

(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
29. Januar 2004 (29.01.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/010064 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: F25J 3/02

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/007003

(22) Internationales Anmeldedatum:
1. Juli 2003 (01.07.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 33 410.2 23. Juli 2002 (23.07.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): LINDE AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Abraham-Lincoln-Strasse 21, 65189 Wiesbaden (DE). STATOIL ASA [NO/NO]; N-4035 Stavanger (NO).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): STOCKMANN,

Rudolf [DE/DE]; Westendstrasse 7, 86807 Buchloe (DE). GWINNER, Martin [DE/DE]; Bachstrasse 9a, 82398 Polling (DE). PAUROLA, Pentti [NO/NO]; Busenet 26, N-4048 Hafrsfjord (NO).

(74) Gemeinsamer Vertreter: LINDE AKTIENGESELLSCHAFT; Zentrale Patentabteilung, 82049 Höllriegelskreuth (DE).

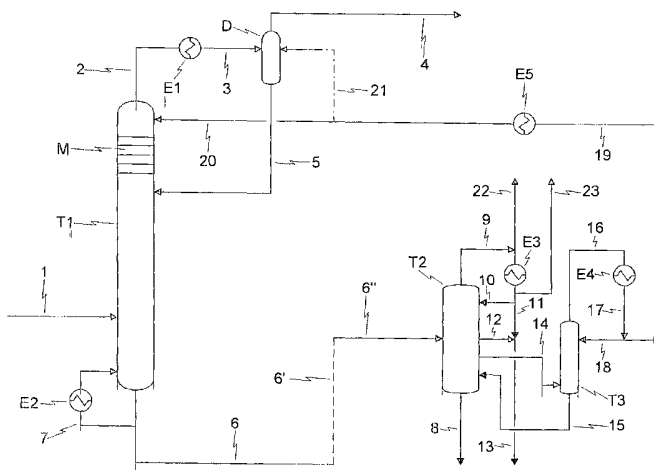
(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR LIQUEFYING A HYDROCARBON-RICH FLOW WHILE SIMULTANEOUSLY OBTAINING A C₃/C₄-RICH FRACTION

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM VERFLÜSSIGEN EINES KOHLENWASSERSTOFF-REICHEN STROMES MIT GLEICHZEITIGER GEWINNUNG EINER C₃/C₄-REICHEN FRAKTION



(57) Abstract: The invention relates to a method for liquefying a flow of natural gas while simultaneously obtaining a C₃/C₄-rich fraction, during which the liquefaction of the flow of natural gas ensues while exchanging heat with at least one flow of coolant and/or mixed flow of coolants, and the flow of natural gas to be liquefied, after a pre-cooling, is subjected to the action of a separating column inside of which higher hydrocarbons are separated out from the flow of natural gas and, afterwards, is subjected to another cooling and liquefaction. A C₂₊-rich fraction, which is obtained during the subsequent cooling of the flow of natural gas, is fed in the form of reflux liquid to the separating column. According to the invention, a C₄/C₅-rich fraction (20, 35) is directly and/or indirectly fed in the form of an additional reflux liquid to the separating column (T1), whereby the feed point of the C₄/C₅-rich fraction (20, 35) is located at the top of the separating column (T1) or is identical to the feed point of the C₂₊-rich fraction (5).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/010064 A1



eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zum Verflüssigen eines Erdgasstromes mit gleichzeitiger Gewinnung einer C₃/C₄-reichen Fraktion beschrieben, wobei die Verflüssigung des Erdgasstromes im Wärmetausch gegen wenigstens einen Kältemittel- und/oder Kältemittelgemischstrom erfolgt und der zu verflüssigende Erdgasstrom nach einer Vorkühlung einer Trennkolonne, in der höhere Kohlenwasserstoffe aus dem Erdgasstrom abgetrennt werden, unterworfen und anschliessend einer weiteren Abkühlung und Verflüssigung unterworfen wird, wobei der Trennkolonne eine in der nachfolgenden Abkühlung des Erdgasstromes gewonnene C₂₊-reiche Fraktion als Rücklaufflüssigkeit zugeführt wird. Erfindungsgemäss wird der Trennkolonne (T1) als zusätzliche Rücklaufflüssigkeit eine C₄/C₅-reiche Fraktion (20, 35) direkt und/oder indirekt zugeführt, wobei der Einspeisepunkt der C₄/C₅-reichen Fraktion (20, 35) am Kopf der Trennkolonne (T1) liegt oder identisch mit dem Einspeisepunkt der C₂₊ reichen Fraktion (5) ist.

BeschreibungVerfahren zum Verflüssigen eines Kohlenwasserstoff-reichen Stromes mit
gleichzeitiger Gewinnung einer C₃/C₄-reichen Fraktion

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verflüssigen eines Kohlenwasserstoff-reichen Stromes, insbesondere eines Erdgasstromes, mit gleichzeitiger Gewinnung einer C₃/C₄-reichen Fraktion, wobei die Verflüssigung des Kohlenwasserstoff-reichen Stromes im Wärmetausch gegen wenigstens einen Kältemittel- und/oder Kältemittelgemischstrom erfolgt und die zu verflüssigende Kohlenwasserstoff-reiche
- 10 Strom nach einer Vorkühlung einer Trennkolonne, in der höhere Kohlenwasserstoffe aus dem zu verflüssigenden Kohlenwasserstoff-reichen Strom abgetrennt werden, unterworfen und anschließend einer weiteren Abkühlung und Verflüssigung unterworfen wird, wobei der Trennkolonne eine in der nachfolgenden Abkühlung des Kohlenwasserstoff-reichen Stromes gewonnene C₂₊-reiche Fraktion als
- 15 Rücklaufflüssigkeit zugeführt wird.

- Gattungsgemäße Verfahren, die insbesondere in Erdgasverflüssigungsanlagen realisiert werden, werden entweder als sog. LNG Baseload Plants – also Anlagen zur Verflüssigung von Erdgas zur Versorgung mit Erdgas als Primärenergie – oder als sog.
- 20 Peak Shaving Plants – also Anlagen zur Verflüssigung von Erdgas zur Deckung des Spitzenbedarfs – ausgelegt.

- Die vorgenannten Peak Shaving Plants werden mit Expansionsturbinen oder Kältemittelmischungen in den Kältekreisläufen betrieben. Die Kältekreisläufe enthalten
- 25 oft nur eine oder wenige Komponenten.

- LNG Baseload Plants werden im Regelfall mit Kältekreisläufen betrieben, die aus Kohlenwasserstoffgemischen bestehen. Diese Gemischkreisläufe sind energetisch effizienter als Expander-Kreisläufe und ermöglichen bei den großen
- 30 Verflüssigungsleistungen der Baseload Plants entsprechend relativ niedrige Energieverbräuche.

Bei diesen Anlagen müssen zur Erzeugung des Inventars der Gemischkreisläufe, zur Deckung von Verlusten im Betrieb und aufgrund von Produkthanforderungen die im Erdgas enthaltenen schweren Kohlenwasserstoffe abgetrennt werden.

5 Dies geschieht üblicherweise dadurch, dass der zur verflüssigende Kohlenwasserstoffreiche Strom auf eine Temperatur von -10 bis -25 °C vorgekühlt und anschließend einer Trennkolonne zugeführt wird. Mittels einer geeigneten Kolonnenfiguration werden in der Trennkolonne sodann die höheren Kohlenwasserstoffe – gemeint sind hier die C₃₊-reichen Kohlenwasserstoffe sowie Benzol – aus dem zu verflüssigenden Strom
10 abgetrennt. Am Kopf der Trennkolonne wird eine C₂-reiche Fraktion abgezogen und der weiteren Abkühlung sowie Verflüssigung unterworfen. Die im Sumpf der Trennkolonne gewonnene C₃₊-Kohlenwasserstofffraktion wird hierbei soweit mit höheren Kohlenwasserstoffen angereichert, dass in dem C₂-reichen Kopfprodukt der Trennkolonne der gewünschte Heizwert eingestellt ist.

15 Die in der Trennkolonne aus dem zu verflüssigenden Strom abgetrennte, höhere Kohlenwasserstoffe enthaltende Fraktion wird im Regelfall anschließend rektifikatorisch in ihre Bestandteile zerlegt, wobei diese teilweise als sog. Make-up-Fractionen – beispielsweise C₂H₆ oder C₃H₈ – für den oder die Gemischkreisläufe verwendet oder
20 als weitere Produktströme gewonnen und ggf. einer Weiterverarbeitung zugeführt werden.

Die Auftrennung der vorgenannten C₃₊-reichen Fraktion wird bspw. mit folgenden Rektifikationskolonnen durchgeführt: Demethanizer, Deethanizer, Depropanizer und
25 evtl. Debutanizer. Diese Kolonnen ermöglichen die Erzeugung folgender Fraktionen: Methan, Ethan und Ethan-Make-Up, Propan und Propan-Make-Up, LPG (Flüssiggas) sowie eine C₅₊-Fraktion.

Nachteilig bei der vorbeschriebenen Verfahrensweise ist jedoch, dass die Ausbeute an
30 C₄-Kohlenwasserstoffen vergleichsweise gering ist.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein gattungsgemäßes Verfahren anzugeben, das die Gewinnung einer C₃/C₄-reichen Fraktion – der sog. LPG-Fraktion – mit möglichst hoher C₃-Ausbeute ermöglicht.

35

Zur Lösung dieser Aufgabe wird vorgeschlagen, dass der Trennkolonne als zusätzliche Rücklaufflüssigkeit eine C₄/C₅-reiche Fraktion direkt und/oder indirekt zugeführt wird, wobei der Einspeisepunkt der C₄/C₅-reichen Fraktion am Kopf der Trennkolonne liegt oder identisch mit dem Einspeisepunkt der C₂₊-reichen Fraktion ist.

5

Unter dem Begriff "indirekt zugeführt" sei hierbei eine Verfahrensweise zu verstehen, bei der die der Trennkolonne als zusätzliche Rücklaufflüssigkeit zugeführte C₄/C₅-reiche Fraktion einem anderen Strom, der der Trennkolonne zugeführt wird, beigemischt wird.

10

Erfindungsgemäß werden der Trennkolonne nunmehr zwei unterschiedliche Fraktionen als Rücklaufflüssigkeiten zugeführt.

Darüber hinaus wird – entsprechend einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens – sofern der Einspeisepunkt der C₄/C₅-reichen Fraktion am Kopf der Trennkolonne liegt, zwischen dem Einspeisepunkt der C₄/C₅-reichen Fraktion und dem Einspeisepunkt der C₂₊-reichen Fraktion eine Massenübergangszone vorgesehen wird.

20 Fallen der Einspeisepunkt der C₄/C₅-reichen Fraktion und der Einspeisepunkt der C₂₊-reichen Fraktion zusammen, so kann – entsprechend einer alternativen, vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens – unterhalb des gemeinsamen Einspeisepunkts eine Massenübergangszone vorgesehen werden.

25 Zur Erzeugung der als zusätzlichen Rücklaufflüssigkeit benötigten C₄/C₅-reichen Fraktion sind nunmehr zwei Verfahrensweisen, die auch miteinander kombiniert werden können, denkbar.

30 Sofern die in der Trennkolonne gewonnenen höheren Kohlenwasserstoffe in mehreren, der Trennkolonne nachgeschalteten Schritten rektifikatorisch aufgetrennt werden, wobei einer dieser Schritte die Zuführung der höheren Kohlenwasserstoffe in einen Depropanizer umfasst, kann die der Trennkolonne als zusätzliche Rücklaufflüssigkeit zugeführte C₄/C₅-reiche Fraktion in einer Depropanizer-Seitenkolonne, der eine aus dem Depropanizer abgezogene C₄₊-reiche Fraktion zugeführt wird, gewonnen werden.

35 Umfasst die der Trennkolonne nachgeschaltete rektifikatorische Auftrennung der

höheren Kohlenwasserstoffe einen Debutanizer so kann auch in diesem die als zusätzliche Rücklaufflüssigkeit benötigte C_4/C_5 -reiche Fraktion erzeugt werden.

5 Auch besteht die Möglichkeit, die der Trennkolonne als zusätzliche Rücklaufflüssigkeit zugeführte C_4/C_5 -reiche Fraktion in einer Seitenkolonne der Trennkolonne zu gewinnen, indem dieser Seitenkolonne aus der Trennkolonne eine C_{4+} -reiche Fraktion zugeführt wird.

10 Das erfindungsgemäße Verfahren sowie weitere Ausgestaltungen desselben, die Gegenstände der abhängigen Patentansprüche darstellen, seien im Folgenden anhand der in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Hierbei zeigen:

15 **Figur 1:** Ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei dem die C_4/C_5 -reiche Fraktion in einer Depropanizer-Seitenkolonne gewonnen wird

20 **Figur 2:** Ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei dem die C_4/C_5 -reiche Fraktion in einer Seitenkolonne der Trennkolonne gewonnen wird

25 Gemäß der in der **Figur 1** dargestellten Verfahrensweise wird ein vorgekühlter und – falls erforderlich – vorbehandelter Erdgasstrom, der eine Temperatur zwischen -10 und -25 °C aufweist über Leitung 1 der Trennkolonne T1 zugeführt. Auf die ggf. notwendigen Vorbehandlungsschritte, wie beispielsweise Trocknung, CO_2 -Entfernung, Schwefelentfernung, etc. sei im Folgenden nicht näher eingegangen; die gängigen Verfahrensweisen sind dem Fachmann bekannt. Der über Leitung 1 herangeführte
30 Erdgasstrom weist typischerweise einen Druck zwischen 30 und 90 bar auf.

Am Kopf der Trennkolonne T1 wird über Leitung 2 eine C_2 -reiche Fraktion abgezogen und im Wärmetauscher E1 auf eine Temperatur zwischen -25 und -55 °C abgekühlt und dabei partiell kondensiert. Der partiell kondensierte Strom wird anschließend über
35 Leitung 3 einem Abscheider D zugeführt.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens beträgt der Benzol-Gehalt der der Trennkolonne T1 als zusätzliche Rücklaufflüssigkeit zugeführten C₄/C₅-reichen Fraktion – auf die im Folgenden noch eingegangen werden wird – weniger als 500 ppm, vorzugsweise sogar weniger als 300 ppm. Dies hat zur Folge, dass die am Kopf der Trennkolonne T1 über Leitung 2 abgezogene C₂-reiche Fraktion einen Benzol-Gehalt von weniger als 1 ppm aufweist. Ein unerwünschtes Ausfrieren des Benzols in dem der Trennkolonne T1 nachgeschalteten Verflüssigungsteil kann dadurch wirkungsvoll vermieden werden.

10

Am Kopf des Abscheiders D wird über Leitung 4 eine C₁-reiche Fraktion abgezogen und der weiteren, in den Figuren 1 und 2 nicht dargestellten Abkühlung und Verflüssigung unterworfen.

15 Aus dem Sumpf des Abscheiders D wird über Leitung 5 eine C₂₊-reiche Fraktion abgezogen und der Trennkolonne T1 in deren oberen Bereich als Rücklaufflüssigkeit aufgegeben.

Oberhalb des Einspeisepunktes der über Leitung 5 der Trennkolonne T1 zugeführten C₂₊-reichen Fraktion ist eine Massenübergangszone M angeordnet. Diese weist typischerweise 3 bis 10 zusätzliche Böden auf; dies entspricht etwa 2 bis 7 theoretischen Böden.

25 Aus dem Sumpf der Trennkolonne T1 wird über Leitung 6 eine C₃₊-reiche Fraktion abgezogen und ggf. weiteren Prozessschritten unterworfen. Ein Teilstrom der aus dem Sumpf der Trennkolonne T1 abgezogenen C₃₊-reichen Fraktion wird hierbei der Trennkolonne T1 über Leitung 7, in der ein Wärmetauscher E2 angeordnet ist, als Reboilerstrom zugeführt.

30 Die im Regelfall mehrstufige Rektifikation der aus dem Sumpf der Trennkolonne T1 über Leitung 6 abgezogenen C₃₊-reichen Fraktion ist mit ihren unterschiedlichen Verfahrensvarianten dem Fachmann ebenfalls hinlänglich bekannt. Der gestrichelt gezeichnete Leitungsbereich 6' stehe hierbei für unterschiedlichste Verfahrensweisen, also beispielsweise die Zuführung der über Leitung 6 abgezogenen C₃₊-reichen
35 Fraktion in einen Demethanizer sowie einen nachgeschalteten Deethanizer. Über

Leitung 6" wird eine wie auch immer behandelte C₃₊-Kohlenwasserstoff-reiche Fraktion dem Depropanizer T2 zugeführt.

Am Kopf des Depropanizers T2 wird über Leitung 9 eine C₃-
5 Kohlenwasserstoffproduktfraktion abgezogen und im Wärmetauscher E3 abgekühlt.
Ein Teilstrom dieser Fraktion wird anschließend über Leitung 10 dem Depropanizer T2
als Rücklauf aufgegeben. Über die Leitungen 22 und 23 können Produktströme mit
einer hohen C₃-Reinheit gasförmig bzw. flüssig abgezogen werden; diese dienen bspw.
als C₃-Make-up für die Kältemittelgemischkreisläufe. Der restliche Teil der am Kopf des
10 Depropanizers T2 über Leitung 12 abgezogenen C₃/C₄-Produktfraktion – der sog. LPG-
Produktfraktion – zugemischt wird; die so vereinigten Fraktionen werden anschließend
über Leitung 13 abgegeben und ggf. einer Weiterverarbeitung zugeführt.

Aus dem Sumpf des Depropanizers T2 wird über Leitung 8 eine C₅₊-reiche
15 Kohlenwasserstofffraktion abgezogen und falls gewünscht ebenfalls einer
Weiterverarbeitung zugeführt.

Über den Seitenabzug 14 wird dem Depropanizer T2 eine C₄₊-
Kohlenwasserstofffraktion entnommen und der Seitenkolonne T3 zugeführt. Die
20 Seitenkolonne T3 dient insbesondere dazu, Benzol weitgehend aus der zugeführten
C₄₊-Kohlenwasserstofffraktion zu entfernen. Zu diesem Zweck wird am Kopf der
Kolonne T3 über Leitung 16 eine C₄/C₅-reiche Fraktion abgezogen, im Wärmetauscher
E4 abgekühlt und über Leitung 17 einem Verzweigungspunkt zugeführt, an dem ein
Teilstrom über Leitung 18 der Kolonne T3 als Rücklauf aufgegeben wird, während der
25 restliche Anteil der C₄/C₅-reichen Fraktion über die Leitungen 19 und 20 der
Trennkolonne T1 als zusätzliche Rücklaufflüssigkeit zugeführt wird.

Aus dem Sumpf der Seitenkolonne T3 wird über Leitung 15 eine C₅₊-reichen Fraktion
abgezogen und dem Depropanizer T2 in dessen unteren Bereich zugeführt.

30 Die der Trennkolonne T1 als zusätzliche Rücklaufflüssigkeit zugeführte C₄/C₅-reiche
Fraktion wird in einem Wärmetauscher E5 vorzugsweise auf eine Temperatur zwischen
-30 und -50 °C unterkühlt. Die optimale Eintrittstemperatur der der Trennkolonne T1
zugeführten C₄/C₅-reichen Fraktion wird im Wesentlichen von den Bedingungen
35 innerhalb der Trennkolonne T1 bestimmt.

Anstelle einer unmittelbaren Zuführung der als zusätzlichen Rücklaufflüssigkeit verwendeten C_4/C_5 -reichen Fraktion, kann diese auch – vollständig oder teilweise – über die strichpunktiert gezeichnete Leitung 21 dem Abscheider D zugeführt werden.

5 Der dem Abscheider D zugeführte (Teil)Strom würde dann aus dessen Sumpf über Leitung 5 mit der C_{2+} -reichen Fraktion der Trennkolonne T1 zugeführt.

Bei der in der **Figur 2** dargestellten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die als zusätzliche Rücklaufflüssigkeit benötigte C_4/C_5 -reiche Fraktion nunmehr nicht in einer Seitenkolonne des Depropanizers T2 gewonnen, sondern in
10 einer der Trennkolonne T1 zugeordneten Seitenkolonne T4.

Dazu wird der Trennkolonne T1 in deren unteren Bereich über Leitung 30 ein Strom entnommen und der Seitenkolonne T4 zugeführt. Aus dem Sumpf dieser
15 Seitenkolonne T4 wird über Leitung 31 eine C_{5+} -reiche Fraktion abgezogen und der Trennkolonne T1 zugeführt.

Am Kopf der Seitenkolonne T4 wird über Leitung 32 eine C_4/C_5 -reiche Fraktion abgezogen und im Wärmetauscher E6 abgekühlt; ein Teilstrom dieser Fraktion wird
20 über Leitung 33 der Seitenkolonne T4 als Rücklauf aufgegeben. Der Reststrom der über Leitung 32 aus dem Kopf der Seitenkolonne T4 abgezogenen C_4/C_5 -reichen Fraktion bildet die zusätzliche Rücklauffraktion für die Trennkolonne T1 und wird dieser über die Leitungen 34 und 35 zugeführt.

25 Wiederum kann in der Leitung 34 ein Wärmetauscher E7, der der Ab- bzw. Unterkühlung der C_4/C_5 -reichen Fraktion dient, vorgesehen sein.

Auch bei dieser Verfahrensführung kann die als zusätzliche Rücklaufflüssigkeit verwendete C_4/C_5 -reiche Fraktion entweder teilweise oder vollständig über die
30 strichpunktiert gezeichnete Leitung 36 dem Abscheider D zugeführt werden.

Zu beachten ist, dass eine Verfahrensführung gewählt wird, bei der der C_3 -Gehalt der der Trennkolonne T1 zugeführten C_4/C_5 -reichen Fraktion möglichst klein ist, um in der Trennkolonne T1 eine Abtrennung der C_{3+} -Komponenten mit möglichst hoher Ausbeute
35 realisieren zu können. Auch der Gehalt an C_4 -Komponenten in der der Trennkolonne

T1 zugeführten C₄/C₅-reichen Fraktion sollte möglichst klein sein, um die in der Trennkolonne T1 bereits erreichte hohe Ausbeute an C₄-Kohlenwasserstoffen nicht zu verschlechtern. Folglich sollte der Gehalt an C₅-Kohlenwasserstoffen möglichst groß gewählt werden, um eine effiziente Abtrennung von C₃₊-Kohlenwasserstoffen zu
5 bewirken.

Das mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens gewonnene LPG ist deshalb von großem wirtschaftlichen Wert, da LPG bei Umgebungstemperaturen verflüssigbar ist, einen hohen Energieinhalt aufweist und gut transportierbar ist. Darüber hinaus kann
10 LPG umweltfreundlich verbrannt werden. Die C₃-Ausbeute des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt bei mehr als 60 %, die des LPG's bei mehr als 90 %.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verflüssigen eines Kohlenwasserstoff-reichen Stromes,
insbesondere eines Erdgasstromes, mit gleichzeitiger Gewinnung einer C₃/C₄-
reichen Fraktion, wobei die Verflüssigung des Kohlenwasserstoff-reichen Stromes
5 im Wärmetausch gegen wenigstens einen Kältemittel- und/oder
Kältemittelgemischstrom erfolgt und die zu verflüssigende Kohlenwasserstoff-
reiche Strom nach einer Vorkühlung einer Trennkolonne, in der höhere
Kohlenwasserstoffe aus dem zu verflüssigenden Kohlenwasserstoff-reichen Strom
abgetrennt werden, unterworfen und anschließend einer weiteren Abkühlung und
10 Verflüssigung unterworfen wird, wobei der Trennkolonne eine in der
nachfolgenden Abkühlung des Kohlenwasserstoff-reichen Stromes gewonnene
C₂₊-reiche Fraktion als Rücklaufflüssigkeit zugeführt wird, **dadurch**
gekennzeichnet, dass der Trennkolonne (T1) als zusätzliche Rücklaufflüssigkeit
eine C₄/C₅-reiche Fraktion (20, 35) direkt und/oder indirekt zugeführt wird, wobei
15 der Einspeisepunkt der C₄/C₅-reichen Fraktion (20, 35) am Kopf der Trennkolonne
(T1) liegt oder identisch mit dem Einspeisepunkt der C₂₊-reichen Fraktion (5) ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Einspeisepunkt der C₄/C₅-reichen Fraktion
20 am Kopf der Trennkolonne liegt, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem
Einspeisepunkt der C₄/C₅-reichen Fraktion (20, 35) und dem Einspeisepunkt der
C₂₊-reichen Fraktion (5) eine Massenübergangszone (M) vorgesehen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Einspeisepunkt der C₄/C₅-reichen Fraktion
25 identisch mit dem Einspeisepunkt der C₂₊-reichen Fraktion ist, dadurch
gekennzeichnet, dass unterhalb des gemeinsamen Einspeisepunkts eine
Massenübergangszone (M) vorgesehen wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3, bei dem die in der
30 Trennkolonne gewonnenen höheren Kohlenwasserstoffe in mehreren Schritten
rektifikatorisch aufgetrennt werden, wobei einer dieser Schritte die Zuführung der
höheren Kohlenwasserstoffe in einen Depropanizer (T2) umfasst, dadurch
gekennzeichnet, dass die der Trennkolonne (T1) als zusätzliche
Rücklaufflüssigkeit zugeführte C₄/C₅-reiche Fraktion (20, 35) in einer

Depropanizer-Seitenkolonne (T3), der eine aus dem Depropanizer (T2) abgezogene C₄₊-reiche Fraktion (14) zugeführt wird, gewonnen wird.

- 5
10
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3, bei dem die in der Trennkolonne gewonnenen höheren Kohlenwasserstoffe in mehreren Schritten rektifikatorisch aufgetrennt werden, wobei einer dieser Schritte die Zuführung der höheren Kohlenwasserstoffe in einen Debutanizer umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass die der Trennkolonne (T1) als zusätzliche Rücklaufflüssigkeit zugeführte C₄/C₅-reiche Fraktion (20, 35) in dem Debutanizer gewonnen wird.
- 15
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die der Trennkolonne (T1) als zusätzliche Rücklaufflüssigkeit zugeführte C₄/C₅-reiche Fraktion (20, 35) in einer Seitenkolonne (T4) der Trennkolonne (T1) gewonnen wird, indem dieser Seitenkolonne (T4) aus der Trennkolonne (T1) eine C₄₊-reiche Fraktion (30) zugeführt wird.
- 20
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die der Trennkolonne (T1) als zusätzliche Rücklaufflüssigkeit zugeführte C₄/C₅-reiche Fraktion (20, 35) vor ihrer Zuführung abgekühlt wird (E5, E7).
- 25
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die der Trennkolonne (T1) als zusätzliche Rücklaufflüssigkeit zugeführte C₄/C₅-reiche Fraktion (20, 35) bei ihrer Abkühlung (E5, E7) zumindest teilweise kondensiert wird.
- 30
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Benzol-Gehalt der der Trennkolonne (T1) als zusätzliche Rücklaufflüssigkeit zugeführten C₄/C₅-reiche Fraktion (20, 35) weniger als 500 ppm, vorzugsweise weniger als 300 ppm beträgt.

Fig. 1

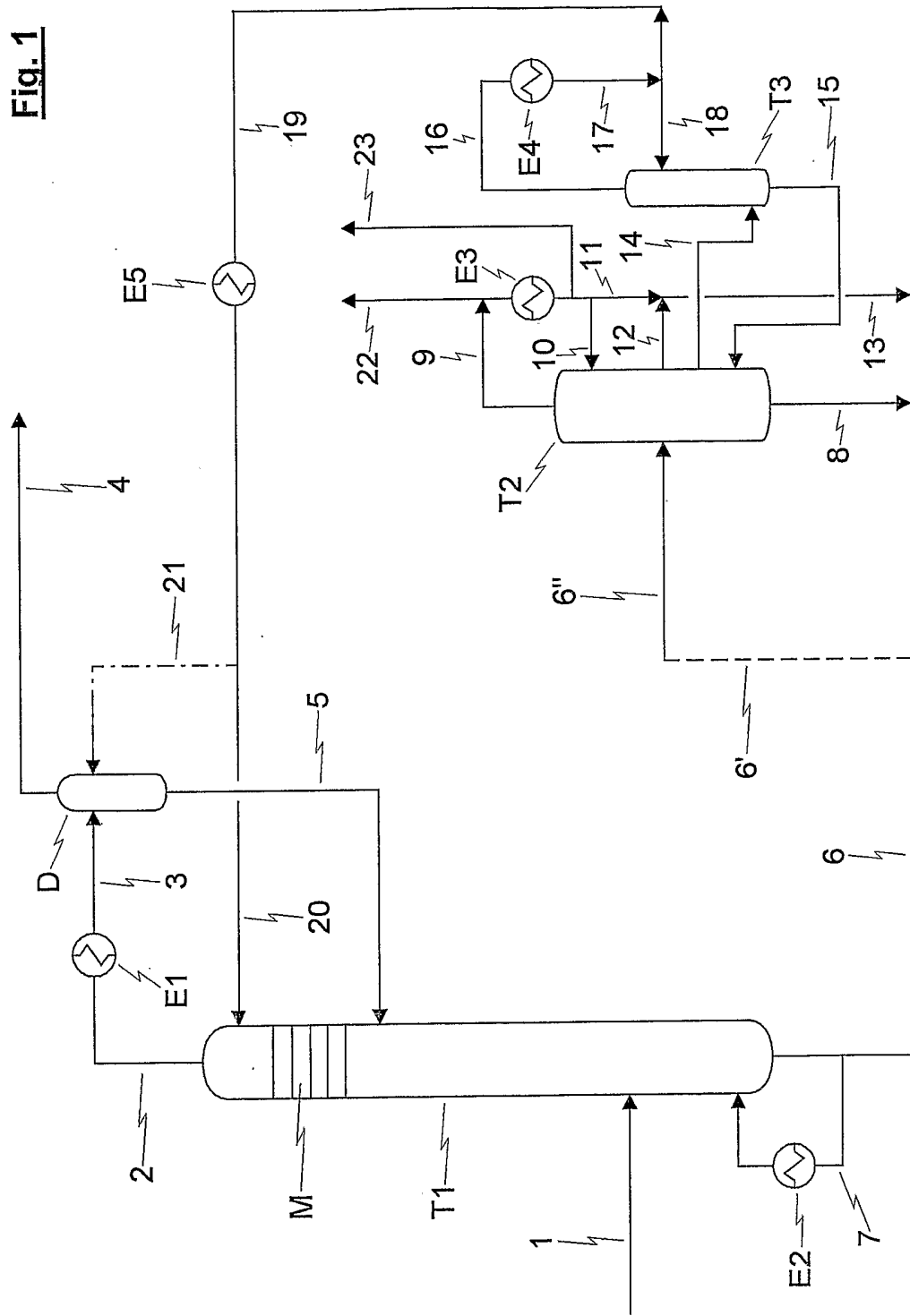
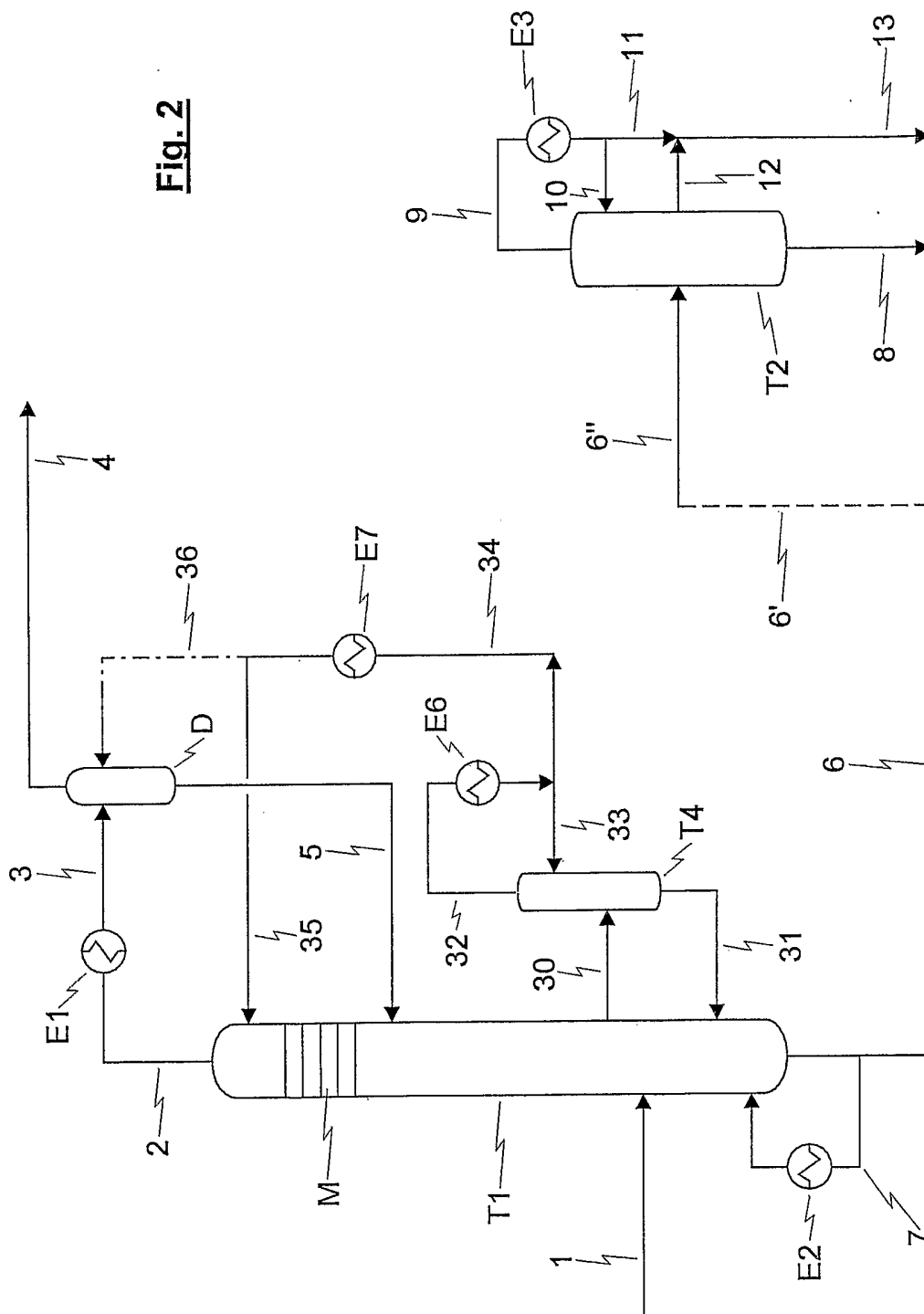


Fig. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/07003

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 F25J3/02				
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC				
B. FIELDS SEARCHED				
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 F25J				
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched				
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT				
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.		
E	DE 102 05 366 A (LINDE AG) 21 August 2003 (2003-08-21) paragraphs '0015!-'0022!; figure 1 ---	1-9		
X	CHIU C-H: "LPG-RECOVERY PROCESSES FOR BASELOAD LNG PLANTS EXAMINED" OIL AND GAS JOURNAL, PENNWELL PUBLISHING CO. TULSA, US, 24 November 1997 (1997-11-24), pages 59-63, XP001093790 ISSN: 0030-1388 page 59 -page 63; figure 3 ---	1-9		
A	DE 100 27 903 A (LINDE AG) 13 December 2001 (2001-12-13) paragraphs '0005!-'0008!, '0012!, '0019!; figure 2 ---	1, 2, 4, 5, 7, 8		
-/--				
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.				
<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.				
° Special categories of cited documents :				
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed </td> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family </td> </tr> </table>			<ul style="list-style-type: none"> *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed 	<ul style="list-style-type: none"> *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family
<ul style="list-style-type: none"> *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed 	<ul style="list-style-type: none"> *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family 			
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report			
3 November 2003	14/11/2003			
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Göritz, D			

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/07003

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 150 962 A (COLTON JOHN W) 24 April 1979 (1979-04-24) column 2, line 36 - line 44; figure -----	1,2,4,7
A	US 4 854 955 A (HUDSON HANK M ET AL) 8 August 1989 (1989-08-08) column 12, line 9 - line 33; figure 10 -----	1,7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/07003

Patent document cited in search report	A	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10205366	A	21-08-2003	DE 10205366 A1	21-08-2003
DE 10027903	A	13-12-2001	DE 10027903 A1	13-12-2001
US 4150962	A	24-04-1979	AU 511260 B2	07-08-1980
			US 4070165 A	24-01-1978
			AU 3259478 A	26-07-1979
US 4854955	A	08-08-1989	AU 606841 B2	14-02-1991
			AU 3489389 A	23-11-1989
			CA 1320121 C	13-07-1993
			CN 1039409 A ,B	07-02-1990
			EG 20400 A	28-02-1999
			GB 2218791 A ,B	22-11-1989
			IN 170482 A1	28-03-1992
			LT 1478 A ,B	26-06-1995
			LV 11228 A	20-04-1996
			LV 11228 B	20-10-1996
			MX 166771 B	03-02-1993
			NO 891967 A ,B,	20-11-1989
			NZ 229121 A	25-06-1991
			RU 2047061 C1	27-10-1995

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationaler Aktenzeichen

PCT/EP 03/07003

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F25J3/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F25J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
E	DE 102 05 366 A (LINDE AG) 21. August 2003 (2003-08-21) Absätze '0015!-'0022!; Abbildung 1 ---	1-9
X	CHIU C-H: "LPG-RECOVERY PROCESSES FOR BASELOAD LNG PLANTS EXAMINED" OIL AND GAS JOURNAL, PENNWELL PUBLISHING CO. TULSA, US, 24. November 1997 (1997-11-24), Seiten 59-63, XP001093790 ISSN: 0030-1388 Seite 59 -Seite 63; Abbildung 3 ---	1-9
A	DE 100 27 903 A (LINDE AG) 13. Dezember 2001 (2001-12-13) Absätze '0005!-'0008!, '0012!, '0019!; Abbildung 2 --- -/--	1,2,4,5, 7,8

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. November 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

14/11/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Göritz, D

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/07003

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 150 962 A (COLTON JOHN W) 24. April 1979 (1979-04-24) Spalte 2, Zeile 36 - Zeile 44; Abbildung -----	1,2,4,7
A	US 4 854 955 A (HUDSON HANK M ET AL) 8. August 1989 (1989-08-08) Spalte 12, Zeile 9 - Zeile 33; Abbildung 10 -----	1,7

INTERNATIONALER RESEARCHBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/07003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10205366	A	21-08-2003	DE 10205366 A1	21-08-2003
DE 10027903	A	13-12-2001	DE 10027903 A1	13-12-2001
US 4150962	A	24-04-1979	AU 511260 B2	07-08-1980
			US 4070165 A	24-01-1978
			AU 3259478 A	26-07-1979
US 4854955	A	08-08-1989	AU 606841 B2	14-02-1991
			AU 3489389 A	23-11-1989
			CA 1320121 C	13-07-1993
			CN 1039409 A ,B	07-02-1990
			EG 20400 A	28-02-1999
			GB 2218791 A ,B	22-11-1989
			IN 170482 A1	28-03-1992
			LT 1478 A ,B	26-06-1995
			LV 11228 A	20-04-1996
			LV 11228 B	20-10-1996
			MX 166771 B	03-02-1993
			NO 891967 A ,B,	20-11-1989
			NZ 229121 A	25-06-1991
			RU 2047061 C1	27-10-1995