



(11) **EP 1 570 204 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
29.10.2008 Patentblatt 2008/44

(51) Int Cl.:
F17D 1/05 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **03769227.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2003/003249

(22) Anmeldetag: **30.09.2003**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/031646 (15.04.2004 Gazette 2004/16)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR VORWÄRMUNG EINES GASES IN EINER GASDRUCKREGEL- UND MESSANLAGE, ANHAND EINER BRENNSTOFFZELLE**

DEVICE AND METHOD FOR PREHEATING A GAS IN A GAS-PRESSURE REGULATION AND MEASURING INSTALLATION USING A FUEL CELL

DISPOSITIF ET PROCÉDE DE PRECHAUFFAGE D'UN GAZ DANS UNE INSTALLATION DE REGULATION ET DE MESURE DE LA PRESSION DE GAZ, A L'AIDE D'UNE PILE A COMBUSTIBLE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR

• **KIMMERLE, Klaus**
66424 Homburg (DE)

(30) Priorität: **02.10.2002 DE 10246170**

(74) Vertreter: **Schmid, Rudolf**
Patentanwalt
Werderstrasse 23-25
68165 Mannheim (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.09.2005 Patentblatt 2005/36

(73) Patentinhaber: **Stadtwerke Homburg GmbH**
66424 Homburg/Saar (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 004 398 DE-A- 4 416 359
US-A- 4 693 072 US-A- 5 003 782
US-A- 5 337 554 US-A- 5 425 230
US-A- 5 628 191 US-A- 5 685 154
US-B1- 6 176 046

(72) Erfinder:
• **BRASS, Knut**
66822 Lebach (DE)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 570 204 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Vorwärmung eines Gases vor dessen Expansion in einer Gasdruckregel- und Messanlage mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

[0002] Erdgas für die öffentliche Gasversorgung wird unter hohem Druck zwischen ca. 40 und 80 bar über große Entfernungen zu regionalen oder kommunalen Verteilungsnetzen geleitet. Unter hohem Druck wird Gas auch in Speichern regionaler oder kommunaler Verteilungsnetze zwischengelagert. Bevor es zum Endabnehmer gelangt, muss das Gas in Gasdruckregel- und Messanlage auf den niedrigeren Versorgungsdruck von ca. 20 - 50 bar in den regionalen oder kommunalen Verteilungsnetzen, auf 3 - 12 bar in Hauptverteilungsschienen und auf 20 - 1000 mbar bis zum Endverbraucher reduziert oder entspannt werden. Diese Entspannung führt zum Joule-Thomson-Effekt, nämlich zur Abkühlung des Gases. Treten dabei in den Gasdruckregel- und Messanlagen Temperaturen auf, bei denen damit zu rechnen ist, dass entweder die im Gas enthaltenen Gashydrate im Innern der Bauteile der Gasdruckregel- und Messanlage gefrieren oder dass Anlagenteile, Apparate oder Geräte durch Kondensate an der äußeren Seite einfrieren, ist mit Störungen oder Ausfällen von Anlagenteilen oder der gesamten Gasdruckregel- und Messanlage zu rechnen. Um eine unzulässige Unterkühlung des Gases bei hohen Druckdifferenzen zu vermeiden, ist es bekannt, das Gas vor der Entspannung zu erwärmen. Unzulässige Temperaturen können besonders dann auftreten, wenn Störungen in der Wärmeversorgung der Wärmetauscher auftreten.

[0003] Aus der WO 94/11626 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung bekannt zum Expandieren von in einer Leitung unter hohem Druck stehenden Gas, bei dem als Druckreduziervorrichtung ein Turbogenerator benutzt wird, dem ein Wärmetauscher vorgeschaltet ist. Die Wärmeversorgung des Wärmetauschers erfolgt durch mindestens ein Blockheizkraftwerk (BHKW), das einen Gas-Verbrennungsmotor und einen Generator enthält. Das BHKW wird mit dem Gas nach dem Turbogenerator betrieben. Der Wärmetauscher wärmt das Gas vor, bevor es dem Turbogenerator zur Expansion zugeführt wird. Sowohl das BHKW als auch der Turbogenerator erzeugen elektrische Energie, die einem Stromnetz zugeführt wird.

[0004] Die Versorgung des Gasvorwärmers mit thermischer Energie erfolgt dabei mit konventionellen Heizungsanlagen, d. h. mit brenn gasbefeuelten Kesseln, wie sie auch - je nach Leistungsanforderung - im industriellen, gewerblichen oder privaten Bereich Verwendung finden. Die WO 94/11626 gibt keinen Hinweis für die Versorgung von Gasdruckregel- und Messanlagen mit elektrischer Energie.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Vorwärmung eines Gases vor dessen Expansion in einer Gasdruckregel-

und Messanlage vorzuschlagen, mit der die Energieversorgung der Anlage verbessert wird.

[0006] Die Lösung erfolgt mit einer Vorrichtung zur Vorwärmung eines Gases vor dessen Expansion in einer Gasdruckregel- und Messanlage mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

[0007] Gemäß der Erfindung ist eine Vorrichtung zur Erwärmung eines in einer Leitung zu einer Gasdruckregel- und Messanlage unter hohem Druck stehenden Gas mit einem Wärmetauscher, einer anschließenden Druckreduziervorrichtung zu einer weiterführenden Leitung und einer vom Gas aus der Leitung betriebenen Heizvorrichtung für den Wärmetauscher versehen. Die Heizvorrichtung ist als gasbetriebene Brennstoffzelle ausgebildet, deren zusätzlich zur thermischen Energie bereitgestellte elektrische Energie besonders vorteilhaft angepasst ist an den Bedarf von Gasdruckregel- und Messanlagen und macht diese insbesondere unabhängig von anderen elektrischen Versorgungseinrichtungen. Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung lässt sich im Vergleich zu konventionellen Heizungsanlagen ohne Stromerzeugung vorteilhaft Primärenergie sparen. Dies führt zu einer Verringerung der Emission von CO₂. Ein solches Ergebnis ist besonders dann erreichbar, wenn bei wärmegeführtem, modulierendem Betrieb abwechselnd hohe und niedrige Gasmengen durch die Gasdruckregel- und Messanlage fließen, für die variable thermische Energiezufuhr benötigt wird, um das Gas, welches beim Expansionsvorgang eine Temperaturenniedrigung durch den sogenannten Joule-Thomson-Effekt, d. h. Temperaturenniedrigung bei Expansion, erfährt, auf höheres Temperaturenniveau anzuheben, so dass die Gastemperatur hinter nach Möglichkeit der vor der Druckreduziervorrichtung entspricht.

[0008] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind geschlossene Rohrsysteme vorgesehen für die thermische Energiezufuhr von der Brennstoffzelle an den Wärmetauscher. Die Wärme der Brennstoffzelle wird über ein geschlossenes Rohrsystem einem Wärme-kreislauf zugeführt, der einen Gasvorwärmer mit thermischer Energie versorgt. Das leitungsgebundene Wärmeträgerrohrnetz besteht aus Rohren, Armaturen, Formstücken und weiteren Komponenten, wie sie auch in der konventionellen Heiztechnik Verwendung finden. Weitere thermische Komponenten sind u. a. Regelungs- und Steuerungseinrichtungen und Eigenschutzsicherungen. Eventuell überschüssige thermische Energie kann anderweitig genutzt werden und beispielsweise in ein Fernwärmesystem eingespeist werden.

[0009] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Brennstoffzelle so ausgelegt, dass sie den Wärmetauscher mindestens vollständig mit Wärme versorgt, so dass mindestens der Bedarf der Gasdruckregel- und Messanlage an thermischer Energie vollständig gedeckt ist. Die wärmeseitige Vorrichtung nach der Brennstoffzelle versorgt über einen Primärwärmetauscher, welcher auch als Heat-Pipe-Wärmetauscher ausgeführt sein kann, den Wärmekreislauf des

Gasvorwärmers exakt mit der Wärme, welche zum Ausgleich der Entspannungstemperaturerniedrigung nötig ist. Statt oder zusätzlich zum Heat-Pipe-Wärmetauscher ist auch eine Nachverstromung der Abwärme möglich, wozu sich Stirling-Motoren oder Dampfmaschinen, -maschinen und -turbinen eignen.

[0010] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Brennstoffzelle so ausgelegt, dass die von ihr erzeugte elektrische Energie zur Eigenversorgung, zum Betrieb der Gasdruckregel- und Messanlage nutzbar und in ein insbesondere öffentliches Stromnetz einspeisbar ist. Unterschiedliche Mengen der von der Brennstoffzelle zur Verfügung gestellten elektrischen Energie beruhen darauf, dass die Brennstoffzelle im wärmegeführten Betrieb läuft. Die von der Brennstoffzelle zur Verfügung gestellte thermische Energie variiert mit dem Gasdurchsatz durch die Gasdruckregel- und Messanlage. Mit der von der Brennstoffzelle abgegebenen thermischen Energie korreliert die von der Brennstoffzelle zur Verfügung gestellte elektrische Energie. Der Strombedarf der Brennstoffzelle, sowie der Gasdruckregel- und Messanlage sind aber zumeist nahezu konstant. Aus der Brennstoffzelle gewonnene elektrische Energie wird erfindungsgemäß zunächst eingesetzt, um den Bedarf der Brennstoffzelle an elektrischer Energie zu befriedigen. Erfindungsgemäß kann die Brennstoffzelle, die eine im Vergleich zur thermischen Energie gleich große oder größere Menge elektrischer Energie erzeugt neben dem Wärmebedarf zusätzlich den Strombedarf einer Gasdruckregel- und Messanlage decken und überschüssige elektrische Energie dem Markt anbieten. Die dazu vorgesehenen elektrischen Komponenten sind beispielsweise Gleichstromkreise, -sicherungen und -schalter, Wechselrichter mit Sicherungen, Wechselstromkreise mit Transformator und Netzanschluss. Die stromseitige Vorrichtung nach der Brennstoffzelle speist einen Gleichstromkreis, welcher mit Gleichstromverbrauchern und dem Wechselrichter verbunden ist.

[0011] Über den Wechselrichter, der auch bidirektional ausgeführt sein kann, erfolgt die Verbindung zum ggf. nötigen Transformator und zum Netzanschluss.

[0012] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist eine Steuervorrichtung für die Brennstoffzelle vorgesehen. Wärmegeführter Betrieb bedeutet, dass aufgrund der Druckverhältnisse eine voraussichtliche Temperaturerniedrigung über die Zeit aufgrund der Gasentspannung abgeleitet wird. Die Brennstoffzelle ist entsprechend steuerbar, um dem vorhergesehenen Verlauf der Temperaturerniedrigung die Wärmemenge zur Verfügung zu stellen und die Temperaturerniedrigung nach Möglichkeit auszugleichen. Sollte die Temperaturerniedrigung aufgrund der Druckverhältnisse so schnell vonstatten geht, dass eine exakte Kompensation aufgrund der thermischen Trägheit nicht möglich ist, ist es Ziel der Regelung, die Temperatur möglichst schnell wieder auf das alte Niveau zu bringen.

[0013] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung

der Erfindung ist der Wärmetauscher als Heat-Pipe für besonders effiziente Wärmeübertragung ausgeführt.

[0014] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist Gas zum Betrieb der Brennstoffzelle der Leitung vor der Odorierung entnehmbar. Die brennstoffseitige Vorrichtung vor der Brennstoffzelle entnimmt entweder auf der Hochdruck- oder Niederdruckseite der Leitung das Gas vor der Odorierung. Dadurch vereinfacht sich der Gasreinigungsschritt vor der Brennstoffzelle erheblich. Erfolgte die Brennstoffentnahme nach der Odorierung, wäre eine aufwändigere Gasaufbereitung notwendig.

[0015] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist das Gas zum Betrieb der Brennstoffzelle entweder vor oder nach der Druckreduziervorrichtung entnehmbar.

[0016] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind in der Gasdruckregel- und Messanlage gleichzeitig ein Gleichstrom- und ein Wechselstromnetz vorgesehen.

[0017] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Brennstoffzelle als Nieder-, Mittel- oder Hochtemperatur Brennstoffzelle ausgebildet.

[0018] Die Erfindung wird im folgenden anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1: eine Vorrichtung zur Vorwärmung eines Gases in einer Gasdruckregel- und Messanlage gemäß einem Stand der Technik, und

Fig. 2: eine Vorrichtung zur Vorwärmung eines Gases in einer Gasdruckregel- und Messanlage gemäß der Erfindung.

[0019] Fig. 1: Eine Vorrichtung des Standes der Technik weist zur Erwärmung eines in einer Leitung einer Gasdruckregel- und Messanlage unter hohem Druck stehenden Gas 1 einen Wärmetauscher 2 auf, an den eine Druckreduziervorrichtung 3 anschließt zu einer weiterführende Leitung 4. Das Gas wird aus Sicherheitsgründen nach der Druckreduziervorrichtung 3 in der weiterführenden Leitung zu 4 odoriert. Nach der Odorierung zweigt eine Nebenleitung 7 ab, die Gas aus der weiterführenden Leitung zu 4 in die Heizvorrichtung 5 für den Wärmetauscher 2 speist. Die Heizvorrichtung 5 erzeugt keine elektrische Energie.

[0020] Fig. 2: Entsprechende Merkmale sind mit den Bezugszeichen aus Fig. 1 bezeichnet. Eine Vorrichtung weist zur Erwärmung eines in einer Leitung einer Gasdruckregel- und Messanlage unter hohem Druck stehenden Gas 1 einen Wärmetauscher 2 auf, an den eine Druckreduziervorrichtung 3 anschließt zu einer weiterführende Leitung 4. Das Gas wird aus Sicherheitsgründen nach der Druckreduziervorrichtung 3 in der weiterführenden Leitung zu 4 odoriert. Vor der Odorierung zweigt eine Nebenleitung 7 ab, die Gas aus der weiterführenden Leitung 4 in eine als gasgetriebene Brenn-

stoffzelle 5 ausgebildete Heizvorrichtung 5 für den Wärmetauscher 2 speist. Die Brennstoffzelle 5 erzeugt elektrische Energie und gibt gegebenenfalls elektrische Energie in ein Stromnetz 6 ab.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Erwärmung eines in einer Leitung zu einer Gasdruckregel- und Messanlage unter hohem Druck stehenden Gas mit einer 1. Leitung, einem Wärmetauscher, einer anschließenden Druckreduziervorrichtung für eine weiterführende Leitung und einer vom Gas aus der 1. Leitung betriebenen Heizvorrichtung für den Wärmetauscher, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Heizvorrichtung als gasbetriebene Brennstoffzelle ausgebildet ist und dass die Vorrichtung eine 2. Leitung aufweist, die die 1. Leitung mit der Brennstoffzelle verbindet, so dass Gas aus der 1. Leitung zum Betrieb der Brennstoffzelle verwendet werden kann.
2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** geschlossene Rohrsysteme vorgesehen sind für die thermische Energiezufuhr von der Brennstoffzelle an den Wärmetauscher.
3. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstoffzelle so ausgelegt ist, dass sie den Wärmetauscher mindestens vollständig mit Wärme versorgt.
4. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstoffzelle so ausgelegt ist, dass für sie die von ihr erzeugte elektrische Energie zur Eigenversorgung nutzbar ist.
5. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** elektrische Energie von der Brennstoffzelle zum Betrieb der Gasdruckregel- und Messanlage nutzbar ist.
6. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** elektrische Energie der Brennstoffzelle in ein insbesondere öffentliches Stromnetz eingespeist wird.
7. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Steuervorrichtung für die Brennstoffzelle vorgesehen ist.
8. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmetauscher als Heat-Pipe ausgeführt ist.
9. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** Gas zum Betrieb der Brennstoffzelle der Leitung vor der Odorierung entnehmbar ist.

10. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gas zum Betrieb der Brennstoffzelle vor oder nach der Druckreduziervorrichtung entnehmbar ist.

11. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Gasdruckregel- und Messanlage gleichzeitig ein Gleichstrom- und ein Wechselstromnetz vorgesehen sind.

12. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstoffzelle als Nieder-, Mittel- oder Hochtemperatur Brennstoffzelle ausgebildet ist.

Claims

1. Device for preheating a gas under pressure in a gas pressure regulation and measuring installation with a first conduit, a heat exchanger, a following pressure reduction device for a continuing conduit and a heating device for the heat exchanger driven by the gas from the first conduit, **characterized in that** the heating device is a gas driven fuel cell and that the device comprises a second conduit communicating the first conduit to the fuel cell in order to make gas out of the first conduit available for the operation of the fuel cell.
2. Device according to claim 1, **characterized in that** systems of closed tubes are provided for the supply of thermal energy from the fuel cell to the heat exchanger.
3. Device according to claim 1, **characterized in that** the fuel cell is designed to feed the heat exchanger at least entirely with heat.
4. Device according to claim 1, **characterized in that** the fuel cell is designed to use the electrical energy produced by it for its own supply.
5. Device according to claim 1, **characterized in that** electrical energy from the fuel cell is usable for the operation of the gas pressure regulation and measuring installation.
6. Device according to claim 1, **characterized in that** electrical energy from the fuel cell is fed into a particularly public grid.
7. Device according to claim 1, **characterized in that** a control device is provided for the fuel cell.
8. Device according to claim 1, **characterized in that** the heat exchanger is designed as a heat-pipe.

9. Device according to claim 1, **characterized in that** gas for the operation of the fuel cell is disposable from the conduit before the odoration.
10. Device according to claim 1, **characterized in that** gas for the operation of the fuel cell is disposable before or after the gas pressure regulation installation.
11. Device according to claim 1, **characterized in that** a direct courant and an alternating courant grid is provided simultaneously in the gas pressure regulation and measuring installation.
12. Device according to claim 1, **characterized in that** the fuel cell is designed as low, medium or high temperature fuel cell.

Revendications

1. Dispositif de préchauffage d'un gaz sous pression dans une installation de régulation et de mesure de la pression de gaz avec une première conduite, un échangeur de chaleur, un dispositif de réduction de pression consécutif pour une conduite continuante et d'un dispositif de chauffage pour l'échangeur de chaleur alimenté du gaz de la première conduite, **caractérisé en ce que** le dispositif de chauffage est conçu comme une pile à combustible à gaz et que le dispositif comprend une deuxième conduite reliant la première conduite avec la pile à combustible, de manière que le gaz de la première conduite peut servir pour le fonctionnement de la pile à combustible.
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** des systèmes de tubulure fermées sont prévues pour l'alimentation d'énergie thermique de la pile à combustible à l'échangeur de chaleur.
3. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la pile à combustible est conçue telle qu'elle alimente au moins complètement l'échangeur de chaleur avec chaleur.
4. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la pile à combustible est conçue telle que l'énergie électrique créée par elle peut servir pour l'alimentation d'elle-meme.
5. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'énergie électrique de la pile à combustible peut servir pour le fonctionnement de l'installation de régulation et de mesure de la pression de gaz.
6. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'énergie électrique de la pile à combustible

est introduite dans un réseau particulièrement public.

7. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**un dispositif de contrôle est prévu pour la pile à combustible.
8. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'échangeur de chaleur est conçu comme 'Heat-Pipe'.
9. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** du gaz peut être pris de la conduite devant l'odeuration pour le fonctionnement de la pile à combustible.
10. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** du gaz peut être pris devant ou après l'installation de régulation de la pression de gaz pour le fonctionnement de la pile à combustible.
11. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** dans l'installation de régulation et de mesure de la pression de gaz sont prévus simultanément un réseau de courant continu et de courant alternatif.
12. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la pile à combustible est conçue comme pile à combustible à température basse, moyenne ou élevée.

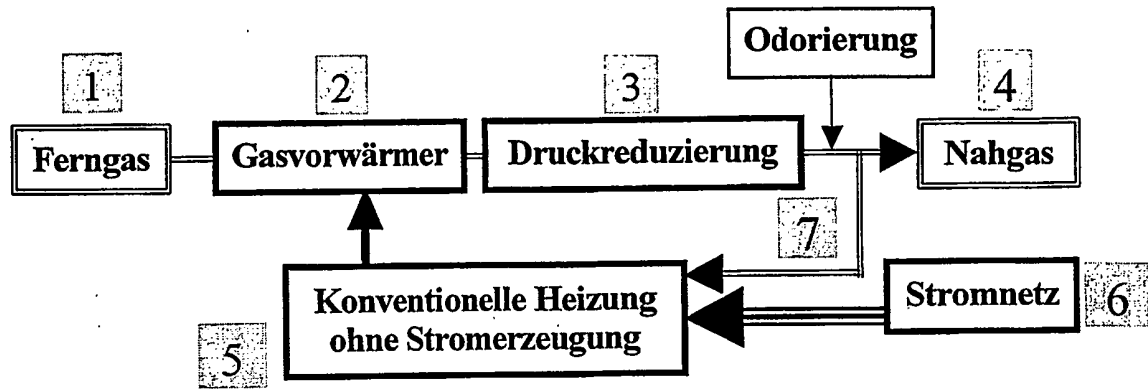


Fig. 1

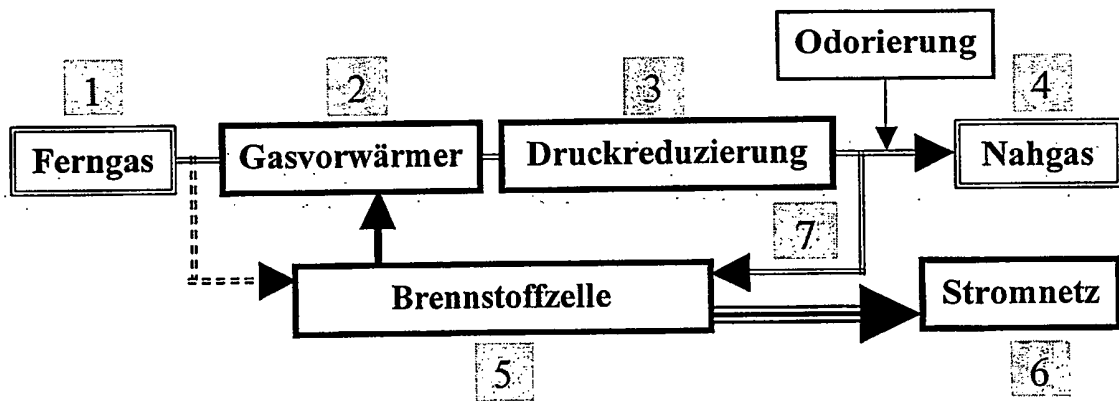


Fig. 2

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 9411626 A [0003] [0004]