

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
19. August 2010 (19.08.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/091804 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
F25J 1/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/000614

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. Februar 2010 (02.02.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2009 008 230.1
10. Februar 2009 (10.02.2009) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): LINDE AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];
Klosterhofstrasse 1, 80331 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BAUER, Heinz
[DE/DE]; Gartenstrasse 12, 82067 Ebenhausen (DE).
SAPPER, Rainer [DE/DE]; Zugspitzstrasse 9, 82335
Aufkirchen (DE). GARTHE, Daniel [DE/DE]; Ringstr.
10, 94330 Aiterhofen (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: LINDE AKTIENGESELL-
SCHAFT; Legal Services Intellectual Property, Dr.-Carl-
von-Linde-Str. 6-14, 82049 Pullach (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,
NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI,
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR LIQUEFYING A HYDROCARBON-RICH STREAM

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM VERFLÜSSIGEN EINES KOHLENWASSERSTOFF-REICHEN STROMES

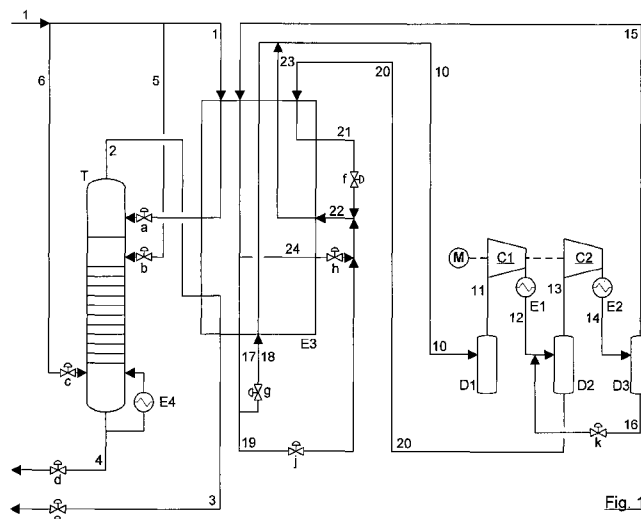


Fig. 1

(57) Abstract: A method for liquefying a hydrocarbon-rich fraction and simultaneously separating a C₂₊-rich fraction is described. In said method, the hydrocarbon-rich fraction is cooled and liquefied by indirectly exchanging heat with the coolant mixture of a coolant mixture cycle in which the coolant mixture is condensed in at least two stages, and the C₂₊-rich fraction is separated at an adjustable temperature level, wherein the coolant mixture is separated into a gaseous and a liquid fraction, and both fractions are supercooled, are expanded essentially to the initial pressure of the first condenser stage, and are at least partially evaporated. According to the invention, at least a partial stream (19, 24) of the liquefied, previously gaseous fraction of the coolant mixture (15) is at least temporarily expanded (j, h) and admixed to the expanded liquid fraction of the coolant mixture (21).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2010/091804 A2



Es wird ein Verfahren zum Verflüssigen einer Kohlenwasserstoff-reichen Fraktion unter gleichzeitiger Abtrennung einer C_{2+} -reichen Fraktion beschrieben, wobei die Abkühlung und Verflüssigung der Kohlenwasserstoff-reichen Fraktion im indirekten Wärmetausch gegen das Kältemittelgemisch eines Kältemittelgemischkreislaufes, in dem das Kältemittelgemisch wenigstens zweistufig verdichtet wird, und die Abtrennung der C_{2+} -reichen Fraktion auf einem einstellbaren Temperaturniveau erfolgt, wobei das Kältemittelgemisch in eine gasförmige und eine flüssige Fraktion aufgetrennt wird, beide Fraktionen unterkühlt, im Wesentlichen auf den Saugdruck der ersten Verdichterstufe entspannt und zumindest teilverdampft werden. Erfindungsgemäß wird zumindest zeitweilig wenigstens ein Teilstrom (19, 24) der verflüssigten, vormals gasförmigen Fraktion des Kältemittelgemisches (15) entspannt (j, h) und der entspannten Flüssigfraktion des Kältemittelgemisches (21) zugemischt.

Beschreibung

Verfahren zum Verflüssigen eines Kohlenwasserstoff-reichen Stromes

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verflüssigen einer Kohlenwasserstoff-reichen Fraktion unter gleichzeitiger Abtrennung einer C₂₊-reichen Fraktion, wobei die

- 5 Abkühlung und Verflüssigung der Kohlenwasserstoff-reichen Fraktion im indirekten Wärmetausch gegen das Kältemittelgemisch eines Kältemittelgemischkreislaufes, in dem das Kältemittelgemisch wenigstens zweistufig verdichtet wird, und die Abtrennung der C₂₊-reichen Fraktion auf einem einstellbaren Temperaturniveau erfolgt, wobei das Kältemittelgemisch in eine gasförmige und eine flüssige Fraktion aufgetrennt wird,
- 10 beide Fraktionen unterkühlt, im Wesentlichen auf den Saugdruck der ersten Verdichterstufe entspannt und zumindest teilverdampft werden.

Ein gattungsgemäßes Verfahren zum Verflüssigen einer Kohlenwasserstoff-reichen Fraktion ist beispielsweise aus der DE-A 19722490 bekannt. Derartige

- 15 Verflüssigungsverfahren kommen beispielsweise bei der Erdgasverflüssigung zur Anwendung. Bei gattungsgemäßen Verflüssigungsverfahren ist es im Regelfall erforderlich, bestimmte Komponenten abzutrennen, da diese bei den erforderlichen tiefen Temperaturen fest ausfallen und/oder die spezifizierte Produktqualität verletzen würden. Im einfachsten Falle genügt es, lediglich einen Abscheider vorzusehen, der
- 20 der Abtrennung der unerwünschten Komponenten aus der zu verflüssigenden Kohlenwasserstoff-reichen Fraktion dient. Die selektive Abtrennung leichterer Erdgasbestandteile, wie beispielsweise Ethan, stellt hingegen wesentlich höhere Anforderungen, sowohl an die Verfahrensführung als auch an die Regelbarkeit unter veränderlichen Randbedingungen.

25

Bei Erdgasverflüssigungsprozessen kleiner bis mittlerer Kapazität – darunter seien Produktionsraten von 30.000 bis 1 Mio. t/a LNG zu verstehen – kommen oftmals Gemischkreisläufe mit lediglich einem Kreislaufverdichter – diese werden auch als SMR(Single Mixed Refrigerant)-Prozesse bezeichnet – zur Anwendung. Diese haben

30 den Nachteil, dass die flüssige Kältemittelphase lediglich bei einem Druckniveau verdampft werden kann. Das gezielte Einstellen und Regeln eines gewünschten Temperaturprofils ist folglich schwierig, da die Zahl der Eingriffsmöglichkeiten bzw. Freiheitsgrade bei derartigen Prozessen beschränkt ist. Entsprechende

Temperaturprofile sind beispielsweise erforderlich, um die Teilkondensation der zu verflüssigenden Kohlenwasserstoff-reichen Fraktion exakt bis zu einer bestimmten Temperatur voranzutreiben, die für die angestrebte Abtrennung der unerwünschten Komponenten benötigt wird.

5

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein gattungsgemäßes Verfahren zum Verflüssigen einer Kohlenwasserstoff-reichen Fraktion unter gleichzeitiger Abtrennung einer C₂₊-reichen Fraktion anzugeben, das die vorbeschriebenen Nachteile vermeidet. Insbesondere soll ein gattungsgemäßes Verfahren zum Verflüssigen einer

- 10 Kohlenwasserstoff-reichen Fraktion angegeben werden, das zum einen robust ist und zum anderen eine effiziente und kontrollierbare Abtrennung von Ethan und höheren Kohlenwasserstoffen im Zuge eines Erdgasverflüssigungsprozesses ermöglicht. Daher ist der Verdampfungsverlauf eines Kältemittelgemischstroms so zu gestalten, dass dieser unmittelbar zur Regelung einer Abtrennung von Ethan und höheren
- 15 Kohlenwasserstoffen eingesetzt werden kann.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein gattungsgemäßes Verfahren zum Verflüssigen einer Kohlenwasserstoff-reichen Fraktion unter gleichzeitiger Abtrennung einer C₂₊-reichen Fraktion vorgeschlagen, das dadurch gekennzeichnet ist, dass zumindest

20 zeitweilig wenigstens ein Teilstrom der verflüssigten, vormals gasförmigen Fraktion des Kältemittelgemisches entspannt und der entspannten Flüssigfraktion des Kältemittelgemisches zugemischt wird.

- Mittels einer Variation der Mengenverhältnisse der flüssigen Fraktion und der
- 25 verflüssigten, vormals gasförmigen Fraktion kann das Temperaturprofil während der Verdampfung des aus den beiden vorgenannten Fraktionen gemischten Kältemittels derart beeinflusst werden, dass aufgabengemäß die Temperatur des gemischten Kältemittels im oberen Bereich des- bzw. derjenigen Wärmetauscher, die der Abkühlung und Teilkondensation der zu verflüssigenden Kohlenwasserstoff-reichen
- 30 Fraktion dienen, immer unter der Temperatur der zu verflüssigenden Fraktion liegt. Die erfindungsgemäße Verfahrensweise ermöglicht eine hinreichende Regelbarkeit der Temperatur der zu verflüssigenden Kohlenwasserstoff-reichen Fraktion beim Eintritt in die für die Abtrennung der C₂₊-reichen Fraktion vorzusehende Abtrennvorrichtung bzw. Trennkolonie, so dass die Einstellung einer gewünschten Konzentration der

C₂₊-Kohlenwasserstoffe im Verflüssigungsprodukt bzw. LNG (Liquefied Natural Gas) möglich ist.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens zum

- 5 Verflüssigen einer Kohlenwasserstoff-reichen Fraktion unter gleichzeitiger Abtrennung einer C₂₊-reichen Fraktion, die Gegenstände der abhängigen Patentansprüche darstellen, sind dadurch gekennzeichnet, dass

- 10 - der Teilstrom der verflüssigten, vormals gasförmigen Fraktion des Kältemittelgemisches am kalten Ende des Wärmetausches zwischen der zu verflüssigenden Kohlenwasserstoff-reichen Fraktion und dem Kältemittelgemisch und/oder bei einer geeigneten Zwischentemperatur abgezogen, entspannt und der entspannten Flüssigfraktion des Kältemittelgemisches zugemischt wird, wobei eine geeignete
15 Zwischentemperatur dann vorliegt, wenn das Kältemittelgemisch eine Unterkühlung von wenigstens 5 °C, vorzugsweise von wenigstens 10 °C gegenüber dem Siedezustand aufweist,
- 20 - der Wärmetausch zwischen der zu verflüssigenden Kohlenwasserstoff-reichen Fraktion und dem Kältemittelgemisch in einem Mehrstromwärmetauscher, der vorzugsweise als Plattenwärmetauscher oder gewickelter Wärmetauscher ausgebildet ist, erfolgt,
- 25 - sofern die Abtrennung der C₂₊-reichen Fraktion in wenigstens einer Trennkolonne erfolgt, zumindest zeitweilig ein Teilstrom der zu verflüssigenden Kohlenwasserstoff-reichen Fraktion dem Kopfbereich und/oder dem Sumpfbereich der Trennkolonne zugeführt wird, und
- 30 - sofern die Abtrennung der C₂₊-reichen Fraktion in wenigstens einer Trennkolonne erfolgt, mittels eines der Trennkolonne zugeordneten Aufkochers die Trennkolonnen-Sumpftemperatur eingestellt wird.

- Das erfindungsgemäße Verfahren zum Verflüssigen einer Kohlenwasserstoff-reichen Fraktion unter gleichzeitiger Abtrennung einer C₂₊-reichen Fraktion sowie weitere
35 vorteilhafte Ausgestaltungen desselben, die Gegenstände der abhängigen

Patentansprüche darstellen, seien im Folgenden anhand der in den **Figuren 1 und 2** dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Nachfolgend wird bei der Erläuterung des in der Figur 2 dargestellten

- 5 Ausführungsbeispieles nur auf die Unterschiede zu der in der Figur 1 dargestellten Verfahrensweise eingegangen.

Die in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Verflüssigen einer Kohlenwasserstoff-reichen
10 Fraktion weisen eine Trennkolonne T auf, die der Abtrennung einer C₂₊-reichen Fraktion aus der zu verflüssigenden Kohlenwasserstoff-reichen Fraktion dient. Die zu verflüssigende Fraktion, die nachfolgend als Erdgasstrom bezeichnet wird, wird über Leitung 1 einem Mehrstromwärmetauscher E3 zugeführt.

- 15 Dieser ist vorzugsweise als gelöteter Aluminium-Plattenwärmetauscher ausgebildet. In Abhängigkeit von der Anlagengröße werden vorzugsweise 1 bis 6 parallele Wärmetauschereinheiten vorgesehen. Alternativ kann der Mehrstromwärmetauscher E3 als gewickelter Wärmetauscher ausgebildet sein. Hierbei werden Aluminium-Plattenwärmetauscher vorzugsweise für eine Verflüssigungskapazität von 30,000 bis
20 500,000 jato LNG, gewickelte Wärmetauscher vorzugsweise für eine Verflüssigungskapazität von 100,000 bis 1,000,000 jato LNG verwendet.

- Der Erdgasstrom wird im Wärmetauscher E3 abgekühlt, partiell kondensiert und anschließend über Ventil a in den Kopfbereich der Trennkolonne T entspannt. Am Kopf
25 der Trennkolonne T wird über Leitung 2 eine Methan-reiche Gasfraktion abgezogen, im Wärmetauscher E3 verflüssigt sowie unterkühlt und anschließend über Leitung 3, in der ein Regelventil e vorgesehen ist, abgezogen und ihrer weiteren Verwendung bzw. Zwischenspeicherung zugeführt. Diese Fraktion stellt das Verflüssigungsprodukt (LNG) dar. Aus dem Sumpf der Trennkolonne T wird über Leitung 4, die ebenfalls ein
30 Regelventil d aufweist, eine C₂₊-reiche Flüssigfraktion abgezogen und ihrer weiteren Verwendung zugeführt.

- Mittels einer Zuführung eines Teilstromes des Erdgasstromes über Leitung 5 und Regelventil b kann die Kopftemperatur der Trennkolonne T und damit die
35 Zusammensetzung der über Leitung 2 abgezogenen Methan-reichen Gasfraktion

beeinflusst werden. Auch die Sumpftemperatur der Trennkolonne T sowie die Zusammensetzung der über Leitung 4 abgezogenen Flüssigfraktion können durch den Aufkocher E4 und/oder die Zugabe eines Teilstromes des Erdgasstromes über Leitung 6 und Entspannungsventil c beeinflusst werden.

5

Der Kältemittelgemischkreislauf besteht aus einer zweistufigen Verdichtereinheit, bestehend aus einer ersten und einer zweiten Verdichterstufe C1 bzw. C2. Den beiden Verdichterstufen ist jeweils ein Kühler E1 bzw. E2 nachgeschaltet. Des Weiteren sind ein Niederdruck-Abscheider D1, ein Mitteldruck-Abscheider D2 sowie ein Hochdruck-Abscheider D3 vorgesehen.

10

Aus dem Kopf des Niederdruck-Abscheiders D1, der der Sicherheit der ersten Verdichterstufe C1 dient, wird über Leitung 11 das in dem Kältekreislauf zirkulierende Kältemittelgemisch der ersten Verdichterstufe C1 zugeführt. In dieser wird das Kältemittelgemisch auf einen gewünschten Zwischendruck – dieser beträgt üblicherweise zwischen 7 und 35 bar, vorzugsweise zwischen 10 und 25 bar – verdichtet, anschließend im Kühler E1 abgekühlt, partiell kondensiert und über Leitung 12 dem Mitteldruck-Abscheider D2 zugeführt. Während aus diesem über Leitung 20 eine Flüssigfraktion, auf die im Folgenden noch eingegangen werden wird, abgezogen wird, wird die über Leitung 13 aus dem Kopf des Abscheiders D2 abgezogene Gasphase des Kältemittelgemisches der zweiten Verdichterstufe C2 zugeführt und in dieser auf den gewünschten Enddruck – dieser beträgt üblicherweise zwischen 30 und 80 bar, vorzugsweise zwischen 40 und 60 bar – verdichtet. Anschließend wird das Kältemittelgemisch im Kühler E2 abgekühlt, partiell kondensiert und über Leitung 14 dem Hochdruck-Abscheider D3 zugeführt. Die im Sumpf des Abscheiders D3 anfallende Flüssigfraktion wird über Leitung 16, in der ein Entspannungsventil k vorgesehen ist, vor den Mitteldruck-Abscheider D2 zurückgeführt.

15

20

25

30

35

Am Kopf des Abscheiders D3 wird über Leitung 15 der gasförmige Kältemittelanteil abgezogen, im Wärmetauscher E3 verflüssigt sowie unterkühlt und aus diesem über Leitung 17 abgezogen. Im Entspannungsventil g erfolgt eine Entspannung dieser Fraktion bzw. eines Teilstromes dieser Fraktion auf den niedrigsten Kreislaufdruck, bevor sie über Leitung 18 durch den Wärmetauscher E3 geführt und dabei vollständig verdampft wird. Über Leitung 10 wird die vollständig verdampfte Fraktion anschließend dem Abscheider D1 zugeführt.

Bei der in der Figur 1 dargestellten Verfahrensweise wird der flüssige Kältemittelanteil über Leitung 20 aus dem Sumpf des Abscheiders D2 abgezogen, dem Wärmetauscher E3 zugeführt und in diesem unterkühlt. Über Leitung 21 wird die unterkühlte

5 Flüssigfraktion aus dem Wärmetauscher E3 abgezogen, im Ventil f auf den niedrigsten Kreislaufdruck entspannt und anschließend über Leitung 22 erneut dem Wärmetauscher E3 zugeführt. Die in ihm verdampfte Fraktion wird über Leitung 23 der bereits erwähnten, verdampften Fraktion in der Leitung 10 beigemischt.

10 In den Ventilen f und g erfolgt üblicherweise eine Entspannung auf einen Druck, der bis auf unvermeidliche Druckabfälle dem Saugdruck der ersten Verdichterstufe C1 entspricht. Durch die geeignete Wahl der Zusammensetzung, Menge und/oder des Verdampfungsdruckes des Kältemittelgemisches können sowohl die Endtemperatur als auch der Mengstrom der zu verflüssigenden Kohlenwasserstoff-reichen Fraktion
15 bzw. des zu verflüssigenden Erdgasstromes eingestellt werden.

Im Unterschied zu der in der Figur 1 dargestellten Verfahrensweise wird bei dem in der Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel die dem Wärmetauscher E3 zuzuführende Flüssigfraktion des Kältemittelgemisches nicht bereits aus dem Abscheider D2,

20 sondern aus dem Abscheider D3 über Leitung 20' abgezogen. Die im Sumpf des Abscheiders D2 anfallende Flüssigfraktion wird daher über Leitung 16', in der eine Pumpe P angeordnet ist, dem Abscheider D3 zugeführt.

Die in der Figur 2 dargestellte Verfahrensführung ist im Vergleich zu der in der Figur 1
25 dargestellten Verfahrensführung etwas effizienter – sie ermöglicht eine Wirkungsgradverbesserung von 1 bis 5 % –, benötigt jedoch eine Pumpe, die erhöhte Investitionskosten und einen größeren Wartungsaufwand verursacht. Die Verfahrensführung gemäß Figur 1 wird daher vorzugsweise bei kleineren Anlagenkapazitäten (30,000 bis 500,000 jato LNG) zur Anwendung kommen, während
30 die in der Figur 2 dargestellte Verfahrensführung vorzugsweise bei größeren Anlagenkapazitäten (100,000 bis 1,000,000 jato LNG) realisiert werden wird.

Aufgrund der vorbeschriebenen Entspannung der flüssigen unterkühlten sowie der verflüssigten, vormals gasförmigen Fraktion des Kältemittelgemisches in den Ventilen f
35 und g auf einen im Wesentlichen identischen Verdampfungsdruck ist der

Temperaturverlauf des Kältemittelsstroms im Wärmetauscher E3 stromabwärts des Ventils f nicht frei wählbar. Die Zusammensetzungen der gasförmigen und flüssigen Kältemittelfractionen wiederum sind durch die Gleichgewichte in den Abscheidern D2 und D3 gekoppelt. Daher kann die Ventilstellung des Ventils f nicht in ausreichendem
5 Maße das Temperaturprofil im oberen bzw. wärmeren Teil des Wärmetauschers E3 beeinflussen.

Erfindungsgemäß wird deshalb zumindest zeitweilig wenigstens ein Teilstrom der verflüssigten, vormals gasförmigen Fraktion des Kältemittelgemisches 15 entspannt
10 und der entspannten Flüssigfraktion des Kältemittelgemisches in der Leitung 22 zugemischt. In den Figuren sind zwei mögliche Kältemittelgemisch-Teilströme 19 und 24 dargestellt, die nach einer Entspannung im Ventil h bzw. j dem entspannten Kältemittelgemisch in der Leitung 22 zugemischt werden können. In der Praxis wird in
15 den meisten Fällen entweder Ventil h oder j vorgesehen werden. Grundsätzlich gilt jedoch, dass die Kältemittelgemisch-Teilströme 19 und 24 separat oder gemeinsam der Regelung der Temperatur bzw. des Temperaturprofils herangezogen werden können.

Hierbei wird bzw. werden die Kältemittelgemisch-Teilströme 19 bzw. 24 am kalten
20 Ende des Wärmetausches E3 und/oder bei einer geeigneten Zwischentemperatur über Leitung 19 bzw. 24 abgezogen, im Ventil h bzw. j entspannt und der entspannten Flüssigfraktion des Kältemittelgemisches 22 zugemischt. Eine geeignete Zwischentemperatur liegt dann vor, wenn das Kältemittelgemisch 15 eine Unterkühlung von wenigstens 5 °C, vorzugsweise von wenigstens 10 °C gegenüber dem
25 Siedezustand aufweist.

Mittels der erfindungsgemäßen Verfahrensweise wird eine hinreichende Regelbarkeit der Temperatur der zu verflüssigenden Kohlenwasserstoff-reichen Fraktion bzw. des Erdgasstromes 1 beim Eintritt in die Trennkolonne T gegeben, wie sie für die
30 Einstellung einer gewünschten Konzentration der C₂₊-Kohlenwasserstoffe im Verflüssigungsprodukt bzw. LNG erforderlich ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verflüssigen einer Kohlenwasserstoff-reichen Fraktion unter gleichzeitiger Abtrennung einer C₂₊-reichen Fraktion, wobei die Abkühlung und Verflüssigung der Kohlenwasserstoff-reichen Fraktion im indirekten Wärmetausch gegen das Kältemittelgemisch eines Kältemittelgemischkreislaufes, in dem das Kältemittelgemisch wenigstens zweistufig verdichtet wird, und die Abtrennung der C₂₊-reichen Fraktion auf einem einstellbaren Temperaturniveau erfolgt, wobei das Kältemittelgemisch in eine gasförmige und eine flüssige Fraktion aufgetrennt wird, beide Fraktionen unterkühlt, im Wesentlichen auf den Saugdruck der ersten Verdichterstufe entspannt und zumindest teilverdampft werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zeitweilig wenigstens ein Teilstrom (19, 24) der verflüssigten, vormals gasförmigen Fraktion des Kältemittelgemisches (15) entspannt (j, h) und der entspannten Flüssigfraktion des Kältemittelgemisches (21) zugemischt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Teilstrom (19, 24) der verflüssigten, vormals gasförmigen Fraktion des Kältemittelgemisches (15) am kalten Ende des Wärmetausches (E3) zwischen der zu verflüssigenden Kohlenwasserstoff-reichen Fraktion (1, 2) und dem Kältemittelgemisch (15, 17, 18, 20, 20', 22) und/oder bei einer geeigneten Zwischentemperatur abgezogen, entspannt (j, h) und der entspannten Flüssigfraktion des Kältemittelgemisches (21) zugemischt wird, wobei eine geeignete Zwischentemperatur dann vorliegt, wenn das Kältemittelgemisch (15) eine Unterkühlung von wenigstens 5 °C, vorzugsweise von wenigstens 10 °C gegenüber dem Siedezustand aufweist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmetausch zwischen der zu verflüssigenden Kohlenwasserstoff-reichen Fraktion (1, 2) und dem Kältemittelgemisch (15, 17, 18, 20, 20', 22) in einem Mehrstromwärmetauscher (E3), der vorzugsweise als Plattenwärmetauscher oder gewickelter Wärmetauscher ausgebildet ist, erfolgt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3, wobei die
Abtrennung der C₂₊-reichen Fraktion in wenigstens einer Trennkolonne erfolgt,
dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zeitweilig ein Teilstrom (5) der zu
verflüssigenden Kohlenwasserstoff-reichen Fraktion dem Kopfbereich der
5 Trennkolonne (T) zugeführt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4, wobei die
Abtrennung der C₂₊-reichen Fraktion in wenigstens einer Trennkolonne erfolgt,
dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zeitweilig ein Teilstrom (6) der zu
10 verflüssigenden Kohlenwasserstoff-reichen Fraktion dem Sumpfbereich der
Trennkolonne (T) zugeführt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 5, wobei die
Abtrennung der C₂₊-reichen Fraktion in wenigstens einer Trennkolonne erfolgt,
15 dadurch gekennzeichnet, dass mittels eines der Trennkolonne (T) zugeordneten
Aufkochers (E4) die Trennkolonnen-Sumpftemperatur eingestellt wird.

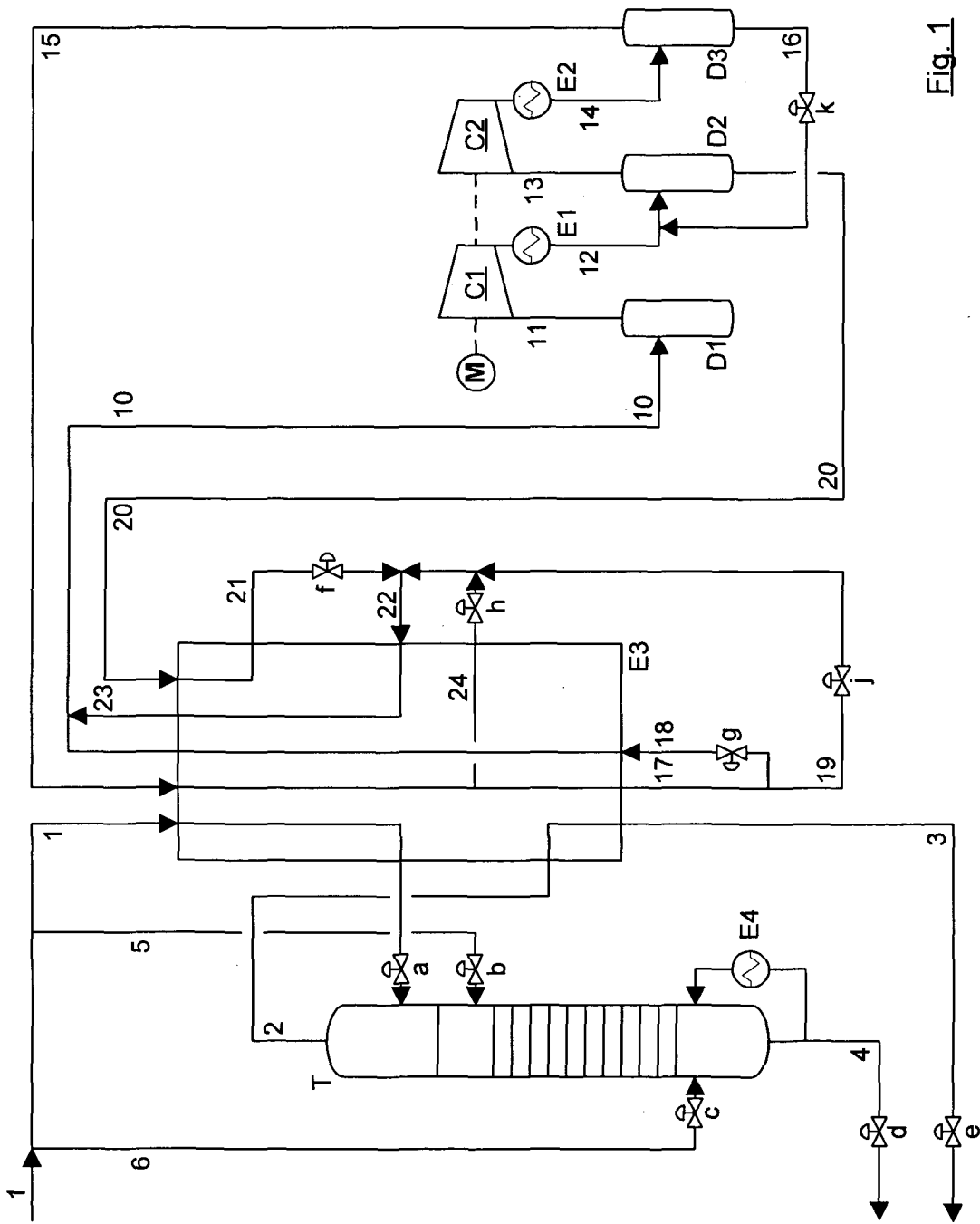


Fig. 1

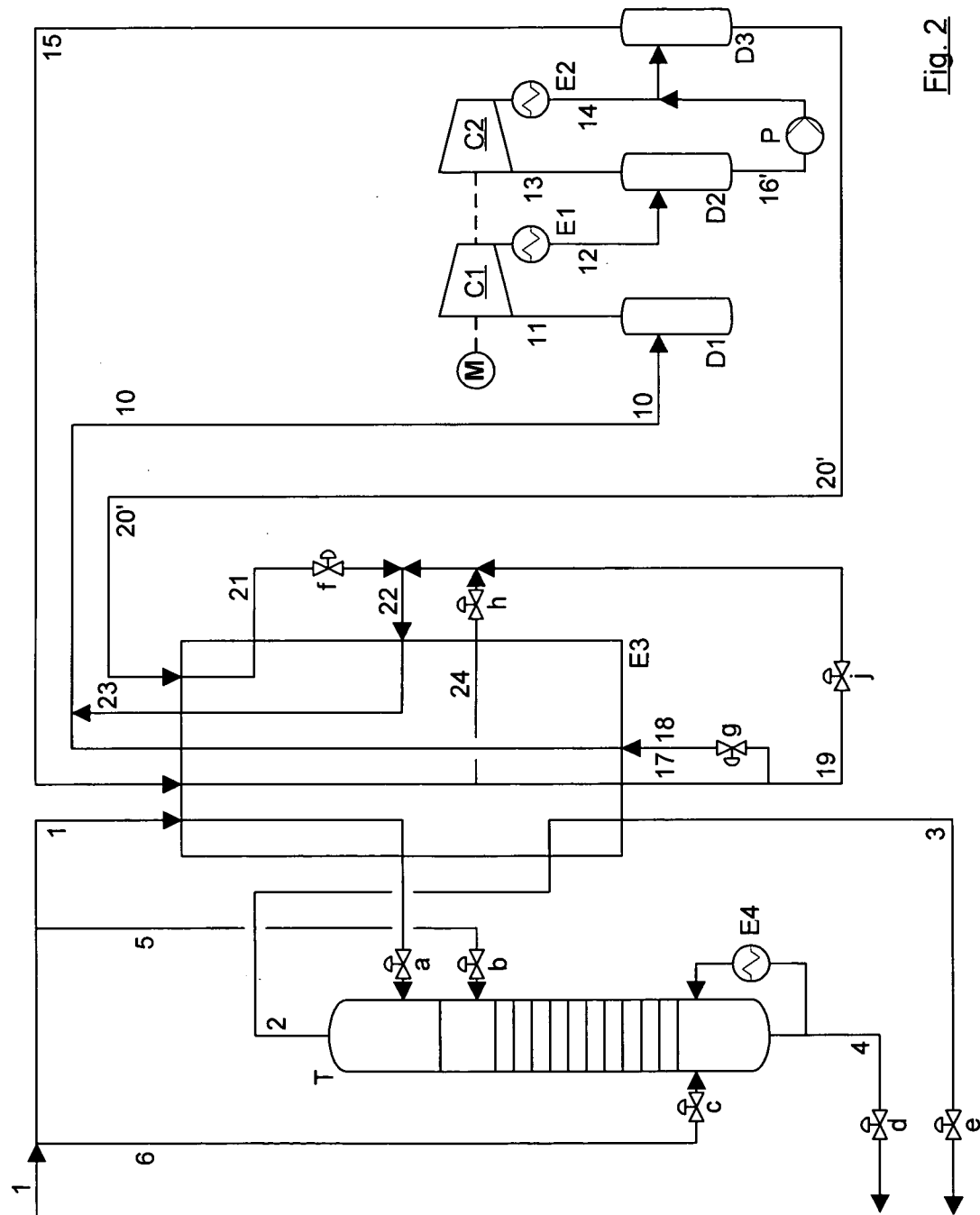


Fig. 2