

(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  
14. Mai 2010 (14.05.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2010/051971 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
F25J 3/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/007879

(22) Internationales Anmeldedatum:  
3. November 2009 (03.11.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2008 056 196.7  
6. November 2008 (06.11.2008) 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).  
GWINNER, Martin [DE/DE]; Bachstrasse 9a, 82398  
Polling (DE).

(74) Anwälte: LINDE AG et al.; Legal Services Intellectual  
Property, Dr.-Carl-von-Linde-Str. 6-14, 82049 Pullach  
(DE).

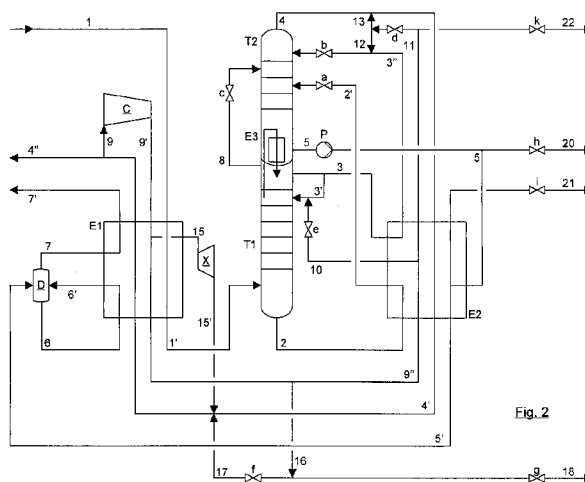
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, 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, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR REMOVING NITROGEN

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM ABTRENNEN VON STICKSTOFF



(57) Abstract: The invention relates to a method for removing a nitrogen-rich fraction from a feed fraction which substantially contains nitrogen and hydrocarbons. According to said method, the feed fraction is subjected to separation into a nitrogen-rich and a methane-rich fraction by rectification, the methane-rich fraction being evaporated and then superheated at as high a pressure as possible relative to the feed fraction to be cooled for refrigeration and the nitrogen-rich fraction being compressed at least temporarily and/or at least partially and being fed to the rectification reaction as a return flow. At least one partial flow (16) of the compressed (C) nitrogen-rich fraction (9') is at least temporarily expanded (f) once condensation (E1) is completed and is at least partially, preferably completely evaporated (E1) for refrigeration.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2010/051971 A2

**Veröffentlicht:**

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

---

Es wird ein Verfahren zum Abtrennen einer Stickstoff-reichen Fraktion aus einer im Wesentlichen Stickstoff und Kohlenwasserstoffe enthaltenden Einsatzfraktion beschrieben, wobei die Einsatzfraktion rektifikatorisch in eine Stickstoff-reiche und eine Methan-reiche Fraktion aufgetrennt wird, die Methan-reiche Fraktion zum Zwecke der Kälteerzeugung bei einem möglichst hohen Druck gegen die abzukühlende Einsatzfraktion verdampft und überhitzt wird und die Stickstoff-reiche Fraktion zumindest zeitweilig und/oder zumindest teilweise verdichtet und der Rektifikation als Rücklaufstrom zugeführt wird. Erfindungsgemäß wird zumindest zeitweilig zumindest ein Teilstrom (16) der verdichteten (C) Stickstoff-reichen Fraktion (9') nach erfolgter Kondensation (E1) entspannt (f) und zum Zwecke der Kälteerzeugung zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig verdampft (E1).

## Beschreibung

### Verfahren zum Abtrennen von Stickstoff

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abtrennen einer Stickstoff-reichen Fraktion aus einer im Wesentlichen Stickstoff und Kohlenwasserstoffe enthaltenden

5 Einsatzfraktion, wobei die Einsatzfraktion rektifikatorisch in eine Stickstoff-reiche und eine Methan-reiche Fraktion aufgetrennt wird, die Methan-reiche Fraktion zum Zwecke der Kälteerzeugung bei einem möglichst hohen Druck gegen die abzukühlende Einsatzfraktion verdampft und überhitzt wird und die Stickstoff-reiche Fraktion  
10 zumindest zeitweilig und/oder zumindest teilweise verdichtet und der Rektifikation als Rücklaufstrom zugeführt wird.

Ein gattungsgemäßes Verfahren zum Abtrennen einer Stickstoff-reichen Fraktion aus einer im Wesentlichen Stickstoff und Kohlenwasserstoffe enthaltenden Einsatzfraktion sei nachfolgend anhand des in der **Figur 1** dargestellten Prozesses erläutert.

15

Über Leitung 1 wird die im Wesentlichen Stickstoff und Kohlenwasserstoffe enthaltende Einsatzfraktion, die ggf. einer Vorbehandlung, wie Schwefelentfernung, Kohlendioxid-Entfernung, Trocknung, etc., unterworfen wurde, einem Wärmetauscher E1 zugeführt und in diesem gegen Verfahrensströme, auf die im Folgenden noch näher  
20 eingegangen werden wird, abgekühlt und partiell kondensiert. Über Leitung 1' wird die partiell kondensierte Einsatzfraktion einer Vortrennkolonne T1 zugeführt.

Diese Vortrennkolonne T1 bildet zusammen mit der Niederdruckkolonne T2 eine Doppelkolonne T1/T2. Die thermische Kopplung der Trennkolonnen T1 und T2 erfolgt  
25 über den Kondensator/Aufkocher E3.

Aus dem Sumpf der Vortrennkolonne T1 wird über Leitung 2 eine Kohlenwasserstoff-reiche Flüssigfraktion abgezogen, im Wärmetauscher E2 gegen Verfahrensströme, auf die im Folgenden noch näher eingegangen werden wird, unterkühlt und anschließend  
30 über Leitung 2' und Entspannungsventil a der Niederdruckkolonne T2 im unteren Bereich zugeführt.

Über Leitung 3 wird aus dem oberen Bereich der Vortrennkolonne T1 eine flüssige Stickstoff-reiche Fraktion abgezogen. Ein Teilstrom dieser Fraktion wird über Leitung 3' als Rücklauf auf die Vortrennkolonne T1 gegeben. Die über Leitung 3 abgezogene Stickstoff-reiche Fraktion wird im Wärmetauscher E2 unterkühlt und über die Leitung 3" und Entspannungsventil b der Niederdruckkolonne T2 oberhalb des Einspeisepunktes der vorbeschriebenen Methan-reichen Fraktion zugeführt.

Über Leitung 4 wird am Kopf der Niederdruckkolonne T2 eine Stickstoff-reiche Gasfraktion abgezogen. Deren Methan-Gehalt beträgt typischerweise weniger als 1 Vol-%. In den Wärmetauschern E2 und E1 wird die Stickstoff-reiche Fraktion anschließend angewärmt und überhitzt, bevor sie über Leitung 4" abgezogen und entweder in die Atmosphäre abgegeben oder ggf. einer anderen Verwendung zugeführt wird.

Über Leitung 5 wird aus dem Sumpf der Niederdruckkolonne T2 eine Methan-reiche Flüssigfraktion, die neben Methan die in der Einsatzfraktion enthaltenen höheren Kohlenwasserstoffe beinhaltet, abgezogen. Deren Stickstoff-Gehalt beträgt typischerweise weniger als 5 Vol-%. Die Methan-reiche Fraktion wird mittels der Pumpe P auf einen möglichst hohen Druck – dieser liegt üblicherweise zwischen 5 und 15 bar – gepumpt. Im Wärmetauscher E2 wird die Methan-reiche Flüssigfraktion angewärmt und ggf. teilverdampft. Über Leitung 5' wird sie anschließend dem Wärmetauscher E1 zugeführt und in diesem gegen die abzukühlende Einsatzfraktion vollständig verdampft und überhitzt, bevor sie über Leitung 5" aus dem Prozess abgezogen wird.

Gattungsgemäße Verfahren zum Abtrennen einer Stickstoff-reichen Fraktion aus einer im Wesentlichen Stickstoff und Kohlenwasserstoffe enthaltenden Einsatzfraktion werden in sog. NRUs (Nitrogen Rejection Unit) realisiert. Eine Stickstoff-Abtrennung aus Stickstoff/Kohlenwasserstoff-Gemischen wird immer dann durchgeführt, wenn ein erhöhter Stickstoff-Gehalt die bestimmungsgemäße Verwendung des Stickstoff/Kohlenwasserstoff-Gemisches verhindert. So überschreitet bspw. ein Stickstoff-Gehalt von mehr als 5 Mol-% typische Spezifikationen von Erdgaspipelines, in denen das Stickstoff/Kohlenwasserstoff-Gemisch transportiert wird. Auch Gasturbinen können nur bis zu einem bestimmten Stickstoff-Gehalt im Brenngas betrieben werden.

Derartige NRUs werden in der Regel ähnlich einem Luftzerleger mit einer Doppelkolonne, wie bspw. anhand der Figur 1 beschrieben, als zentraler Prozesseinheit gebaut.

5

Fällt nunmehr die Stickstoff-Konzentration der Einsatzfraktion unter einen Grenzwert – dieser beträgt je nach Aufgabenstellung zwischen 20 und 30 Vol-% - ist eine hinreichende Feinreinigung (< 1 Vol-% Methan) der über Leitung 4 aus der Niederdruckkolonne T2 abgezogenen Stickstoff-reichen Gasfraktion nicht mehr möglich, da der Rücklauferzeugung für die Kolonnen T1 und T2 thermodynamische Grenzen gesetzt sind. Insbesondere bei Prozessen mit zeitlich zunehmendem Stickstoff-Gehalt in der Einsatzfraktion – bspw. im Falle der Ölförderung mit Druckhaltung durch Stickstoff (EOR = Enhanced Oil Recovery), bei der das Erdölbegleitgas im Laufe von Jahren immer reicher an Stickstoff wird – wird deshalb ein Teil der über Leitung 4 " aus dem Prozess abzuziehenden Stickstoff-reichen (Produkt)Fraktion als Rücklaufmedium herangezogen.

10

15

Dazu wird zumindest zeitweilig ein Teilstrom der Stickstoff-reichen Fraktion, der über Leitung 9 einem ein- oder mehrstufigen Verdichter C zugeführt wird, zumindest auf den Druck der Vortrennkolonne T1, folglich auf einen Druck zwischen 20 und 50 bar verdichtet. Der verdichtete Teilstrom der Stickstoff-reichen Fraktion wird über die Leitungen 9' und 9" durch die Wärmetauscher E1 und E2 geführt und in diesen abgekühlt und partiell oder vollständig kondensiert.

20

25

Über Leitung 10 und Entspannungsventil e und/oder Leitungen 11/12 und Entspannungsventil d kann der verdichtete Teilstrom der Stickstoff-reichen Fraktion der Vortrennkolonne T1 und/oder der Niederdruckkolonne T2 als Rücklaufstrom zugeführt werden. Alternativ kann der verdichtete Teilstrom über Leitung 13 zumindest teilweise direkt der Stickstoff-reichen (Produkt)Fraktion zugegeben werden. Mittels dieser Verfahrensweise kann der Betriebsbereich der Doppelkolonne T1/T2 in Bezug auf den Stickstoff-Gehalt in der Einsatzfraktion wesentlich in Richtung eines niedrigen Stickstoff-Gehalts erweitert werden.

30

Der Verdichter C wird bisher ausschließlich dazu verwendet, die Reinheit der über Leitung 4 aus der Niederdruckkolonne T2 abgezogenen Stickstoff-reichen Gasfraktion

35

bei variablem Stickstoff-Gehalt in der Einsatzfraktion einzuhalten. Ein niedriger Stickstoff-Gehalt in der Einsatzfraktion erfordert eine höhere Verdichterleistung als ein mittlerer Stickstoff-Gehalt. Ab einem gewissen Stickstoff-Grenzwert in der Einsatzfraktion ist der Betrieb des Verdichters C jedoch nicht mehr erforderlich. Eine typische Aufgabenstellung besteht darin, eine Einsatzfraktion mit zeitlich wachsendem Stickstoff-Gehalt zu verarbeiten. Dies führt dazu, dass der Verdichter C zu Beginn seine volle Leistung erbringen muss. Mit wachsendem Stickstoff-Gehalt in der Einsatzfraktion kann die Verdichterleistung zunehmend zurückgenommen werden. Ab einer bestimmten Stickstoff-Konzentration in der Einsatzfraktion ist der Verdichter funktionslos.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein gattungsgemäßes Verfahren zum Abtrennen einer Stickstoff-reichen Fraktion aus einer im Wesentlichen Stickstoff und Kohlenwasserstoffe enthaltenden Einsatzfraktion anzugeben, das eine Auslastung des Verdichters, unabhängig von der Stickstoff-Konzentration in der Einsatzfraktion, ermöglicht, um die mit dem Verdichter verbundenen, erheblichen Investitionskosten zu amortisieren.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein gattungsgemäßes Verfahren zum Abtrennen einer Stickstoff-reichen Fraktion aus einer im Wesentlichen Stickstoff und Kohlenwasserstoffe enthaltenden Einsatzfraktion vorgeschlagen, das dadurch gekennzeichnet ist, dass zumindest zeitweilig zumindest ein Teilstrom der verdichteten Stickstoff-reichen Fraktion nach erfolgter Kondensation entspannt und zum Zwecke der Kälteerzeugung zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig verdampft wird.

Hierbei wird die Stickstoff-reiche Fraktion in vorteilhafter Weise auf einen Druck zwischen 20 und 80 bar verdichtet und nach erfolgter Kondensation auf einen Druck zwischen 1 und 20 bar entspannt.

Entsprechend einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zumindest zeitweilig zumindest ein Teilstrom der verdichteten Stickstoff-reichen Fraktion nach erfolgter Abkühlung kälteleistend entspannt und zum Zwecke der Kälteerzeugung zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig verdampft wird.

Erfindungsgemäß wird der vorbeschriebene Verdichter C nunmehr nicht mehr ausschließlich für den beschriebenen Verwendungszweck – Erzeugung eines bzw. mehrerer Rücklaufströme – herangezogen, sondern wird darüber hinaus zur Kälteerzeugung eingesetzt.

5

Die erfindungsgemäß erzeugte Kälteleistung wird in vorteilhafter Weise dazu verwendet, die rektifikatorisch gewonnenen Fraktionen als Flüssigprodukte abgeben zu können.

10 Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Abtrennen einer Stickstoff-reichen Fraktion aus einer im Wesentlichen Stickstoff und Kohlenwasserstoffe enthaltenden Einsatzfraktion, die Gegenstände der abhängigen Patentansprüche darstellen, sind dadurch gekennzeichnet, dass

- 15 - die noch nicht vollständig verdampfte Methan-reiche Fraktion einem Umlaufbehälter zugeführt, lediglich der in dem Umlaufbehälter anfallende Flüssiganteil der Methan-reichen Fraktion partiell verdampft und erneut dem Umlaufbehälter zugeführt und das vollständig verdampfte Kopfprodukt des Umlaufbehälters überhitzt wird,
- 20 - der Methan-Gehalt der rektifikatorisch gewonnenen Stickstoff-reichen Fraktion weniger als 1 Vol-% beträgt,
- der Stickstoff-Gehalt der rektifikatorisch gewonnenen Methan-reichen Fraktion
- 25 weniger als 5 Vol-% beträgt, und
- sofern die rektifikatorische Auftrennung der Einsatzfraktion in einer Doppelkolonne, bestehend aus einer Vortrennkolonne und einer Niederdruckkolonne, erfolgt, im oberen Bereich der Vortrennkolonne,
- 30 vorzugsweise oberhalb des obersten Bodens der Vortrennkolonne, eine Helium-reiche Fraktion abgezogen und in die Niederdruckkolonne, vorzugsweise in den Kopfbereich der Niederdruckkolonne, entspannt wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Abtrennen einer Stickstoff-reichen Fraktion aus

35 einer im Wesentlichen Stickstoff und Kohlenwasserstoffe enthaltenden Einsatzfraktion

sowie weitere vorteilhafte Ausgestaltungen desselben, die Gegenstände der abhängigen Patentansprüche darstellen, seien im Folgenden anhand des in der **Figur 2** dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

- 5 Bei der Beschreibung bzw. Erläuterung des in der Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiels wird auf diejenigen Verfahrensabschnitte, die bereits anhand der Figur 1 erläutert werden, nicht nochmals im Detail eingegangen.

10 Im Unterschied zu der in der Figur 1 dargestellten Verfahrensweise wird bei der in der Figur 2 dargestellten Verfahrensweise nunmehr zumindest zeitweilig über Leitung 16 ein Teilstrom der verdichteten Stickstoff-reichen Fraktion 9", die im Wärmetauscher E1 kondensiert wurde, abgezogen, im Ventil f entspannt und über Leitung 17 der Stickstoff-reichen Fraktion in Leitung 4' zugeführt. Gemeinsam mit dieser wird der entspannte Teilstrom im Wärmetauscher E1 zum Zwecke der Kälteerzeugung  
15 zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig verdampft. Nachdem die Stickstoff-reichen Fraktion im Verdichter C vorzugsweise auf einen Druck zwischen 20 und 80 bar verdichtet wird, erfolgt im Ventil f vorzugsweise eine Entspannung auf einen Druck zwischen 1 und 20 bar.

20 Über Leitung 15 kann darüber hinaus zumindest zeitweilig ein Teilstrom der verdichteten Stickstoff-reichen Fraktion nach erfolgter Abkühlung im Wärmetauscher E1 abgezogen und in der Entspannungsturbine X kälteleistend entspannt werden. Der entspannte Teilstrom wird anschließend über Leitung 15' ebenfalls der Stickstoff-reichen Fraktion in Leitung 4' zugeführt und im Wärmetauscher E1 zum Zwecke der  
25 Kälteerzeugung angewärmt. Mittels dieser Ausgestaltung wird die zusätzliche Kälteleistung erhöht.

Entsprechend einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann der über Leitung 15 aus dem Wärmetauscher E1 abgezogene  
30 Teilstrom der verdichteten Stickstoff-reichen Fraktion in der Entspannungsturbine X auf einen höheren Druck entspannt, und in einer separaten Passage des Wärmetauschers E1 angewärmt und anschließend einer Zwischenstufe des Verdichters C zugeführt werden. Dadurch wird die Effizienz der Kälteerzeugung weiter verbessert.

Mittels der erfindungsgemäßen Verfahrensweise wird erreicht, dass zumindest ein Teilstrom der über Leitung 5 aus dem Sumpf der Niederdruckkolonne T2 abgezogenen Methan-reichen Fraktion über Leitung 20 und Ventil h flüssig abgegeben werden kann. Alternativ oder ergänzend dazu kann über Leitung 18 und Ventil g ein Teilstrom der

5 Stickstoff-reichen Fraktion flüssig abgegeben werden

Alternativ oder ergänzend zu einem Abziehen einer Methan-reichen Flüssigfraktion über Leitung 20 kann die über Leitung 5 aus dem Sumpf der Niederdruckkolonne T2 abgezogene Methan-reiche Fraktion auch zunächst im Wärmetauscher E2 unterkühlt

10 und über Leitung 21 und Ventil i abgegeben werden.

Gleiches gilt für die über Leitung 18 abgegebene Stickstoff-reiche Flüssigfraktion, die ebenfalls zunächst im Wärmetauscher E2 unterkühlt und über Leitung 22 und Ventil k

15 abgegeben werden.

Der Verdichter C kann nunmehr unabhängig von der Stickstoff-Konzentration in der Einsatzfraktion zu jedem Zeitpunkt optimal ausgelastet werden. Insbesondere bei zeitlich wachsendem Stickstoff-Gehalt in der Einsatzfraktion wird die Investition in den Verdichter nicht auf die Dauer wertlos, sondern erfüllt die zusätzliche, wirtschaftlich

20 nutzvolle Aufgabe der integrierten LNG- und/oder LIN-Produktion.

Im Falle eines niedrigen Stickstoff-Gehalts in der Einsatzfraktion ist die mögliche LNG- und/oder LIN-Produktion kleiner als bei hohem Stickstoff-Gehalt. Die installierte Verdichterleistung wird daher nach einer optimierten Produktpalette über die

25 Lebensdauer der Anlage gewählt.

Im Unterschied zu der in der Figur 1 dargestellten Verfahrensweise wird bei der in der Figur 2 dargestellten Verfahrensweise die noch nicht vollständig verdampfte Methan-reiche Fraktion, die über Leitung 5' aus dem Wärmetauscher E2 abgezogen wird, nicht

30 unmittelbar dem Wärmetauscher E1 zugeführt, sondern einem Umlaufbehälter D. Lediglich der in dem Umlaufbehälter D anfallende Flüssiganteil der Methan-reichen Fraktion, der über Leitung 6 dem Wärmetauscher E1 zugeführt wird, wird im Wärmetauscher E1 partiell verdampft und anschließend über Leitung 6' erneut dem Umlaufbehälter D zugeführt. Das über Leitung 7 am Kopf des Umlaufbehälters D

35 abgezogene, vollständig verdampfte Methan-reiche Kopfprodukt wird anschließend im

Wärmetauscher E1 überhitzt, bevor es über Leitung 7' aus dem Prozess abgezogen wird.

Die Prozessführung der Methan-reichen Fraktion innerhalb des Wärmetauschers E1 wird dadurch örtlich definiert, dass der Weg in einen Verdampfungsabschnitt und einen Überhitzungsabschnitt aufgeteilt wird. Die Verdampfung der Methan-reichen Fraktion erfolgt nunmehr ausschließlich in dem Abschnitt des Wärmetauschers E1, der über Leitung 6 mit dem Sumpf des Umlaufbehälters D verbunden ist.

- Die beschriebene Prozessführung ermöglicht eine sichere und stabile Verdampfung der Methan-reichen (Produkt)Fraktion auch unter veränderlichen Betriebsbedingungen, wie bspw. Änderung der Rohgasmenge, der Rohgaszusammensetzung, des Rohgasdrucks sowie im Falle von Reglerschwankungen. Diese Umstände ergeben sich bspw. sehr ausgeprägt in der Ölförderung mit Druckhaltung durch Stickstoff (EOR = Enhanced Oil Recovery), bei der das Erdölbegleitgas im Laufe von Jahren immer reicher an Stickstoff wird.

- Entsprechend einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird im oberen Bereich der Vortrennkolonne T1, vorzugsweise oberhalb des obersten Bodens der Vortrennkolonne T1, eine Helium-reiche Fraktion abgezogen und mittels des Ventils c in die Niederdruckkolonne T2, vorzugsweise in den Kopfbereich der Niederdruckkolonne T2, entspannt wird. Diese Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens hat bei Helium-enthaltenden Einsatzfraktionen den Vorteil, dass das Inertgas Helium ausgeschleust werden kann und die Auswirkungen betrieblicher Schwankungen oder Änderungen des Helium-Anteils in der Einsatzfraktion durch die Rückwäsche in der Niederdruckkolonne T2 gedämpft werden und nicht unmittelbar zu Verunreinigungen der Stickstoff-reichen (Produkt)Fraktion mit einem erhöhten Methan-Gehalt führen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Abtrennen einer Stickstoff-reichen Fraktion aus einer im Wesentlichen Stickstoff und Kohlenwasserstoffe enthaltenden Einsatzfraktion, wobei die Einsatzfraktion rektifikatorisch in eine Stickstoff-reiche und eine Methan-reiche Fraktion aufgetrennt wird, die Methan-reiche Fraktion zum Zwecke der Kälteerzeugung bei einem möglichst hohen Druck gegen die abzukühlende Einsatzfraktion verdampft und überhitzt wird und die Stickstoff-reiche Fraktion zumindest zeitweilig und/oder zumindest teilweise verdichtet und der Rektifikation als Rücklaufstrom zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zeitweilig zumindest ein Teilstrom (16) der verdichteten (C) Stickstoff-reichen Fraktion (9') nach erfolgter Kondensation (E1) entspannt (f) und zum Zwecke der Kälteerzeugung zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig verdampft wird (E1).
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Stickstoff-reiche Fraktion (9) auf einen Druck zwischen 20 und 80 bar verdichtet (C) und nach erfolgter Kondensation (E1) auf einen Druck zwischen 1 und 5 bar entspannt wird (f).
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zeitweilig zumindest ein Teilstrom (15) der verdichteten (C) Stickstoff-reichen Fraktion (9') nach erfolgter Abkühlung (E1) kälteleistend entspannt (X), vorzugsweise auf einen Druck zwischen 10 und 20 bar entspannt (X), und zum Zwecke der Kälteerzeugung ggf. verdampft und angewärmt wird (E1).
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die noch nicht vollständig verdampfte Methan-reiche Fraktion (5') einem Umlaufbehälter (D) zugeführt, lediglich der in dem Umlaufbehälter (D) anfallende Flüssiganteil der Methan-reichen Fraktion (5') partiell verdampft (E1) und erneut dem Umlaufbehälter (D) zugeführt und das vollständig verdampfte Kopfprodukt (7) des Umlaufbehälters (D) überhitzt wird (E1).

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Methan-Gehalt der rektifikatorisch (T1/T2) gewonnenen Stickstoff-reichen Fraktion (4 – 4'') weniger als 1 Vol-% beträgt.
- 5 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Stickstoff-Gehalt der rektifikatorisch (T1/T2) gewonnenen Methan-reichen Fraktion (5) weniger als 5 Vol-% beträgt.
- 10 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 6, wobei die rektifikatorische Auftrennung der Einsatzfraktion in einer Doppelkolonne, bestehend aus einer Vortrennkolonne und einer Niederdruckkolonne, erfolgt, dadurch gekennzeichnet, dass im oberen Bereich der Vortrennkolonne (T1), vorzugsweise oberhalb des obersten Bodens der Vortrennkolonne (T1), eine Helium-reiche Fraktion (8) abgezogen und in die Niederdruckkolonne (T2),  
15 vorzugsweise in den Kopfbereich der Niederdruckkolonne (T2), entspannt wird (c).

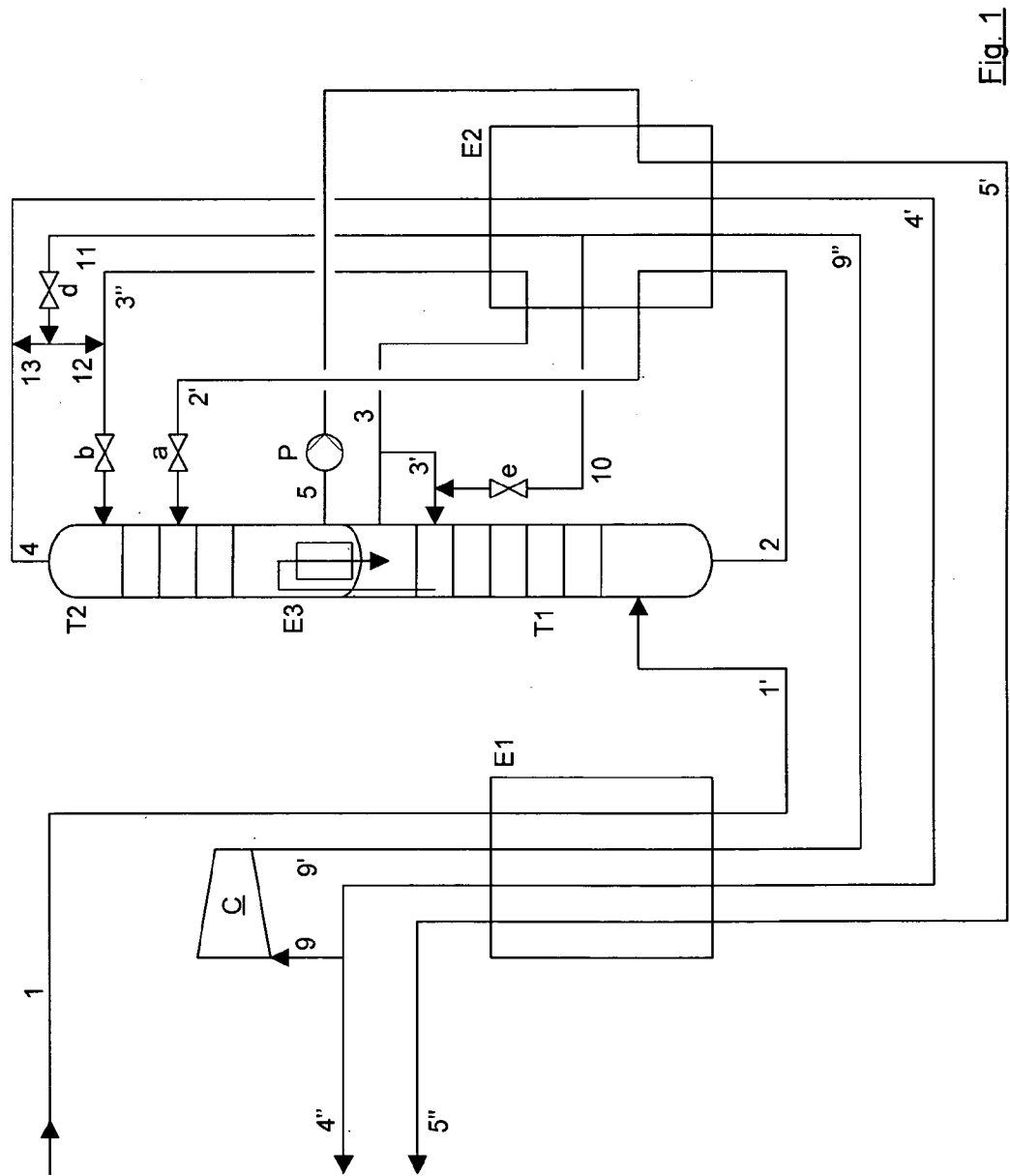


Fig. 1

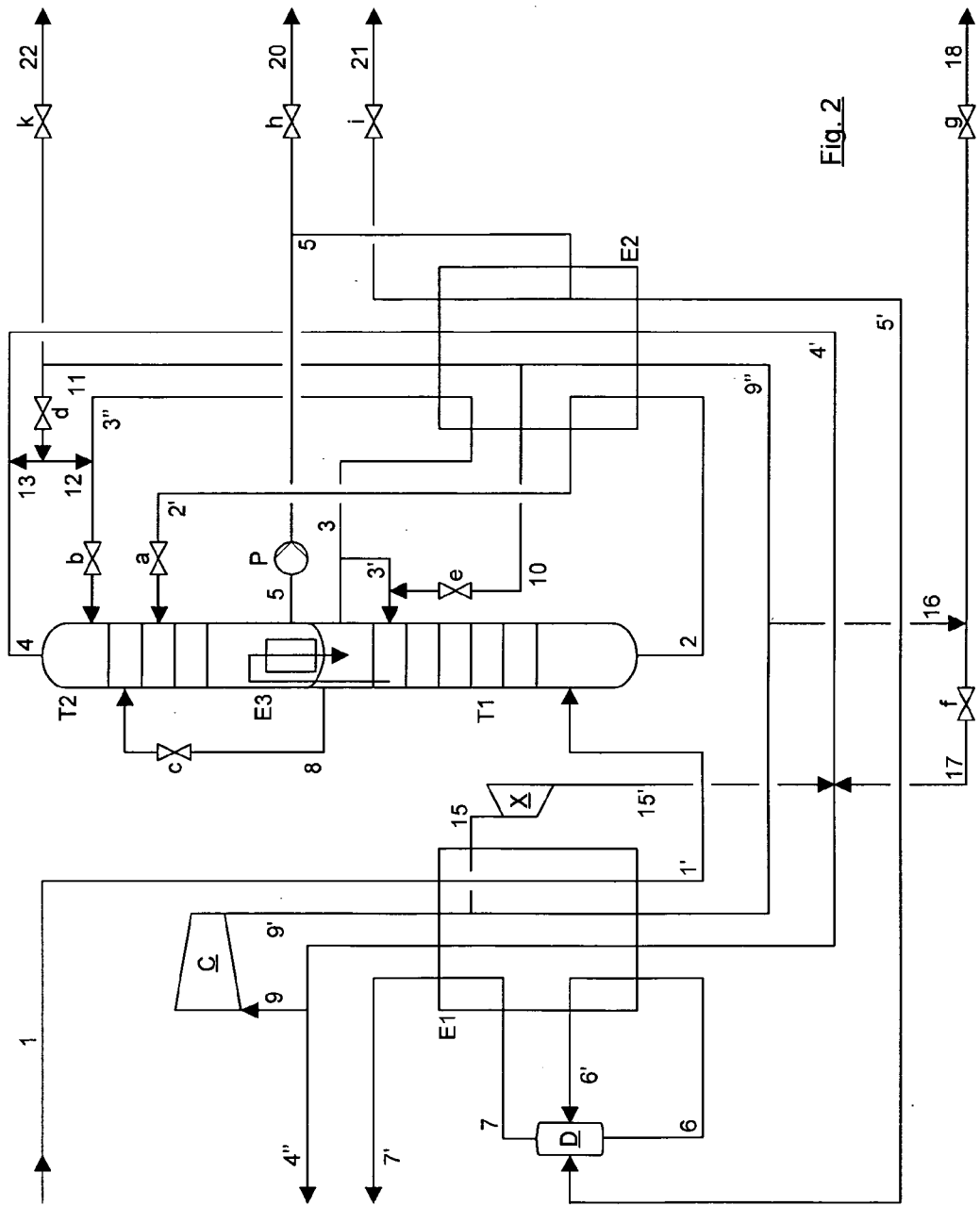


Fig. 2