

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 800/2006**

(51) Int. Cl.⁸: **H01M 8/04 (2006.01)**

(22) Anmeldetag: **09.05.2006**

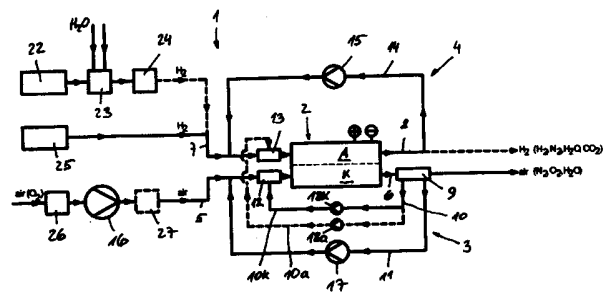
(43) Veröffentlicht am: **15.12.2006**

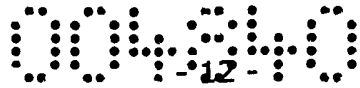
(73) Patentanmelder:

AVL LIST GMBH
A-8020 GRAZ (AT)

(54) **BRENNSTOFFZELLENSYSTEM, SOWIE VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES
BRENNSTOFFZELLENSYSTEMS**

(57) Die Erfindung betrifft ein Brennstoffzellen-
system (1) mit zumindest einer Niedertem-
peratur-Brennstoffzelle (2) mit einer kat-
hodenseitigen Zuführleitung (5) für ein O₂-
hältiges Gas, vorzugsweise Luft, einer Ab-
führleitung (6) für das Kathodenabgas,
einer anodenseitigen Zuführleitung (7) für
ein H₂-hältiges Brennstoffgas, einer Abführ-
leitung (8) für das Anodenabgas, sowie
einer kathodenseitigen Rezirkulationsein-
richtung (3) zur teilweisen Rückführung des
Kathodenabgases in den Kathodenkreis-
lauf der Brennstoffzelle (2). Erfindungsge-
mäß weist die kathodenseitige Rezirkulati-
onseinrichtung (3) einen Separator (9) zur
Trennung des Kathodenabgases in eine
flüssigwasserfreie Gasphase und Flüssig-
wasser auf, wobei für jede der beiden
Komponenten zumindest eine separat re-
gelbare Rezirkulationsleitung (10, 11) vor-
gesehen ist.

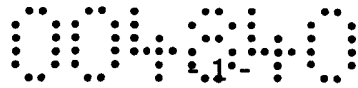




ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem (1) mit zumindest einer Niedertemperatur-Brennstoffzelle (2) mit einer kathodenseitigen Zuführleitung (5) für ein O₂-haltiges Gas, vorzugsweise Luft, einer Abführleitung (6) für das Kathodenabgas, einer anodenseitigen Zuführleitung (7) für ein H₂-haltiges Brennstoffgas, einer Abführleitung (8) für das Anodenabgas, sowie einer kathodenseitigen Rezirkulationseinrichtung (3) zur teilweisen Rückführung des Kathodenabgases in den Kathodenkreislauf der Brennstoffzelle (2). Erfindungsgemäß weist die kathodenseitige Rezirkulationseinrichtung (3) einen Separator (9) zur Trennung des Kathodenabgases in eine flüssigwasserfreie Gasphase und Flüssigwasser auf, wobei für jede der beiden Komponenten zumindest eine separat regelbare Rezirkulationsleitung (10, 11) vorgesehen ist.

Fig. 1



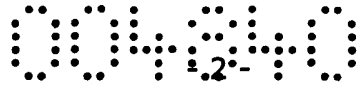
55386

Die Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem mit zumindest einer Niedertemperatur-Brennstoffzelle, mit einer kathodenseitigen Zuführleitung für ein O₂-haltiges Gas, vorzugsweise Luft, einer Abführleitung für das Kathodenabgas, einer anodenseitigen Zuführleitung für ein H₂-haltiges Brennstoffgas, einer Abführleitung für das Anodenabgas, sowie einer kathodenseitigen Rezirkulationseinrichtung zur teilweisen Rückführung des Kathodenabgases in den Kathodenkreislauf der Brennstoffzelle. Weiters betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb eines Brennstoffzellensystems mit zumindest einer Niedertemperatur-Brennstoffzelle.

Das Brennstoffzellensystem der eingangs beschriebenen Art weist bevorzugt mehrere zu einem sogenannten Brennstoffzellenstapel zusammengefasste Brennstoffzellen, beispielsweise PEM-Brennstoffzellen, auf. Im Folgenden werden mit dem Begriff Kathodenabgas die ausgangs der Kathode anfallenden Produkte, hauptsächlich N₂, O₂ und H₂O, zusammengefasst. Der Begriff Anodenabgas umfasst ausgangs der Anode anfallende Produkte, welche bei reinem Wasserstoffbetrieb im Wesentlichen aus N₂, H₂ und H₂O bestehen, sowie bei Verwendung eines Reformats zusätzlich CO₂ enthalten.

Aus der EP 0 654 182 B1 ist eine Brennstoffzelle, insbesondere eine PEM-Brennstoffzelle, und ein Verfahren zur Befeuchtung des Elektrolyten der Brennstoffzelle bekannt geworden. Wie aus der schematischen Darstellung gemäß Fig. 1 der EP 0 654 182 B1 erkennbar, weist die Brennstoffzelle sowohl eine kathodenseitige Rezirkulationsleitung als auch eine anodenseitige Rezirkulationsleitung auf, in welchen jeweils Gasverdichter angeordnet sind. Über die kathodenseitige Rezirkulationsleitung kann ein Teil des aus der Kathode der PEM-Brennstoffzelle ausgetragenen Wassermenge und Wärme wieder der Kathode zugeführt werden. Mittels eines Einstellgliedes ist der rezirkulierte Anteil des Abgases einstellbar. Die Einstellung wird abhängig von der Leistungsabgabe der Brennstoffzelle vorgenommen.

Weiters werden in der EP 1 356 533 B1 Brennstoffzellen mit integrierter Befeuchtung sowie ein Verfahren zum Befeuchten von Brennstoffzellen-Prozessgas beschrieben. In diesem Dokument wird im Zusammenhang mit einer PEM-Brennstoffzelle eine erste Befeuchtungseinheit für die zugeführte Luft und eine zweite Befeuchtungseinheit für das Brennstoffgas beschrieben. Beide Befeuchtungseinheiten weisen einen Wärmetauscher sowie einen Kondensatabscheider auf. Das abgeschiedene Wasser kann dem Anoden- bzw. Kathodenkreis über jeweils in den Zuführleitungen für das Brennstoffgas sowie für die Luft angeordnete Venturidüsen zugeführt werden. Das Abgas der Brennstoffzelle wird hier nicht rezirkuliert.



liert, sondern nur dem jeweiligen Wärmetauschern zugeführt, um die Abwärme in das System rückzuführen.

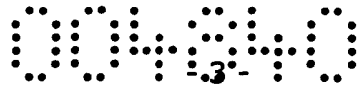
Aus der WO 03/15204 A1 (MOTOROLA) ist es weiters bekannt, an der Kathodenseite einer Brennstoffzelle Wasser zu gewinnen und der Anodenseite zuzuführen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Brennstoffzellensystem der eingangs beschriebenen Art mit einer kathodenseitigen Rezirkulationseinrichtung zur teilweisen Rückführung des Kathodenabgases einfach und kostengünstig herzustellen, bzw. ein Verfahren zum Betrieb eines derartigen Brennstoffzellensystems vorzuschlagen, bei welchem rasch auf Lastwechsel reagiert werden kann, wobei bei einfacher Systemtechnik auch bei kleinen Lasten ein hoher Gasdurchfluss gewährleistet ist und bei allen Lastzuständen für eine ausreichende Befeuchtung des Brennstoffzellensystems gesorgt sein soll.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Kathodenabgas in eine flüssigwasserfreie Gasphase und in Flüssigwasser getrennt wird, sowie dass beide Komponenten getrennt und unabhängig voneinander geregelt in den Kathodenkreislauf rückgeführt werden, wobei zusätzlich ein Teil des Flüssigwassers in den Anodenkreislauf rückgeführt werden kann.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die kathodenseitige Rezirkulationseinrichtung einen Separator zur Trennung des Kathodenabgases in eine flüssigwasserfreie Gasphase und Flüssigwasser aufweist, wobei für jede der beiden Komponenten zumindest eine separat regelbare Rezirkulationsleitung vorgesehen ist. Die flüssigwasserfreie Gasphase des Kathodenabgases enthält Wasserdampf, wobei die Konzentration durch die Sättigungstemperatur im Separator nach oben begrenzt ist.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung, bzw. das erfindungsgemäße Verfahren erlauben kathodenseitig ein völlig unabhängiges Gas- und Wassermanagement, mit allen Vorteilen rasch auf sich ändernde Betriebszustände des Systems zu reagieren. Direkt beim kathodenseitigen Auslass aus dem Stack ist ein Separator, bzw. ein Flüssigwasser-Abscheider eingebaut. Hier kann flüssiges Wasser abgeschieden, kurzzeitig zwischengespeichert und wieder dem Kreislauf zugesetzt werden. Die Pumpe in der Flüssigwasser-Rezirkulation kann ausschließlich für Wasserförderung ausgelegt sein. Weiters kann ein Gebläse für die Gasrezirkulation verwendet werden, das nur Gase und kein flüssiges Wasser fördern muss. Das rezirkulierte Gas wird beispielsweise vor dem Stackeinlass in einer Mischstrecke in der kathodenseitigen Zuführleitung zugemischt.



Das flüssige Wasser kann beim kathodenseitigen Stackeinlass einem Wärmetauscher/Verdampfer zugeführt, und dort in die Luft hinein verdampft werden (es besteht dort zusätzlicher Wärmebedarf für die Verdampfung).

Erfindungsgemäß kann die Rezirkulationsleitung für das Flüssigwasser aus zwei separat regelbaren Zweigen bestehen, wobei der erste Zweig zur kathodenseitigen und der zweite Zweig zur anodenseitigen Wasserrückführung dient. Mittels einer zweiten, von der Kathodenseite unabhängig ansteuerbaren Flüssigwasserpumpe, kann ein Teil des abgeschiedenen Kathoden-Wassers dem Brennstoffgas zugeführt werden. Anodenseitig kann dann auch (eventuell nach einer Mischstrecke) ein Wärmetauscher/Verdampfer vorhanden sein.

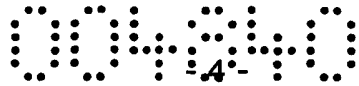
Erfindungsgemäß sind zur Regelung der Durchflussrate in den Rezirkulationsleitungen für die Gasphase und das Flüssigwasser abhängig von den Betriebsparametern des Brennstoffzellensystems regelbare Kompressoren, Gebläse, Pumpen und/oder Drosselventile angeordnet.

Erfindungsgemäß ergeben sich folgende Vorteile:

- Anodenseite und Kathodenseite können grundsätzlich unabhängig voneinander betrachtet werden

Kathodenseite:

- Die Rückführung von Gasphase und flüssigem Wasser wird getrennt durchgeführt, d.h. eine separate Regelung ist möglich und vorteilhaft.
- Bei kleinen Lasten wird primär das Gebläse zur Förderung der Gasphase aktiviert, um den Durchfluss und die Druckdifferenz über den Brennstoffzellenstack zu erhöhen; damit wird automatisch auch die Feuchte der in den Stack eintretenden Luft erhöht. Die dem System insgesamt zuzuführende Frischgasmenge (Frischlufte von außen) kann gering gehalten werden, d.h. die Luftstöchiometrie ist sowohl bei großen auch bei kleinen Lasten recht gering (z.B. 2,0 - 2,5). Damit kann Kompressorleistung eingespart werden.
- Der Minimalwert der Rückführungsrate des Gases kann von einer Feuchtemessung (Feuchteanforderung) oder von einer Durchflussmessung (Durchflusssanforderung) bestimmt werden.
- Die Flüssigwasser-Rückführung wird hauptsächlich von der Feuchteanforderung bei hoher Last bestimmt.
- Die notwendige Verdampfungswärme kann passiv aus dem Kühlsystem übernommen werden (Wärmetauscher: Gas mit flüssigem Wasser vs.



Kühlflüssigkeit), oder auch durch Kühlung (wegen Verdampfung) der komprimierten Frischluft im bzw. nach dem Kompressor.

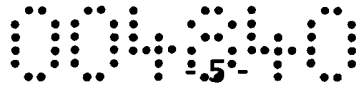
Anodenseite:

- Zusätzlich zur Rückführung des Anodenabgases (falls vorhanden) oder zur Befeuchtung in einem separaten Befeuchter (falls vorhanden) kann Flüssigwasser aus dem Separator zur Befeuchtung des frischen Brennstoffgases genutzt werden. Separate Befeuchter auf der Anodenseite können dadurch entfallen.
- Die Flüssigwasser-Rückführung wird hauptsächlich von der Feuchteanforderung bei hoher Last bestimmt.
- Die notwendige Verdampfungswärme kann passiv aus dem Kühlsystem übernommen werden (Wärmetauscher: Gas mit flüssigem Wasser vs. Kühlflüssigkeit).

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen Fig. 1 eine erste Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems, sowie die Figuren 2 bis 4 eine zweite, dritte und vierte Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Systems.

Die in den Figuren 1 bis 4 dargestellten Brennstoffzellensysteme 1 sind mit zumindest einer Niedertemperatur-Brennstoffzelle 2 ausgestattet, wobei in der Regel mehrere derartige Brennstoffzellen zu einem sogenannten Brennstoffzellenstack zusammengefasst sind. An der Brennstoffzelle 2 (bzw. dem Brennstoffzellenstack) ist mit A die Anodenseite und mit K die Kathodenseite gekennzeichnet. Alle Ausführungsvarianten der Erfindung weisen unterschiedlich ausgeführte kathodenseitige Rezirkulationseinrichtungen 3 auf, welche die Rezirkulationsleitungen 10a, 10k und 11 aufweisen, wobei – wie dargestellt – auch eine einfache anodenseitige Rezirkulationseinrichtung 4 vorgesehen sein kann. Die erfindungsgemäßen Vorteile gelten auch für Brennstoffzellensysteme 1 gemäß Fig. 1 bis 3 ohne anodenseitige Rezirkulationseinrichtung 4.

Die Brennstoffzelle 2 weist eine kathodenseitige Zuführleitung 5 für ein O₂-haltiges Gas (beispielsweise Luft) auf, sowie eine Abführleitung 6 für das Kathodenabgas. Weiters ist eine anodenseitige Zuführleitung 7 für ein H₂-haltiges Brennstoffgas und eine Abführleitung 8 für das Anodenabgas vorgesehen. Die kathodenseitige Rezirkulationseinrichtung 3 dient bei der Erfindung zur teilweisen Rückführung der flüssigwasserfreien Gasphase und des Flüssigwassers in den Kathodenkreislauf der Brennstoffzelle 2. Allen Ausführungsvarianten der Erfindung ist gemeinsam, dass die Rezirkulationseinrichtung 3 einen Separator 9 zur Trennung des Kathodenabgases in eine flüssigwasserfreie Gasphase und in flüs-



siges Wasser aufweist, wobei für jede der beiden Komponenten zumindest eine separat regelbare Rezirkulationsleitung 10, 11 vorgesehen ist. Die Rezirkulationsleitung 10 für das Flüssigwasser besteht aus zwei separat regelbaren Zweigen 10a, 10k, wobei der erste Zweig 10k zur kathodenseitigen Wasserrückführung und der zweite Zweig 10a zur anodenseitigen Wasserrückführung dient. Die vom Separator 9 zur Verfügung gestellte Wassermenge kann somit je nach Betriebszustand des Brennstoffzellensystems aufgeteilt und teilweise dem Anodenkreislauf und/oder dem Kathodenkreislauf zugeführt werden.

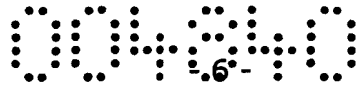
Zur Regelung der Durchflussrate in den Rezirkulationsleitungen 10, 11 für die Gasphase und das Flüssigwasser sind in den einzelnen Ausführungsvarianten unterschiedliche Einrichtungen, wie der Kompressor 16 beim Lufteinlass, die Gebläse 15 und 17 im Anodenkreis und im Kathodenkreis, die Pumpen 18k und 18a für das Flüssigwasser, sowie die Drosselventile 19, 20k, 20a und 21 vorgesehen, mit welchen abhängig von den Betriebsparametern des Brennstoffzellensystems die jeweilige Durchflussrate geregelt werden kann.

Wie bereits weiter oben ausgeführt, kann im Anodenkreislauf eine einfache Rezirkulationseinrichtung 4 zur teilweisen Rückführung des Anodenabgases angeordnet sein, welche ausgehend von der Abführleitung 8 für das Anodenabgas eine in die anodenseitige Zuführleitung 7 mündende Rezirkulationsleitung 14 aufweist, wobei zur Regelung der Durchflussrate ein von den Betriebsparametern des Brennstoffzellensystems regelbares Gebläse 15 in der Rezirkulationsleitung 14 vorgesehen ist.

Das Brennstoffgas wird entweder aus einem geeigneten Brennstoff, der in einem Behälter 22 vorliegt durch Reformierung (siehe Reformier 23 mit H₂O- und Wärmezufuhr, sowie Nachbehandlungseinrichtung 24 für das Reformat) hergestellt oder einem H₂-Behälter 25 entnommen und in die anodenseitige Zuführleitung 7 eingespeist. Als O₂-hältiges Gas kann beispielsweise Luft verwendet werden, welche über ein Filter 26 einen Kompressor 16 und ggf. einen Wärmetauscher 27 geführt und in die kathodenseitige Zuführleitung 5 eingespeist wird.

Wie in Fig. 1 dargestellt, kann gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung die Rezirkulationsleitung 11 für die Gasphase und ein erster Zweig 10k der Rezirkulationsleitung 10 für das Flüssigwasser in die kathodenseitige Zuführleitung 5 münden, wobei im Bereich der Einmündung der Rezirkulationsleitung 10k ein Verdampfer 12 angeordnet sein kann.

Gemäß den in den Figuren 2, 3 und 4 dargestellten Varianten der Erfindung ist es auch möglich, dass die Rezirkulationsleitung 11 für die Gasphase stromabwärts eines regelbaren Drosselventils 21 und stromaufwärts des Kompressors 16 in die kathodenseitige Zuführleitung einmündet. Durch diese Variante kann das



Gebläse 17 in der kathodenseitigen Rezirkulationseinrichtung 3 entfallen, wobei durch die regelbaren Drosselventile 19 und 21 alle Teilströme (angesaugte Frischluft bzw. rückgeführte Gasphase) des Kathodenabgases unabhängig voneinander geregelt werden können.

Wie in den Figuren 3 und 4 weiters dargestellt, ist es auch möglich, dass zusätzlich der erste Zweig 10k der Rezirkulationsleitung 10 für das Flüssigwasser stromaufwärts des Kompressors 16 in die kathodenseitige Zuführleitung 5 einmündet, wodurch auf eine Wasserpumpe 18k in der Rezirkulationsleitung 10k verzichtet werden kann. Die Durchflussregelung für das Flüssigwasser erfolgt dann durch das Drosselventil 20k. Es ist auch möglich, dass das Flüssigwasser direkt in den Kompressor 16 rückgeführt wird.

Das im Separator 9 auf der Ausgangsseite der Kathode gewonnene Wasser kann auch für die Befeuchtung des Brennstoffgases verwendet werden. Wie in den Figuren 1 bis 3 dargestellt, mündet dazu ein zweiter Zweig 10a der Rezirkulationsleitung 10 für das Flüssigwasser in die anodenseitige Zuführleitung 7, wobei im Bereich der Einmündung der Rezirkulationsleitung 10a ggf. ein Verdampfer 13 angeordnet ist.

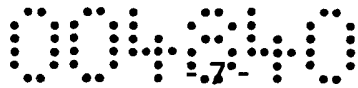
Gemäß der in Fig. 4 dargestellten Ausführungsvariante der Erfindung kann der zweite Zweig 10a der Rezirkulationsleitung 10 für das Flüssigwasser stromaufwärts des Gebläses 15 in die Rezirkulationsleitung 14 für das Anodenabgas münden, wodurch eine Zirkulationspumpe in der Rückführleitung 10a entfallen kann, falls die Anodenseite bei einem im Vergleich zur Kathodenseite nicht zu hohen Druck betrieben wird. Die Durchflussmenge wird bei dieser Ausführungsvariante durch das Drosselventil 20a geregelt. Falls die Anodenseite der Brennstoffzelle auf einem durchschnittlich niedrigeren Druckniveau betrieben wird als die Kathodenseite, kann aufgrund des damit vorliegenden Druckgefälles das von der Kathodenseite stammende Flüssigwasser an einem beliebigen Ort des Anodenkreises eingespeist werden.

Es ergeben sich somit vier Hauptvarianten der Erfindung

Variante 1 (Fig. 1)

System mit fünf "Pumpen"

- ein Kompressor 16 für die Frischluft,
- zwei Gebläse 15, 17 für die Rezirkulation der Gasphasen (Anodenkreislauf, Kathodenkreislauf),



- zwei Pumpen 18k, 18a für die kathodenseitige und anodenseitige Rezirkulation von Flüssigwasser aus dem Separator 9.

Variante 2 (Fig. 2)

System mit vier "Pumpen" und zwei Drosselklappen

- ein Kompressor 16 für die Frischluft und für die Rezirkulation der Gasphase (Kathodenkreislauf),
- ein Gebläse 15 für die Rezirkulation des Anodenabgases,
- zwei Pumpen 18k, 18a für die kathodenseitige und anodenseitige Rezirkulation von Flüssigwasser aus dem Separator 9,
- eine Drosselklappe 21 in der kathodenseitigen Zuführleitung 5 für Frischluft,
- eine Drosselklappe 19 in der Rezirkulationsleitung 11 für das Gasphasen-Rezirkulat (Kathodenkreislauf).

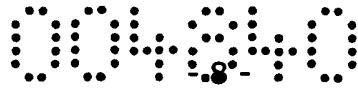
Variante 3 (Fig. 3)

System mit drei "Pumpen" und drei Drosselklappen

- ein Kompressor 16 für die Frischluft, für die Rezirkulation der Gasphase (Kathodenkreislauf) und für die Rezirkulation von Flüssigwasser aus dem Separator 9 in den Kathodenkreislauf,
- ein Gebläse 15 für die Rezirkulation des Anodenabgases,
- eine Pumpe 18a für die anodenseitige Rezirkulation von Flüssigwasser aus dem Separator 9,
- eine Drosselklappe 21 in der kathodenseitigen Zuführleitung 5 für Frischluft,
- eine Drosselklappe 19 in der Rezirkulationsleitung 11 für die Gasphase (Kathodenkreislauf),
- eine Drosselklappe 20k in der Rezirkulationsleitung 10k für das Flüssigwasser (Kathodenkreislauf).

Variante 4 (Fig. 4)

System mit 2 "Pumpen" und vier Drosselklappen

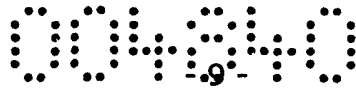


- ein Kompressor 16 für Frischluft, für die Rezirkulation der Gasphase (Kathodenkreislauf) und für die Rezirkulation von Flüssigwasser aus dem Separator 9 in den Kathodenkreislauf,
- ein Gebläse 15 für Rezirkulation des Anodenabgases und für die Rezirkulation von Flüssigwasser aus dem Separator 9 in den Anodenkreislauf,
- eine Drosselklappe 21 in der kathodenseitigen Zuführleitung 5 für Frischluft,
- eine Drosselklappe 19 in der Rezirkulationsleitung 11 für die Gasphase (Kathodenkreislauf),
- eine Drosselklappe 20k in der Rezirkulationsleitung 10k für das Flüssigwasser (Kathodenkreislauf),
- eine Drosselklappe 20a in der Rezirkulationsleitung 10a für das Flüssigwasser (Anodenkreislauf).

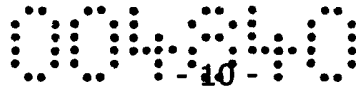
In den Varianten 2 bis 4 kann die Drosselklappe 21 auch entfallen, wenn der Durchfluss der frischen Luft direkt über die Leistung bzw. Drehzahl des Kompressors 16 geregelt wird, und der Durchfluss der rezirkulierten Gasphase, abhängig vom Unterdruck vor dem Kompressor 16, über die Drosselklappe 19. In den Varianten 3 und 4 kann der Durchfluss des Flüssigwasser-Rezirkulats ebenfalls abhängig vom Unterdruck vor dem Kompressor 16 über die Drosselklappe 20k geregelt werden. Bei hoher Rezirkulationsrate ergibt sich eine Rückkoppelung auf die Kompressorleistung, weil deutlich mehr gefördert werden muss (Frischluft und Rezirkulat).

Das erfindungsgemäße System zeichnet sich durch folgende Vorteile aus:

- gute Befeuchtung beider Reaktanden bei allen Lastzuständen, sowie großer Durchfluss bei kleinen Lasten;
- einfacher Aufbau der Kathodenseite des Brennstoffzellensystems;
- sehr dynamischer Betrieb des Brennstoffzellensystems möglich;
- auf Speicherung von flüssigem Wasser und komplexes Flüssigwasser-Management kann verzichtet werden (außer temporärer Speicherung kleiner Mengen im Separator);
- Anodenseite des Brennstoffzellensystems kann sehr einfach aufgebaut sein;
- kathodenseitiger Betrieb mit Rezirkulation der Gasphase bei ausreichend hohen Gasdurchflüssen verhindert Ungleichverteilung der Gase und verhindert damit Elektroden-Korrosion;

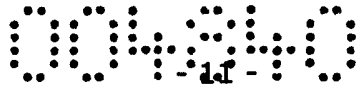


- Die dem System insgesamt zuzuführende Frischgasmenge (Frischlufte von außen) kann gering gehalten werden, d.h. die Luftstöchiometrie ist sowohl bei großen auch bei kleinen Lasten recht gering (z.B. 2,0 - 2,5). Damit wird Kompressorleistung eingespart;
- kathodenseitiger Betrieb mit Rezirkulation der Gasphase ermöglicht eine verbesserte Befeuchtung des Kathodengases bei allen Lasten und damit eine Verringerung der Membran-Degradation, sowie eine Erhöhung der Membranleitfähigkeit und der Zelleistung ;
- kathodenseitiger Betrieb mit Rezirkulation des Flüssigwassers ermöglicht verbesserte Befeuchtung des Kathodengases primär bei hoher Last; zum Teil kann auf eine zusätzliche Befeuchtungseinheit ganz verzichtet werden;
- anodenseitiger Betrieb mit Rezirkulation des Kathoden-Flüssigwassers ermöglicht verbesserte Befeuchtung des Anodengases bei allen Lasten; zum Teil kann anodenseitig auf eine zusätzliche Befeuchtungseinheit ganz verzichtet werden;
- sehr schnelle Reaktion bzw. Einleitung von Gegenmaßnahmen bei Erreichen eines kritischen Zustandes des Stacks möglich;
- Änderung (Erhöhung oder Verringerung) von einer der beiden (oder beiden) Kathoden-Rezirkulationsraten für Gasphase und flüssiges Wasser; dadurch völlig unabhängiger, dynamischer Betrieb der beiden Kathoden-Rezirkulationen möglich;
- Änderung (Erhöhung oder Verringerung) der Rezirkulationsrate von flüssigem Wasser in den Anodenkreislauf;
- auf kathodenseitigen Gaskühler nach Kompression der Luft kann zum Teil verzichtet werden da die Kühlung der komprimierten "Frischlufte" durch Verdampfung von Flüssigwasser-Rezirkulat möglich ist;



PATENTANSPRÜCHE

1. Brennstoffzellensystem (1) mit zumindest einer Niedertemperatur-Brennstoffzelle (2) mit einer kathodenseitigen Zuführleitung (5) für ein O₂-haltiges Gas, vorzugsweise Luft, einer Abführleitung (6) für das Kathodenabgas, einer anodenseitigen Zuführleitung (7) für ein H₂-haltiges Brennstoffgas, einer Abführleitung (8) für das Anodenabgas, sowie einer kathodenseitigen Rezirkulationseinrichtung (3) zur teilweisen Rückführung des Kathodenabgases in den Kathodenkreislauf der Brennstoffzelle (2), **dadurch gekennzeichnet**, dass die kathodenseitige Rezirkulationseinrichtung (3) einen Separator (9) zur Trennung des Kathodenabgases in eine flüssigwasserfreie Gasphase und Flüssigwasser aufweist, wobei für jede der beiden Komponenten zumindest eine separat regelbare Rezirkulationsleitung (10, 11) vorgesehen ist.
2. Brennstoffzellensystem (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rezirkulationsleitung (10) für das Flüssigwasser aus zwei separat regelbaren Zweigen (10k, 10a) besteht, wobei der erste Zweig (10k) zur kathodenseitigen und der zweite Zweig (10a) zur anodenseitigen Wasserrückführung dient
3. Brennstoffzellensystem (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Regelung der Durchflussrate in den Rezirkulationsleitungen (10, 11) für die flüssigwasserfreie Gasphase und das Flüssigwasser abhängig von den Betriebsparametern des Brennstoffzellensystems regelbare Kompressoren (16), Gebläse (17), Pumpen(18k, 18a) und/oder Drosselventile (19, 20k, 20a, 21) angeordnet sind.
4. Brennstoffzellensystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Anodenkreislauf eine Rezirkulationseinrichtung (4) zur teilweisen Rückführung des Anodenabgases in die Brennstoffzelle (2) angeordnet ist, welche eine in die anodenseitige Zuführleitung (7) mündende Rezirkulationsleitung (14) für das Anodenabgas aufweist, wobei zur Regelung der Durchflussrate in der Rezirkulationsleitung (14) ein von den Betriebsparametern des Brennstoffzellensystems regelbares Gebläse (15) angeordnet ist.
5. Brennstoffzellensystem (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rezirkulationsleitung (11) für die flüssigwasserfreie Gasphase und ein erster Zweig (10k) der Rezirkulationsleitung (10) für das Flüssigwasser in die kathodenseitige Zuführleitung (5) mün-



den, wobei im Bereich der Einmündung der Rezirkulationsleitung (10k) für das Flüssigwasser ggf. ein Verdampfer (12) angeordnet ist.

6. Brennstoffzellensystem (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rezirkulationsleitung (11) für die flüssigwasserfreie Gasphase stromabwärts eines regelbaren Drosselventils (21) und stromaufwärts eines Kompressors (16) in die kathodenseitige Zuführleitung (5) mündet.
7. Brennstoffzellensystem (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein erster Zweig (10k) der Rezirkulationsleitung (10) für das Flüssigwasser stromaufwärts eines Kompressors (16) oder im Kompressor (16) in die kathodenseitige Zuführleitung (5) mündet.
8. Brennstoffzellensystem (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein zweiter Zweig (10a) der Rezirkulationsleitung (10) für das Flüssigwasser in die anodenseitige Zuführleitung (7) mündet, wobei im Bereich der Einmündung der Rezirkulationsleitung (10a) ggf. ein Verdampfer (13) angeordnet ist.
9. Brennstoffzellensystem (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein zweiter Zweig (10a) der Rezirkulationsleitung (10) für das Flüssigwasser stromaufwärts eines Gebläses (15) in die Rezirkulationsleitung (14) für das Anodenabgas mündet.
10. Verfahren zum Betrieb eines Brennstoffzellensystems mit zumindest einer Niedertemperatur-Brennstoffzelle, wobei das Kathodenabgas zumindest teilweise rezirkuliert wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kathodenabgas in eine flüssigwasserfreie Gasphase und in Flüssigwasser getrennt wird, sowie dass beide Komponenten getrennt und unabhängig voneinander geregelt in den Kathodenkreislauf rückgeführt werden.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Teil des Flüssigwassers in den Anodenkreislauf rückgeführt wird.

2006 05 09
Lu


Patentanwalt
Dipl.-Ing. Mag. Michael Babeluk
A-1150 Wien, Mariahilfer Gürtel 39/17
Tel.: (+43 1) 892 89 33-0 Fax: (+43 1) 892 89 333
e-mail: patent@babeluk.st

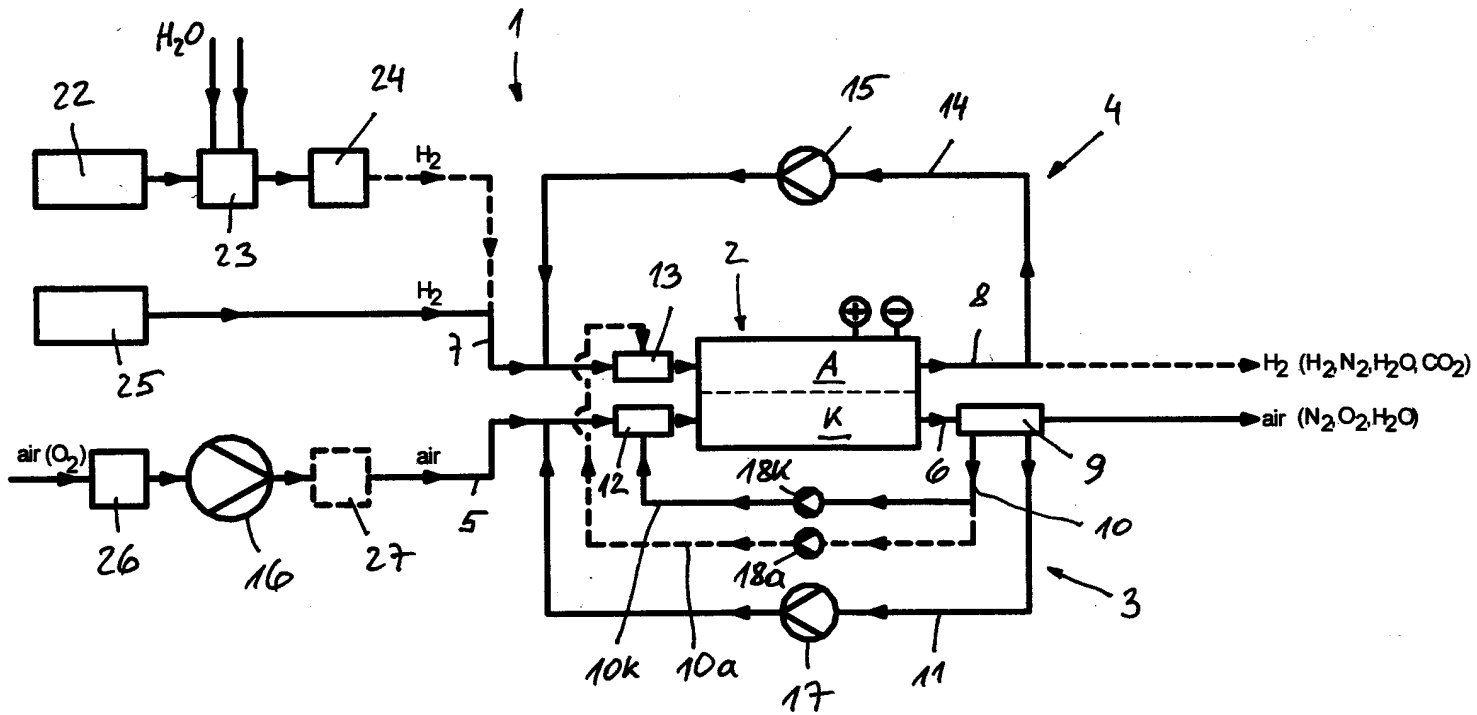
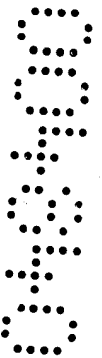


Fig. 1



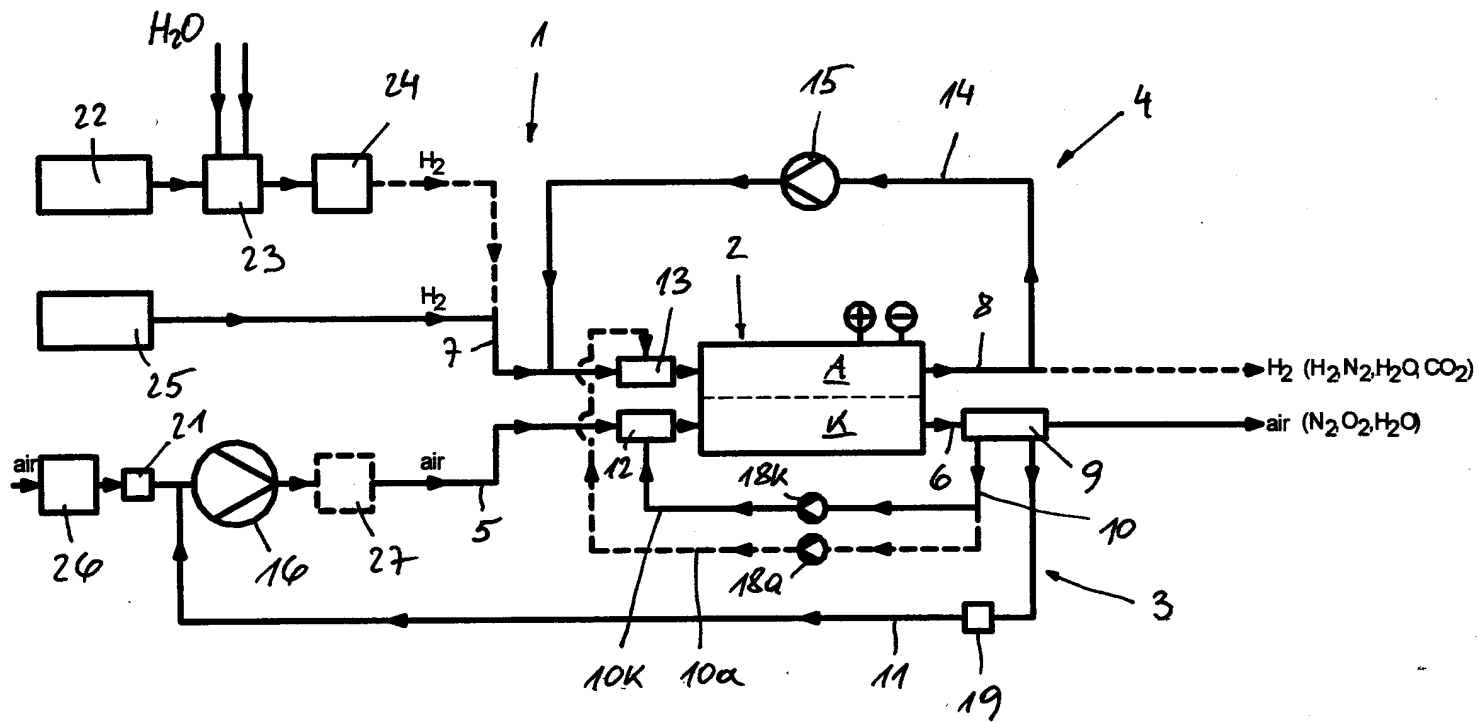
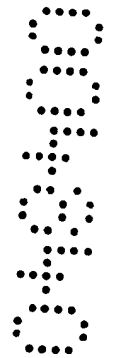


Fig. 2



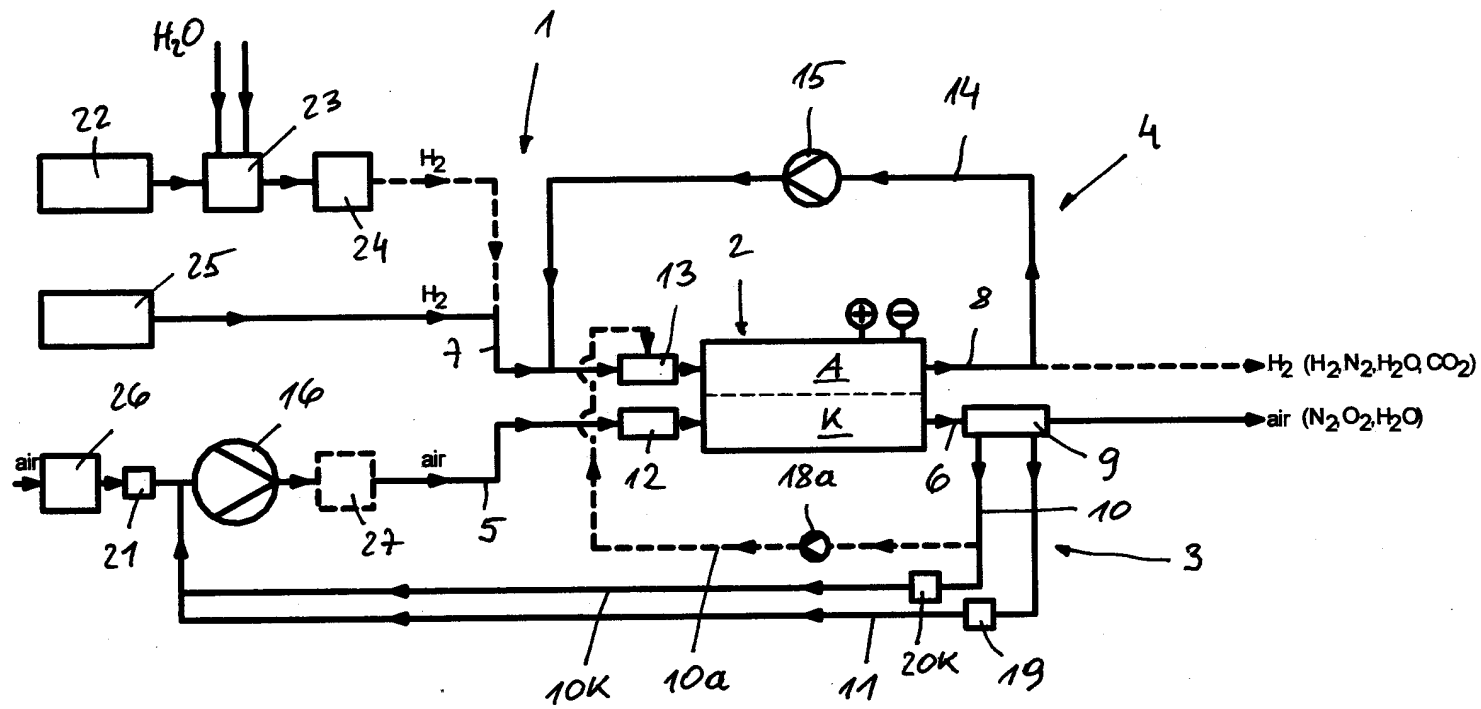


Fig. 3



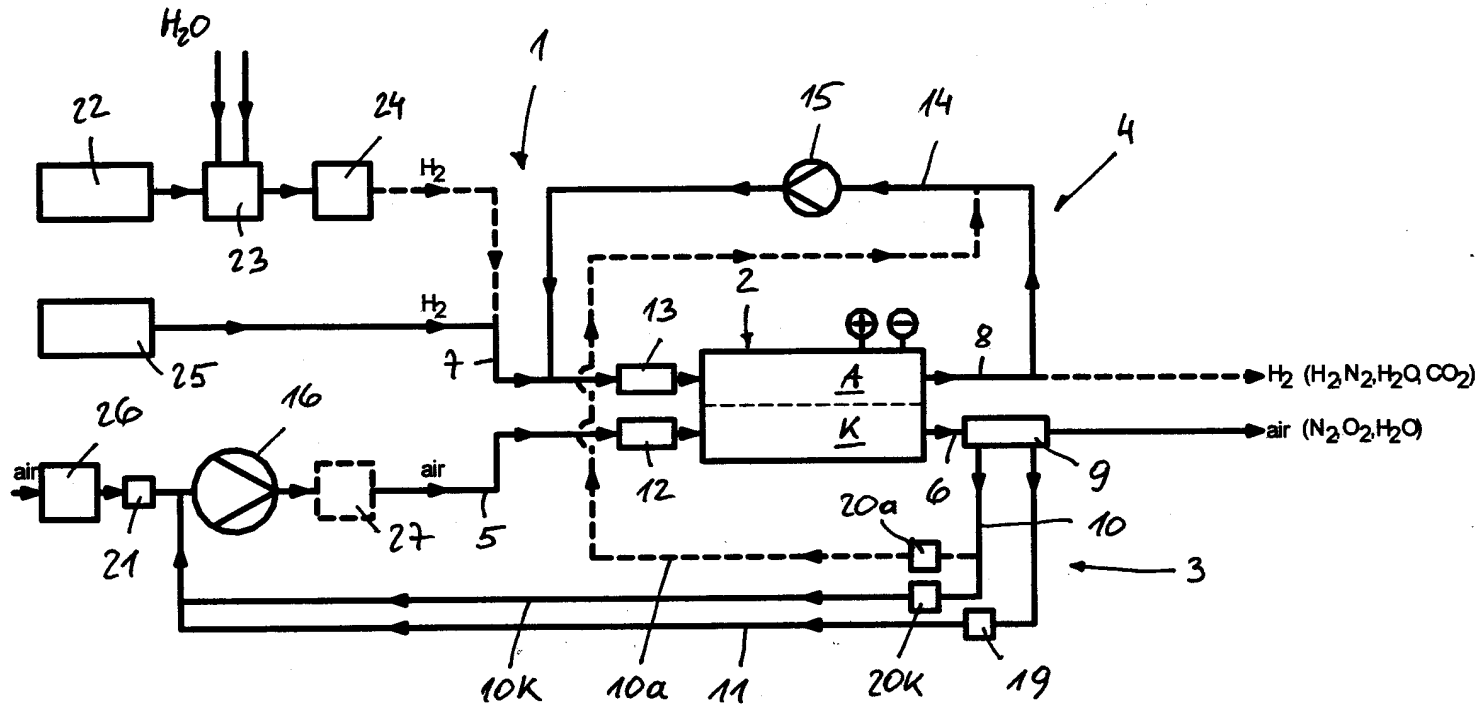


Fig. 4





Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC ⁸ : H01M 8/04 (2006.01)		
Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß ECLA:		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): H01M		
Konsultierte Online-Datenbank: WPI, EPODOC, PAJ, STN-Patdpa		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 9. Mai 2006 eingereichten Ansprüchen 1-11 erstellt.		
Kategorie ⁷⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	WO 2000/016425 A1 (QUESTOR INDUSTRIES INC.) 23. März 2000 (23.03.2000) <i>Ansprüche 1-6, 21 und Zusammenfassung</i>	1,4,10
A	--	2-3,5-9,11
X	EP 0341189 A1 (INTERNATIONAL FUEL CELLS CORPORATION) 8. November 1989 (08.11.1989) <i>Ansprüche 1 und 3, Zusammenfassung</i>	1,10
A	--	2-9, 11
A	WO 1996/013871 A2 (SIEMENS AG) 9. Mai 1996 (09.05.1996) <i>Ansprüche</i>	1-11
A	--	1-11
A	US 5366818 A (WILKINSON et al.) 22. November 1994 (22.11.1994) <i>Ansprüche 1, 8, 9,11, 13, 21</i>	1-11
X	US 5543238 A (STRASSER, K.) 6. August 1996 (06.08.1996) <i>Ansprüche, Zusammenfassung</i>	1, 4, 10
A	--	2-3, 5-9, 11
Datum der Beendigung der Recherche: 4. Oktober 2006		<input checked="" type="checkbox"/> Fortsetzung siehe Folgeblatt Prüfer(in): Dr. STEPANOVSKY
⁷⁾ Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist. A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.		



Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
	JP 57-009071 A (TOSHIBA CORP.) 18. Jänner 1982 (18.01.1982) ---	