



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

⑯ Veröffentlichungsnummer: **0 056 476**
B1

⑯

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

⑯ Veröffentlichungstag der Patentschrift:
11.07.84

⑯ Int. Cl.³: **C 10 L 3/00**

⑯ Anmeldenummer: **81110641.8**

⑯ Anmeldetag: **21.12.81**

⑯ Verfahren zur Erhöhung des Heizwertes eines Gases.

⑯ Priorität: **15.01.81 DE 3101063**

⑯ Patentinhaber: **LGA Gastechnik GmbH, Postfach 604,
D-5480 Remagen 6 (DE)**

⑯ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.07.82 Patentblatt 82/30

⑯ Erfinder: **Brumshagen, Wilhelm, Dipl.-Ing.,
Rheinhöhenweg 105, D-5480 Remagen-Oberwinter (DE)**
Erfinder: **Papmahl, Fritz, Dipl.-Ing., Hauptstrasse 280 b,
D-5330 Königswinter 1 (DE)**

⑯ Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
11.07.84 Patentblatt 84/28

⑯ Benannte Vertragsstaaten:
BE FR IT NL

⑯ Entgegenhaltungen:
**FR - A - 778 039
FR - A - 1 052 823
FR - A - 1 345 594
FR - A - 2 296 811**

EP 0 056 476 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Erhöhung des Heizwertes eines Gases von niedrigem Heizwert, z.B. Erdgas, Koksgas, durch Zusetzen eines Gases von höherem Heizwert, z.B. Propan, Propan-Mischung, bei dem ein Gas erwärmt und die beiden Gase mittels Verdüstung miteinander vermischt werden, wobei die Erwärmung mittels eines Wärmetauschers durchgeführt wird.

Zur Aufwertung eines Gases von niedrigem Heizwert, z.B. Erdgas, in ein Gas mit höherem Heizwert wird dem Gas mit niedrigerem Heizwert häufig eine Gaskomponente von höherem Heizwert zugesetzt, wobei es sich bei Erdgas im allgemeinen um das Zusetzen von Propan handelt. Unter Propan ist reines Propan, Propan mit Äthan-Gemisch, Propan mit Butan-Gemisch oder Propan mit Äthan und Butan gemischt zu verstehen.

In der herkömmlichen Methode der Erhöhung des Heizwertes wird das Erdgas oder dergleichen in einem Seitenstrom erwärmt und es wird die Gaskomponente höheren Heizwertes, vor allem Propan, in diesen erwärmten Gasstrom eingedüst. Nach einer Mischstrecke wird der Seitenstrom wieder in die Hauptleitung eingeführt. Bei dieser Methode kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich bis zur vollständigen Durchmischung des Propans mit dem Erdgas, welchem gleichzeitig Energie entzogen wird, eine flüssige Propanphase mit der möglichen Gefahr der Ausscheidung an der Rohrwandung ergibt. Es wird dem angewärmten Erdgas durch Verdampfung von eingespritztem kaltem Propan oder dergleichen Wärme entzogen. Eine vollständige Verdampfung ohne Ausscheidung von flüssigem Propan oder dergleichen setzt eine sehr feine Einspritzung und eine gleichmässige Verteilung des Propans voraus, was in der Praxis schwierig einzuhalten ist.

Eine weitere herkömmliche Methode überwindet den Nachteil des vorstehend beschriebenen Verfahrens, indem das dem Erdgas zuzumischende Propan verdampft wird. Der Druck des Propandampfes wird nur unwesentlich über dem Gasdruck in der Erdgasleitung liegen, welcher bei regionalen Verteilungssystemen im Bereich von 20 bis 35 bar liegen wird. Im Propanverdampfer liegen bei diesen Drücken zwei Phasen vor, flüssiges und gasförmiges Propan. Ein Mitreissen von flüssigem Propan in den Gasstrom muss über einen grossen Dampfraum oder über einen nachgeschalteten Abscheider verhindert werden, da die flüssige Phase in der Dampfleitung zu Flüssigkeitsschlägen und Unregelmässigkeiten in der nachgeschalteten Mengenregelung führt. Zu dem hohen apparativen Aufwand kommt eine komplexe Regelung für das Flüssigkeitsniveau im Verdampfer und die Mengenregelung der Zummischung. Dieses System der Verdampfung führt zudem bei steigenden Drücken in der Nähe des kritischen Druckes von Propan zu Schwierigkeiten in der Flüssigkeitsniveau-Regelung im Verdampfer.

Aufgabe der Erfindung ist es, das Anreichern des Gases von niedrigem Heizwert, insbesondere

von Erdgas, durch Zumischen einer Gaskomponente von höherem Heizwert, vornehmlich Propan oder dergleichen, sicherer und wirksamer durchzuführen. Bei dem Verfahren der anfangs genannten Art zeichnet sich die Erfindung dadurch aus, dass das Gas von höherem Heizwert, z.B. Propan oder dergleichen, auf einen Druck oberhalb seines Zweiphasenbereiches (Nassdampfgebiet) gebracht, danach erwärmt und dann dem Gas von niedrigem Heizwert zugemischt wird, wobei die Erwärmung des Gases von höherem Heizwert so weit durchgeführt wird, dass bei der Entspannung dieses Gases auf den Druck des Gases von niedrigem Heizwert und weiter bis zum Partialdruck des Gases von höherem Heizwert die Entspannung in dem Gasgemisch außerhalb des Nassdampfgebietes des Gases von höherem Heizwert erfolgt.

Bei einem solchen Verfahren bleibt das durch die hohe Leistung, z.B. die Versorgungsleitung oder dergleichen, strömende Gas von niedrigem Heizwert unbehandelt und es wird die zu einer vollkommenen Gasmischung notwendige Wärmemenge bei im wesentlichen unveränderter Temperatur des Gases von niedrigem Heizwert in der Rohrleitung durch Anwärmen des zuzumischenden Gases zugeführt. Die Einspeisung des Gases von höherem Heizwert, d.h. von Propan oder dergleichen, erfolgt unmittelbar in die Erdgasleitung, ohne dass die Gastemperatur angehoben werden muss. Bei Entspannen des erwärmten Propans oder dergleichen auf den Gasdruck in der Rohrleitung und weiter auf den Partialdruck in dem Gasgemisch wird bei ausreichender Anwärmung des Gases höheren Heizwertes, insbesondere von Propan, eine Zweiphasenbildung mit entsprechendem Nachteil bei der Mischung des Propans mit dem Leitungsgas verhindert. Verglichen mit dem üblichen System von angewärmtem Gas von niedrigerem Heizwert und kaltem zuführenden Gas von höherem Heizwert ist bei dem unbehandelten Gas von niedrigerem Heizwert, d.h. von Erdgas, und warmem Propan oder dergleichen, ein geringerer Unterschied der Dichte gegeben. Die Durchmischung der Komponenten erfolgt rascher, wobei die Gefahr einer Ausscheidung von flüssigem Propan oder dergleichen an dem Rohrrand praktisch ausgeschaltet ist. Die zur Gemischbildung zuführende Wärmemenge ist bereits in dem eingespritzten Gas von höherem Heizwert, z.B. des Propans oder dergleichen, enthalten. Während der Gemischbildung wird die Konzentration von 100% Propan oder dergleichen auf die gewünschte Konzentration absinken. Dabei gehen Verdünnung und Temperaturabsenkung parallel, so dass es nicht zu einer Flüssigkeitsabscheidung kommen kann. Weiterhin ergibt sich ein Wärmetauscher geringerer Abmessung verglichen mit einer Anwärmvorrichtung für Gas von niedrigem Heizwert gleicher Wärmeleistung, da bessere Wärmeübergangsverhältnisse geschaffen sind. Der bauliche Aufwand für den Wärmetauscher wird geringer. Dabei können auch die Wärmeverluste, z.B. durch Abstrahlung oder dergleichen, niedriger gehalten werden. Man

kann weiterhin die Erdgasleitung oder dergleichen unterirdisch verlaufen lassen. Eine By-Pass-Leitung ist nicht erforderlich. Das Verfahren der Erfindung ist im Prinzip vom Druck in der Erdgasleitung unabhängig.

Wenn das Gas von niedrigem Heizwert in der Transportleitung einen Druck aufweist, der über dem kritischen Punkt in bezug auf das Nassdampfgebiet des zuzumischenden Gases von höherem Heizwert liegt, kann das erwärmte Gas von höherem Heizwert bei einem entsprechenden Druck unmittelbar zugesetzt werden. Wenn der Druck des Gases von niedrigem Heizwert unterhalb des vorstehend erläuterten kritischen Druckes des Gases von höherem Heizwert liegt, wird der höhere Druck in dem Anwärmen für das Gas von höherem Heizwert vorteilhaft über eine Druckregelung sichergestellt, und zwar unmittelbar nach der Erwärmung des Gases von höherem Heizwert. Eventuell zuviel geförderte Menge von der Gaskomponente von höherem Heizwert kann zu seinem Vorratsraum wieder zurückgeführt werden. Dies geschieht zweckmäßig unmittelbar nach der Pumpe, d.h. dem kalten Bereich des Gases von höherem Heizwert, z.B. des Propan. Dadurch lässt sich die Überströmleitung in den Lagertank zurückführen.

Für den letzteren Fall ist es weiterhin vorteilhaft, wenn die auf Druck gebrachte Gaskomponente von höherem Heizwert vor der Erwärmung über einen Speicherraum geführt wird. Dies hat den Vorteil, dass, selbst wenn die Leitung bei Betrieb des Wärmetauschers beidseitig abgesperrt wird, das warme, sich ausdehnende Gas von höherem Heizwert, z.B. Propan oder dergleichen, zurück in den Speicherraum drücken kann. Im Falle des Ansprechens eines Drucksicherheitsventils wird lediglich kaltes Propan oder dergleichen zurück in den Sammelbehälter gefördert werden.

Die Erwärmung des Gases von höherem Heizwert kann zweckmäßig mittels eines Wärmeträgerkreislaufes vorgenommen werden. Sie kann mittels des Wärmetauschers durch Hochdruckdampf erfolgen, wobei der Kessel zur Erzeugung des Hochdruckdampfes mittels des Gases des niedrigen Heizwertes, z.B. Erdgas, oder des Gases des höheren Heizwertes, z.B. Propan, geheizt werden.

Die Erfindung wird anhand der in der Zeichnung dargestellten Verfahrensbeispiele und der zugehörigen Zustandsdiagramme nachstehend erläutert, wobei es sich im ersten Beispiel um die Vermischung von Erdgas und Propan und in dem zweiten Beispiel um die Herstellung eines Gemisches von Koksgas und Propan handelt.

Fig. 1 zeigt das Verfahrensschema des ersten Beispiels, während

Fig. 2 das Verfahren im Zustandsdiagramm für Propan veranschaulicht.

Fig. 3 stellt das Verfahrensschema des zweiten Beispiels dar, und

Fig. 4 erläutert das Verfahren im zugehörigen Zustandsdiagramm für Propan.

Bei dem Beispiel 1 der Fig. 1 und 2 fließt durch eine Ferngasleitung 1 mit einem Betriebsdruck von 60 bar Erdgas mit folgender Zusammensetzung:

5	CO_2	0.98 Mol.%
	N_2	8.82 Mol.%
	CH_4	88.7 Mol.%
10	C_2H_6	1.37 Mol.%
	C_3H_8	0.09 Mol.%
	C_4H_{10}	0.03 Mol.%
	C_5^+	0.01 Mol.%

Die Temperatur in der Leitung 1 unterscheidet 15 278 K nicht. Zur Heizwerterhöhung des Erdgases soll Propan zugesetzt werden, wobei ein Ausscheiden von flüssigem Propan und schwereren Gasbestandteilen in der Transportleitung zu vermeiden ist.

Aus dem Vorratslager 2 wird Propan auf den zur Eindüsung bei 3 in die Erdgasleitung 1 erforderlichen Druck gebracht, z.B. durch eine mehrstufige Kreiselpumpe 4. Überflüssiges Propan wird über ein Regelventil 5 und die Leitung 6 zurück zum Vorratslager 2 gefördert. Es erfolgt eine Mengenregelung über eine entsprechende Steuerungsvorrichtung 7 für die Regelung der Propan-Zugabe. In die Vorrichtung 7 werden die Werte einer Vorrichtung 8 betreffend Temperatur, Druck und Gasanalyse, einer Vorrichtung 9 betreffend Taupunktbestimmung und einer Vorrichtung 10 betreffend Mengenmessung eingebracht. Eine Steuerleitung 11 führt zu dem Regelventil 5 über eine Mengenmessvorrichtung 12 zu dem Regelventil 5.

Das von der Mengenregelung bestimmte Propan in einem Wärmetauscher 14 wird auf ca. 400 K angewärmt und über eine isolierte Leitung 15 zum Eindüsungsorgan 3 an der Erdgasleitung 1 geführt. Dort erfolgt die Durchmischung mit dem Erdgas unter Abkühlung des Propan.

Zur Erwärmung des Propan mittels des Wärmetauschers 14 dient ein Wärmeträgerkreislauf 16, in dem eine Pumpe 17 und ein Kessel 18 angeordnet sind. Mit dem Kessel 18 kann beispielsweise Hochdruckdampf durch Verbrennung von Propan, Erdgas oder einem anderen Brennmittel erzeugt werden. Mittels einer weiteren Steuerleitung 19 und einer Temperaturnessvorrichtung 20 wird die Leistung des Kessels 18 reguliert.

In der Fig. 2 ist das Verfahren der Fig. 1 in einem i-logp-Zustandsdiagramm dargestellt. Linie 1 beschreibt die Druckerhöhung im Flüssigkeitsbereich vom Lagerdruck auf ca. 60 bar (Der Pumpendruck wird um die apparatebedingten Druckverluste oberhalb des Erdgasdruckes liegen).

Linie 2 veranschaulicht die Temperaturerhöhung und Volumenänderung durch Wärmezufuhr.

Bei einer Erdgastemperatur von +5°C mit obiger Zusammensetzung und Druck kann eine Propan-Zugabe von 8 Mol.% ohne Bildung von Kohlenwasserstoffkondensat möglich sein. Dies wird einem Partialdruck des Propan in der Gasmischiung von 4.8 bar entsprechen. Die Entspan-

nung des Propan erfolgt ohne Arbeitsleistung, Wärmezufuhr oder Abfuhr aus dem Gesamtgemisch, d.h. adiabatisch (Enthalpie konstant), und ist durch die Linie 3 dargestellt. Die Entspannung erfolgt im Gasbereich. Eine Zweiphasenbildung mit der Möglichkeit der Abscheidung von Flüssigkeit ist vermieden.

Diese Darstellung der Propan-Entspannung auf den Partialdruck im Erdgasgemisch ist eine Vereinfachung, welche lediglich veranschaulichen soll, wie die zur Mischung notwendige Energie aus dem erwärmten Propan genommen wird. Die gestrichelte Linie deutet an, wie die Zustandsänderung des Propan beim konventionellen Verfahren verläuft, wobei bis zur vollständigen Durchmischung mit dem Erdgas, welchem gleichzeitig Energie entzogen wird, eine flüssige Propanphase mit der möglichen Gefahr der Abscheidung an der Rohrwandung vorhanden ist.

Eine Nachrechnung mittels EDV als Vielkomponentensystem der Gemischbildung aus Propan bei 60 bar und 400 K sowie dem Erdgas bei 60 bar und 278 K ergab eine Gemischttemperatur oberhalb 280 K, d.h. die Anwärmung war ausreichend. Der Taupunkt des Gemisches wurde zu weniger als 260 K bestimmt, d.h. ein Ausscheiden von flüssigen Kohlewasserstoffen bei einer Betriebstemperatur von 278 K ist vermieden.

Bei dem zweiten Beispiel der Fig. 3 und 4 strömt durch eine Verteilerleitung 1a Koksgas bei 20 bar und Temperaturen oberhalb 265 K. Die Zusammensetzung des Gases ist wie folgt (Ruhrgas):

N ₂	9.3 Mol.%
O ₂	0.4 Mol.%
CO	5.4 Mol.%
CO ₂	2.2 Mol.%
H ₂	56.8 Mol.%
CH ₄	24.3 Mol.%
C ₂ H ₆	1.6 Mol.%

Die Zugabe von Propan soll der Heizwerterhöhung dienen, wobei eine Zugabe von 15 Mol.% Taupunktprobleme nicht erwarten lässt.

Aus dem Propanlager 2a (Fig. 3) wird Propan mittels einer Verdrängerpumpe 4a, z.B. eine zur Mengenregelung dienende MembranDosierpumpe, auf einen Druck von ca. 50 bar gebracht. Ein Druckregler 22 hält diesen Druck konstant, da der Gasdruck in der Koksgasleitung 1a wesentlich niedriger liegt.

Die Pumpe 4a fördert in einen Puffer- oder Speicherbehälter 23. Dieser dient als Pulsationsdämpfer oder Speicher von kaltem Propan. Wenn der Druckregler 22 die Propan-Einspeiseleitung 15a absperren sollte, könnte sich das in dem Anwärmer 14 ausdehnende Propan in den Speicherbehälter 23 entspannen. Über das Überdruckventil 24 des Speicherbehälters 23 wird jedoch nur kaltes Propan in den Lagerbehälter 2a gedrückt. Auf diese Weise vermeidet man ein Entspannen von warmem Propan direkt in die Atmosphäre.

Der Wärmetauscher 14 und der Wärmeträgerkreislauf 16, 17, 18 können wie im Beispiel 1, Fig. 1, ausgeführt werden.

Der Vorrichtung 7a zur Regelung der Propan-Zugabe werden Messwerte der Vorrichtung 25 betreffend Heizwertbestimmung und der Vorrichtung 26 betreffend Mengenmessung, Volumen, Temperatur und Druck zugeleitet. Eine Steuerleitung 11a führt zu der Propan-Dosierpumpe 4a. Die Propan-Mengenregelung entspricht dem Gasbedarf und die Heizwerteinstellung erfolgt unmittelbar an der Dosierpumpe durch Änderung der Fördermenge.

Die Verfahrensweisen des Beispiels 2 sind in dem Propan-Zustandsdiagramm der Fig. 4 dargestellt. Linie 1 stellt die Druckerhöhung des Propan, Linie 2 die Erwärmung auf ca. 390 K dar. In dem Druckregler 22 und dem Einspritzpunkt 3 erfolgt die Drosselung auf den Leitungldruck von 20 bar (Linie 3). Die weitere Entspannung von Propan auf den Partialdruck von ca. 3 bar im Gasgemisch ist durch die Linie 4 dargestellt und nur als Annäherung zu werten.

Die Einspritzvorrichtung 3 besteht vorteilhaft aus einem Behälter oder einer Rohrerweiterung 28 und einer oder mehreren Einspritzdüsen 29, wobei die Anordnung der Düsen eine gute Durchmischung garantiert, z.B. bei Eindüsung in Gegenstromrichtung zum Koksgasdurchfluss. Für die Düse könnte z.B. eine federbelastete Bauart gewählt werden. Bei Vorhandensein von mehreren Düsen können diese mit unterschiedlich grossen Federbelastungen ausgerüstet sein, um zu erreichen, dass mit steigendem Vordruck die Düsen nacheinander in Tätigkeit treten.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erhöhung des Heizwertes eines Gases von niedrigem Heizwert, z.B. Erdgas, Koksgas, durch Zusetzen einer Gaskomponente von höherem Heizwert, z.B. Propan, Propan-Mischung, bei dem ein Gas erwärmt und die beiden Gase mittels Verdüssung miteinander vermischt werden, wobei die Erwärmung mittels eines Wärmetauschers durchgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Gas von höherem Heizwert auf einen Druck oberhalb seines Zweiphasenbereiches (Nassdampfgebiet) gebracht, danach erwärmt und dann dem Gas von niedrigem Heizwert zugemischt wird, wobei die Erwärmung des Gases von höherem Heizwert so weit durchgeführt wird, dass bei der Entspannung dieses Gases auf den Druck des Gases von niedrigem Heizwert und weiter bis zum Partialdruck des Gases von höherem Heizwert die Entspannung in dem Gasgemisch ausserhalb des Nassdampfgebietes des Gases von höherem Heizwert erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Druck des Gases von niedrigem Heizwert unterhalb des kritischen Druckes in Bezug auf das Nassdampfgebiet des Gases von höherem Heizwert der höhere Druck bei der Erwärmung des Gases von höherem Heizwert über eine Druckregelung nach der Erwärmung der Gaskomponente von höherem Heizwert sichergestellt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zuviel gefördertes Volumen

der Gaskomponente von höherem Heizwert zu dem Vorratsbehälter dieses Gases zurückgeführt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die auf Druck gebrachte Gas- komponente von höherem Heizwert vor der Erwärmung über einen Speicherraum geführt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Erwärmung der Komponente von höherem Heizwert mittels eines Wärmeträgerkreislaufes vorgenommen wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Eindüstung der Komponente von höherem Heizwert in eine Rohr- erweiterung (28) (oder einen Behälter) in der Leitung des Gases mit niedrigem Heizwert erfolgt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Eindüstung der Komponente von höherem Heizwert im Gegenstrom zum Gas mit niedrigem Heizwert erfolgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Eindüsung über federbelastete Düsen (29) erfolgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass bei mehreren Düsen unterschiedliche Federbelastungen gewählt werden, so dass mit steigendem Vordruck eine Düse nach der anderen öffnet.

Revendications

1. Procédé pour augmenter le pouvoir calorifique d'un gaz à faible pouvoir calorifique, par exemple un gaz naturel ou un gaz de cokerie, par addition d'un composant gazeux ayant un pouvoir calorifique plus élevé, par exemple, du propane ou un mélange à base de propane selon lequel on chauffe un gaz et on mélange ensemble les deux gaz en les injectant l'un dans l'autre, le chauffage étant exécuté au moyen d'un échangeur de chaleur, caractérisé en ce qu'on porte le gaz ayant le pouvoir calorifique le plus élevé, à une pression supérieure à son domaine de présence des deux phases (domaine de vapeur saturante), puis, on le chauffe et on le mélange ensuite avec le gaz ayant le pouvoir calorifique le plus bas, le chauffage du gaz ayant le pouvoir calorifique le plus élevé étant réalisé à un degré tel que, lors de la détente de ce gaz à la pression du gaz ayant le pouvoir calorifique le plus bas et ensuite jusqu'à la pression partielle du gaz ayant le pouvoir calorifique le plus élevé, la détente dans le mélange gazeux se déroule en dehors du domaine de la vapeur saturante du gaz ayant le pouvoir calorifique le plus élevé.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, dans le cas où la pression du gaz ayant le pouvoir calorifique le plus bas est au-dessous de la pression critique par rapport au domaine de la vapeur saturante du gaz ayant le pouvoir calorifique le plus élevé, on maintient la pression élevée pendant le chauffage du gaz ayant le pouvoir calorifique le plus élevé par un réglage de la pression après le chauffage du composant gazeux ayant le pouvoir de la pression après le chauffage du com-

posant gazeux ayant le pouvoir calorifique le plus élevé.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'on recycle le volume excédentaire extrait du composant gazeux ayant le pouvoir calorifique le plus élevé dans le réservoir de stockage de ce gaz.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'on fait passer le composant gazeux à pouvoir calorifique le plus élevé mis en pression dans une chambre d'accumulation avant le chauffage.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'on procède au chauffage du composant ayant le pouvoir calorifique le plus élevé au moyen d'un circuit caloporeur.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'injection du composant ayant le pouvoir calorifique le plus élevé s'effectue dans un élargissement tubulaire (28) (ou dans un réservoir) de la conduite dans laquelle circule le gaz ayant le pouvoir calorifique le plus bas.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'injection du composant ayant le pouvoir calorifique le plus élevé s'effectue à contre-courant du gaz ayant le pouvoir calorifique le plus bas.

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'on effectue l'injection avec des buses (29) chargées par des ressorts.

9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que, avec plusieurs buses, on utilise des ressorts ayant des forces différentes de façon qu'à mesure que la pression augmente, les buses s'ouvrent l'une après l'autre.

Claims

1. Method of increasing the calorific value of a gas having a low calorific value, e.g. natural gas, coke-oven gas, by the addition of a gas component having a higher calorific value, e.g. propane, propane mixture, wherein a gas is heated and the two gases are mixed together by means of spraying, the heating being effected by a heat exchanger, characterised in that the gas having a higher calorific value is brought to a pressure above its two-phase range (wet vapour region), is subsequently heated and then mixed with the gas having a low calorific value, the heating of the gas having a higher calorific value is effected until the gas expands to the pressure of the gas having a low calorific value and further to the partial pressure of the gas having a higher calorific value, the expansion in the gas mixture being effected outside the wet vapour region of the gas having a higher calorific value.

2. Method according to claim 1, characterised in that, when the gas having a low calorific value has a pressure below the critical pressure with reference to the wet vapour region of the gas having a higher calorific value, the higher pressure during the heating of the gas having a higher calorific value is ensured by regulating the pressure accord-

ing to the heating of the gas component having a higher calorific value.

3. Method according to claim 1 or 2, characterised in that excess supplied volume of the gas component having a higher calorific value is returned to the storage container for this gas.

4. Method according to claim 3, characterised in that the compressed gas component having a higher calorific value is conducted over a storage chamber prior to heating.

5. Method according to one of claims 1 to 4, characterised in that the heating of the component having a higher calorific value is effected by means of a heat carrier circuit.

6. Method according to one of claims 1 to 5, characterised in that the spraying of the compo-

nent having a higher calorific value into a pipe extension (28) (or a container) is effected in the conduit for the gas having a low calorific value.

7. Method according to one of claims 1 to 6, characterised in that the spraying of the component having a higher calorific value is effected in counterflow to the gas having a low calorific value.

8. Method according to one of claims 1 to 7, characterised in that the spraying is effected via spring-loaded nozzles (29).

9. Method according to one of claims 1 to 8, characterised in that, when a plurality of nozzles are provided, different spring loadings are selected so that, with increasing initial pressure, one nozzle opens after another.

5

10

15

1/4

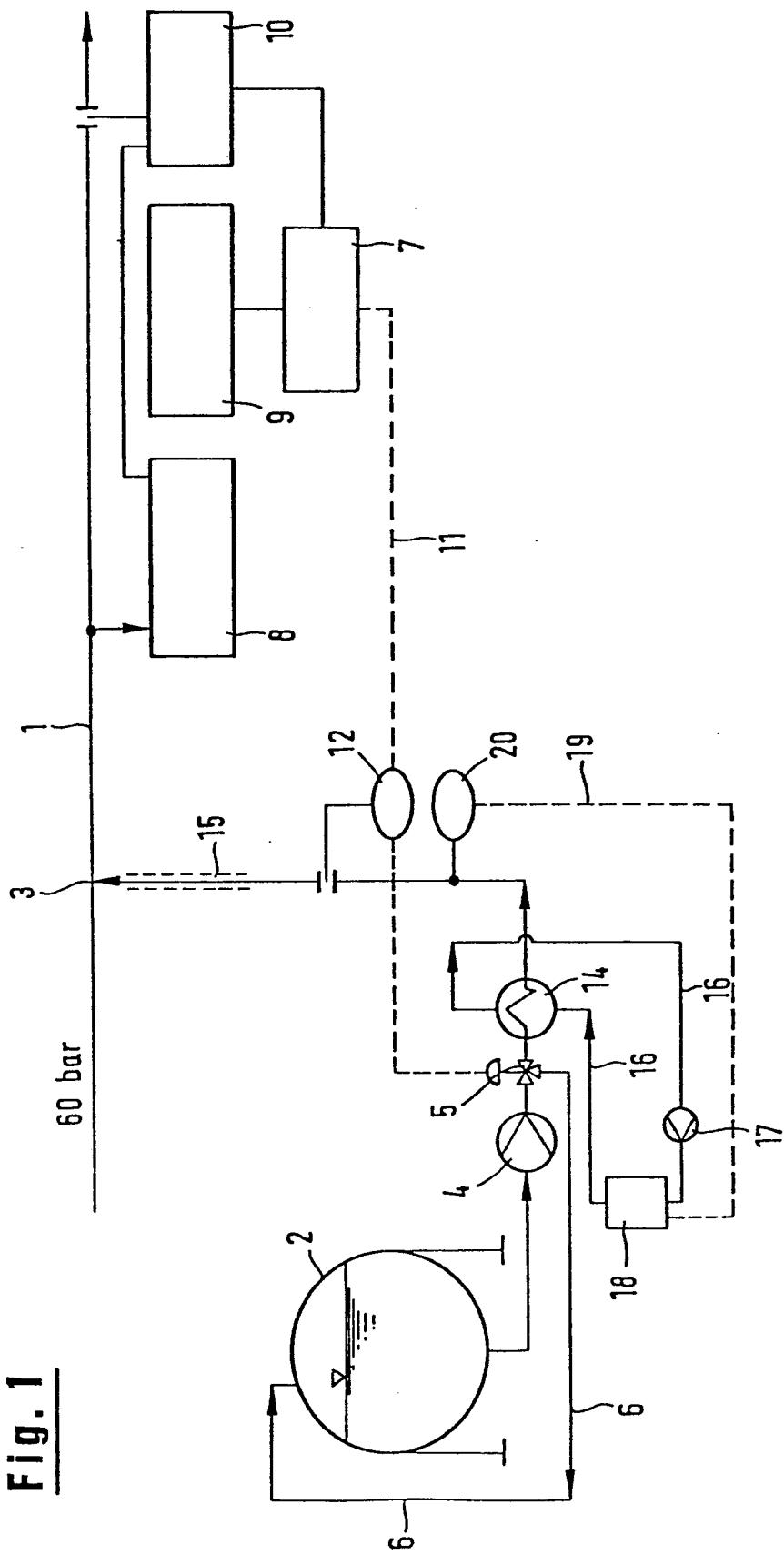
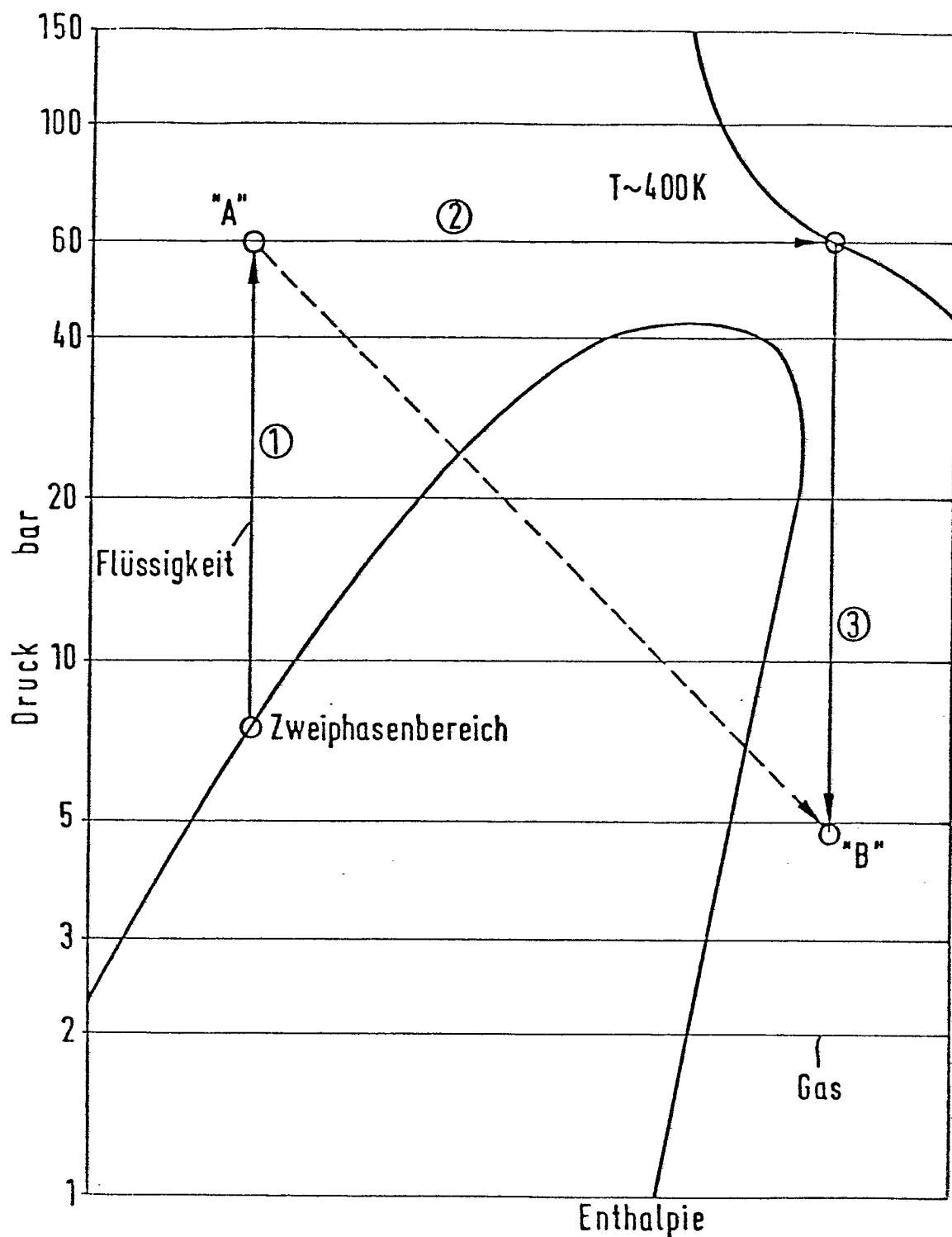
Fig. 1

Fig. 2

3/4

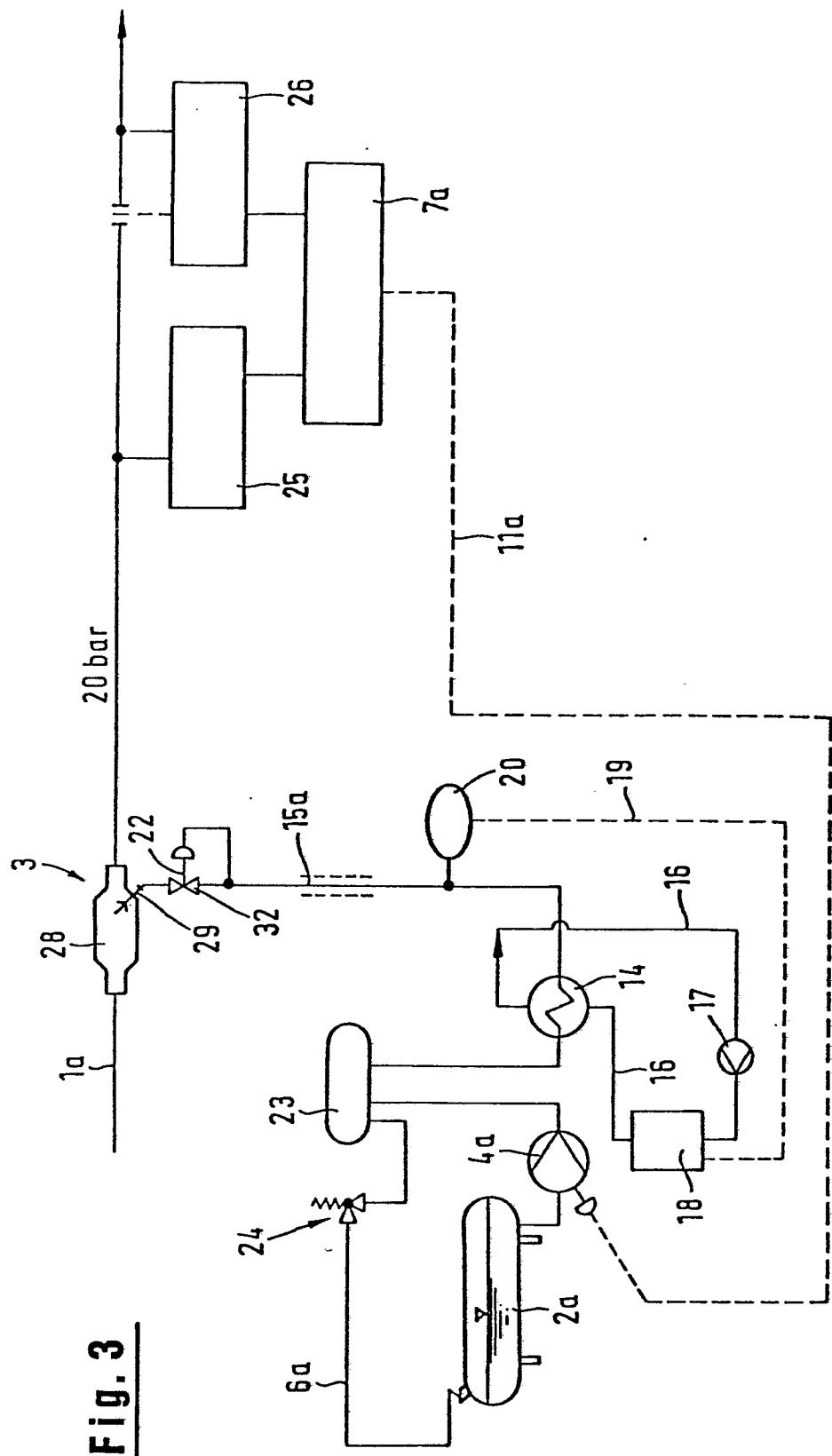


Fig. 4