

(19)



(11)

EP 2 669 613 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

04.12.2013 Patentblatt 2013/49

(51) Int Cl.:

F25J 1/02 (2006.01)

F25J 1/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12004192.6**

(22) Anmeldetag: **31.05.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

BA ME

(71) Anmelder: **Linde Aktiengesellschaft
80331 Munich (DE)**

(72) Erfinder: **Hecht, Thomas
82178 Puchheim (DE)**

(74) Vertreter: **Imhof, Dietmar
Linde AG
Legal Services Intellectual Property
Dr.-Carl-von-Linde-Straße 6-14
82049 Pullach (DE)**

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Stickstoffverflüssigung

(57) Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren und einer entsprechenden Vorrichtung zur Verflüssigung eines stickstoffreichen Einsatzstroms (GAN) durch Verdichten und Abkühlen werden zum Abkühlen des Einsatzstroms (GAN) wenigstens ein erster Wärmetauscher (HX1), in dem der Einsatzstrom (GAN) zumindest gegen einen methanreichen Strom (LNG) abgekühlt wird, und wenigstens ein zweiter Wärmetauscher (HX2), in dem der Einsatzstrom (GAN) gegen zumindest einen Teil einer verflüssigten Fraktion (L) des Einsatzstroms (GAN) abgekühlt wird, verwendet.

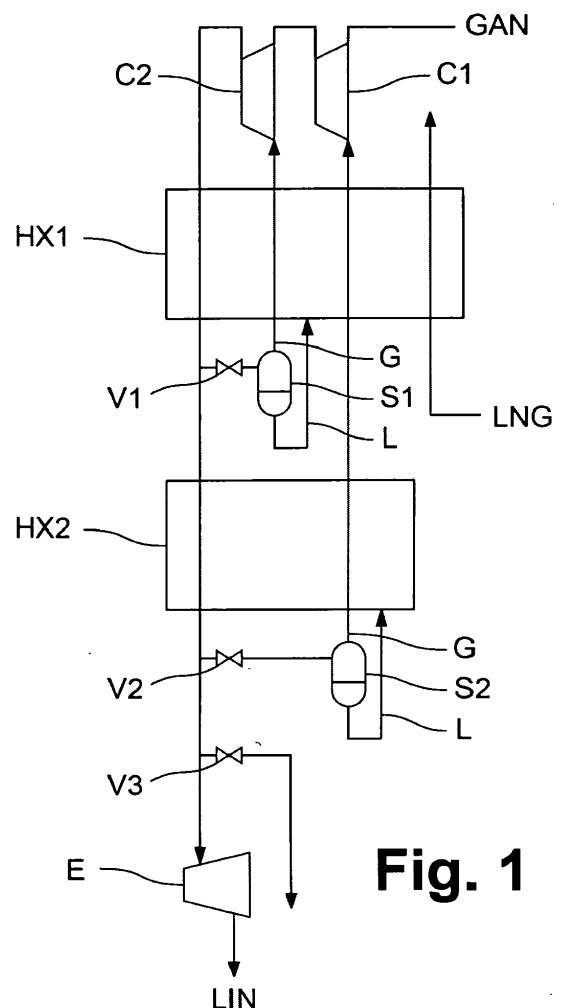


Fig. 1

EP 2 669 613 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verflüssigung eines stickstoffreichen Einsatzstroms durch Verdichten und Abkühlen.

Stand der Technik

[0002] In den vergangenen Jahrzehnten hat sich Erdgas weltweit als dritt wichtigster Primärenergieträger nach Erdöl und Kohle etabliert. 2004 betrug der Anteil von Erdgas am weltweiten Primärenergiebedarf rund 21%. Zahlreiche Studien prognostizieren Erdgas zukünftig ein deutliches Wachstum im Vergleich zu anderen Energieträgern.

[0003] Der Transport von Erdgas erfolgt zunehmend in flüssiger Form, weil es in diesem Aggregatzustand nur ein Sechshundertstel seines Ausgangsvolumens einnimmt. Die Erdgasverflüssigung erfolgt beispielsweise in Offshoreanlagen, der Transport in Tankschiffen. Flüssigerdgas (Liquefied Natural Gas, LNG) ist das leichteste der üblicherweise eingesetzten verflüssigten Gase, die ferner sogenannte Natural Gas Liquids (NGL, überwiegend Ethan mit Anteilen von Propan) und Liquefied Petroleum Gas (LPG, überwiegend Propan mit signifikanten Anteilen Butan) umfassen. LNG ist hinsichtlich seiner Komponenten nicht standardisiert, weist jedoch überwiegend Methan auf. Dieses definiert den Siedepunkt von LNG bei Atmosphärendruck von ca. -160 °C.

[0004] Zur Verflüssigung von Erdgas sind, hauptsächlich für die Verdichtung, beträchtliche Energiemengen erforderlich. Andererseits wird jedoch, beispielsweise in Kraftwerken, Erdgas im gasförmigen Aggregatzustand verfeuert. Daher muss LNG vor der Verwendung üblicherweise rückverdampft und auf Umgebungstemperatur erwärmt werden. Eine effiziente Nutzung der hierbei freiwerdenden Verdampfungskälte ist wünschenswert, um damit zumindest einen Teil der zuvor bei der Verflüssigung aufgewandten Energie zurückzugewinnen zu können.

[0005] Es ist bekannt, beispielsweise aus Luftzerlegungsanlagen stammenden Stickstoff durch Verdichten und Abkühlen gegen verdampfendes LNG zu verflüssigen.

[0006] Die größte Kältemenge zur Verflüssigung kann dem LNG dabei dann entnommen werden, wenn dieses auf Atmosphärendruck verdampft wird. Dies ist jedoch nicht immer sinnvoll, insbesondere dann nicht, wenn das gasförmige Erdgas in ein Leitungsnetz eingespeist werden soll. In diesem Fall ist stets ein gewisser Leitungsdruck (Transportdruck) erforderlich. Dieser Transportdruck liegt über dem Atmosphärendruck, überschreitet jedoch in der Regel 7 bar nicht. In anderen Einsatzbereichen werden Enddrücke von z.B. 50 bar benötigt. In diesen Fällen ist es sinnvoll, das LNG mittels einer Kombination von Erwärmung und Expansion nicht auf Atmosphärendruck, sondern nur den jeweils erforderlichen Enddruck zu bringen, um nachfolgend eine erneute Ver-

dichtung zu vermeiden. Bei Enddrücken von LNG oberhalb ca. 50 bar ist es energetisch sinnvoll, den zu verflüssigenden Stickstoff überkritisch abzukühlen, d.h. auf Temperatur- bzw. Druckwerte zu bringen, die oberhalb des kritischen Punkts liegen.

[0007] In derartigen Fällen ist die Eintrittstemperatur des LNG in einer entsprechenden Anlage erhöht. Daher reicht häufig die durch das LNG bereitstellbare Kühlleistung nicht aus, um den Stickstoff auf die gewünschten Temperaturen zu kühlen.

[0008] Die Erfindung stellt sich daher die Aufgabe, verbesserte Möglichkeiten zur Verflüssigung stickstoffreicher Einsatzströme zu schaffen.

15 Offenbarung der Erfindung

[0009] Erfindungsgemäß werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verflüssigung eines stickstoffreichen Einsatzstroms durch Verdichten und Kühlen mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche vorgeschlagen. Bevorzugte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der nachfolgenden Beschreibung.

25 Vorteile der Erfindung

[0010] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Verflüssigung eines stickstoffreichen Einsatzstroms durch Verdichten und Abkühlen umfasst, zum Abkühlen des stickstoffreichen Einsatzstroms wenigstens einen ersten Wärmetauscher, in dem der Einsatzstrom zumindest gegen einen methanreichen Strom abgekühlt wird, und wenigstens einen zweiten Wärmetauscher, in dem der Einsatzstrom gegen zumindest einen Teil einer verflüssigten Fraktion des stickstoffreichen Einsatzstroms abgekühlt wird, zu verwenden. Erfindungsgemäß wird also vorgeschlagen, den zumindest einen zweiten Wärmetauscher auch mit einer bereits verflüssigten Fraktion des Einsatzstroms zu betreiben.

[0011] Im Gegensatz zu herkömmlichen Verfahren wird also der Einsatzstrom unterhalb der Temperatur des methanreichen Stroms, z.B. von LNG, noch einmal mit einer verflüssigten Fraktion L gekühlt, bevor er weiteren Vorrichtungen, beispielsweise in einem Flüssigkeitsexpander (Dense Liquid Expander, DLE) wie unten erläutert, zugeführt wird. Wie eingangs erwähnt, ist bei Verwendung hoher LNG-Drücke auch die Eintrittstemperatur des LNG hoch, so dass durch eine reine Gasphase der stickstoffreiche Strom gegebenenfalls nicht weit genug unterkühlt werden kann. Die Erfindung eignet sich daher in besonderer Weise für Verfahren, in denen Flüssigkeitsexpander zur Bereitstellung weiterer Kälteleistung eingesetzt werden.

[0012] Ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung von einer "Verflüssigung" die Rede, sei darunter nicht nur eine vollständige Verflüssigung verstanden. Die Erfindung deckt auch eine Teilverflüssigung entsprechender stickstoffreicher Einsatzströme ab.

[0013] Ein "stickstoffreicher Einsatzstrom" ist ein Gas oder Gasgemisch, das im Wesentlichen aus Stickstoff besteht oder einen beträchtlichen Anteil Stickstoff aufweist. Entsprechende stickstoffreiche Einsatzströme können beispielsweise aus einer Tieftemperaturzerlegung von Luft stammen und weisen in diesem Fall noch Anteile von Edelgasen, insbesondere Helium und Neon, sowie Sauerstoff auf. Weitere Gase können einem stickstoffreichen Einsatzstrom ebenso enthalten sein. Vorteilhafterweise ist ein stickstoffreicher Einsatzstrom jedoch weitgehend frei von Kohlendioxid und/oder Wasser, um ein Zusetzen von Wärmetauschern bei der Verflüssigung eines entsprechenden Einsatzstroms zu vermeiden.

[0014] Von dem Begriff "Wärmetauscher" seien im Rahmen der vorliegenden Erfindung auch explizit Wärmetauschstufen umfasst, die als Teil einer baulich zusammengefassten Wärmetauschereinheit vorgesehen sind. Diese können auch jeweils in Reihe und/oder parallel geschaltet werden.

[0015] Die erfindungsgemäß erzielbaren Vorteile umfassen auch einen sehr viel stabileren Betrieb einer entsprechenden Anlage, weil eine Einspeisung von flüssigem Stickstoff in einen Wärmetauscher dort herkömmlicherweise auftretende Temperaturschwankungen und damit thermische Spannungen weitgehend vermeidet. Gegenüber einem reinen Gasbetrieb kann daher ein sehr viel zuverlässiger Betrieb einer entsprechenden Anlage bewirkt werden. Die Lebensdauer wird aufgrund der geringeren thermischen Spannungen und der damit reduzierten mechanischen Belastungen signifikant verlängert.

[0016] Wie bereits erwähnt, wird der Einsatzstrom in dem zumindest einen zweiten Wärmetauscher vorteilhafterweise auch gegen zumindest einen Teil einer gasförmigen Fraktion des Einsatzstroms abgekühlt. Beispielsweise können die verflüssigte und die gasförmige Fraktion aus einer noch nicht verflüssigten Fraktion erzeugt werden, indem diese in einem Entspannungsventil entspannt wird. Hierdurch erfolgt eine teilweise Verflüssigung. Die Temperatur der erhaltenen gasförmigen Fraktion weist jedoch ebenfalls eine verringerte Temperatur auf und kann zur Abkühlung eingesetzt werden.

[0017] Wie ebenfalls erwähnt, kann in einem entsprechenden Verfahren als methanreicher Strom vorteilhafterweise in verflüssigter Form bereitgestelltes Erdgas verwendet werden. Das Verfahren kann daher insbesondere zur erläuterten Energierückgewinnung bei der Rückverdampfung von LNG eingesetzt werden. Die Erfindung kann jedoch mit jedem methanreichen Kälte-träger arbeiten. Beispielsweise kann verflüssigtes Pyrolyse- und/oder Biogas eingesetzt werden. Ein entsprechend einsetzbarer methanreicher Strom weist zumindest eine Menge an Methan auf, die den Siedepunkt definiert.

[0018] Das Verfahren eignet sich in besonderer Weise für Fälle, in denen der methanreiche Strom einen hohen Druck aufweist oder mit einem hohen Druck erzielt wird, weil durch die Verwendung von flüssigem Stickstoff eine

Kälteleistung bereitgestellt werden kann, die durch den methanreichen Strom alleine nicht erzielbar ist. So können beispielsweise methanreiche Ströme mit einem Druck von wenigstens 5, 10, 20, 30, 40 oder 50 bar zum Abkühlen des Einsatzstroms verwendet werden.

[0019] Somit eignet sich das Verfahren in besonderer Weise für den Betrieb mit einem Flüssigkeitsexpander. Über diesen kann die jeweils erforderliche Spitzenkälte erzeugt und damit Verdichterleistung eingespart werden. Mit anderen Worten müssen die Verdichter bzw. Verdichterstufen in einer entsprechenden Anlage mit geringerer Leistung betrieben werden, wenn ein entsprechender Flüssigkeitsexpander vorgesehen ist. Vorteilhafterweise erfolgt die Verdichtung mittels eines Verdichters und/oder entsprechender Stufen eines Stufenverdichters, wobei jeweils eine Zwischenkühlung mittels der genannten Wärmetauscher erfolgt. Dies ermöglicht eine besonders energieeffiziente und vollständige Abkühlung bei maximaler Ausnutzung der durch den jeweiligen Kälte-träger bereitgestellten Kälte.

[0020] Insbesondere erweist sich als vorteilhaft, den wenigstens einen Verdichter und/oder den Stufenverdichter sowie den wenigstens einen ersten und den wenigstens einen zweiten Wärmetauscher in Form wenigstens eines Kühlkreislaufs zu betreiben, aus welchem jeweils ein verflüssigter Anteil des Einsatzstroms entnommen werden kann. Entsprechende Kühlkreisläufe sind grundsätzlich bekannt und beispielsweise in der US 5,137,558 A dargestellt. Ein stickstoffreicher Einsatzstrom durchläuft in derartigen Kühlkreisläufen mehrmals entsprechende Kompressoren und Wärmetauscher und wird hierbei sukzessive abgekühlt. Eine verflüssigte Fraktion kann kontinuierlich entnommen werden, die Menge an entnommenem, verflüssigtem Einsatzstrom wird durch eine entsprechende Einspeisung ausgeglichen. Dies ermöglicht eine konstante Bereitstellung entsprechender Produkte.

[0021] Wie eingangs erläutert, ist es aus energetischen Gründen insbesondere sinnvoll, den stickstoffreichen Einsatzstrom jeweils auf einen Druck und eine Temperatur oberhalb des kritischen Punkts von Stickstoff zu verdichten und abzukühlen. Der Druck des stickstoffreichen Einsatzstromes wird dabei dem Druck des methanreichen Stroms, z.B. von LNG, angepasst. Hierdurch können die maximal auftretenden Temperaturdifferenzen im Wärmeaustauscher minimiert werden. Je geringer die maximale Temperaturdifferenz, desto geringer sind der Energieverbrauch und die thermischen Spannungen. Eine entsprechende Anlage ist damit energieeffizienter und langlebiger.

[0022] Die Menge der dem zumindest einen zweiten Wärmetauscher als Kälte-träger zugeführten verflüssigten Fraktion des Einsatzstroms wird vorteilhafterweise mittels wenigstens eines Ventils stromab des zumindest einen zweiten Wärmetauschers, der den Kälte-träger zuvor abgekühlt hat, eingestellt. Hierdurch wird ermöglicht, eine definierte Menge in den jeweiligen Wärmetauscher zurückzuführen und damit dessen Kälteleistung

gezielt anzupassen. Temperaturschwankungen können hierdurch vermieden werden. Über ein entsprechendes Ventil kann auch ein entsprechender Teil des Einsatzstroms entspannt werden, so dass sich ein definierter Teil verflüssigt.

[0023] Zur Bereitstellung verflüssigter und gasförmiger Fraktionen des Einsatzstroms kann vorteilhafterweise auch wenigstens ein Abscheider verwendet werden. Hierdurch kann sichergestellt werden, dass dem Wärmetauscher beispielsweise die verflüssigte Fraktion des Einsatzstroms ohne nennenswerte Anteile gasförmiger Komponenten zugeführt wird, so dass stets eine definierte Kälteleistung in den Wärmetauscher eingebracht wird. Ein entsprechender Abscheider kann als Pufferbehälter betrieben werden, so dass stets eine ausreichende Menge der verflüssigten Fraktion vorliegt. Ein derartiger Abscheider kann auch einem erläuterten Entspannungsventil nachgeschaltet sein.

[0024] In einem entsprechenden Verfahren erweist es sich als besonders vorteilhaft, wenn auch dem wenigstens einen ersten Wärmetauscher zumindest ein Teil einer verflüssigten Fraktion des stickstoffreichen Einsatzstroms zugeführt wird. Wie bereits zuvor erläutert, ist durch die Verwendung der verflüssigten Fraktion ein sicherer Betrieb des zumindest einen zweiten Wärmetauschers unter weitgehender Vermeidung von Temperaturschwankungen möglich. Dies kann auch in dem wenigstens einen ersten Wärmetauscher bewirkt werden, auch wenn damit nicht unmittelbar energetische Vorteile erzielt werden sollten. Als besonders vorteilhaft erweist sich in diesem Zusammenhang die Einstellung einer Menge der verflüssigten Fraktion auf Grundlage festgestellter und/oder prognostizierter Temperaturen. Dies kann beispielsweise unter Berücksichtigung von Außentemperaturen, Volumenströmen, Druckänderungen und dergleichen erfolgen. Hierzu kann eine Regelung vorgesehen sein. Insbesondere Temperaturschwankungen, die sich auf die Lebensdauer der verwendeten Wärmetauscher negativ auswirken können, lassen sich hierdurch sicher vermeiden. Hierbei kann auf aufwendige bauliche Maßnahmen und eine entsprechend Regelungstechnik verzichtet werden.

[0025] Eine Vorrichtung zur Verflüssigung eines stickstoffreichen Einsatzstroms ist zur Durchführung eines zuvor erläuterten Verfahrens ausgebildet. Sie weist zum Abkühlen des stickstoffreichen Einsatzstroms wenigstens einen ersten Wärmetauscher, in dem der Einsatzstrom zumindest gegen einen methanreichen Strom abkühlbar ist, und wenigstens einen zweiten Wärmetauscher, in dem der Einsatzstrom gegen zumindest einen Teil einer verflüssigten Fraktion des stickstoffreichen Einsatzstroms abkühlbar ist, auf. Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst vorteilhafterweise die zuvor bereits im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens erläuterten Elemente und profitiert daher auch von den bereits genannten Vorteilen.

[0026] Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigelegte Zeichnung erläutert, die eine

Ausführungsform der Erfindung zeigt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

5 **[0027]**

Figur 1 zeigt eine Vorrichtung gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung in schematischer Darstellung.

10

Ausführungsform der Erfindung

[0028] In Figur 1 ist eine Vorrichtung zur Verflüssigung eines stickstoffreichen Einsatzstroms gemäß einer Ausführungsform der Erfindung schematisch dargestellt.

15

[0029] Ein Einsatzstrom GAN, z.B. ein stickstoffreicher Strom aus einer Luftzerlegungsanlage, wird in der Anlage verdichtet und abgekühlt, so dass der Anlage letztlich ein verflüssigtes Produkt LIN entnommen werden kann. Hierzu sind ein erster Wärmetauscher HX1 und ein zweiter Wärmetauscher HX2 vorgesehen. Der erste Wärmetauscher HX1 wird im Gegenstrom von einem verflüssigten und/oder verdampfenden Kälte-träger LNG, z.B. Flüssigerdgas, durchströmt, das einen zuvor erläuterten Druck aufweisen kann. Die beiden Wärmetauscher HX1 und HX2 können jeweils aus einem oder mehreren Apparaten (parallel und/oder in Serie) bestehen. Ein einzelner Wärmetauscher mit entsprechenden Stufen HX1 bzw. HX2 kann ebenfalls verwendet werden.

20

25

30

[0030] Der Einsatzstrom GAN wird zunächst in einem ersten Verdichter C1 und anschließend in einem zweiten Verdichter C2 verdichtet. Die Verdichter C1 und C2 können auch als Verdichterstufen eines Stufenverdichters ausgebildet sein. Der in dem Verdichter oder der Verdichterstufe C2 komprimierte Einsatzstrom GAN durchläuft zunächst den ersten Wärmetauscher HX1. Ein Teil des dort abgekühlten Einsatzstroms GAN kann mittels eines ersten Ventils V1 abgezweigt und einem ersten Abscheider S1 zugeführt werden.

35

40

[0031] Da die in der Figur 1 dargestellte Vorrichtung in Form eines Kreislaufs betrieben wird, liegt bereits ein Teil des Einsatzstroms GAN in verflüssigter oder teilweise verflüssigter Form vor. Gegebenenfalls erfolgt auch eine Entspannung über das Ventil V1. Daher scheidet sich eine verflüssigte Fraktion L am Boden des Abscheiders S1 ab. Vom Kopf des Abscheiders kann eine gasförmige Fraktion G entnommen werden. Sowohl die verflüssigte Fraktion L als auch die gasförmige Fraktion G können dem Abscheider S1 entnommen und dem ersten Wärmetauscher HX1 im Gegenstrom zugeführt werden. Die verflüssigte Fraktion kann beispielsweise nach dem Verdampfen in dem Wärmetauscher HX1 mit der gasförmigen Fraktion G vereinigt werden. Die vereinigten Fraktionen können anschließend in den zweiten Verdichter C2 - bzw. eine zweite Verdichterstufe C2 eines entsprechenden Stufenverdichters - eingespeist werden. Durch die Einspeisung der entsprechenden Fraktion(en) G, L in den ersten Wärmetauscher HX1 können,

45

50

55

wie erläutert, dort Temperaturschwankungen ausgeglichen werden.

[0032] Ein nicht über das erste Ventil V1 abgezwiegt Anteil des in dem ersten Wärmetauscher HX1 abgekühlten Einsatzstroms GAN durchläuft den zweiten Wärmetauscher HX2. In entsprechender Weise kann nach dem zweiten Wärmetauscher HX2 über ein zweites Ventil V2 erneut ein Anteil des dort abgekühlten Einsatzstroms GAN abgezweigt und in einem zweiten Abscheider S2 in eine verflüssigte Fraktion L und eine gasförmige Fraktion G aufgetrennt werden. Beide Fraktionen durchlaufen den zweiten Wärmetauscher HX2 im Gegenstrom und werden in Verdichter bzw. Verdichterstufe C1 eingespeist. Zuvor können die Fraktionen - gegebenenfalls nach Verdampfen der verflüssigten Fraktion L und Vereinigung mit der gasförmigen Fraktion G - noch den ersten Wärmetauscher HX1 durchlaufen und dort ebenfalls zur Kühlung beitragen. Die Einspeisung insbesondere der verflüssigten Fraktion L in den zweiten Wärmetauscher HX2 ermöglicht eine Kühlung, die durch den methanreichen Strom LNG alleine, insbesondere bei hohem Druck, nicht erzielbar wäre.

[0033] Die Vorrichtung kann einen Flüssigkeitsexpander E aufweisen, der vorteilhafterweise dazu eingerichtet ist, eine dichte Flüssigkeit zu entspannen. Über diesen kann, wie erläutert, die jeweils erforderliche Spitzenkälte erzeugt und damit Verdichterleistung eingespart werden. Hierbei werden, wie aus Figur 1 ersichtlich, nur jeweils Teilströme abgezweigt, entspannt und verdampft. Der Hauptstrom bleibt hingegen auf hohem Druck. Wurde durch diese Abkühlung die Temperatur des Einsatzstroms weit genug abgesenkt, kann der Druck über die genannte Expansionsturbine abgebaut und eine niedrigere Austrittstemperatur erreicht werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verflüssigung eines stickstoffreichen Einsatzstroms (GAN) durch Verdichten und Abkühlen, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Abkühlen des Einsatzstroms (GAN) wenigstens ein erster Wärmetauscher (HX1), in dem der Einsatzstrom (GAN) zumindest gegen einen methanreichen Strom (LNG) abgekühlt wird, und wenigstens ein zweiter Wärmetauscher (HX2), in dem der Einsatzstrom (GAN) gegen zumindest einen Teil einer verflüssigten Fraktion (L) des Einsatzstroms (GAN) abgekühlt wird, verwendet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der Einsatzstrom (GAN) zunächst in dem wenigstens einen ersten Wärmetauscher (HX1) auf eine durch den methanreichen Strom (LNG) bereitstellbare Temperatur und danach in dem wenigstens einen zweiten Wärmetauscher (HX2) auf eine durch die verflüssigte Fraktion (L) bereitstellbare Temperatur abgekühlt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem der Einsatzstrom (GAN) in dem zumindest einen zweiten Wärmetauscher (HX2) auch gegen zumindest einen Teil einer gasförmigen Fraktion (G) des Einsatzstroms (GAN) abgekühlt wird.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem als methanreicher Strom (LNG) in verflüssigter Form bereitgestelltes Erdgas verwendet wird.
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem ein methanreicher Strom (LNG) mit einem Druck von wenigstens 5, 10, 20, 30, 40 oder 50 bar zum Abkühlen des Einsatzstroms (GAN) verwendet wird.
6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem zumindest ein Teil einer weiteren verflüssigten Fraktion (L) des Einsatzstroms (GAN) in einem Flüssigkeitsexpander (E) entspannt wird.
7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem der stickstoffreiche Einsatzstrom (GAN) mittels zumindest zweier Verdichter (C1, C2) und/oder zumindest zweier Stufen (C1, C2) eines Stufenverdichters unter Zwischenkühlung verdichtet wird, wobei zur Zwischenkühlung der wenigstens eine erste und der wenigstens eine zweite Wärmetauscher (HX1, HX2) verwendet werden.
8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem die zumindest zwei Verdichter (C1, C2) und/oder die zumindest zwei Stufen (C1, C2) des Stufenverdichters sowie der wenigstens eine erste und der wenigstens eine zweite Wärmetauscher (HX1, HX2) in Form wenigstens eines Kühlkreislaufs betrieben werden, aus dem zumindest zeitweise ein verflüssigter Anteil des Einsatzstroms (GAN) entnommen werden kann.
9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem der stickstoffreiche Einsatzstrom (GAN) jeweils auf einen Druck und eine Temperatur oberhalb des kritischen Punkts von Stickstoff verdichtet und abgekühlt wird.
10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem eine Menge der dem wenigstens einen zweiten Wärmetauscher (HX2) zugeführten verflüssigten Fraktion (L) mittels wenigstens eines Ventils (V2) eingestellt wird, das stromab des wenigstens einen zweiten Wärmetauschers (HX2) angeordnet ist.
11. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem zur Bereitstellung der dem wenigstens einen zweiten Wärmetauscher (HX2) zuzuführenden verflüssigten Fraktion (L) wenigstens ein Abscheider (S2) verwendet wird.

12. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem auch dem wenigstens einen ersten Wärmetauscher (HX1) zumindest ein Teil einer verflüssigten Fraktion (L) des stickstoffreichen Einsatzstroms (GAN) zugeführt wird. 5
13. Vorrichtung zur Verflüssigung eines stickstoffreichen Einsatzstroms (GAN) durch Verdichten und Abkühlen, die zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche eingerichtet ist, wobei zum Abkühlen des stickstoffreichen Einsatzstroms (GAN) wenigstens ein erster Wärmetauscher (HX1), in dem der Einsatzstrom (GAN) zumindest gegen einen methanreichen Strom (LNG) abkühlbar ist, und wenigstens ein zweiter Wärmetauscher (HX2), in dem der Einsatzstrom (GAN) gegen zumindest einen Teil einer verflüssigten Fraktion (L) des stickstoffreichen Einsatzstroms (GAN) abkühlbar ist, vorgesehen ist. 10
15
20
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, in der zumindest eine Fluidleitung vorgesehen ist, die dazu ausgebildet ist, mit dem Einsatzstrom (GAN) gespeist zu werden, und in der der wenigstens eine zweite Wärmetauscher (HX2) stromab des wenigstens einen ersten Wärmetauschers (HX1) angeordnet ist. 25
15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, in der zumindest einen Flüssigkeitsexpander (E) zum Entspannen zumindest eines Teils einer weiteren weiteren verflüssigten Fraktion (L) des Einsatzstroms (GAN) vorgesehen ist. 30
35
40
45
50
55

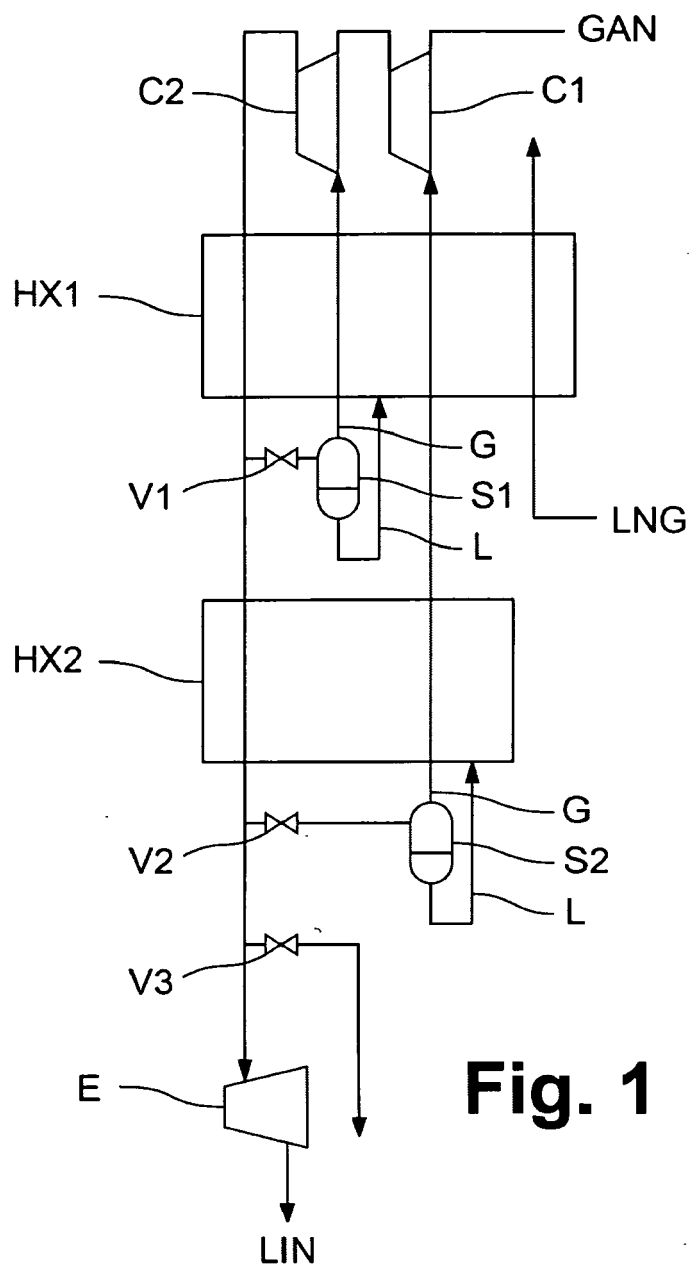


Fig. 1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 12 00 4192

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	CN 101 033 909 A (HANGZHOU HANGYANG CO LTD CHINA [CN] HANGZHOU HANGYANG CO LTD [CN]) 12. September 2007 (2007-09-12)	1-5,7-14	INV. F25J1/02 F25J1/00
Y	* Abbildung 1 *	6,15	

X	CN 101 033 910 B (HANGZHOU HANGYANG CO LTD CHINA [CN] HANGZHOU HANGYANG CO LTD) 27. Juli 2011 (2011-07-27)	1-5,9-14	
Y	* Abbildung 1 *	6-8,15	

X	JP 6 101962 A (NIPPON OXYGEN CO LTD) 12. April 1994 (1994-04-12)	1-5,9-14	
Y	* Zusammenfassung; Abbildungen 3,5 *	6-8,15	

Y,D	US 5 137 558 A (AGRAWAL RAKESH [US]) 11. August 1992 (1992-08-11)	6-8,15	
	* Abbildung 2 *		

Y	US 2008/216512 A1 (HERRON DONN MICHAEL [US] ET AL) 11. September 2008 (2008-09-11)	7,8	
	* Abbildung 4 *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. November 2012	Prüfer Göritz, Dirk
KATEGORIE DER GENANTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 12 00 4192

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-11-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
CN 101033909	A	12-09-2007	KEINE		
CN 101033910	B	27-07-2011	KEINE		
JP 6101962	A	12-04-1994	JP	3326536 B2	24-09-2002
			JP	6101962 A	12-04-1994
US 5137558	A	11-08-1992	FR	2675890 A1	30-10-1992
			JP	2675715 B2	12-11-1997
			JP	5149677 A	15-06-1993
			US	5137558 A	11-08-1992
US 2008216512	A1	11-09-2008	CN	101050913 A	10-10-2007
			TW	1301883 B	11-10-2008
			US	2008216512 A1	11-09-2008

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- US 5137558 A [0020]