



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 048 891 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.11.2000 Patentblatt 2000/44

(51) Int. Cl.⁷: **F17D 1/04**

(21) Anmeldenummer: **00108331.0**

(22) Anmeldetag: **15.04.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **MESSER GRIESHEIM GMBH**
60547 Frankfurt (DE)

(72) Erfinder:
• **Lürken, Franz, Dr.**
47906 Kempen (DE)
• **Güdelhöfer, Hans-Jürgen, Dr.**
41540 Dormagen (DE)

(30) Priorität: **30.04.1999 DE 19919639**

(54) **Verfahren zur Bereitstellung einer kontinuierlichen Erdgasversorgung**

(57) Bei einem Verfahren zur Bereitstellung einer kontinuierlichen Erdgasversorgung in einem Rohrleitungsnetz (1) wird Erdgas in Tageszeiten ohne sehr hohe Erdgasentnahme aus dem Rohrleitungsnetz entnommen (2) und verflüssigt mit Hilfe eines niedrig siedenden flüssigen Gases (9,11), insbesondere Stickstoff, Sauerstoff oder Argon. Das so verflüssigte Erdgas wird einem Vorratsbehälter (14) zugeführt und in Tageszeiten einer sehr hohen Erdgasentnahme wird das verflüssigte Erdgas aus dem Vorratsbehälter entnommen und dem Rohrleitungsnetz (15,17,19) wieder zugeführt. Das aus der Rohrleitung entnommene Erdgas wird gereinigt und mit einer Verflüssigungsvorrichtung verflüssigt, welche durch die Verwendung tiefkalter Gase eine sehr hohe Kondensationsleistung auf geringem Raum und zu geringen Investitionskosten darstellt.

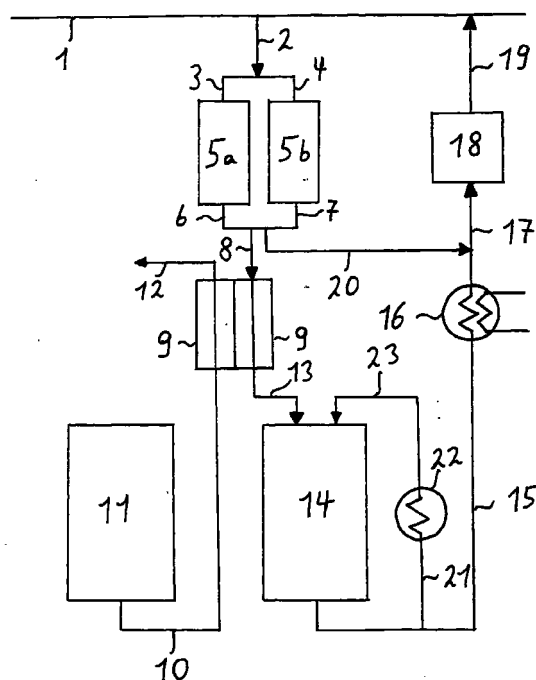


Fig.

EP 1 048 891 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Bereitstellung einer kontinuierlichen Erdgasversorgung in einem Rohrleitungsnetz.

5 **[0002]** Die flüssige Form von Erdgas, im folgenden als flüssiges Erdgas bezeichnet, hat eine relativ hohe Energiedichte: Erdgas hat nur eine Energiedichte von ca. 9 kWh/Nm³, während flüssiges Erdgas eine Energiedichte von ca. 6 kWh/l besitzt. Flüssiges Erdgas ist daher gut zur Speicherung von Energie geeignet. Aus diesem Grund wird Erdgas zum Beispiel in Schiffen in flüssiger Form von den Erzeugerländern zu den Verbraucherländern transportiert und flüssiges Erdgas findet Anwendung als Kraftstoff für Kraftfahrzeuge.

10 **[0003]** Flüssiges Erdgas wird auch bei Energieversorgungsunternehmen als Winterbevorratung verwendet. Denn das häufig zu Heizzwecken eingesetzte Erdgas hat einen jahreszeitlich stark schwankenden Bedarf. Für die Abdeckung sehr großer Bedarfsspitzen an Erdgas, insbesondere in den Wintermonaten, werden neben einem Wintervorrat in beispielsweise natürlichen Untertagespeichern auch Vorratsbehälter mit flüssigem Erdgas angelegt. Das flüssige Erdgas wird häufig ausschließlich zur Abdeckung von Spitzenlasten herangezogen. Diese Vorratsbehälter für flüssiges
15 Erdgas werden im Sommer gefüllt und bleiben gekühlt bis es an einigen wenigen Wintertagen zu so hohen EntnahmelLeistungen an Erdgas aus der Rohrleitung des Erdgasnetzes des Energieversorgungsunternehmens kommt, daß der Gasdruck in der Rohrleitung zusammenzubrechen droht. Dann wird das flüssige Erdgas verdampft und in das Netz eingespeist.

[0004] Das Erdgas wird durch den Einsatz mechanischer Kältekreisläufe verflüssigt. Hierbei werden Gase, teilweise das Erdgas selbst, komprimiert, gekühlt und wieder entspannt. Die dabei freiwerdende Entspannungskälte wird zur Kühlung gebraucht. Hohe Drücke bis über 200 bar und niedrige Temperaturen von unter -160 °C bringen hohe Anforderungen an die eingesetzten Anlagen mit sich. Diese Anlagen sind relativ wartungsintensiv und deren Betrieb daher relativ teuer.

[0005] Es ist bekannt, daß andere verflüssigte Gase, deren Kondensationstemperatur unter der von Erdgas liegt, insbesondere flüssiger Stickstoff, zur Verflüssigung von Erdgas genutzt werden können. Aber bei den Verfahren zur Sicherstellung einer Erdgasversorgung wird das Erdgas in der Regel mit Hilfe von mechanischen Kältekreisläufen verflüssigt, obwohl oben genannte Nachteile hohe Kosten verursachen. Denn die Energie des flüssigen Stickstoffs für die Verflüssigung der Jahresmengen ist vergleichsweise teuer. Daher wird versucht, in der Sommerperiode mit relativ kleinen Verflüssigern die benötigt Menge für die Wintermonate möglichst kostengünstig herzustellen. Die sehr hohen Gas-
25 mengen führen dabei zu erheblichen Abdampfverlusten. Diese Verluste werden mit Hilfe der mechanischen Kältekreisläufe wieder ausgeglichen.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Nachteile des genannten Standes der Technik zu überwinden und ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zu schaffen, bei dem eine kontinuierliche Erdgasversorgung in einem Rohrleitungsnetz sichergestellt und gleichzeitig auf einen Einsatz von im Sommer gefüllten, sehr großen Vorratsbehältern
30 für flüssiges Erdgas zumindest teilweise verzichtet werden kann.

[0007] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Bereitstellung einer kontinuierlichen Erdgasversorgung in einem Rohrleitungsnetz gelöst, bei dem Erdgas in Tageszeiten ohne sehr hohe Erdgasentnahme aus dem Rohrleitungsnetz entnommen wird und mit Hilfe eines niedrig siedenden flüssigen Gases, insbesondere Stickstoff, Sauerstoff oder Argon, oder in einzelnen Fällen auch Wasserstoff, Helium oder ein anderes
40 tiefsiedendes Gas, verflüssigt wird, bei dem das so verflüssigte Erdgas einem Vorratsbehälter zugeführt wird, bei dem in Tageszeiten einer sehr hohen Erdgasentnahme aus dem Rohrleitungsnetz das verflüssigte Erdgas aus dem Vorratsbehälter entnommen, verdampft und dem Rohrleitungsnetz wieder zugeführt wird.

[0008] Eine "sehr hohe Erdgasentnahme" bedeutet hier insbesondere eine Erdgasentnahme größer ca. 20 % als der arithmetischen Mittelwert der Erdgasentnahme, bezogen auf den ganzen Tag. Mit "Tageszeiten ohne sehr hohe Erdgasentnahme" sind hier die Nachtstunden, insbesondere von 22 Uhr bis 5 Uhr gemeint und unter "Tageszeiten mit einer sehr hohen Erdgasentnahme" sind hier die Stunden des Tages, insbesondere von 5 Uhr bis 22 Uhr, zu verstehen.

[0009] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird ferner durch ein Verfahren zur Bereitstellung einer kontinuierlichen Erdgasversorgung in einem Rohrleitungsnetz gelöst, bei dem Erdgas aus dem Rohrleitungsnetz in geeigneter Menge entnommen wird, falls die Wetterlage einen sehr hohen Erdgasbedarf für einen oder mehrere Tage erwarten läßt, der aus dem Rohrleitungsnetz ohne Einspeisung dieses zusätzlichen Erdgases aus dem Vorratsbehälter nicht zu decken wäre, bei dem das entnommene Erdgas mit Hilfe eines niedrig siedenden flüssigen Gases, insbesondere Stickstoff, Sauerstoff oder Argon, verflüssigt wird, bei dem das so verflüssigte Erdgas einem Vorratsbehälter zugeführt wird und an Tagen und/oder Tageszeiten einer sehr hohen Erdgasentnahme aus dem Rohrleitungsnetz das verflüssigte Erdgas aus dem Vorratsbehälter entnommen, verdampft und dem Rohrleitungsnetz wieder zugeführt wird.
50

[0010] Daraus ergibt sich der Vorteil, daß in milden Wintern keine Kosten für eine Spitzenlastabdeckung anfallen. Heutige Temperatur- und Wettervorhersagen erlauben mit der Verflüssigung 48 bis 72 Stunden im voraus zu beginnen. Der Vorrat kann dann für eine entsprechend lange Kälteperiode angelegt werden. Das Verhältnis von freier Kapazität zur Verflüssigung mal der Verflüssigungszeit zur Entnahmelistung aus dem Speicher ergibt dabei die Bevorratungs-
55

zeit.

[0011] Das aus der Rohrleitung entnommene Erdgas wird nach der Erfindung vorzugsweise mit einer Verflüssigungseinrichtung verflüssigt, welche eine Verflüssigungsleistung größer dem maximalen Entnahmebedarf mal der Entnahmezeit durch die minimale Verflüssigungszeit, daß bedeutet typisch in einer Größenordnung größer 5000 m³/h, liegt.

[0012] Die Erfindung erschließt durch die Verwendung eines niedrig siedenden flüssigen Gases, insbesondere Stickstoff, Sauerstoff oder Argon wesentliche Einsparpotentiale und mindert darüber hinaus die Wartungsaufwendungen. Denn die technisch aufwendigen und wartungsintensiven mechanischen Kältekreisläufe zur Verflüssigung sind hier nicht notwendig. Dabei wird eine kontinuierliche Erdgasversorgung in dem Rohrleitungsnetz durch die relativ hohe Verflüssigungsleistung der Verflüssigungsvorrichtung sichergestellt. Denn über relativ kurze Zeiträume können leere Vorratsbehälter wieder mit flüssigem Erdgas gefüllt werden.

[0013] Erfindungsgemäß wird Erdgas aus dem Rohrleitungsnetz entnommen, wenn der Druck in dem Rohrleitungsnetz mehr als 1 bar höher ist als der Druck, welcher bei der Einspeisung vorliegt.

[0014] Es ist nach der Erfindung vorgesehen, daß das verflüssigte Erdgas aus dem Vorratsbehälter entnommen und dem Rohrleitungsnetz wieder zugeführt wird, wenn der Druck in dem Rohrleitungsnetz stärker als 1 bar abgesunken ist gegenüber dem Druck, welcher während der Verflüssigungszeit vorliegt.

[0015] Erfindungsgemäß ist der Einspeisedruck des Erdgases in das Rohrleitungsnetz höher oder gleich dem Verflüssigungsdruck und eine Druckerhöhung am Vorratsbehälter erfolgt durch einen Druckaufbauverdampfer oder mittels einer Pumpe, vorzugsweise aber Druckaufbauverdampfer, in der relativ kurzen Zeit zwischen Verflüssigung und Einspeisung.

[0016] Nach der Erfindung wird das Erdgas mit Hilfe von tiefkaltem, flüssigem Stickstoff verflüssigt. Dies hat den Vorteil, daß mit einfachen und damit relativ kostengünstigen und störungsfreien Anlagen kurzfristig große Mengen Erdgas verflüssigt werden können.

[0017] Bei dem Verfahren wird erfindungsgemäß das Erdgas an Tagen und/oder Tageszeiten aus dem Rohrleitungsnetz entnommen und verflüssigt, in denen Entnahmekapazität frei ist.

[0018] Erfindungsgemäß wird das verflüssigte Erdgas an Tagen und/oder Tageszeiten aus dem Vorratsbehälter entnommen und dem Rohrleitungsnetz wieder zugeführt, in denen die Rohrleitung die geforderte Menge nicht liefern kann.

[0019] Nach der Erfindung wird das verflüssigte Erdgas nur für einen Zeitraum von ca. 24 Stunden in dem Vorratsbehälter bevorratet, bevor es dem Rohrleitungsnetz zugeführt wird. Diese Maßnahme führt vorteilhaft dazu, daß a) der Vorrat sehr gering ist, b) keine Abdampfverluste auftreten und c) der Vorratsbehälter nach dem Einsatz wieder leer ist und somit keine Gefahr darstellt.

[0020] Erfindungsgemäß wird zusätzlich verflüssigtes Erdgas in mindestens im gleichen oder einem zweiten Vorratsbehälter bevorratet, wobei das zusätzliche Erdgas zu einem früheren Zeitpunkt verflüssigt wurde, jedoch noch nicht abgegeben wurde. Dadurch kann der Pufferzeitraum vorteilhaft verlängert werden.

[0021] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird ferner durch eine Vorrichtung zur Bereitstellung einer kontinuierlichen Erdgasversorgung in einem Rohrleitungsnetz gelöst, die eine Entnahmeleitung für eine Erdgasentnahme aus dem Rohrleitungsnetz, eine daran anschließende Vorrichtung zum Verflüssigen des entnommenen Erdgases mit einer Zuführleitung für ein niedrig siedendes flüssiges Gas, insbesondere Stickstoff, Sauerstoff oder Argon, und einen an die Vorrichtung zum Verflüssigen anschließenden Vorratsbehälter für verflüssigtes Erdgas aufweist, welcher Vorratsbehälter mit einer Zuführleitung für flüssiges Erdgas in eine Verdampfer- und Anwärmvorrichtung und in das Rohrleitungsnetz verbunden ist, wobei die Vorrichtung zum Verflüssigen einen Wärmetauscher aufweist, welchem eine kryogene, adsorptive oder permative Gasreinigung vorgeschaltet ist.

[0022] Der Wärmetauscher wird erfindungsgemäß mit tiefkaltem, flüssigem Gas, vorzugsweise Stickstoff, betrieben. Vorteilhaft wird so erreicht, daß a) keine mechanischen und damit störanfälligen Maschinen notwendig sind, b) der Stickstoff für 1 bis 2 Verflüssigungstage vor Ort relativ einfach bevorratet werden kann und c) die erforderliche sehr hohe Verflüssigerleistung sehr kostengünstig erstellt werden kann.

[0023] Das erfindungsgemäße Verfahren wird nun anhand von einem Ausführungsbeispiel sowie einem Vergleichsbeispiel nach dem Stand der Technik beispielhaft näher erläutert.

Vergleichsbeispiel:

[0024] Zur Versorgung eines Erdgasnetzes wird nach dem Stand der Technik das Erdgas im Sommer -der Zeit der Überkapazität- verflüssigt und im Winter während weniger Spitzenlaststunden verbraucht. Die Anlage ist zum Beispiel so ausgelegt, um an 20 Tagen des Winters je 4 Stunden ein Zusatzbedarf gedeckt werden kann. Dieser kann z.B. morgens beim Anlaufen der Wohnungsheizungen entstehen. Die Menge, die nicht mehr aus der vorhandenen Erdgasleitung gedeckt werden kann, beträgt beispielsweise ca. 50.000 m³/h. Dies verlangt in den Anlagen nach dem Stand der Technik (50.000 * 20 * 4 =) 4.000.000 m³ Bevorratung. Die gesamte Menge muß von dem Moment der Verflüssigung bis

zum Einsatzzeitpunkt in relativ großen Vorratsbehältern (Tanks) gelagert werden. Diese Lagerung ist mit erheblichen Energieverlusten verbunden. Ferner sind solch große Vorratsbehälter sehr teuer, da sie sehr gut isoliert sein müssen. Die dennoch einfallende Wärme verdampft einen Teil (ca. 0,1 % pro Tag) des Speicherinhaltes. Bei 0,1 % Abdampfverlust pro Tag muß bei gefülltem Speicher eine Tagesmenge von 4.000 m³, also 167 m³/h neu verflüssigt werden.

- 5 **[0025]** Die Bereitstellung erfolgt in den Monaten April bis Oktober, d.h. in (7 m * 30 d/m * 24 h/d =) 5040 h. Es werden also stündlich mindestens 800 m³ zzgl. der Abdampfverluste, also ca. 1000 m³ verflüssigt. Die Verflüssigerkapazität wird aufgrund wartungsbedingter Ausfälle jedoch meist verdoppelt.

Beispiel:

- 10 **[0026]** Der Erfindung liegt die Tatsache zugrunde, daß auch an extremen Wintertagen, an denen zeitweise eine Spitzenlastabdeckung erforderlich ist, zu anderen Tageszeiten (z.B. in der Nacht) noch freie Transportkapazität in der Rohrleitung verfügbar ist. Diese wird nachts abgenommen und je nach Wetterlage für den nächsten Tag verflüssigt oder je nach Wetterprognose einige Tage vor der Kälteperiode für einen längeren Zeitraum verflüssigt.

- 15 **[0027]** Für die oben im Vergleichsbeispiel beschriebene Situation wird gemäß der Erfindung zu Beginn der kalten Tage eine Tagesmenge verflüssigt. Dies kann gegebenenfalls nach dem Wetterbericht einen oder mehrere Tage vor einer erwarteten Kaltfront geschehen. Nach Abnahme dieser Menge in den Spitzenbedarfsstunden wiederholt sich der Prozeß je nach Temperaturentwicklung. Die Tagesmenge beträgt (4 * 50.000 =) 200.000 m³. Diese Menge muß innerhalb von ca. 10 h (Tageszeit mit freier Leitungskapazität) verflüssigt werden. Die Verflüssigungsleistung beträgt daher
20 ca. 20.000 m³/h. Eine so große Verflüssigungsleistung kann nur durch einen sehr leistungsstarken Verflüssiger, der sehr schnell und zuverlässig angefahren werden kann, realisiert werden. Ein solcher Verflüssiger ist vorzugsweise ein Wärmetauscher mit vorgeschalteter adsorptiver oder permeativer Gasreinigung. Der Wärmetauscher verdampft und erwärmt vorzugsweise tiefkalten, flüssigen Stickstoff und kühlt und verflüssigt das Erdgas. Der spezifische Bedarf an tiefkaltem, flüssigem Stickstoff liegt dabei druckabhängig bei ca. 2 kg je kg verflüssigten Erdgases. Die benötigte Vor-
25 ratsmenge und die Lagerzeit sind gegenüber der konventionellen Anlage nach dem Stand der Technik wesentlich geringer. Ebenfalls sind die Kosten für einen 2000 m³/h Wärmetauscher geringer als für einen 20000 m³/h Verflüssiger mit mechanischer Betriebsweise.

[0028] In der folgenden Tabelle werden das Verfahren nach dem Stand der Technik sowie das erfindungsgemäße Verfahren nochmals gegenübergestellt:

30

	Stand der Technik	Erfindung
35	Ausgangssituation: 20 Tage mit je 4 h Spitzenbedarf von 50.000 m ³ /h	
	Verflüssiger:	Wärmetauscher mit flüssigem Stickstoff
	Auslegung: 2.000 m ³ /h	20.000 m ³ /h
40	Laufzeit p.a.:	10 h/d beliebig oft
	2.000 h Vollast	
	3.000 h Teillast	
	Vorratsbehälter	200.000 m ³ Erdgas = 140 t
	4.000.000 m ³ Erdgas = 2.800 t	
	Flachbodentank	vakuumisolierte(r) Tank(s)
45	Einsatz:	4 h/d beliebig oft
	max. 160 h je Winter	

- [0029]** Die konventionelle Verflüssigung für 2000 m³/h ist technisch wesentlich aufwendiger und damit teurer als
50 eine erfindungsgemäße Verflüssigung für 20.000 m³/h mit flüssigem Stickstoff. Denn ein Flachbodentank für 4 Mio. m³ ist aufwendiger als ein oder mehrere vakuumisolierte Tanks mit insgesamt 140 t Fassungsvermögen. Der Energieaufwand der konventionellen Anlage nach dem Stand der Technik sind aufgrund der hohen Lagerverluste der 1/2-jährigen Lagerzeit und der schlechten Wirkungsgrade von Kältekreisläufen bei Temperaturen um -160°C ebenfalls sehr hoch. Die Kondensation verbraucht ca. 200 Wh/kg an flüssigem Stickstoff. Unter Berücksichtigung der Wirkungsgrade einer
55 konventionellen Kühlung entspricht das 1 bis 1,5 kWh/kg elektrische Motorleistung. Bei 1000 m³/h und 5000 h/a (ohne Rückkühlung im Winter) sind das ca. 4.000 MWh. Hierzu kommt die Energie zur Rückkühlung aufgrund Wärmeeinfall in den Tank im Winter bzw. bei nicht gebrauchten Restmengen ganzjährig. Die Verflüssigung von 200.000 m³ Erdgas pro Tag erfordert demgegenüber nur ca. 200.000 m³ Stickstoff.

[0030] Ein weiterer Vorteil liegt in der Tatsache begründet, daß in milden Heizperioden auf eine Verflüssigung ganz verzichtet werden kann, wodurch keine Kosten anfallen. Die erfindungsgemäße Anlage lagert dann kein Erdgas und stellt somit auch kein Sicherheitsrisiko dar. In strengen Wintern hingegen kann die erfindungsgemäße Anlage nahezu täglich genutzt werden. Die Kosten sind dann zwar höher, aber die Versorgungssicherheit bleibt auch dann gewährleistet.

[0031] Die erfindungsgemäße Vorrichtung sowie das Verfahren werden nun anhand von einer Abbildung (Fig. 1) näher erläutert.

Die Fig. 1 zeigt beispielhaft die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Entnahme und Verflüssigung von Erdgas sowie Einspeisung in die Erdgasleitung.

[0032] Das aus der Erdgasleitung 1 entnommene Erdgas wird über Leitungen 2 und 3 oder 4 jeweils einem Teil 5a oder 5b einer Gasreinigungsanlage, z.B. Wechseladsorptionsanlage, zugeführt, wobei die Teile 5a oder 5b wechselseitig betrieben werden. Über Leitungen 6 oder 7 und 8 wird das gereinigte Erdgas einem oder gegebenenfalls zweistufig ausgeführten Wärmetauscher/Kondensator 9 zugeführt, worin es kondensiert wird. Dem Wärmetauscher/Kondensator 9 wird über eine Leitung 10 flüssiger Stickstoff aus einem Tank 11 zugeführt und durch eine Leitung 12 gasförmig wieder weggeführt. Das im gegebenenfalls zweistufig ausgeführten Wärmetauscher/Kondensator 9 verflüssigte Erdgas wird über eine Leitung 13 einem Tank für flüssiges Erdgas 14 zugeführt. Dazu bedarf es keiner Druckerhöhung. Denn die Entnahme erfolgt nur bei hinreichender Leitungskapazität und damit bei einem kontinuierlich hohen Druck des Erdgases in der Erdgasleitung, so daß auch der Tank 14 auf ein relativ hohes Druckniveau gefüllt werden kann. Die Auslegung des Tanks 14 erfolgt je nach Anwendungsfall für einen Eintages- oder Mehrtagesbedarf. Die Füllung des Tanks 14 wird entsprechend einer Verbrauchsprognose, zum Beispiel in Abhängigkeit von Wetterdaten, wie Temperatur und Winddaten, geregelt. Im Bedarfsfall, daß bedeutet bei einem zu geringen Druck in Leitung 1, wird das flüssige Erdgas aus dem Tank 14 über eine Leitung 15 einem Verdampfer 16 zugeführt. Die Verdampfung erfolgt dabei durch Fremdeheizung oder Luftverdampfer. Das Erdgas wird anschließend über eine Leitung 17 einer Einspeisevorrichtung 18 zugeführt, und gegebenenfalls konditioniert, daß bedeutet beispielsweise eine Gasodorierung oder Neueinstellung der Gasqualität, um in der Leitung 1 die erforderliche Erdgaszusammensetzung bereitzustellen, bevor es über eine Leitung 19 wieder der Erdgasleitung 1 zugeführt wird. Über eine Leitung 20 kann Rückgas aus der Gasreinigungsanlage 5a, 5b in die Erdgasleitung 1 zurückgeführt werden. Falls für die Rücknahme dieses Reinigungsrückstandes keine Gasleitung niederen Drucks verfügbar ist, muß durch eine Druckerhöhungseinheit der Druckverlust in der Gasreinigungsanlage 5a, 5b kompensiert werden. Die Einspeisung in die Erdgasleitung 1 erfordert hier vorteilhaft keinen Kompressor oder Pumpe. Die Verflüssigung kann bei dem Leitungsdruck der Erdgasleitung 1 erfolgen. Dieser führt zu einem Druck im Tank 14, der unter dem Leitungsdruck bei der Einspeisung liegt, ohne daß es zur Überwindung dieser Druckverhältnisse eines Kompressors oder einer Pumpe bedarf. Hierfür ist der Tank 14 mit einer Leitung 21 von der Seite der flüssigen Phase des Tanks 14 in einen Wärmetauscher 22 und vom Wärmetauscher 22, worin Erdgas verdampft wird, über eine Leitung 23 zur Seite der Gasphase des Tanks 14 verbunden. Dies führt zu einem Druckaufbau im Tank 14. Leitung 21 wird vor der jeweils darauffolgenden Verflüssigung geschlossen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bereitstellung einer kontinuierlichen Erdgasversorgung in einem Rohrleitungsnetz,

bei dem Erdgas in Tageszeiten ohne sehr hohe Erdgasentnahme aus dem Rohrleitungsnetz entnommen wird und mit Hilfe eines niedrig siedenden flüssigen Gases, insbesondere Stickstoff, Sauerstoff oder Argon, verflüssigt wird, bei dem das so verflüssigte Erdgas einem Vorratsbehälter zugeführt wird, bei dem in Tageszeiten einer sehr hohen Erdgasentnahme aus dem Rohrleitungsnetz das verflüssigte Erdgas aus dem Vorratsbehälter entnommen, verdampft und dem Rohrleitungsnetz wieder zugeführt wird.

2. Verfahren zur Bereitstellung einer kontinuierlichen Erdgasversorgung in einem Rohrleitungsnetz,

bei dem Erdgas aus dem Rohrleitungsnetz in geeigneter Menge entnommen wird, falls die Wetterlage einen sehr hohen Erdgasbedarf für einen oder mehrere Tage erwarten läßt, der aus dem Rohrleitungsnetz ohne Einspeisung dieses zusätzlichen Erdgases aus dem Vorratsbehälter nicht zu decken wäre, bei dem das entnommene Erdgas mit Hilfe eines niedrig siedenden flüssigen Gases, insbesondere Stickstoff, Sauerstoff oder Argon, verflüssigt wird, bei dem das so verflüssigte Erdgas einem Vorratsbehälter zugeführt wird und an Tagen und/oder Tageszeiten einer sehr hohen Erdgasentnahme aus dem Rohrleitungsnetz das verflüssigte Erdgas aus dem Vorratsbehälter entnommen, verdampft und dem Rohrleitungsnetz wieder zugeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

bei dem Erdgas aus dem Rohrleitungsnetz entnommen wird, wenn der Druck in dem Rohrleitungsnetz mehr als 1 bar höher ist als der Druck, welcher bei der Einspeisung vorliegt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

bei dem das verflüssigte Erdgas aus dem Vorratsbehälter entnommen und dem Rohrleitungsnetz wieder zugeführt wird, wenn der Druck in dem Rohrleitungsnetz stärker als 1 bar abgesunken ist gegenüber dem Druck, welcher während der Verflüssigungszeit vorliegt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

bei dem Einspeisedruck des Erdgases in das Rohrleitungsnetz höher oder gleich dem Verflüssigungsdruck ist und bei dem eine Druckerhöhung am Vorratsbehälter durch einen Druckaufbauverdampfer oder mittels einer Pumpe, vorzugsweise aber Druckaufbauverdampfer, in der relativ kurzen Zeit zwischen Verflüssigung und Einspeisung erfolgt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

bei dem das Erdgas mit Hilfe von tiefkaltem, flüssigem Stickstoff verflüssigt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

bei dem das Erdgas an Tagen und/oder Tageszeiten aus dem Rohrleitungsnetz entnommen wird und verflüssigt wird, in denen Entnahmekapazität frei ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

bei dem das verflüssigte Erdgas an Tagen und/oder Tageszeiten aus dem Vorratsbehälter entnommen und dem Rohrleitungsnetz wieder zugeführt wird, in denen die Rohrleitung die geforderte Menge nicht liefern kann.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

bei dem das verflüssigte Erdgas nur für einen Zeitraum von ca. 24 Stunden in dem Vorratsbehälter bevorratet wird, bevor es dem Rohrleitungsnetz zugeführt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

bei dem das verflüssigte Erdgas nur für einen Zeitraum der jeweils gültigen Wetterprognose im Vorratsbehälter bevorratet wird, bevor es dem Rohrleitungsnetz zugeführt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,

bei dem zusätzlich verflüssigtes Erdgas im gleichen oder einem zweiten Vorratsbehälter bevorratet wird, wobei das zusätzliche Erdgas zu einem früheren Zeitpunkt verflüssigt wurde, jedoch noch nicht abgegeben wurde.

12. Vorrichtung zur Bereitstellung einer kontinuierlichen Erdgasversorgung in einem Rohrleitungsnetz, die eine Entnahmeleitung für eine Erdgasentnahme aus dem Rohrleitungsnetz, eine daran anschließende Vorrichtung zum Verflüssigen des entnommenen Erdgases mit einer Zuführleitung für ein niedrig siedendes flüssiges Gas, insbesondere Stickstoff, Sauerstoff oder Argon, und einen an die Vorrichtung zum Verflüssigen anschließenden Vorratsbehälter für verflüssigtes Erdgas aufweist, welcher Vorratsbehälter mit einer Zuführleitung für flüssiges Erdgas in eine Verdampfer- und Anwärmvorrichtung und in das Rohrleitungsnetz verbunden ist, wobei die Vorrichtung zum Verflüssigen einen Wärmetauscher aufweist, welchem eine kryogene, adsorptive oder permative Gasreinigung vorgeschaltet ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12,

EP 1 048 891 A2

bei der der Wärmetauscher mit tiefkaltem, flüssigem Stickstoff betrieben wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

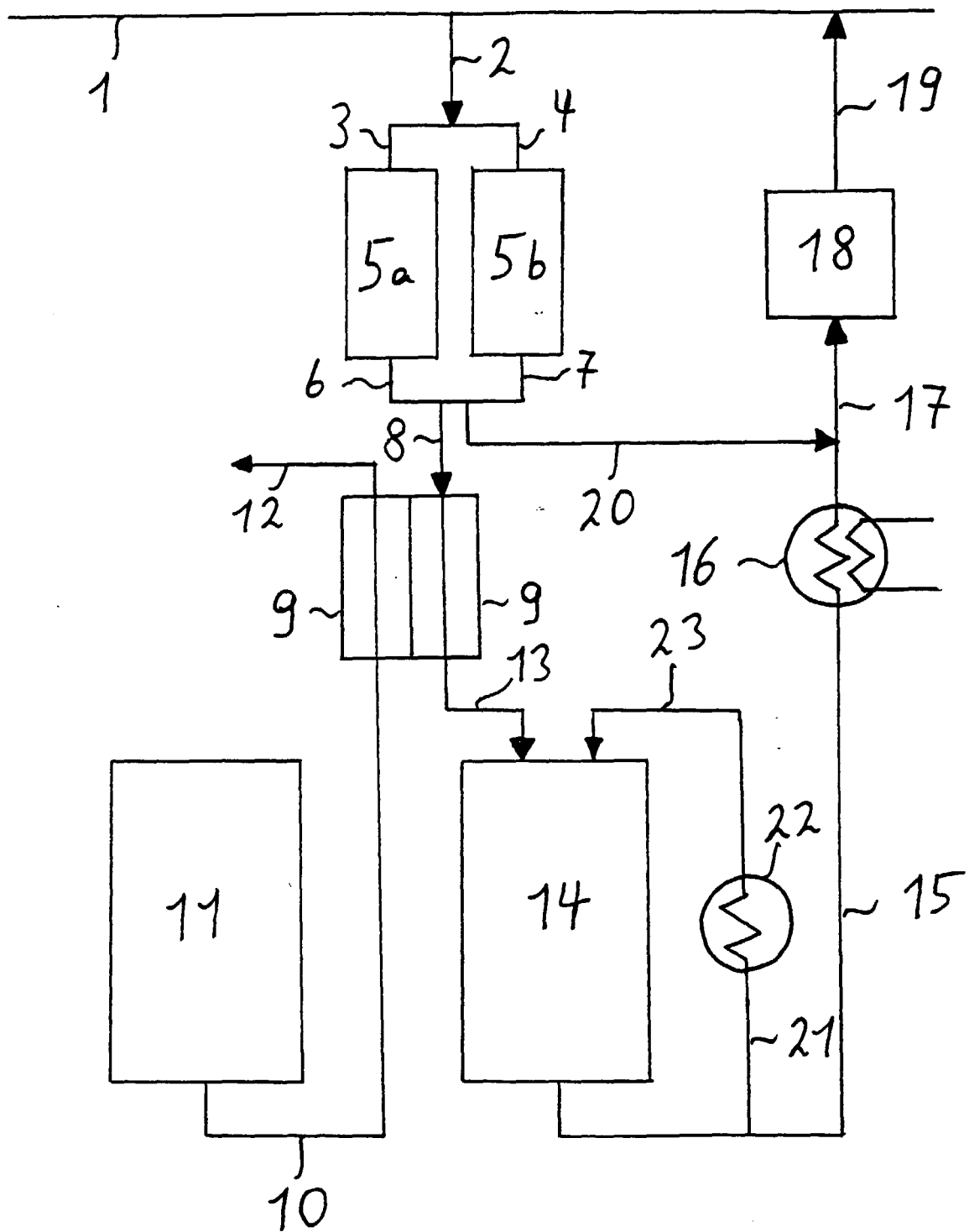


Fig.