaßen wird von dem Kathodenausgang 216 der zweiten Brennstoffzellenanordnung 210 das verbrauchte Kathodengas als Abluft nach außen abgegeben.
- 10 Die in der Anodenabgasrückführungsleitungsverbindung 170 der ersten Brennstoffzellenanordnung 110 vorgesehene katalytische Brennereinrichtung 180 dient zum Verbrennen von brennbaren Restbestandteilen des über die Gasrückführungsleitungsverbindung 145 rückgeführten Gases, insbesondere der darin enthaltenen Bestandteile an H₂, sowie der brennbaren Restbestandteile des vom Anodenausgang 114 der ersten Brennstoffzellenanordnung 110 kommenden Anodenabgases.
- 15 Die Gasreinigungseinrichtung 135, welche bei dem Ausführungsbeispiel der Figur 3 außerhalb des isolierenden Gehäuses 200 dargestellt ist, kann auch innerhalb desselben, also innerhalb des "Hot Module" vorgesehen sein.

25

30

Bezugszeichenliste

	101, 201	Anode
5	102, 202	Kathode
	103, 203	Matrix, Membran
	110, 210	Brennstoffzellenstapel
	112, 212	Brennstoffzelle
	113, 213	Anodeneingang
10	114, 214	Anodenausgang
	115, 215	Kathodeneingang
	116, 216	Kathodenausgang
	119	Brennstoffzellenaufbereitung
	120	Anodengasüberführungsleitungsverbindung
15	130; 135	Gasreinigungseinrichtung
	140; 145	Gasrückführungsleitungsverbindung
	150	Mischeinrichtung
	160	Gasspeichereinrichtung
	170	Anodengasrückführungsleitungsverbindung
20	180	katalytische Brennereinrichtung
	190	Wärmetauscher
	200	isolierendes Gehäuse

25

30

Patentansprüche

- 5 1. Verbundbrennstoffzellenanlage mit einer eine Anzahl von Hochtemperaturbrennstoffzellen (112), insbesondere Schmelzkarbonatbrennstoffzellen, enthaltenden ersten Brennstoffzellenanordnung (110), insbesondere in Form eines Brennstoffzellenstapels, wobei die Hochtemperaturbrennstoffzellen (112)
- 10 jeweils eine Anode (101), eine Kathode (102) und eine dazwischen angeordnete Elektrolytmatrix oder Membran (103) enthalten und für die Hochtemperaturbrennstoffzellen (112) ein Anodeneingang (113) zur Zuführung von frischem Brenngas zu den Anoden (101) und ein Anodenausgang (114) zum Abführen von
- 15 verbrauchtem Brenngas von den Anoden (101), ein Kathodeneingang (115) zum Zuführen von frischem Kathodengas zu den Kathoden (102) sowie ein Kathodenausgang (116) zum Abführen von verbrauchtem Kathodengas von den Kathoden (102) vorgesehen ist, mit einer eine Anzahl von Niedertemperaturbrennstoffzellen
- 20 (212), insbesondere Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzellen, enthaltenden zweiten Brennstoffzellenanordnung (210), insbesondere in Form eines Brennstoffzellenstapels, wobei die Niedertemperaturbrennstoffzellen (212) jeweils eine Anode (201), eine Kathode (202) und eine dazwischen angeordnete Elektrolytmatrix oder Membran (203) enthalten
- 25 und für die Niedertemperaturbrennstoffzellen (212) ein Anodeneingang (213) zur Zuführung von frischem Brenngas zu den Anoden (201) und ein Anodenausgang (214) zum Abführen von

verbrauchtem Brenngas von den Anoden (201), ein Kathodeneingang (215) zum Zuführen von frischem Kathodengas zu den Kathoden (202) sowie ein Kathodenausgang (216) zum Abführen von verbrauchtem Kathodengas von den Kathoden (202) vorgesehen ist, mit einer zwischen den Anodenausgang (114) der ersten Brennstoffzellenanordnung (110) und den Anodeneingang (213) der zweiten Brennstoffzellenanordnung (210) geschalteten Anodengasüberführungsleitungsverbindung (120) zur Überführung von mindestens einem Teil des Anodenabgases der ersten Brennstoffzellenanordnung (110) als Anodenzugas der zweiten Brennstoffzellenanordnung (210) und mit einer in die Anodengasüberführungsleitungsverbindung (120) geschalteten Gasreinigungseinrichtung (130; 135) zur Reinigung des übergeführten Anodenabgases von für die zweiten Brennstoffzellenanordnung (210) schädlichen Gasbestandteilen, insbesondere von CO, gekennzeichnet durch eine zwischen den Anodenausgang (214) der zweiten Brennstoffzellenanordnung (210) und den Kathodeneingang (115) der ersten Brennstoffzellenanordnung (110) geschaltete Gasrückführungsleitungsverbindung (140) zur Rückführung von mindestens einem Teil des Anodenabgases der zweiten Brennstoffzellenanordnung (210) zum Kathodeneingang (115) der ersten Brennstoffzellenanordnung (110).

2. Verbundbrennstoffzellenanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasrückführungsleitungsverbindung (140) zur Rückführung des gesamten Anodenabgases der zweiten Brennstoffzellenanordnung (210) zum Kathodeneingang (115) der ersten Brennstoffzellenanordnung (110) vorgesehen ist.

3. Verbundbrennstoffzellenanlage nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasreinigungseinrichtung (135) durch eine Gastrenneinrichtung zur Abtrennung der unerwünschten Gasbestandteile aus dem Anodenabgas gebildet ist, und dass eine zwischen die Gasreinigungsein-

richtung (135) und den Kathodeneingang (115) der ersten Brennstoffzellenanordnung (110) geschaltete Gasrückführungs-
leitungsverbindung (145) zur Rückführung von mindestens einen
Teil der in der Gasreinigungseinrichtung (135) abgetrennten
5 Gasbestandteile zum Kathodeneingang (115) der ersten Brennstoffzellenanordnung (110) vorgesehen ist.

4. Verbundbrennstoffzellenanlage nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasrückführungsleitungsverbindung
10 (145) zur Rückführung der gesamten in der Gasreinigungseinrichtung (135) abgetrennten Gasbestandteile zum Kathodeneingang (115) der ersten Brennstoffzellenanordnung (110) vorgesehen ist.

15 5. Verbundbrennstoffzellenanlage nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine Mischeinrichtung (150) zur Beimischung von frischem Kathodengas, insbesondere von Umgebungsluft, zu dem über die Gasrückführungsleitungsverbindung (140; 145) rückgeführten Gas vorgesehen ist.

20 6. Verbundbrennstoffzellenanlage nach Anspruch 3, 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die als Gastrenneinrichtung ausgebildete Gasreinigungseinrichtung (135) zur Abtrennung von im wesentlichen allen im Anodenabgas der ersten Brennstoffzellenanordnung (110) enthaltenen Gasbestandteilen mit Ausnahme von Wasserstoffgas ausgebildet ist, welches letzteres dann als im wesentlichen einziger Bestandteil des Anodenabgases über die Anodenabgasüberführungsleitungsverbindung (120)
25 der zweiten Brennstoffzellenanordnung (210) zuführbar ist.

30 7. Verbundbrennstoffzellenanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine mit der Anodengasüberführungsleitungsverbindung (120) stromabwärts der Gasreinigungseinrichtung (130; 135) gekoppelte Gasspeichereinrichtung

tung (160) zur Speicherung von gereinigtem Anodenabgas und späteren Zuführung desselben zu der zweiten Brennstoffzellenanordnung (210) vorgesehen ist.

5 8. Verbundbrennstoffzellenanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Brennstoffzellenanordnung (110) eine zwischen den Anodenausgang (114) und den Kathodeneingang (115) gekoppelte Anodenabgasrückführungs-
10 leitungsverbindung (170) zur Rückführung von Anodenabgas zum Kathodeneingang (115) enthält.

9. Verbundbrennstoffzellenanlage nach Anspruch 8, soweit dieser auf Anspruch 1 zurückbezogen ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasrückführungsleitungsverbindung (140; 145)
15 mit der Anodenabgasrückführungsleitungsverbindung (170) gekoppelt ist.

10. Verbundbrennstoffzellenanlage nach Anspruch 8, soweit dieser auf Anspruch 3 zurückbezogen ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasrückführungsleitungsverbindung (145) zur Über-
20 berführung der abgetrennten Gasbestandteile von der als Gastrenneinrichtung ausgebildeten Gasreinigungseinrichtung (135) zur ersten Brennstoffzellenanordnung (110) mit der Anodenabgasrückführungsleitungsverbindung (170) gekoppelt ist.

25 11. Verbundbrennstoffzellenanlage nach Anspruch 8, 9, oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Anodenabgasrückführungsleitungsverbindung (170) teilweise durch ein die erste Brennstoffzellenanordnung (110) beherbergendes isolierendes Gehäuse (200) gebildet ist.
30

12. Verbundbrennstoffzellenanlage nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass in der Anodenabgasrückführungsleitungsverbindung (170) eine Mischeinrichtung (150)

zum Beimischen der über die Gasrückführungsleitungsverbindung (140; 145) rückgeführten Gasbestandteile vorgesehen ist.

13. Verbundbrennstoffzellenanlage nach einem der Ansprüche 8
5 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass in der Anodenabgasrückführungsleitungsverbindung (170) eine katalytische Brenneinrichtung (180) zum Verbrennen von brennbaren Restbestandteilen des rückgeführten Gases vorgesehen ist.

10 14. Verbundbrennstoffzellenanlage nach Anspruch 12 und 13, dadurch gekennzeichnet, dass die katalytische Brenneinrichtung (180) stromabwärts der Mischeinrichtung (150) in der Anodenabgasrückführungsleitungsverbindung (170) vorgesehen ist.

15

15. Verbundbrennstoffzellenanlage nach einem der Ansprüche 3 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die als Gastrenneinrichtung ausgebildete Gasreinigungseinrichtung (135) innerhalb des isolierenden Gehäuses (200) vorgesehen ist.

20

25

30

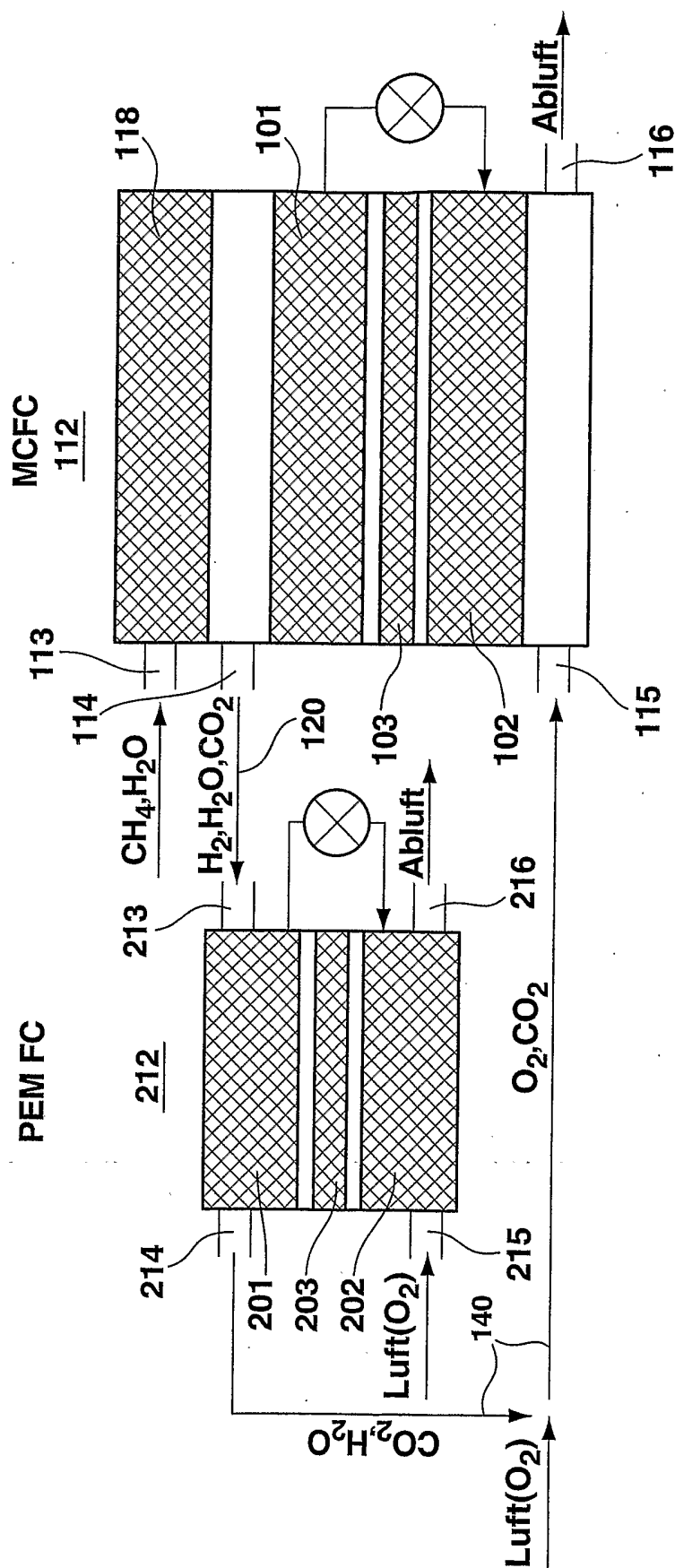


Fig. 1

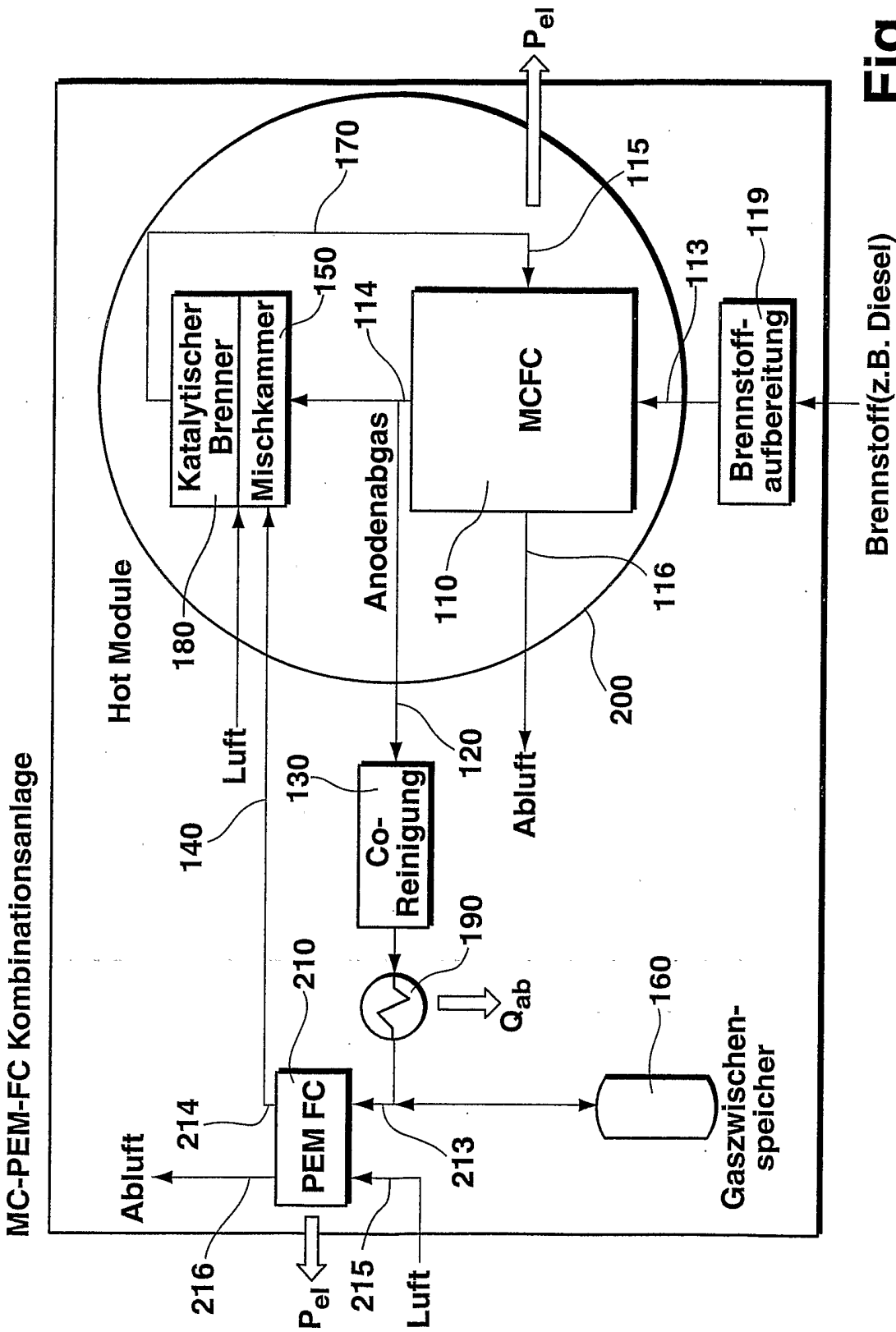


Fig. 2

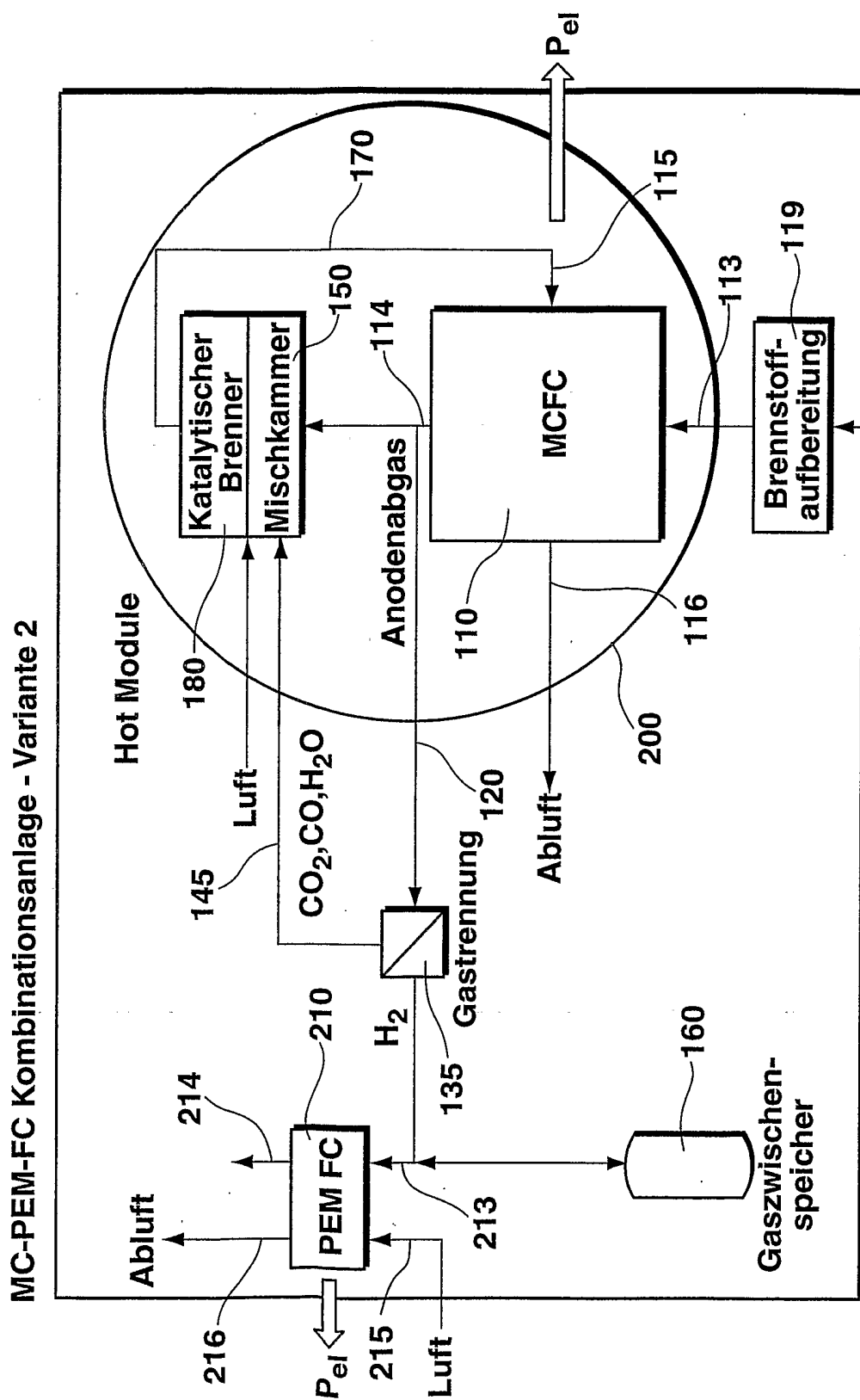


Fig. 3

Brennstoff(z.B. Diesel)