



**PCT**  
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro  
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<b>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>4</sup> :</b>  <b>H01M 8/06, 8/04</b>	<b>A1</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 89/10010</b>  <b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:</b> 19. Oktober 1989 (19.10.89)
<b>(21) Internationales Aktenzeichen:</b> PCT/DE89/00209  <b>(22) Internationales Anmeldedatum:</b> 5. April 1989 (05.04.89)  <b>(30) Prioritätsdaten:</b> P 38 12 812.8 16. April 1988 (16.04.88) DE  <b>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):</b> MTU MOTOREN- UND TURBINEN-UNION FRIEDRICHSHAFEN GMBH [DE/DE]; Postfach 20 40, Olgastraße 75, D-7990 Friedrichshafen 1 (DE).  <b>(72) Erfinder; und</b> <b>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US) :</b> LEMOINE, Joseph [BE/DE]; Grünlandweg 7, D-7990 Friedrichshafen 5 (DE).  <b>(81) Bestimmungsstaaten:</b> AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent),		<b>US.</b>  <b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>

**(54) Title:** INSTALLATION FOR GENERATING ELECTRICAL ENERGY FROM FUELS BY MEANS OF ELECTRO-CHEMICAL FUEL CELLS

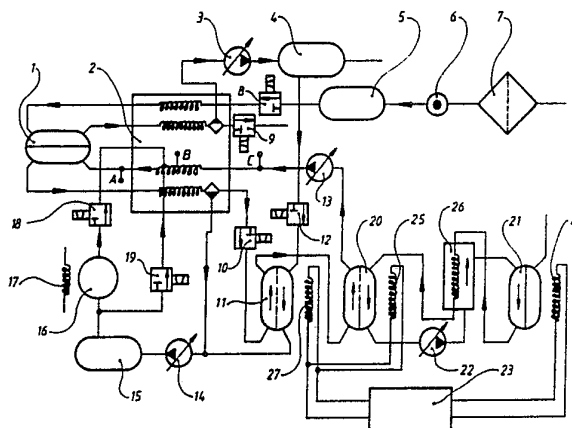
**(54) Bezeichnung:** EINRICHTUNG ZUR ERZEUGUNG ELEKTRISCHER ENERGIE AUS BRENNSTOFFEN MIT ELEKTROCHEMISCH ARBEITENDEN BRENNSTOFFZELLEN

**(57) Abstract**

In an economical, non-polluting installation for generating electrical energy by means of electrochemical fuel cells (1), each cell is coupled to a heat exchanger (2) and at least one gas-washing installation (11). The heat generated during the process is recovered by the heat-exchanger (2) and used to operate the fuel cells (1). The fuel residue components and expensive catalyst gas present in the fuel waste gases are separated or recovered in the gas-washing installation (11) and recycled to the fuel cells (1). A second gas-washing installation (20) and additional appliances, in particular microprocessor-based control devices, reduce the operating costs of the energy-generating installation, which is non-polluting and produces virtually no residues.

**(57) Zusammenfassung**

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Erzeugung elektrischer Energie aus Brennstoffen mittels elektrochemisch arbeitenden Brennstoffzellen (1). Um eine wirtschaftliche und umweltfreundliche Arbeitsweise einer Anlage zu erreichen, sind mit den Brennstoffzellen (1) Wärmetauscher (2) und wenigstens eine Gaswaschanlage (11) gekoppelt. Der Wärmetauscher (2) ist so ausgebildet, daß die im Prozeß anfallenden Wärmemengen zum Betrieb der Brennstoffzellen (1) wiedergenutzt werden. Die Gaswaschanlage (11) dient zur Abscheidung bzw. Wiedergewinnung von in den Brennstoffabgasen enthaltenen Brennstoffrestkomponenten und teurem Katalysatorgas, die den Brennstoffzellen (1) wieder zugeführt werden. Eine weitere Gaswaschanlage (20) und weitere Geräte, sowie besondere Regelungstechniken unter Verwendung von Mikroprozessoren dienen zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit der Anlage bei umweltfreundlicher, praktisch rückstandsreicher Energieerzeugung.



### **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
AU	Australien	GA	Gabun	MW	Malawi
BB	Barbados	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BE	Belgien	HU	Ungarn	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	IT	Italien	RO	Rumänien
BJ	Benin	JP	Japan	SD	Sudan
BR	Brasilien	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SN	Senegal
CG	Kongo	LI	Liechtenstein	SU	Soviet Union
CH	Schweiz	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CM	Kamerun	LU	Luxemburg	TG	Togo
DE	Deutschland, Bundesrepublik	MC	Monaco	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		
FI	Finnland	ML	Mali		

Einrichtung zur Erzeugung elektrischer Energie aus Brennstoffen mit elektrochemisch arbeitenden Brennstoffzellen

## B e s c h r e i b u n g

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Erzeugung elektrischer Energie aus Brennstoffen mit elektrochemisch arbeitenden Brennstoffzellen nach dem Oberbegriff von Anspruch 1, wie sie beispielsweise aus der Enzyklopädie "Naturwissenschaft und Technik", Zweiburgen-Verlag Weinheim, Band 1, 1979, Seiten 585-593 als gattungsbildender Stand der Technik als bekannt hervorgeht.

Aus der eingangs genannten Literaturstelle geht eine Brennstoffzelle als bekannt hervor, die aus zwei als Katalysator dienenden Elektroden, die durch einen Elektrolyten voneinander getrennt sind, gebildet ist. Als Brennstoff für die Brennstoffzelle sind bereits die herkömmlichen fossilen Brennstoffe in Betracht gezogen worden. An der Brennstoffelektrode wird beispielsweise ein Gemisch aus Wasserdampf, Brennstoffdämpfen und ein Katalysatorgas zugeführt, unter dessen Einwirkung Kohlendioxyd, Wasserstoffionen und Elektronen entstehen. Die Wasserstoffionen wandern durch einen Elektrolyten hindurch zur Luftelektrode, an der Verbrennungsluft zugeführt wird, wo in einer Wasserstoffionen/Sauerstoffreaktion Wasserdampf entsteht. Um größere elektrische Leistungen zu erreichen, werden Stapel von Brennstoffzellen gebildet, die in Reihe geschaltet sind. Zum Betrieb derartiger Brennstoffzellen sind natürlich Einrichtungen zum Zu- und Abführen der reagierenden Stoffe und der Reaktionsprodukte zu und von an die Elektrodenoberflächen angrenzende Räume, sowie Einrichtungen zur Wärmeregulierung, beispielsweise Wärmetauscher, nötig. Die heute in Betrieb befindlichen Anlagen sind jedoch wegen mangelnder Wirtschaftlichkeit über einzelne begrenzte spezielle Anwendungen nicht hinausgekommen. Dies liegt daran, daß eine konsequente Wiederaufbereitung und Wiederverwendung der am Prozess

beteiligten Stoffe und die Nutzung der anfallenden Wärmemengen nicht stattgefunden hat.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zur Erzeugung elektrischer Energie aufzuzeigen, die auf der Verwendung von Brennstoffzellen beruht, die einen hohen Wirkungsgrad aufweist und wirtschaftlich und umweltfreundlich betreibbar ist.

Diese Aufgabe wird bei einer gattungsgemäßen Einrichtung durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Durch geeignete Wärmetauscher und Vorrichtungen werden im Prozess anfallende Wärmemengen zur Erwärmung der zur Brennstoffzelle zuzuführenden Stoffströme wiedergenutzt. Weitere Anlagenteile dienen dazu, die bei der Brennstoffreaktion anfallenden Brennstoffgase mittels Gaswaschanlagen zu reinigen, Brennstoffrestkomponenten den Brennstoffzellen wieder zuzuführen und teure Katalysatorgase wiederzugewinnen. In besonders zweckmäßigen Ausbildungen nach den Unteransprüchen wird die Wirtschaftlichkeit und Umweltfreundlichkeit der Anlage durch eine weitere Gaswaschanlage und weitere Geräte, sowie besondere Regelungstechniken unter Verwendung von Mikroprozessoren weiter erhöht.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in einer Zeichnung dargestellt. Die einzige Figur zeigt eine schematische Darstellung der Gesamtkonfiguration einer Anlage mit einer elektrochemischen Brennstoffzelle zur elektrischen Energieerzeugung.

Die in der Figur dargestellte Einrichtung dient zur direkten elektrochemischen Umwandlung chemischer Energie aus Brennstoffen in elektrische Energie. Die Einrichtung ist anwendbar für die Umwandlung der Energie aus den meisten herkömmlichen Brennstoffen, wie beispielsweise Dieselöl, Kerosin, Benzin, verschiedene Alkohole und auch Butan, Propan und Methan. Das

Gerät arbeitet mit Luft als Oxidationsmittel bei einer Betriebstemperatur zwischen 120 °C und 250 °C. Den Brennstoffelektroden des Brennstoffzellenkerns, der aus einer Anzahl von in Stapel angeordneten einzelnen Brennstoffzellen 1 gebildet sein kann, wird ein Gemisch aus Wasserdampf, Brennstoffdämpfen und einem Katalysatorgas zugeführt. Durch die Elektrodenreaktion werden an der Oberfläche der Brennstoffelektrode Protonen gebildet, die den Strom tragend, durch einen Elektrolyten zur Luftpolektrode wandern, und dort in einer Protonen/Sauerstoffreaktion entladen und in Wasserdampf umgesetzt werden. An der Brennstoffelektrode bilden sich Protonen in einer Reaktionskette, wobei Wasserdampf verbraucht wird, und der Brennstoff in Kohlendioxyd umgesetzt wird. Bei vollständigem Verbrauch von Luftsauerstoff und Brennstoff werden die Austrittsgase somit aus einem Stickstoff/Wasserdampfgemisch, (verbrauchte Luft), bzw. Wasserdampf/Katalysatorgas/Kohlendioxydgemisch (verbrauchter Brennstoff) bestehen.

Die Verbrennungsluft und das Verbrennungsgasgemisch sind auf die notwendigen Temperaturen zu erwärmen. Zum Anfahren der Anlage wird eine Heizeinrichtung mit einem Dampferzeuger 16 benötigt, mit dem die Brennstoffzelle 1 extra beheizt werden muß. Im Betrieb produziert die Brennstoffzelle 1 durch Verluste genug Wärme, um ihre eigene Betriebstemperatur aufrecht zu erhalten. Hierzu dient ein Wärmetauscher 2, in dem die durch Abkühlung der aus der Brennstoffzelle 1 abgeführten Stoffströme gewonnene Wärme und die aus dem Abscheiden von Kondensaten erzeugte Kondensationswärme zur Erwärmung und Verdampfung der der Brennstoffzelle 1 zuzuführenden Stoffströme ausgebildet ist. Ein Teil der Wärme muß sogar abgeführt werden, was über die später erläuterten Gaswaschanlagen 11 und 20 und eventuell zusätzlicher Kühlflüssigkeit im Wärmetauscher 2 erreicht werden kann. Ferner kann eine Wärmepumpe 23 zur Regelung der Betriebstemperatur eingesetzt werden. Durch Bilden von Kondensaten im Wärmetauscher 2 werden die Gaswaschanlagen 11 und 20 entlastet. Die im Wärmetauscher 2 aus den Brennstoffgasen gebildeten

Kondensate werden durch eine Pumpe 14 abgesaugt und in geschlossenem Kreislauf in das zuströmende Brennstoffgasgemisch im Wärmetauscher 2 wieder eingespritzt. Ein Teil dieses Kondensats wird in einem Kondensattank 15 gespeichert und einem besonderen Dampferzeuger 16 geregelt zugeführt. Dadurch wird der Druck der Brennstoffgase geregelt.

Das aus der verbrauchten Verbrennungsluft anfallende Kondensat besteht aus reinem Wasser, was zu einem Teil in der Gaswaschanlage 11 gebraucht wird, und zum Teil als Abfallprodukt abgeführt werden muß. Im Prozess wird im Luftraum wesentlich mehr Wasser produziert als im Brennstoffraum verbraucht wird.

Die Gaswaschanlage 11 dient zur Trennung von Katalysatorgas und Brennstoffrestkomponenten aus den aus den Brennstoffzellen 1 abgeführten Brennstoffgasen. Katalysatorgas und Brennstoffrestkomponenten werden im geschlossenen Kreislauf wieder in die Brennstoffzellen 1 eingespeist. Die genannten Stoffe werden mit Wasser aus den Gasen nach dem Gegenstromprinzip ausgewaschen, da die sauren Zwischenprodukte eine ungünstige Auswirkung auf die basische Transportflüssigkeit der Waschanlage 20 haben würden.

Die weitere Gaswaschanlage 20 dient zur Trennung von Kohlendioxyd von den aus der Gaswaschanlage 11 austretenden Restgasen. Das Kohlendioxyd wird in einer Transportflüssigkeit gelöst und aus dem Restgasgemisch abgeführt. Die Restgase werden im geschlossenen Kreislauf über Pumpe 13 wieder in die Brennstoffzelle 1 eingespeist. Als Transportflüssigkeit wird eine Flüssigkeit verwendet, die das Kohlendioxyd bei niedriger Temperatur stark bindet, sie aber bei höherer Temperatur wieder ganz frei gibt. Zum Kühlen der Gaswaschanlage 11 und 20 dienen Wärmetauscher 25 und 27.

Zur Wiederaufbereitung der Transportflüssigkeit dient ein Gerät 21 zum Abscheiden des Kohlendioxyds an die Atmosphäre. Im Gerät

21 wird die Transportflüssigkeit mittels eines Wärmetauschers 24 aufgeheizt. Die Transportflüssigkeit läuft in einem geschlossenen Kreislauf zwischen Gaswaschanlage 20 und Gerät 21 um, wobei ein Wärmetauscher 26 zur Wärmeregulierung vorgesehen ist. Die Transportflüssigkeit wird im Wärmetauscher 26 mit der regenerierten Transportflüssigkeit im Gegenstromprinzip aufgeheizt.

Auch bei Überdimensionierung der Waschanlage 11 läßt sich nicht vermeiden, daß Restspuren des Katalysatorgases in die Waschanlage 20 gelangen und dort die Transportflüssigkeit allmählich blockieren. Zudem sind Brennstoffe üblicherweise nicht schwefelfrei. Der Schwefel landet als Schwefeldioxyd letztendlich in der Waschanlage 20 und blockiert die Transportflüssigkeit ebenso. Die Katalysatorsäure und das Schwefeldioxyd werden wegen ihres stark sauren Charakters nicht durch Aufheizen ausgetrieben. Deswegen ist bei entsprechenden Brennstoffen eventuell ein zusätzliches, jedoch nicht dargestelltes Gerät erforderlich, um beide Komponenten aus der Transportflüssigkeit abzutrennen und zu entsorgen. Eine derartige Technik ist bekannt. Ein solches Gerät kann eingespart werden, wenn durch Austausch der Transportflüssigkeit anläßlich einer Wartung neue Transportflüssigkeit eingefüllt wird. Die entsorgte Transportflüssigkeit könnte dann in einem Chemiewerk wieder aufbereitet werden.

Eine Wärmepumpe 23 dient dazu, die Gaswaschanlagen 11 und 20 auf eine Temperatur etwas über dem Gefrierpunkt abzukühlen. Die regenerierte Wärme dient zum Erhitzen des Dampferzeugers 16 und des Geräts 21 zur Wiederaufbereitung der Transportflüssigkeit. Die Verlustwärme des Systems wird an die Atmosphäre oder an einen Verbraucher abgegeben.

Ein Mikroprozessor dient zur Steuerung der Gas- und Flüssigkeitsströme, sowie zur Steuerung und Überwachung der Betriebstemperaturen und zum Einhalten von

Betriebssicherheitskriterien. Sämtliche Ventile und Pumpen sind mikroprozessorgesteuert. Die Luftversorgung der Brennstoffzellen 1 erfolgt über einen Luftfilter 7, einen Kompressor 6, einen Lufttank 5 sowie Ventile 8 und 9. Mit den Ventilen 8, 9 wird - mikroprozessorgesteuert - ein Druck im Luftraum der Brennstoffzelle 1 aufrechterhalten, der dem Druck im Brennstoffraum gleich ist, und durch die Festigkeit der Zellenkonstruktion vorgeschrieben ist. Der Strömungsdurchsatz ist so geregelt, daß er den theoretisch gebrauchten Wert geringfügig übertrifft.

Die Durchströmung der Brennstoffgase wird durch Betätigen des Ventils 10 und durch Regelung der Dampferzeugung im Dampferzeuger 16 geregelt. Wenn das Ventil 10 geschlossen ist, entsteht in den Gaswaschanlagen 11 und 20 ein Vakuum, das die Brennstoffgase beim Öffnen des Ventils 10 aus der Brennstoffzelle 1 durch den Wärmetauscher 2 hindurch absaugt. Der Druck im Brennstoffraum wird durch den Dampferzeuger 16, in Verbindung mit den Ventilen 18 und 19 und durch Einspritzen von Brennstoff wieder aufgebaut. Die Pumpe 14 und das Einspritzen von Kondensat in den Wärmetauscher 2 sorgt für einen geschlossenen Kreislauf. Die Durchströmung der Brennstoffgase wird unabhängig von der Einspritzung von Brennstoff geregelt, da der Partialdruck des Brennstoffs in breiten Grenzen variiert werden kann.

Die Brennstoffeinspritzung kann an den mit A, B oder C gekennzeichneten Punkten je nach Flüchtigkeit des verwendeten Brennstoffs erfolgen. Die in Stapeln angeordneten Brennstoffzellen 1 werden vorteilhafterweise nacheinander vom zuzuführenden Brennstoffgasgemisch durchströmt. Die Brennstoffzellenspannung ist abhängig vom Logarithmus des Partialdrucks des Brennstoffs. Die Differenz der Brennstoffzellenspannungen einer ersten und einer letzten Gruppe in der Serpentineströmung läßt sich aber leicht messen und dadurch die Verarmung des Brennstoffs genau bestimmen. Die



Messung der Brennstoffzellenspannungen wird also herangezogen, um die Brennstoffeinspritzung so zu regeln, daß nahezu der gesamte zugeführte Brennstoff verbraucht wird. Da nur wenig überschüssiger Brennstoff mit den Brennstoffgasen austritt, werden die Gaswaschanlagen 11 und 20 wenig belastet.

In der Brennstoffelektrode wird Wasser verbraucht, das aus dem Waschwasser der Gaswaschanlage 11 entnommen wird. Das Wasser wird dem im Wärmetauscher 2 zugeführten Kondensat zugeschlagen. Die Zufuhr an Wasser wird derart geregelt, daß seine Konzentration im Brennstoffkondensat konstant bleibt.

Durch Regelung der Pumpe 22 und durch Regelung der Wärmepumpe 23 läßt sich die Abscheidung von Kohlendioxyd aus der Transportflüssigkeit regeln. Der Durchsatz wird nach dem Gehalt an Kohlendioxyd am Ausgang der Gaswaschanlage 11 oder in der Transportflüssigkeit gesteuert.

Der zur Regelung des Arbeitsprozesses eingesetzte Mikroprozessor dient ferner zur Überwachung der Drücke, ob also bei Bruch der Zellenstruktur ein plötzlicher Druckabfall stattfindet, oder ob bei einem Leck in der Brennstoffzelle Katalysatorsäure im Luftkondensat auftritt, oder ob die Temperaturen eingehalten werden. Im Falle einer Fehlfunktion werden Sicherheitsventile geöffnet, die jedoch nicht dargestellt sind. Die Sicherheitsventile bewirken, daß der Druck in beiden Zellenhälften gleich gemacht wird, um die dort befindlichen Gase durch ein Sicherheitsgas, wie beispielsweise Stickstoff oder Kohlendioxyd, zu verdrängen. Im Ruhezustand der Anlage sind die Brennstoffzellen 1 mit diesem Gas gefüllt. Erst beim Anfahren wird durch Dampf aus dem Dampferzeuger 16 und Luft vom Kompressor 6 dieses Gas allmählich verdrängt.

## P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Einrichtung zur Erzeugung elektrischer Energie aus Brennstoffen mit elektrochemisch arbeitenden Brennstoffzellen, mit Vorrichtungen zum Zu- und Abführen der reagierenden Stoffe und der Reaktionsprodukte zu und von an die Oberflächen der Elektroden der Brennstoffzellen angrenzende Reaktionsräume, sowie mit Vorrichtungen zur Wärmeregulierung und Aufbereitung der Stoffströme, dadurch gekennzeichnet, daß der Brennstoffzelle (1) eine Wärmetauscher (2) zugeordnet ist, der zur Abkühlung der aus der Brennstoffzelle (1) abgeführten Stoffströme und zum Abscheiden von darin enthaltenen Kondensaten dient, und der die daraus gewonnene Wärme zur Erwärmung und Verdampfung der der Brennstoffzelle (1) zuzuführenden Stoffströme verwendet, ferner mit einer Gaswaschanlage (11), die zur Trennung von in der Brennstoffzelle (1) verwendetem Katalysatorgas und Brennstoffrestkomponenten aus den aus der Brennstoffzelle (1) abgeführten Brennstoffgasen dient, sowie mit Vorrichtungen zur Wiedereinspeisung der gewonnenen Kondensate in die Brennstoffzellen (1).

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine weitere Gaswaschanlage (20) vorgesehen ist, in der das in den Brennstoffgasen enthaltene Kohlendioxyd in einer Transportflüssigkeit gelöst und abgeführt wird, und ein Restgasgemisch abgeschieden wird, das mittels geeigneter Vorrichtungen wieder in die Brennstoffzelle (1) eingespeist wird.

3. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein Gerät (21) zur Wiederaufbereitung der Transportflüssigkeit bei Abgabe des Kohlendioxyds an die Umgebungsluft vorgesehen ist, wobei die Transportflüssigkeit in einem geschlossenen Kreislauf zwischen Gaswaschanlage (20) und Gerät (21) geführt wird, und ein Wärmetauscher (26) zum Wärmetausch zwischen den Flüssigkeitsströmen vorgesehen ist.

4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Gerät zur Regenerierung von Restkatalysatorgas und zum Abtrennen von Giftgasen aus der Transportflüssigkeit vorgesehen ist.

5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine Wärmepumpe (23) vorgesehen ist, die zur Kühlung der Gaswaschanlagen (11, 20) über die Wärmetauscher (27, 25) dient, und die die generierte Wärme zum Heizen von einem Dampferzeuger (16) und dem Gerät (21) zur Wiederaufbereitung der Transportflüssigkeit zur Verfügung stellt.

6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbrennungsluftstrom durch Ventile (8, 9) in der Zu- und Abfuhrleitung zur Brennstoffzelle (1) geregelt ist.

7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Strom des Brennstoffgasgemisches zur Brennstoffzelle (1) durch ein Ventil (10) in der zur Gaswaschanlage (11) führenden Abfuhrleitung und durch Regelung der Dampferzeugung mittels eines Dampferzeugers (16) in der Zufuhrleitung geregelt ist.

8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennstoffeinspritzung mittels einer Vorrichtung zur Messung der Zellenspannung geregelt ist.

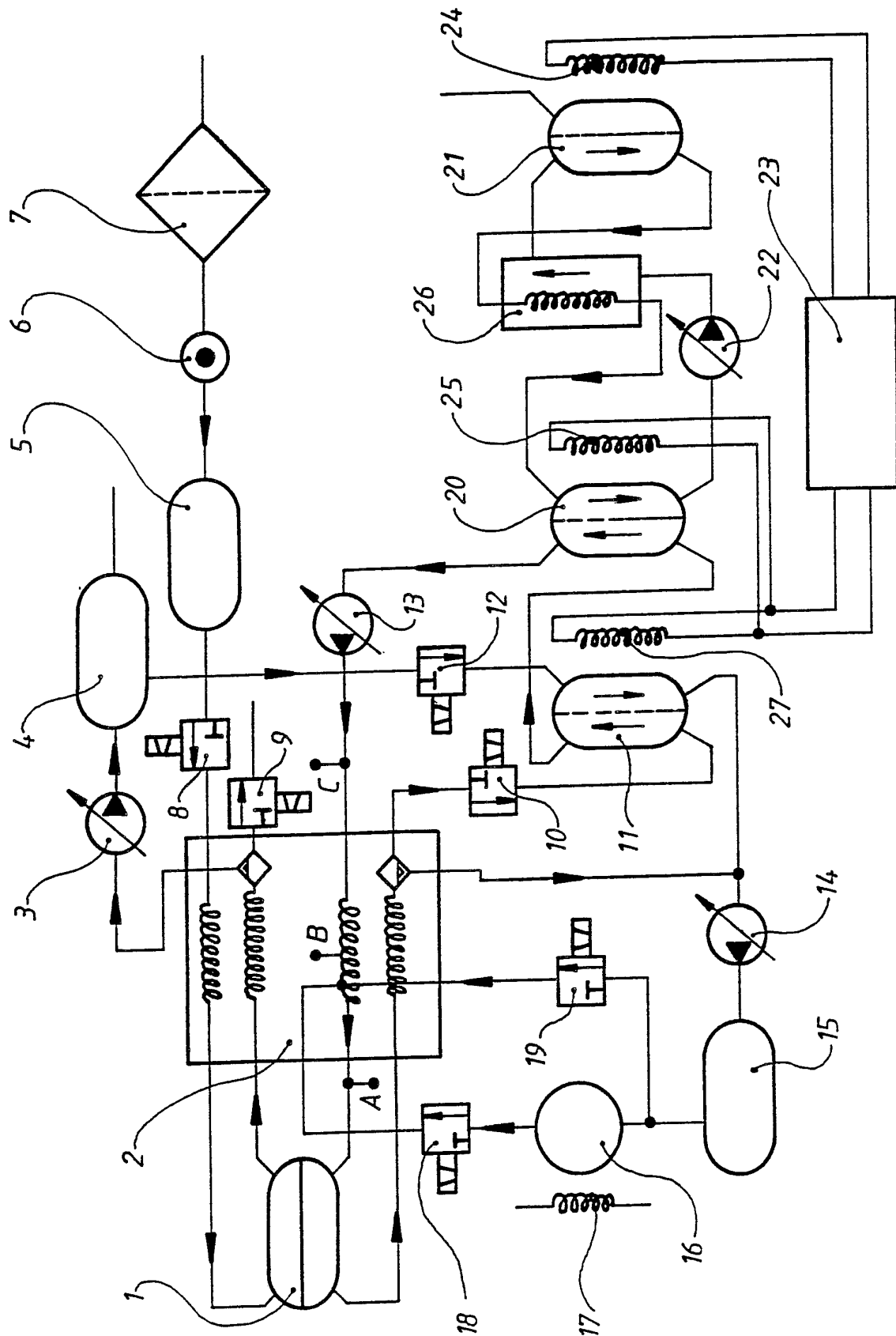
9. Einrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß bei Stapelanordnung der Brennstoffzellen (1) von den reagierenden Stoffen zumindest das den Brennstoff enthaltende Gasgemisch serpentinartig nacheinander durch die einzelnen Brennstoffzellen (1) des Stapels geführt wird.

10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Zufuhr von Wasser zur

brennstoffgasgemischseitigen Elektrode der Brennstoffzelle (1) in Abhängigkeit von dessen Konzentration im Brennstoffkondensat geregelt ist, das im Wärmetauscher (2) niedergeschlagen wird.

11. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpen (3, 13, 14, 22) und Ventile (8, 9, 10, 12, 18, 19) zur Zu- und Abfuhr der Stoffströme zu und von der Brennstoffzelle (1) mikroprozessorgesteuert sind.

1/1



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/DE 89/00209

<b>I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> (if several classification symbols apply, indicate all) <sup>6</sup>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int.Cl. <sup>4</sup> : H 01 M 8/06, H 01 M 8/04		
<b>II. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum Documentation Searched <sup>7</sup>		
Classification System	Classification Symbols	
Int.Cl. <sup>4</sup> :	H 01 M	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are included in the Fields Searched <sup>8</sup>		
<b>III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b> <sup>9</sup>		
Category <sup>*</sup>	Citation of Document, <sup>11</sup> with indication, where appropriate, of the relevant passages <sup>12</sup>	Relevant to Claim No. <sup>13</sup>
A	US, A, 3359134 (A. SALVADORI et al.) 19 December 1967, see figure 4; column 5, line 69 - column 6, line 66 -.-	1
A	FR, A, 1436747 (GAZ DE FRANCE) 1966 see figure 1; page 2, left column, line 40 - page 3, left column, line 20 -.-	1-3
A	Patent Abstracts of Japan, vol. 10, No: 1, (E-371)(2058), 7 January 1986, & JP, A, 60165063 (ISHIKAWAJIMA HARIMA JUKOGYO K.K.) 28 August 1985 see the abstract -.-	1-3
A	Int. J. Hydrogen Energy, vol. 8, No: 7, 1983, Pergamon Press Ltd, (GB), B.R. Krasicki et al.: "Coal gas as a feed fuel for phosphoric acid fuel cell power plants", pages 499-508 see figure 3 and page 501, right column -.-	1-3
A	Patent Abstracts of Japan, vol. 10, No: 54, (E-385) (2111), 4 March 1986, JP, A, 60207257 (MITSUBISHI DENKI K.K.) 18 October 1985 see the abstract -.-	11  ./.
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p><sup>*</sup> Special categories of cited documents: <sup>10</sup></p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p> </div> </div>		
<b>IV. CERTIFICATION</b>		
Date of the Actual Completion of the International Search		Date of Mailing of this International Search Report
27 June 1989 (27.06.89)		20 July 1989 (20.07.89)
International Searching Authority		Signature of Authorized Officer
European Patent Office		

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT (CONTINUED FROM THE SECOND SHEET)		
Category *	Citation of Document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No
A	FR, A, 2132049 (VARTA AG) 17 November 1972 see claim 5; page 4, line 33 - page 5, line 11 --	8,9
A	EP, A, 0180941 (ENERGY RESEARCH CORP.) 14 May 1986 --	
A	EP, A, 0071967 (HITACHI LTD) 16 February 1983 --	
A	DE, A, 1961017 (INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE DES CARBURANTS ET LUBRIFIANTS) 2 July 1970 -----	

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT  
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.**

DE 8900209

SA 27673


This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 13/07/89  
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A- 3359134		NL-A- 286348	
FR-A- 1436747		None	
FR-A- 2132049	17-11-72	DE-A- 2114920	26-10-72
		GB-A- 1392082	23-04-75
		US-A- 3785870	15-01-74
EP-A- 0180941	14-05-86	US-A- 4532192	30-07-85
		JP-A- 61114478	02-06-86
EP-A- 0071967	16-02-83	JP-A- 58023169	10-02-83
		US-A- 4464444	07-08-84
DE-A- 1961017	02-07-70	BE-A- 742617	14-05-70
		FR-A- 1602213	26-10-70
		GB-A- 1259215	05-01-72
		NL-A- 6918443	11-06-70



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE 89/00209

<b>I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS</b> (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) <sup>6</sup>		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int. Cl. 4.                      H 01 M 8/06, H 01 M 8/04		
<b>II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE</b>		
Recherchierter Mindestprüfstoff <sup>7</sup>		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int. Cl. 4	H 01 M	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen <sup>8</sup>		
<b>III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN</b> <sup>9</sup>		
Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung <sup>11</sup> , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile <sup>12</sup>	Betr. Anspruch Nr. <sup>13</sup>
A	US, A, 3359134 (A. SALVADORI et al.) 19. Dezember 1967 siehe Figur 4; Spalte 5, Zeile 69 - Spalte 6, Zeile 66 --	1
A	FR, A, 1436747 (GAZ DE FRANCE) 1966 siehe Figur 1; Seite 2, linke Spalte, Zeile 40 - Seite 3, linke Spalte, Zeile 20 --	1-3
A	Patent Abstracts of Japan, Band 10, Nr. 1, (E-371)(2058), 7. Januar 1986, & JP, A, 60165063 (ISHIKAWAJIMA HARIMA JUKOGYO K.K.) 28. August 1985 siehe die Zusammenfassung --	1-3
A	Int. J. Hydrogen Energy, Band 8, Nr. 7, 1983, Pergamon Press Ltd, (GB), ./.	1-3
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen<sup>10</sup>:</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
<b>IV. BESCHEINIGUNG</b>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
27. Juni 1989		20. 07. 89
Internationale Recherchenbehörde		Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten.
Europäisches Patentamt		 P.C.G. VAN DER PUTTEN

III.EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)		
Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
	B.R. Krasicki et al.: "Coal gas as a feed fuel for phosphoric acid fuel cell power plants", Seiten 499-508 siehe Figur 3 und Seite 501, rechte Spalte --	
A	Patent Abstracts of Japan, Band 10, Nr. 54, (E-385)(2111), 4. März 1986, & JP, A, 60207257 (MITSUBISHI DENKI K.K.) 18. Oktober 1985 siehe die Zusammenfassung --	11
A	FR, A, 2132049 (VARTA AG) 17. November 1972 siehe Anspruch 5; Seite 4, Zeile 33 - Seite 5, Zeile 11 --	8,9
A	EP, A, 0180941 (ENERGY RESEARCH CORP.) 14. Mai 1986 --	
A	EP, A, 0071967 (HITACHI LTD) 16. Februar 1983 --	
A	DE, A, 1961017 (INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE DES CARBURANTS ET LUBRIFIANTS) 2. Juli 1970  -----	

# ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.

DE 8900209  
SA 27673

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 13/07/89  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A- 3359134		NL-A- 286348	
FR-A- 1436747		Keine	
FR-A- 2132049	17-11-72	DE-A- 2114920	26-10-72
		GB-A- 1392082	23-04-75
		US-A- 3785870	15-01-74
EP-A- 0180941	14-05-86	US-A- 4532192	30-07-85
		JP-A- 61114478	02-06-86
EP-A- 0071967	16-02-83	JP-A- 58023169	10-02-83
		US-A- 4464444	07-08-84
DE-A- 1961017	02-07-70	BE-A- 742617	14-05-70
		FR-A- 1602213	26-10-70
		GB-A- 1259215	05-01-72
		NL-A- 6918443	11-06-70