

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50047/2024
(22) Anmeldetag: 24.01.2024
(45) Veröffentlicht am: 15.06.2025

(51) Int. Cl.: **H01M 8/0419** (2016.01)
H01M 8/04492 (2016.01)
H01M 8/0432 (2016.01)

(56) Entgegenhaltungen:
CN 218299837 U
CN 103050723 B
KR 20200055345 A

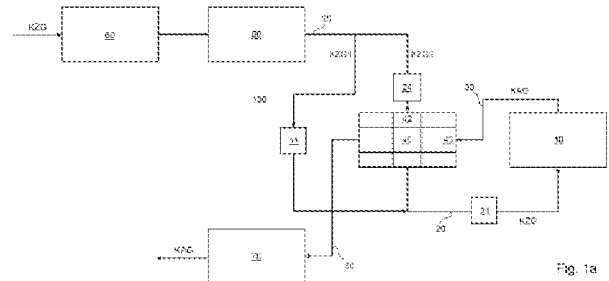
(73) Patentinhaber:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:
Zimmermann Jörg Dipl.-Ing.
8010 Graz (AT)
Schubert Thomas Dipl.-Ing.
8323 St. Marein bei Graz (AT)

(74) Vertreter:
Gamper Bettina Dr.techn.
8020 Graz (AT)

(54) Bestimmungsverfahren zur Bestimmung einer Temperaturabweichung in einem Kathodenzufuhrgas

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Bestimmungsverfahren zur Bestimmung einer Temperaturabweichung in einem Kathodenzufuhrgas (KZG), das einer Befeuchtungsvorrichtung (40) in einem Brennstoffzellensystem (100) zugeführt wird. Insbesondere wird eine geregelte Aufteilung eines Kathodenzufuhrgases (KZG) in einen ersten Gasteilstrom (KZG1), der an der Befeuchtungsvorrichtung (40) vorbeigeleitet wird, und in einen zweiten Gasteilstrom (KZG2), der durch die Befeuchtungsvorrichtung (40) zur Wasseraufnahme geleitet wird, vorgenommen, und das Teilungsverhältnis der Aufteilung wird in Annäherung an einen im Wesentlichen konstanten vorbestimmten Feuchtigkeitsgehalt geregelt. Wenn sich das Teilungsverhältnis unter der derartigen Konstantregelung signifikant ändert, wird bestimmt, dass eine Temperaturabweichung in dem Kathodenzufuhrgas (KZG) vorliegt.



Beschreibung

BESTIMMUNGSVERFAHREN ZUR BESTIMMUNG EINER TEMPERATURABWEICHUNG IN EINEM KATHODENZUFUHRGAS

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Bestimmungsverfahren zur Bestimmung einer Temperaturabweichung in einem Kathodenzufuhrgas, das einer Befeuchtungsvorrichtung in einem Brennstoffzellensystem zugeführt wird.

[0002] Die Erfindung findet Anwendung in einer Sicherheitsfunktion für Brennstoffzellensysteme, die eine ordentliche Betriebsweise eines Luftwärmetauschers, wie insbesondere eines Ladeluftkühlers für eine aufgeladene Zuluft bestimmt oder eine Fehlfunktion desselben frühzeitig erkennt.

[0003] Durch Ablagerungen oder Verstopfungen von Kühlkanälen in dem Luftwärmetauscher oder andere Effekte kann ein Wärmetransport zwischen der Zuluft und einem Kühlmittel verringert oder verhindert werden. Infolge solcher Fehlfunktionen einer thermischen Vorkonditionierung der Zuluft kommt es zu einer Temperaturerhöhung in der Brennstoffzelle, wonach eine Effizienz des Betriebs beeinträchtigt oder auch Komponenten der Brennstoffzelle oder Brennstoffzellensystems Schaden nehmen können.

[0004] Im Stand der Technik sind Systeme bekannt, die eine Fehlfunktion eines Luftwärmetauschers erkennen bevor das Brennstoffzellensystem überhitzt. In den derzeit verfügbaren Systemen wird die mögliche Fehlfunktion des Luftwärmetauschers durch physische Temperatursensoren verwirklicht, die eine Temperatur der aufgeladenen und gekühlten Zuluft stromabwärts des Luftwärmetauschers erfassen.

[0005] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine alternative Technik zur Bestimmung einer Temperaturabweichung in einem der Kathode einer Brennstoffzelle zugeführten Gas zu schaffen.

[0006] Die voranstehende Aufgabe wird gelöst durch ein Bestimmungsverfahren mit den Verfahrensschritten des Anspruchs 1. Weitere Merkmale und Details der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen.

[0007] Das erfindungsgemäße Bestimmungsverfahren dient zur Bestimmung einer Temperaturabweichung in einem Kathodenzufuhrgas, das einer Befeuchtungsvorrichtung in einem Brennstoffzellensystem zugeführt wird, und es umfasst die Schritte:

- Aufteilen eines Gasstroms des Kathodenzufuhrgases in einen ersten Gasteilstrom, der an der Befeuchtungsvorrichtung vorbeigeleitet wird, und in einen zweiten Gasteilstrom, der durch die Befeuchtungsvorrichtung zur Wasseraufnahme geleitet wird;
- Zusammenführen des befeuchteten ersten Gasteilstroms und des unbefeuchteten zweiten Gasteilstroms zu einem teilbefeuchteten Gasstrom des Kathodenzufuhrgases;
- Erfassen eines Feuchtigkeitsgehalts in dem zusammengeführten Kathodenzufuhrgas;
- Regeln eines Teilungsverhältnisses der Aufteilung des ersten Gasteilstroms und des zweiten Gasteilstroms des Kathodenzufuhrgases in Annäherung des erfassten Feuchtigkeitsgehalts an einen im Wesentlichen konstanten vorbestimmten Feuchtigkeitsgehalt;
- Vergleichen des geregelten Teilungsverhältnisses zwischen den Gasteilströmen des Kathodenzufuhrgases mit wenigstens einem vorbestimmten Schwellenwert für das Teilungsverhältnis und/oder
- Vergleichen des geregelten Teilungsverhältnisses zwischen den Gasteilströmen des Kathodenzufuhrgases in zeitlichen Abständen mit einem zuvor geregelten Teilungsverhältnis und mit einem vorbestimmten Schwellenwert für eine Differenz zu dem zuvor geregelten Teilungsverhältnis; und
- Bestimmen, dass eine Temperaturabweichung in dem der Befeuchtungsvorrichtung zugeführten Kathodenzufuhrgas vorliegt, wenn beim Vergleichen des Teilungsverhältnisses wenigstens einer der Schwellenwerte überschritten wird.

[0008] Gleichermaßen dient ein Brennstoffzellensystem mit einer Brennstoffzelle zur Bestimmung einer Temperaturabweichung in einem einer Befeuchtungsvorrichtung zugeführten Kathodenzufuhrgas. Das Brennstoffzellensystem umfasst: einen Kathodenzufuhrabschnitt zum Zuführen des Kathodenzufuhrgases zu einem Kathodenabschnitt der Brennstoffzelle, und einem Kathodenabfuhrabschnitt zum Abführen eines feuchten Kathodenabfuhrgases, die Befeuchtungsvorrichtung mit: einem in dem Kathodenzufuhrabschnitt stromaufwärts von der Brennstoffzelle angeordneten Wasserabgabeabschnitt zur Abgabe von Wasser an das durchgeleitete Kathodenzufuhrgas, und einem in dem Kathodenabfuhrabschnitt stromabwärts von der Brennstoffzelle angeordneten Wasseraufnahmeabschnitt zur Aufnahme von Wasser aus dem durchgeleiteten feuchten Kathodenabfuhrgas; einen in dem Kathodenzufuhrabschnitt angeordneten Befeuchtungsbypass zur Umgehung des Wasserabgabeabschnittes der Befeuchtungsvorrichtung; eine in dem Kathodenzufuhrabschnitt stromaufwärts oder eingangs der Befeuchtungsvorrichtung oder des Befeuchtungsbypasses angeordnete, verstellbare Gasstromteilungsverhältnisseinstellvorrichtung zur Einstellung eines Teilungsverhältnisses einer Aufteilung eines Gasstroms des Kathodenzufuhrgases in: einen ersten Gasteilstrom des Kathodenzufuhrgases, der durch den Befeuchtungsbypass geleitet wird, und einen zweiten Gasteilstrom des Kathodenzufuhrgases, der durch den Wasserabgabeabschnitt der Befeuchtungsvorrichtung geleitet wird; ein mit der Gasstromteilungsverhältnisseinstellvorrichtung gekoppeltes Stellglied zur regelbaren Verstellung der Gasstromteilungsverhältnisseinstellvorrichtung; einen in dem Kathodenzufuhrabschnitt stromabwärts von dem Wasserabgabeabschnitt der Befeuchtungsvorrichtung und von dem Befeuchtungsbypass angeordneten Feuchtigkeitssensor zur Erfassung eines Feuchtigkeitsgehalts des der Brennstoffzelle zugeführten Kathodenzufuhrgases; und eine Steuervorrichtung mit: einer Messverbindung zu dem Feuchtigkeitssensor zum Empfangen von Messwerten des Feuchtigkeitssensors, einer Ansteuerungsverbindung zu dem Stellglied zum Ansteuern des Stellgliedes, einem Regelglied zur Regelung einer Einstellung der verstellbaren Gasstromteilungsverhältnisseinstellvorrichtung mittels des Stellgliedes. In der Steuervorrichtung ist: ein Schwellenwertspeicher zur Hinterlegung eines Schwellenwertes in Bezug zu der Einstellung der Gasstromteilungsverhältnisseinstellvorrichtung, eine Vergleichsschaltung zum Vergleichen der geregelten Einstellung der Gasstromteilungsverhältnisseinstellvorrichtung mit dem Schwellenwert; und eine Bestimmungsschaltung zum Bestimmen einer Temperaturabweichung in dem Kathodenzufuhrgas in Bezug zu einer Überschreitung des Schwellenwertes.

[0009] Unter einer Brennstoffzelle ist im Rahmen der Erfindung insbesondere ein Brennstoffzellenstapel zu verstehen, welcher in der Regel aus mehreren einzelnen Brennstoffzellen besteht. Konsequenterweise ist im Rahmen der Erfindung unter einer Kathode insbesondere ein Kathodenabschnitt und einer Anode insbesondere ein Anodenabschnitt zu verstehen. Diese Definitionen sind aus technischer Sicht ohne Weiteres eindeutig und klar.

[0010] Die Erfindung schlägt somit erstmals eine Methodik und einen Aufbau vor, bei denen eine Temperaturabweichung aufgrund einer möglichen Fehlfunktion des Luftwärmetauschers ohne einen eigens hierfür bereitgestellten Temperatursensor erkannt wird. Dazu sieht die Erfindung erstmalig vor, eine unerwartete und unbeabsichtigte Temperaturerhöhung der Zuluft eines Brennstoffzellensystems durch eine Drosselklappenstellung oder Einstellung eines ähnlichen Strömungsregelungselementes eines Befeuchter-Bypass-Ventils zu detektieren. Ein solcher Befeuchter ist stromabwärts von dem Luftwärmetauscher angeordnet, und dient zur Vorkonditionierung eines Feuchtigkeitsgehalts der Zuluft vor der Brennstoffzelle, nachdem diese durch den Luftwärmetauscher thermisch vorkonditioniert bzw. aufgeladen und gekühlt wurde.

[0011] Wenn es zu einer solchen Temperaturerhöhung aufgrund einer Wärmetauscherfehlfunktion wie Ablagerungen oder Verstopfung von Kühlkanälen an der luftführenden Seite oder einer kühlmittelführenden Seite kommt, steigt dadurch die Temperatur am Eingang des stromabwärts angeordneten Befeuchters, was die Effizienz des Wasserübertrags im Befeuchter erhöht. Unter einer Schwankung der Temperatur der Zuluft ändert sich eine Feuchtigkeitsaufnahme-eigenschaft des Luftstroms, und in diesem Zusammenhang verändert sich auch die Effizienz eines Wasserübertrags in dem Befeuchter. Eine Steuerung des Befeuchters ist in der Regel, und insbesondere im Rahmen der erfindungsgemäßen Technik, auf eine Konstantregelung ausgelegt, die ei-

nen Wasserübertrag zwischen einem feuchten Abgas aus der Brennstoffzelle und der zu befeuchtenden Zuluft auf einen konstanten Feuchtigkeitsgehalt der Zuluft, also auf eine konstante absolute Wassermenge, welche man übertragen möchte, regelt.

[0012] Weshalb die zu übertragende Wassermenge beim Befeuchter gleich bleibt, selbst wenn sich die Temperatur der Zuluft ändert, liegt an folgendem Sachverhalt. Ein relativer Feuchtigkeitsgehalt, der an einem Kathodeneingang der Brennstoffzelle vorliegen soll, wird bei einem herkömmlichen Systemaufbau in Bezug zu einer Temperatur eines Kühlmittels geregelt. Die Temperatur des Kühlmittels bleibt jedoch konstant, auch wenn sich die Temperatur der Zuluft am Kathodeneingang erhöht. Damit ist der geregelte relative Feuchtigkeitsgehalt am Kathodeneingang nicht von der Temperatur der Zuluft abhängig und damit bleibt die absolute Wassermenge, die über den Befeuchter übertragen werden muss, konstant.

[0013] Wenn der Wasserübertrag konstant bleibt, und die Temperatur der Zuluft steigt, verändert sich unter einer Anpassung der Konstantregelung zwangsläufig eine Drosselklappenstellung für eine Aufteilung zwischen einem Teilstrom durch den Befeuchter und einen Teilstrom durch einen Bypass des Befeuchters gegenüber einer vorherigen Drosselklappenstellung. Diese beiden Werte werden verglichen und falls ein nachfolgender Wert in Bezug auf die Drosselklappenstellung signifikant zu einem vorhergehenden Wert abweicht, wird dieses Phänomen basierend auf der Erkenntnis des zuvor genannten kausalen Zusammenhangs, die der Erfindung zugrundeliegende liegt, als ein Anzeichen für eine Temperaturabweichung in der Zuluft, und in weiterer Konsequenz als eine Wärmetauscherfehlfunktion gedeutet.

[0014] Das Befeuchter-Bypass-Ventil ist bevorzugt auf einer trockenen Seite des Befeuchters, also in dem Luftstrom der Zuluft, d.h. einem Kathodenzufuhrgas, angeordnet. Das heißt, der Gasstrom des Kathodenzufuhrgases wird insbesondere stromaufwärts eines Wasserabgabeabschnittes in einen ersten Gasteilstrom, der an der Befeuchtungsvorrichtung vorbeigeleitet wird, und in einen zweiten Gasteilstrom, der durch die Befeuchtungsvorrichtung zur Wasseraufnahme geleitet wird, aufgeteilt.

[0015] Besonders bevorzugt ist eine Gasstromteilungsverhältniseinstellvorrichtung vorgesehen, welche insbesondere in einem Bypasspfad, durch welche der erste Gasteilstrom geleitet wird, angeordnet ist. Die Gasstromteilungsverhältniseinstellvorrichtung ist besonders bevorzugt als Drosselklappe ausgebildet. Durch die Gasstromteilungsverhältniseinstellvorrichtung ist ein Durchfluss des ersten Gasteilstroms und somit in weiterer Folge auch ein Durchfluss des zweiten Gasteilstroms regelbar. Grundsätzlich ist es auch vorteilhaft möglich, wenn die Gasstromteilungsverhältniseinstellvorrichtung im zweiten Gasteilstrom, insbesondere stromaufwärts der Befeuchtungsvorrichtung, angeordnet ist.

[0016] Im Rahmen der Erfindung ist der zweite Teilstrom bevorzugt als Hauptstrom und der erste Teilstrom bevorzugt als Bypass bezeichnet und vorgesehen. Dadurch ist auch vorgegeben, dass in der Regel der Durchfluss durch den zweiten Teilstrom höher ist als durch den ersten Teilstrom.

[0017] Als ein großer Vorteil der Erfindung, kann ein eigens für diese Sicherheitsfunktion zu installierender Temperatursensor in der Zuluft entfallen. Das heißt, es ist möglich, die erfindungsgemäße Technik ohne Installation zusätzlicher Sensoren in einem Brennstoffzellensystem zu implementieren oder vorteilhafterweise in Form lediglich eines Updates in einer Steuerungssoftware nachzurüsten. Es ist ebenso möglich, dass Sensoren, die in aktuellen Systemaufbauten für sicherheitsrelevante Funktionen erforderlich sind, durch Integration der erfindungsgemäßen Technik in einer Brennstoffzellensystemsteuerung bei zukünftigen Brennstoffzellensystemen entfallen können.

[0018] In anderen Worten zu den Vorteilen der Erfindung, kann die Methodik der erfindungsgemäßen Technik einfach in bestehenden Systemen als Sensorplausibilisierung integriert werden, und durch ein Update eines Steuerungsprogramms implementiert werden. In der Produktentwicklung für zukünftige Brennstoffzellensysteme stellt die Methodik der erfindungsgemäßen Technik eine Möglichkeit dar, um die Anzahl der physischen Sensoren zu reduzieren und somit an dem Systemaufbau die Komplexität sowie Kosten für Komponenten und Installationsaufwand zu re-

duzieren und die Robustheit des Systems zu steigern.

[0019] Gemäß einem Aspekt der Erfindung kann das Bestimmungsverfahren die Schritte umfassen:

- Vortemperieren des Kathodenzufuhrgases, das der Befeuchtungsvorrichtung zugeführt wird, durch einen Wärmetauscher; und
- Bestimmen, dass eine Fehlfunktion beim Vortemperieren, insbesondere eine Fehlfunktion des Wärmetauschers vorliegt, wenn beim Vergleichen des Teilungsverhältnisses wenigstens einer der Schwellenwerte überschritten wird.

[0020] Dadurch ist es sichergestellt, dass das Kathodenzufuhrgas, welches der Befeuchtungsvorrichtung zugeführt wird, immer eine für die Befeuchtungsvorrichtung passende Temperatur hat, sodass das Kathodenzufuhrgas optimal und effizient befeuchtet werden kann.

[0021] Gemäß einem Aspekt der Erfindung kann das Bestimmungsverfahren die Schritte umfassen:

- Komprimieren des Kathodenzufuhrgases, das der Befeuchtungsvorrichtung zugeführt wird, durch einen Kompressor; und
- Kühlen des komprimierten Kathodenzufuhrgases, das der Befeuchtungsvorrichtung zugeführt wird, durch den Wärmetauscher.

[0022] Durch diese Schritte werden oben angeführte Vorteile nochmal verstärkt. Es kann auch vorteilhaft sein, wenn das Kathodenzufuhrgas nicht erwärmt, sondern nur komprimiert wird, wodurch im Wesentlichen der gleiche Effekt erzielt wird.

[0023] Gemäß einem Aspekt der Erfindung kann das Bestimmungsverfahren den Schritt umfassen:

- Vergleichen einer Einstellung eines strömungswirksamen Gasstromteilungselementes in dem Gasstrom des Kathodenzufuhrgases mit einem hinterlegten Schwellenwert für die Stellung oder für eine Differenz zu einer zuvor geregelten Einstellung.

[0024] Das Brennstoffzellensystem kann einen in dem Kathodenzufuhrabschnitt stromaufwärts des Wasserabgabeabschnittes der Befeuchtungsvorrichtung angeordneten Wärmetauscher zur Vortemperierung des der Befeuchtungsvorrichtung zugeführten Kathodenzufuhrgases umfassen.

[0025] Das Brennstoffzellensystem kann einen in dem Kathodenzufuhrabschnitt stromaufwärts des Wärmetauschers angeordneten Kompressor zum Komprimieren des der Befeuchtungsvorrichtung zugeführten Kathodenzufuhrgases umfassen.

[0026] Die Gasstromteilungsverhältniseinstellvorrichtung kann als eine Strömungsdrosselungsvorrichtung ausgebildet sein, mit einer Drosselklappe als Gasstromteilungselement, wobei eine strömungswirksame Einstellung desselben in dem Gasstrom ein Teilungsverhältnis zwischen dem ersten Gasteilstrom und dem zweiten Gasteilstrom bewirkt. Grundsätzlich kann die Gasstromteilungsverhältniseinstellvorrichtung im zweiten Gasteilstrom stromaufwärts der Befeuchtungsvorrichtung angeordnet sein, wenngleich diese vorteilhaft im ersten Gasteilstrom stromaufwärts des Befeuchtungsbypasses angeordnet ist. Wird beispielhaft der erste Gasteilstrom gedrosselt, strömt mehr Gas durch den zweiten Gasteilstrom.

[0027] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnungen, Ausführungsbeispiele der Erfindung im Einzelnen beschrieben sind. Es zeigen schematisch:

[0028] Fig. 1a ein Blockdiagramm zu einem Systemabschnitt eines Brennstoffzellensystem in einer ersten Ausführungsform;

[0029] Fig. 1b ein Blockdiagramm zu einem Systemabschnitt eines Brennstoffzellensystem in einer weiteren Ausführungsform.

[0030] Fig. 1a zeigt einen Ausschnitt eines Brennstoffzellensystems 100, der Systemkomponen-

ten in einer Gaszufuhr und einer Gasabfuhr, für eine Kathode einer Brennstoffzelle 10 umfasst. Die Kathode der Brennstoffzelle 10 wird mit einem Kathodenzufuhrgas, d.h. einem Oxidationsgas, insbesondere mit Luftsauerstoff über einen Kathodenzufuhrabschnitt 20 gespeist. Ebenso wird ein aus der elektrochemischen Reaktion an der Kathode der Brennstoffzelle 10 entstehendes Kathodenabfuhrgas KAG, d.h. ein wasserhaltiges oder feuchtes Produktgas über einen Kathodenabfuhrabschnitt 30 des Brennstoffzellensystems 100 von der Kathode der Brennstoffzelle 10 abgeleitet.

[0031] Als Kathodenzufuhrgas KZG wird Luft aus der Umgebung durch einen elektrisch angetriebenen Kompressor 60, oder alternativ einen Turboverdichter, in den Kathodenzufuhrabschnitt 20 angesaugt und verdichtet. Beim Verdichten erwärmt sich das Kathodenzufuhrgas KZG, weshalb der Gasstrom anschließend durch einen Wärmetauscher 50, der in der Funktion eines Ladeluftkühlers in dem Kathodenzufuhrabschnitt 20 bereitgestellt ist, geführt und abgekühlt wird. Das auf diese Weise komprimierte und thermisch vorkonditionierte Kathodenzufuhrgas KZG wird anschließend in einem ersten Teilstrom KZG1 durch einen Befeuchtungsbypass 41 und in einem zweiten Teilstrom KZG2 durch eine Befeuchtungsvorrichtung 40 in dem Kathodenzufuhrabschnitt 20 geführt, um auch eine Vorkonditionierung eines Feuchtigkeitsgehalts des Kathodenzufuhrgases vor einem Einlass in die Kathode der Brennstoffzelle 10 bereitzustellen.

[0032] Die Befeuchtungsvorrichtung 40 umfasst einen Wasserabgabeabschnitt 42 und einen Wasseraufnahmeabschnitt 43. In dem Wasseraufnahmeabschnitt 43 wird dem wasserhaltigen oder feuchten Kathodenabfuhrgas KAG ein Teil des Wassers entzogen und auf das trockene Kathodenzufuhrgas KZG übertragen, das durch den Wasserabgabeabschnitt 42 geführt wird. Anschließend werden der erste Teilstrom KZG1, der durch den Befeuchtungsbypass 41 geführt und nicht befeuchtet wird, sowie der in der Befeuchtungsvorrichtung 40 befeuchtete zweite Teilstrom KZG2 wieder zu einem Gasstrom vereint, und es wird ein relativer Feuchtigkeitsgehalt aus dem wiedervereinten Gasstrom der beiden Teilströme des Kathodenzufuhrgases KZG an einem Feuchtigkeitsensor 21 gemessen, bevor dieses schließlich einem Kathodenabschnitt der Brennstoffzelle 10 zugeführt wird.

[0033] Nach der elektrochemischen Reaktion in der Brennstoffzelle 10 wird das an der Kathode erzeugte, feuchte Kathodenabfuhrgas KAG über den Kathodenabfuhrabschnitt 30 zu dem Wasseraufnahmeabschnitt 43 der Befeuchtungsvorrichtung 40 geführt. Nach der Befeuchtungsvorrichtung 40 führt der Kathodenabfuhrabschnitt 30 das Kathodenabfuhrgas KAG zur Nachbehandlung in ein Abgassystem 70, bevor es danach in die Umgebung ausgelassen wird.

[0034] Vor der Befeuchtungsvorrichtung 40 ist eine Gasstromteilungsverhältniseinstellvorrichtung 24 in Form eines Drosselklappenventils angeordnet, mit dem ein Durchfluss des zu befeuchtenden zweiten Teilstroms KZG2 des Kathodenzufuhrgases KZG durch den Wasserabgabeabschnitt 42 eingestellt, und demzufolge ein Verhältnis des zweiten Teilstroms KZG2 zu dem ersten Teilstrom KZG1 durch den Befeuchtungsbypass 41 gesteuert wird. Eine Steuerungsvorrichtung mit einem Steuerungsprogramm (nicht weiter dargestellt) steuert ein Strömungselement, d.h. z.B. die Drosselklappe mittels eines gekoppelten Stellgliedes in Abhängigkeit von Messwerten des Feuchtigkeitsgehalts des Kathodenzufuhrgases KZG, der durch den Feuchtigkeitsensor 21 erfasst wird, und zwar mit einer Regelung auf einen vorgegebenen konstanten Wert, genauer genommen auf einen Wert, der von einer im Betrieb relativ konstanten Betriebstemperatur eines Kühlmittels in dem Wärmetauscher 50 oder in der Brennstoffzelle 10 gewählt wird.

[0035] In Fig. 1b ist ein Ausschnitt eines weiteren Brennstoffzellensystems 100, der Systemkomponenten in einer Gaszufuhr und einer Gasabfuhr, für eine Kathode einer Brennstoffzelle 10 umfasst, gezeigt. Dieses entspricht in weiten Teilen jenem gemäß der Fig. 1a, weshalb diese Teile nicht nochmal beschrieben werden. Im Unterschied zur Ausführung gemäß der Fig. 1a ist hier die Gasstromteilungsverhältniseinstellvorrichtung 24 in Form eines Drosselklappenventils vor dem Befeuchtungsbypass 41 angeordnet. Durch die Gasstromteilungsverhältniseinstellvorrichtung 24 ist ein Durchfluss des ersten Teilstroms KZG1 einstellbar, wodurch auch ein Verhältnis des ersten Teilstroms KZG1 zu dem zweiten Teilstroms KZG2 durch den Wasserabgabeabschnitt 42.

[0036] Grundsätzlich können auch zwei Gasstromteilungsverhältniseinstellvorrichtungen 34 an den beiden in den Fig. 1 und 2 dargestellten Positionen vorgesehen sein.

[0037] Die voranstehenden Erläuterungen der Ausführungsformen beschreiben die vorliegende Erfindung ausschließlich im Rahmen von Beispielen.

BEZUGSZEICHENLISTE

10	Brennstoffzelle
20	Kathodenzufuhrabschnitt
21	Feuchtigkeitssensor
24	Gasstromteilungsverhältniseinstellvorrichtung
30	Kathodengasabfuhrabschnitt
31	Entfeuchtungsbypass
34	Gasstromteilungsverhältniseinstellvorrichtung
40	Befeuchtungsvorrichtung
41	Befeuchtungsbypass
42	Wasserabgabeabschnitt
43	Wasseraufnahmeabschnitt
50	Wärmetauscher
60	Kompressor
70	Abgassystem
100	Brennstoffzellensystem
KAG	Kathodenabfuhrgas
KAG1	erster Gasteilstrom des Kathodenabfuhrgases
KAG2	zweiter Gasteilstrom des Kathodenabfuhrgases
KZG	Kathodenzufuhrgas
KZG1	erster Gasteilstrom des Kathodenzufuhrgases
KZG2	zweiter Gasteilstrom des Kathodenzufuhrgases

Patentansprüche

1. Bestimmungsverfahren zur Bestimmung einer Temperaturabweichung in einem Kathodenzufuhrgas (KZG), das einer Befeuchtungsvorrichtung (40) in einem Brennstoffzellensystem (100) zugeführt wird, mit den Schritten:
 - Aufteilen eines Gasstroms des Kathodenzufuhrgases (KZG) in einen ersten Gasteilstrom (KZG1), der an der Befeuchtungsvorrichtung (40) vorbeigeleitet wird, und in einen zweiten Gasteilstrom (KZG2), der durch die Befeuchtungsvorrichtung (40) zur Wasseraufnahme geleitet wird;
 - Zusammenführen des befeuchteten ersten Gasteilstroms (KZG1) und des unbefeuchteten zweiten Gasteilstroms (KZG2) zu einem teilbefeuchteten Gasstrom des Kathodenzufuhrgases (KZG);
 - Erfassen eines Feuchtigkeitsgehalts in dem zusammengeführten Kathodenzufuhrgas (KZG);
 - Regeln eines Teilungsverhältnisses der Aufteilung des ersten Gasteilstroms (KZG1) und des zweiten Gasteilstroms (KZG2) des Kathodenzufuhrgases (KZG) in Annäherung des erfassten Feuchtigkeitsgehalts an einen im Wesentlichen konstanten vorbestimmten Feuchtigkeitsgehalt;

gekennzeichnet durch die Schritte:

 - Vergleichen des geregelten Teilungsverhältnisses zwischen den Gasteilströmen des Kathodenzufuhrgases (KZG) mit wenigstens einem vorbestimmten Schwellenwert für das Teilungsverhältnis und/oder
 - Vergleichen des geregelten Teilungsverhältnisses zwischen den Gasteilströmen des Kathodenzufuhrgases (KZG) in zeitlichen Abständen mit einem zuvor geregelten Teilungsverhältnis und mit einem vorbestimmten Schwellenwert für eine Differenz zu dem zuvor geregelten Teilungsverhältnis; und
 - Bestimmen, dass eine Temperaturabweichung in dem der Befeuchtungsvorrichtung (40) zugeführten Kathodenzufuhrgas (KZG) vorliegt, wenn beim Vergleichen des Teilungsverhältnisses wenigstens einer der Schwellenwerte überschritten wird.
2. Bestimmungsverfahren nach Anspruch 1, mit den Schritten:
 - Vortemperieren des Kathodenzufuhrgases (KZG), das der Befeuchtungsvorrichtung (40) zugeführt wird, durch einen Wärmetauscher; und
 - Bestimmen, dass eine Fehlfunktion beim Vortemperieren, insbesondere eine Fehlfunktion des Wärmetauschers vorliegt, wenn beim Vergleichen des Teilungsverhältnisses wenigstens einer der Schwellenwerte überschritten wird.
3. Bestimmungsverfahren nach Anspruch 2, mit den Schritten:
 - Komprimieren des Kathodenzufuhrgases (KZG), das der Befeuchtungsvorrichtung (40) zugeführt wird, durch einen Kompressor; und
 - Kühlen des komprimierten des Kathodenzufuhrgases (KZG), das der Befeuchtungsvorrichtung (40) zugeführt wird, durch den Wärmetauscher.
4. Bestimmungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Vergleichen des geregelten Teilungsverhältnisses den Schritt umfasst:
 - Vergleichen einer Einstellung eines strömungswirksamen Gasstromteilungselementes in dem Gasstrom des Kathodenzufuhrgases (KZG) mit einem hinterlegten Schwellenwert für die Stellung oder für eine Differenz zu einer zuvor geregelten Einstellung.
5. Verwendung des Bestimmungsverfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4 zur Bestimmung einer Temperaturabweichung in einem Kathodenzufuhrgas (KZG) in einem Brennstoffzellensystem (100).

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

1/2

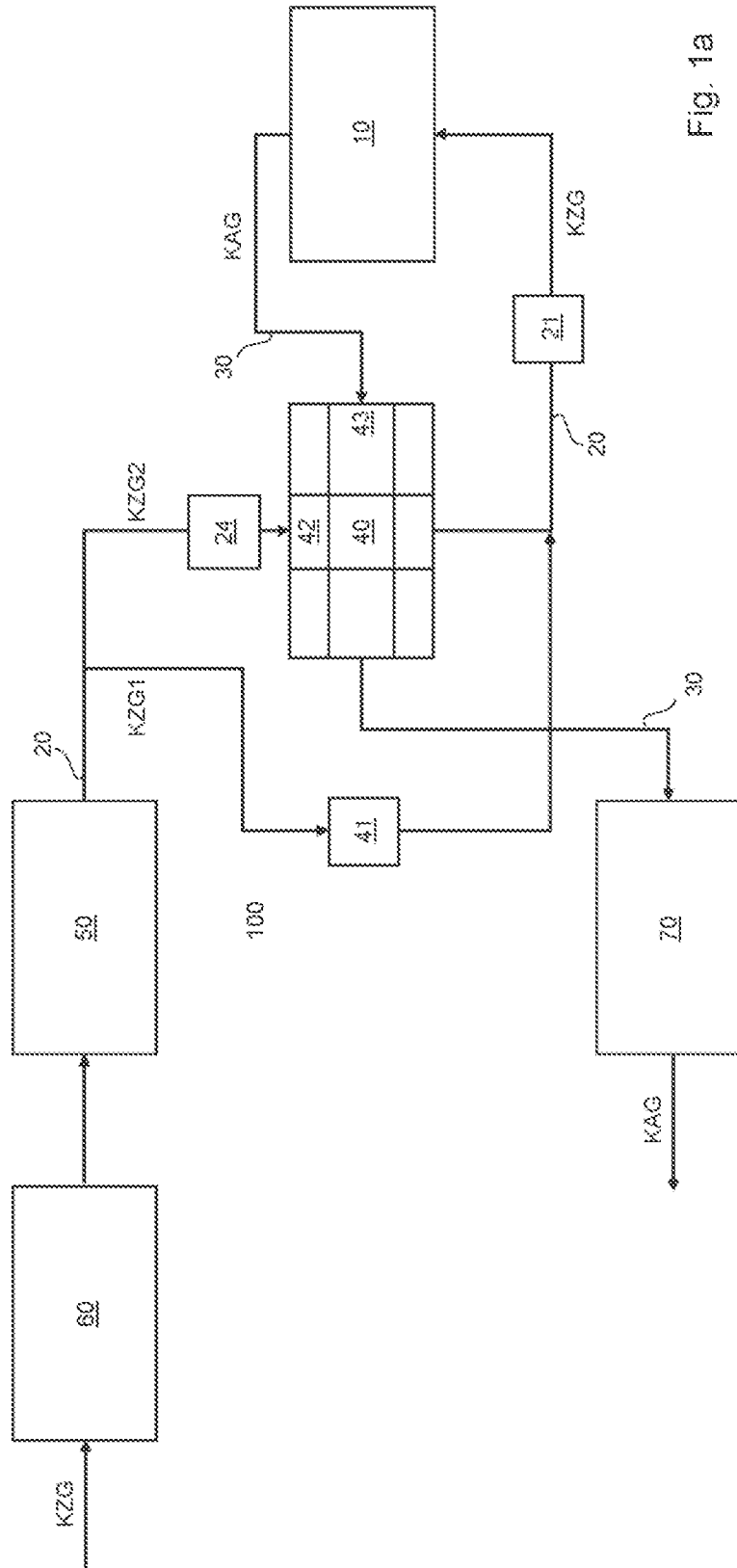


Fig. 1a

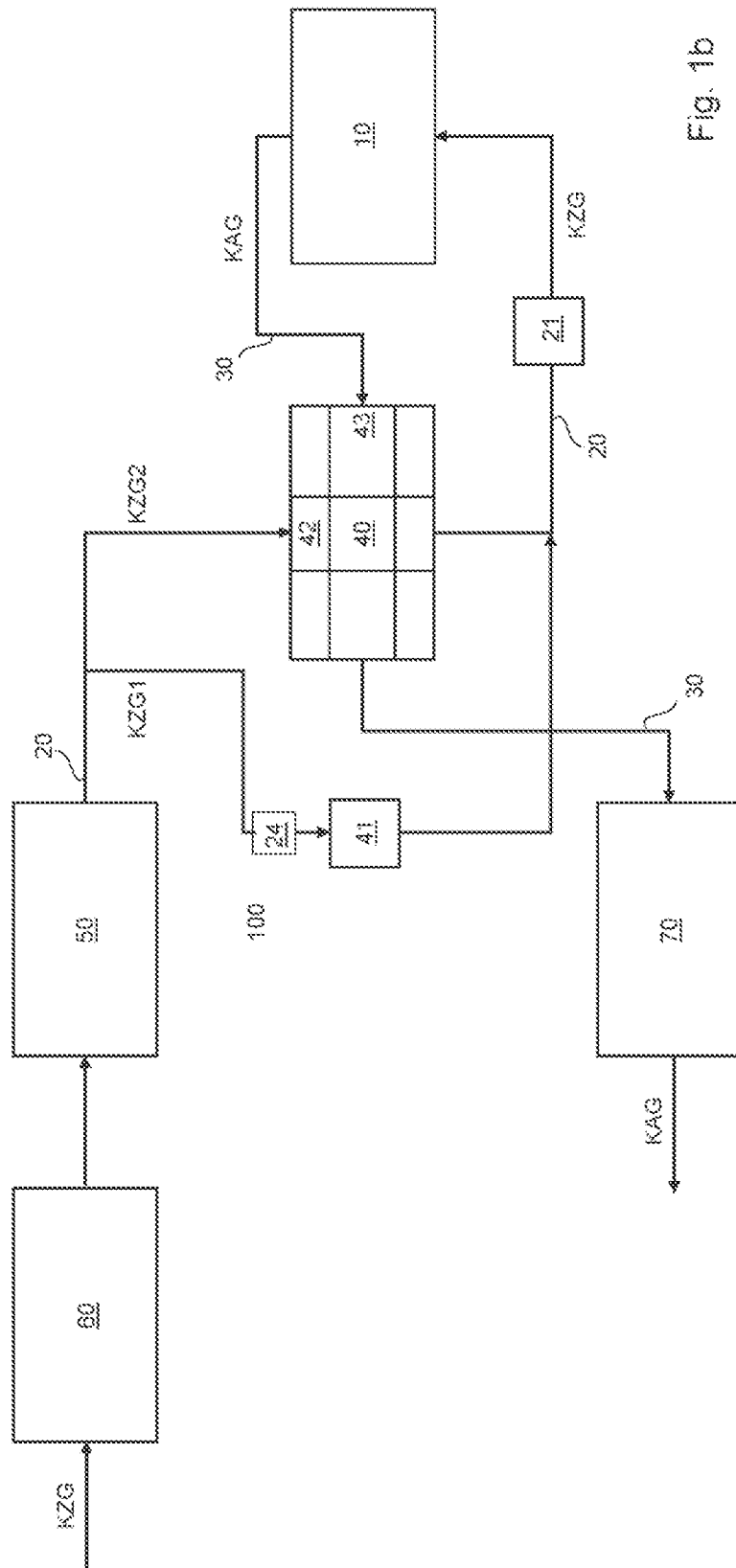


Fig. 1b