

(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  
25. April 2002 (25.04.2002)

PCT

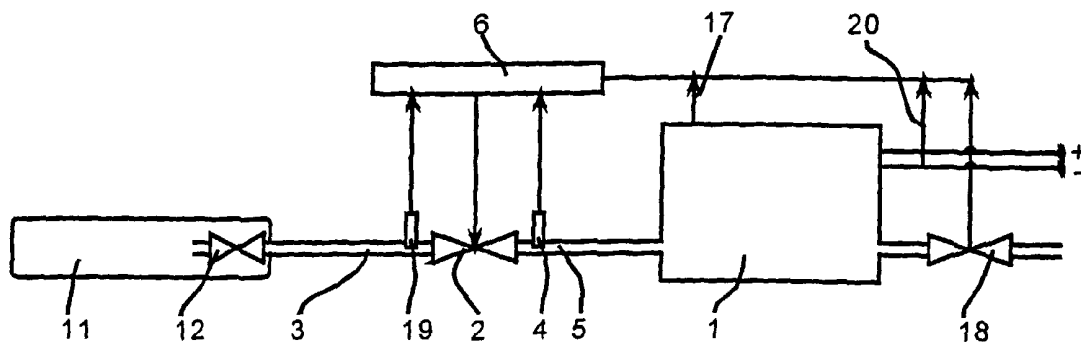
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 02/33763 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H01M (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): MANHATTAN SCIENTIFICS, INC. [US/US]; Olympic Tower, Suite 36F, 641 Fifth Ave., New York, NY 10022 (US).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/11935 (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KOSCHANY, Arthur [DE/DE]; Pfarrweg 5, 94121 Salzweg (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 16. Oktober 2001 (16.10.2001) (74) Anwälte: FRHR. RIEDERER VON PAAR, Anton usw.; Postfach 26 64, 84010 Landshut (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 100 50 981.9 16. Oktober 2000 (16.10.2000) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR SUPPLYING AN OPERATING GAS TO A FUEL CELL ARRANGEMENT

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR ZUFÜHRUNG EINES BETRIEBSGASES ZU EINER BRENNSTOFFZELLENAN-  
ORDNUNG



(57) Abstract: The invention relates to a device for supplying an operating gas to a fuel cell (1). Said device comprises a stop valve (2) which is provided in the operating gas supply line and which is embodied in such a way that the through-flowing mass flow can be continuously controlled, thus also enabling a non-constant supply pressure to be reduced and stabilised. The secondary pressure of the valve is measured by a pressure sensor (4) and an electronic control system (6) regulates the valve in such a way that a defined actual value for the operating pressure is set, said actual value corresponding to a nominal value. The nominal value of the operating pressure can vary according to system parameters of the fuel cell. For example, when the flow requirements of the fuel cell increase, the operating pressure can be increased accordingly. The operating safety of the fuel cell can also be increased by determining the mass flow passing through the valve of the fuel supply line, by means of the control signal, and by disconnecting the fuel cell when the value of the electrical current produced does not correspond to the expected current according to the measured fuel mass flow, indicating a leak.

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Vorrichtung zur Zuführung eines Betriebsgases zu einer Brennstoffzelle (1) beschrieben, mit einem in der Zuleitung des Betriebsgases vorhandenen Absperrventil (2), das so ausgeführt ist, dass sich der hindurchtretende Massenstrom kontinuierlich steuern lässt und es somit auch zur Reduzierung und Konstanthaltung eines nicht konstanten Eingangsdrucks dienen kann. Dazu wird der Hinterdruck des Ventils von einem Drucksensor (4) gemessen und eine Steuerungselektronik (6) regelt das Ventil so, dass sich eine bestimmter, einem Sollwert entsprechender Istwert für den Betriebsdruck einstellt. Der Sollwert des Betriebsdrucks kann sich in Abhängigkeit

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/33763 A2



CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

**(84) Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

#### Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i) für alle Bestimmungsstaaten
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für den folgenden Bestimmungsstaat US
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii) für den folgenden Bestimmungsstaat US
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

#### Veröffentlicht:

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

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.

von Systemparametern der Brennstoffzelle ändern, beispielsweise kann bei einer erhöhten Stromanforderung an die Brennstoffzelle der Betriebsdruck entsprechend erhöht werden. Auch kann die Betriebssicherheit der Brennstoffzelle erhöht werden, indem der Massenstrom durch das Ventil der Brennstoffzuleitung aus dem Ansteuerungssignal bestimmt und die Brennstoffzelle dann abgeschaltet wird, wenn der Wert des abgegeben elektrischen Stroms nicht mit dem nach dem gemessenen Brennstoff-Massenstrom erwarteten Strom übereinstimmt, was auf ein Leck hindeutet.

Vorrichtung zur Zuführung eines Betriebsgases  
zu einer Brennstoffzellenanordnung

5 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Zuführung von Betriebsgasen zu einer Brennstoffzellenanordnung, und auf ein Verfahren zu seinem Betrieb.

10 Eine Brennstoffzelle ist eine elektrochemische Vorrichtung zur Erzeugung elektrischen Stroms. Sie weist einen Elektrolyten, eine Kathode und eine Anode auf. Der Kathode wird ein Oxidationsmittel, z. B. Sauerstoff, und der Anode ein Brennstoff, z. B. Wasserstoff, zugeführt.

15 Brennstoffzellen können mit Hilfe einer Polymerelektrolyt-Membran (PEM) hergestellt werden. Diese ist auf beiden Seiten mit einer katalytisch aktiven

Schicht versehen und befindet sich zwischen zwei Gasdiffusionsschichten. Es ist auch möglich, daß anstelle der Membran die beiden Gasdiffusionsschichten mit einer Katalysatorschicht versehen werden. An der Anode bilden sich aus dem Wasserstoff in Anwesenheit des Katalysators Protonen, die den Elektrolyten durchqueren und sich in der kathodenseitigen Katalysatorschicht mit Sauerstoff zu Wasser verbinden. Bei diesem Prozeß entsteht zwischen den beiden Katalysatorschichten eine Potentialdifferenz, die in einem äußeren Stromkreis genutzt wird.

Ein Brennstoffgas, wie Wasserstoff, muß aus einer Speichervorrichtung zugeführt werden, während Sauerstoff als Oxidationsmittel für die elektrochemische Reaktion auch aus der Umgebungsluft der Brennstoffzelle stammen kann. Das heißt, auf der Kathodenseite der Brennstoffzelle herrscht normaler Luftdruck. In diesem Fall muß ein geringer, gut konstanter Wasserstoffdruck von etwa 0,3 bis 0,5 bar Überdruck gewährleistet werden, um nicht durch einen zu große Druckunterschied zwischen Anoden- und Kathodengasraum die dünne Polymerelektrolyt-Membran zu zerstören.

Andererseits besteht auch die Möglichkeit, das Oxidationsmittel, z. B. reinen Sauerstoff oder Druckluft, ebenfalls aus einer Speichervorrichtung zuzuführen. Auch dann darf die Druckdifferenz zwischen den beiden Seiten der Polymerelektrolyt-Membran nicht zu groß werden.

Es sind verschiedene Methoden zur Wasserstoffspeicherung bekannt. Üblich ist die Speicherung von gasförmigem Wasserstoff in Druckgefäßen. Der Speicherdruck liegt in der Größenordnung von 300 bar. Der Druck wird bei der Zuführung zur Brennstoffzelle in einer ersten Stufe durch einen Druckminderer reduziert, der in den Druckbehälter integriert sein kann. Es handelt sich normalerweise um ein membrangesteuertes Ventil, Will man diesen Druckminderer in den Druckbehälter integrieren, muß er eine entsprechend

geringe Größe aufweisen. Je geringer die Größe des Druckminderers, um so stärker sind die Veränderungen des Ausgangsdrucks des Druckminderers. Dieser liegt je nach Füllstand des Druckbehälters im Bereich zwischen 10 und 1 bar. Es ist also ein weiterer Druckregler notwendig, um den für die Brennstoffzelle notwendigen Druck bereitzustellen. Nachteilig dabei sind, vor allem für mobile Anwendungen des Brennstoffzellensystems, das Gewicht und der benötigte Platz dieses zusätzlichen Bauteils. Wird als Oxidationsmittel der Brennstoffzelle reiner Sauerstoff verwendet, so ist es üblich, diesen ebenfalls in Druckbehältern zu speichern, was dieselben Probleme wie bei der Wasserstoffspeicherung aufwirft.

Weitere Methoden sind die Wasserstoffspeicherung in Metallhydriden oder in Form von flüssigem Wasserstoff. Dabei herrscht ein Speicherdruck von 1 bis 4 bar, maximal 10 bar bei Speicherung in Metallhydriden. Des weiteren ist bei beiden Methoden der Druck bei der Entnahme von Wasserstoff stark temperaturabhängig. Aus diesen Gründen ist hier ebenfalls ein Druckminderer zur Reduzierung des Drucks und zum Ausgleich von Druckschwankungen nötig.

Aus dem Artikel "Kompakte Brennstoffzellenaggregate hoher Leistungsdichte in Modultechnik" von Karl Straßer, veröffentlicht in der Zeitschrift etz, Band 101 (1980), Heft 22, Seite 1218 bis 1221, erschienen im VDE Verlag, und aus der Druckschrift WO 97/48143 ist bekannt, daß eine Brennstoffzellenanordnung ein Absperrventil besitzt, welches die Wasserstoffzufuhr unterbindet, wenn die Brennstoffzelle abgeschaltet wird. Wird auch der Sauerstoff aus einer Speichervorrichtung zugeführt, so kann auch diese Zuleitung mit Hilfe eines zweiten Absperrventils verschlossen werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, Gaszuführungen für Brennstoffzellen bereitzustellen, die im Vergleich zum Stand der Technik weniger Bauteile und somit weni-

ger Volumen und Gewicht benötigen und gleichzeitig eine Verbesserung der Betriebssicherheit der Brennstoffzelle ermöglichen.

5 Zur Lösung dieser Aufgabe dient eine Vorrichtung zur Zuführung eines Betriebsgases zu einer Brennstoffzelle, bei der das Absperrventil der Brennstoffzelle als regelbares Ventil ausgeführt ist, das auch zur Reduzierung des nicht konstanten Eingangsdrucks auf einen von Systemparametern der Brennstoffzelle abhängigen Betriebsdruck dient.

10 Weitere Einzelheiten, Vorteile und Weiterbildungen der Erfindung finden sich in den Unteransprüchen und in der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Abbildungen.

Es zeigen:

15 Fig. 1 und 2 jeweils eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Zuführung eines Betriebsgases zu einer Brennstoffzelle.

20 Eine Brennstoffzellenanordnung 1 besitzt ein Ventil 2, das in üblicher Weise als Absperrventil und außerdem als Steuerventil arbeitet und eine Betriebsgaszuleitung 3 schließt, öffnet oder teilweise öffnet. Dieses Ventil 2 ist so ausgeführt, daß der hindurchtretende Massenstrom kontinuierlich regelbar ist. Somit kann durch dieses Ventil 2 ein relativ hoher, schwankender Eingangsdruck auf einen für die Brennstoffzelle passenden Betriebsdruck  
25 reduziert werden. Dazu wird der Hinterdruck des Ventils durch einen Drucksensor 4 im Hinterdruckraum 5 gemessen und das Meßsignal an eine elektronische Steuerung 6 weitergeleitet, die die Öffnung des Ventils steuert und so einen Massenstrom durch das Ventil ermöglicht, dergestalt, daß sich ein bestimmter Sollwert für den Hinterdruck des Ventils einstellt.

Weiterhin kann das Ventil 2 ganz geschlossen werden und so immer noch die Aufgabe eines Absperrventils übernehmen, das heißt die Betriebsgaszufuhr zur Brennstoffzelle unterbinden.

5 Indem man zur Druckregelung des zugeführten Gases, z. B. Wasserstoff, nicht einen zusätzlichen Druckregler verwendet, sondern eine veränderte Ausführung des ohnehin vorhandenen Absperrventils 2, kann also Gewicht und Volumen eingespart werden, was vor allem bei mobilen Anwendungen der Brennstoffzellenanordnung vorteilhaft ist.

10

Nach Fig. 1 wird zur Wasserstoffspeicherung ein Druckbehälter 11 mit einer integrierten ersten Druckmindererstufe 12 verwendet. Bei dieser Betriebsgasspeicherung in Druckbehältern 11 ist es wegen der hohen Druckdifferenz zwischen Speicherdruck und Betriebsdruck notwendig, die in  
15 den Behälter integrierte Druckmindererstufe 12 zu verwenden. Ein in dieser Anordnung normalerweise notwendiger zweiter Druckregler wird jedoch eingespart.

20

Nach Fig. 2 wird zur Zuführung des Betriebsgases zur Brennstoffzelle ein Niederdruckbehälter 13 zur Speicherung von flüssigem Wasserstoff oder Wasserstoff in einem Metallhydrid verwendet, der keine zusätzliche, integrierte erste Druckmindererstufe benötigt.

25

Die Funktion der Brennstoffzellenanordnung 1 wird in üblicher Weise von einem Mikroprozessor gesteuert oder geregelt. Die Regelung des Drucks wird in der elektronischen Steuerung 6 entweder durch eine elektronische analoge Schaltung oder bevorzugt digital mittels eines Mikroprozessors realisiert. Im letzteren Fall wird diese Aufgabe bevorzugt vom dem Mikroprozessor mit übernommen, der auch die Funktionen der Brennstoffzellenanordnung steuert.

30

Bei der Mikroprozessorsteuerung wird beispielsweise ein gepulstes, elektri-

5 sches Signal zu einem elektromagnetischen Ventil geschickt, wobei die Dauer der Pulse veränderlich ist. Das heißt, es wird ein pulsweitenmoduliertes Signal verwendet. Je nach Tastverhältnis ergibt sich eine teilweise oder vollständige Öffnung des Ventils, wodurch die Einstellung des Massenstroms durch das Ventil bewirkt wird.

10 Die Betätigung des Ventils 2 kann mittels Elektromagnet, piezoelektrisch oder durch andere elektromechanische Aktoren erfolgen. Geringe Masse der mechanisch bewegten Teile ist dabei vorteilhaft, um kurze Reaktionszeiten zu erreichen.

15 Es besteht nun die Möglichkeit, daß der Sollwert für den Hinterdruck des Ventils 2 bzw. für den Eingangsdruck der Brennstoffzelle 1 nicht konstant vorgegeben ist, sondern sich nach Systemparametern der Brennstoffzelle richtet. Dies wird durch eine Verbindung 17 in den Abbildungen symbolisiert.

20 So empfängt die elektronische Steuerung 6 der Brennstoffzellenanordnung 1 z. B. ein elektrisches Signal, das die Anforderung an elektrischem Strom, den die Brennstoffzellenanordnung liefern soll, angibt. Bei plötzlicher erhöhter Stromentnahme und damit erhöhtem Wasserstoffverbrauch kann, indem nun der Sollwert des Eingangsdrucks der Brennstoffzellenanordnung 1 von der Steuerung 6 entsprechend der Stromanforderung erhöht wird, sichergestellt werden, daß der Betriebsdruck nicht wesentlich abnimmt. Des weiteren besitzen die Brennstoffzellenanordnungen nach den Fig.n 1 und 2 in üblicher  
25 Weise jeweils ein Spülventil 18, das dazu dient, den in der Brennstoffzellenanordnung 1 unter Druck stehenden Wasserstoff kurzzeitig abzulassen, um mit ihm flüssiges Wasser und den Wasserstoff verunreinigende Inertgase hinauszuspülen, die sich in der Brennstoffzelle angesammelt haben. Wird nun das Spülventil 18 geöffnet, so wird gleichzeitig der Eingangsdruck der Brennstoff-  
30 zelle kurzzeitig erhöht, und nach dem Schließen des Ventils 18 wird der Druck

wieder auf den normalen Betriebsdruck eingeregelt.

Gemäß einem Sicherheitsgründen vorteilhaften Aspekt sitzt eingangsseitig am Ventil 2 ein weiterer Drucksensor 19, dessen Ausgangssignal der elektronischen Steuerung 6 eingespeist wird. Mit dem vom Drucksensor 4 gemessenen Hinterdruck des Ventils 2 der Betriebsgasleitung 3, mit dem durch den zusätzlichen Drucksensor 19 im Vordruckraum des Ventils 2 gemessenen Vordruck und mit dem Ansteuerungssignal dieses Ventils 2 wird der Massenstrom durch das Ventil bestimmt. Der Massenstrom wird nun durch die Steuerung 6 und speziell durch deren Mikroprozessor in Beziehung zum abgegeben elektrischen Strom gesetzt, was durch eine Verbindung 20 in den Abbildungen symbolisiert wird. Der Wasserstoff-Massenstrom durch die Brennstoffzelle ist proportional zum abgegebenen elektrischen Strom. Im Falle, daß der gemessene Massenstrom entsprechende Stromwert nicht dem abgegebenen elektrischen Strom entspricht, entweicht also Wasserstoffgas aus der Brennstoffzellenanordnung, ohne an der elektrochemischen Reaktion beteiligt zu sein. Auf diese Weise wird also ein Leck in der Anordnung festgestellt und die Brennstoffzellenanordnung 1 wird automatisch abgeschaltet, um einen starken Austritt von Wasserstoffgas zu vermeiden. Die Abschaltung erfolgt, indem mit dem steuerbaren Ventil 2 die Betriebsgasleitung 3 verschlossen wird. Genauso verschließt ein gegebenenfalls vorhandenes Regelventil die Sauerstoffzuleitung, falls Sauerstoff aus einer Speichervorrichtung als Oxidationsmittel verwendet wird und ein Entweichen von Sauerstoff festgestellt wird.

Neben einem Signal, das über die Verbindung 20 den abgegebenen elektrischen Strom der Brennstoffzelle anzeigt, können der elektronischen Steuerung 6 auch andere Systemparameter der Brennstoffzelle, wie z. B. gemessene Temperaturen, zur Verfügung gestellt werden, um ein optimales Regelverhalten zu erreichen. Diese Signale werden durch die Verbindung 11 symbolisiert.

## Patentansprüche:

- 5 1. Vorrichtung zur Zuführung eines Betriebsgases zu einer Brennstoffzellenanordnung (1), mit einem Absperrventil (2), dadurch gekennzeichnet, daß dieses Absperrventil ein einen hindurchtretenden Betriebsgasstrom kontinuierlich steuerndes Ventil 2 ist.
- 10 2. Vorrichtung zur Zuführung eines Betriebsgases zu einer Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine den Ventil-Ausgangsdruck bei nicht konstantem Eingangsdruck auf einen gegebenen Wert regelnde elektronische Steuerung (6)
- 15 3. Vorrichtung zur Zuführung eines Betriebsgases zu einer Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch eine den Ventil-Ausgangsdruck auf einen in Abhängigkeit von Systemparametern der Brennstoffzelle veränderbaren Wert regelnde elektronische Steuerung (6).
- 20 4. Vorrichtung zur Zuführung eines Betriebsgases zu einer Brennstoffzellenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch eine sowohl die Einstellung des Ventils (2) als auch die Systemfunktionen der Brennstoffzellenanordnung (1) steuernde elektronische Steuerung (6).
- 25 5. Vorrichtung zur Zuführung eines Betriebsgases zu einer Brennstoffzellenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Betriebsgasstrom durch das steuerbare Ventil (2) gemessen und von der elektronischen Steuerung (6) zu dem von der Brennstoffzellenanordnung (1) abgegebenen elektrischen Strom in Beziehung gesetzt  
30 wird.

- 5 6. Vorrichtung zur Zuführung eines Betriebsgases zu einer Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß durch die elektronische Steuerung (6) bei Abweichung des abgegebenen elektrischen Stroms vom dem gemessenen Betriebsgasstrom entsprechenden elektrischen Strom eine automatische Abschaltung der Brennstoffzelle erfolgt.
- 10 7. Vorrichtung zur Zuführung eines Betriebsgases zu einer Brennstoffzellenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß dem steuerbaren Ventil (2) eine membrangesteuerte erste Druckmindererstufe (12) vorgeschaltet ist.
- 15 8. Verfahren zum Betrieb der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß man mit Hilfe des Absperrventils (2) eine Reduzierung des Gasdrucks des zur Brennstoffzellenanordnung durch das Ventil hindurchgeleiteten Brennstoffzellen-Betriebsgases durchführt.

1/1

Fig. 1

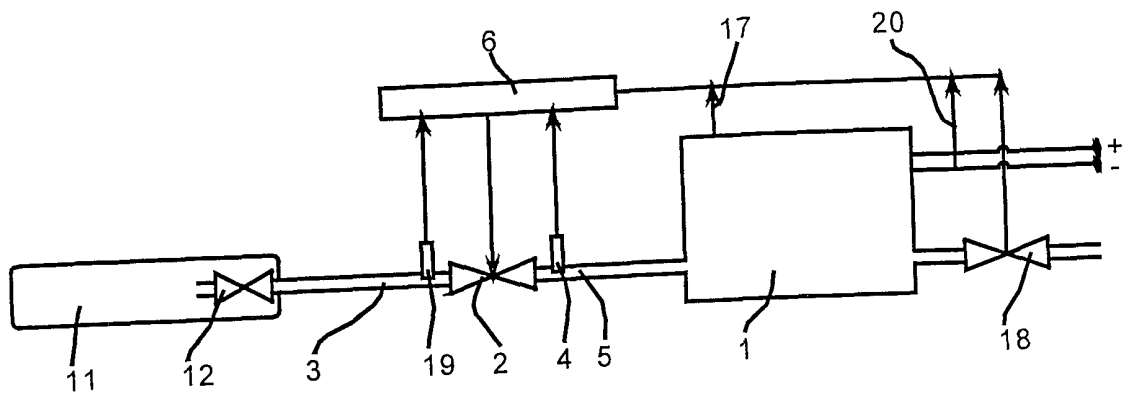


Fig. 2

