

(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
31. August 2017 (31.08.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/144151 A1

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

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/000090

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. Januar 2017 (26.01.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 002 225.6
25. Februar 2016 (25.02.2016) DE

(71) Anmelder: LINDE AKTIENGESELLSCHAFT
[DE/DE]; Klosterhofstraße 1, 80331 München (DE).

(72) Erfinder: LANG, Martin; Rechpacherstr. 18, 80689
München (DE).

(74) Anwalt: FISCHER, Werner; Linde AG, Technology &
Innovation Corporate 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, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,
RS, RU, RW, SA, 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.

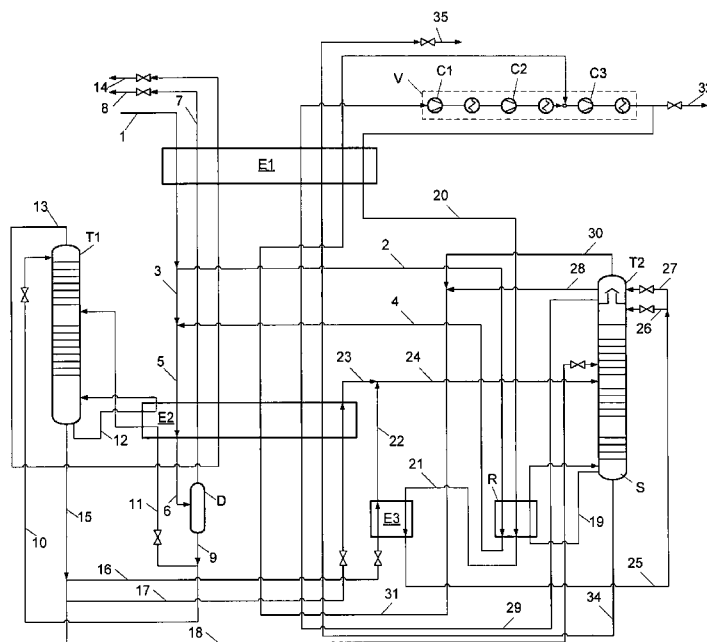
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,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

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CRYOGENIC SYNGAS DECOMPOSITION

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR KRYOGENEN SYNTHESGASZERLEGUNG



(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for cryogenic decomposition of a methane-containing feed gas (1) that consists predominantly of hydrogen and carbon monoxide and is partially condensed via cooling in order to obtain a hydrogen-containing first liquid phase (9) that consists substantially of carbon monoxide and methane, from which a second liquid phase (15) is generated via the separation of hydrogen in a H₂-stripping column (T1), from which a carbon-monoxide-rich gas phase (31) with a purity that permits same to be emitted as a carbon monoxide product (32) and a bottom product (34) consisting substantially of methane and carbon monoxide are obtained in a CO/CH₄-separation column (T2), wherein heat is removed from a coolant (20) guided in a coolant circuit driven by a circuit compressor (V), and used for heating the CO/CH₄-separation column (T2). The characterising feature is that heat is removed from at least one portion (2) of the feed gas (1) and used for heating the CO/CH₄-separation column (T2).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/144151 A1



Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur kryogenen Zerlegung eines vorwiegend aus Wasserstoff und Kohlenmonoxid bestehenden, Methan enthaltenden Einsatzgases (1), das dabei durch Abkühlung partiell kondensiert wird, um eine weitgehend aus Kohlenmonoxid und Methan bestehende, Wasserstoff enthaltende erste Flüssigphase (9) zu gewinnen, aus der in einer H₂-Strippkolonne (T1) durch die Abtrennung von Wasserstoff eine zweite Flüssigphase (15) erzeugt wird, aus welcher in einer CO/CH₄-Trennkolonne (T2) eine kohlenmonoxidreiche Gasphase (31) mit einer Reinheit, die ihre Abgabe als Kohlenmonoxidprodukt (32) erlaubt, sowie eine weitgehend aus Methan und Kohlenmonoxid bestehendes Sumpfprodukt (34) erhalten werden, wobei einem, in einem durch einen Kreislaufverdichter (V) angetriebenen Kühlkreislauf geführten Kältemittel (20) Wärme entzogen und zur Beheizung der CO/CH₄-Trennkolonne (T2) verwendet wird. Kennzeichnend hierbei ist, dass zumindest einem Teil (2) des Einsatzgases (1) Wärme entzogen und zur Beheizung der CO/CH₄-Trennkolonne (T2) verwendet wird.

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur kryogenen Synthesegaszerlegung

- Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur kryogenen Zerlegung eines vorwiegend aus Wasserstoff und Kohlenmonoxid bestehenden, Methan enthaltenden Einsatzgases, das dabei durch Abkühlung partiell kondensiert wird, um eine weitgehend aus Kohlenmonoxid und Methan bestehende, Wasserstoff enthaltende erste Flüssigphase zu gewinnen, aus der in einer H₂-Strippkolonne durch die Abtrennung von Wasserstoff eine zweite Flüssigphase erzeugt wird, aus welcher in einer CO/CH₄-Trennkolonne eine kohlenmonoxidreiche Gasphase mit einer Reinheit, die ihre Abgabe als Kohlenmonoxidprodukt erlaubt, sowie ein weitgehend aus Methan und Kohlenmonoxid bestehendes Sumpfprodukt erhalten werden, wobei einem, in einem durch einen Kreislaufverdichter angetriebenen Kühlkreislauf geführten Kältemittel Wärme entzogen und zur Beheizung der CO/CH₄-Trennkolonne verwendet wird.
- Weiterhin betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

- Verfahren der gattungsgemäßen Art sind dem Fachmann seit vielen Jahren als sog. Kondensationsprozesse bekannt. Sie werden vorzugsweise zur Zerlegung von Synthesegasen eingesetzt, die durch Partielle Oxidation gewonnen werden und daher einen hohen Kohlenmonoxid- und einen niedrigen Methangehalt aufweisen. Unter der Voraussetzung einer genügend weiten Abkühlung des Einsatzgases erlaubt es der Kondensationsprozess, ein Kohlenmonoxidprodukt mit einer Ausbeute von mehr als 85% zu erzeugen, das einen Methangehalt von weniger als 100 vppm aufweist und das daher ohne einen weiteren Reinigungsschritt beispielsweise zur Erzeugung von Monoethylenglykol eingesetzt werden kann.

- Um insbesondere die für den Prozess benötigte Spitzenkälte zur Verfügung zu stellen und zur Generierung eines Rücklaufs am Kopf der CO/CH₄-Kolonne wird nach dem Stand der Technik ein über einen Kreislaufverdichter angetriebener Kühlkreislauf eingesetzt, in dem entweder von außerhalb zugeführter Stickstoff oder intern erzeugtes Kohlenmonoxid als Kältemittel zirkuliert.

Für den Kohlenmonoxidkreislauf wird ein Teil der in der CO/CH₄-Trennkolonne erhaltenen und gegen abzukühlende Verfahrensströme angewärmten kohlenmonoxidreichen Gasphase verdichtet, gegen anzuwärmende Verfahrensströme verflüssigt und kälteleistend auf den Kopf der CO/CH₄-Kolonne entspannt. Ein Teil der
5 dabei anfallenden Flüssigphase bildet einen Kolonnenrücklauf, durch den die geforderte Reinheit des Kohlenmonoxidprodukts erreicht wird, während der Rest weiter entspannt wird, um die Spitzenkälte für den Prozess zu liefern.

Auch ein Stickstoffkreislauf wird nach dem Stand der Technik dazu eingesetzt, um die
10 Spitzenkälte für den Prozess bereitzustellen und einen Rücklauf für die CO/CH₄-Trennkolonne zu erzeugen, die hierfür mit einem Kondensator ausgerüstet ist, der, mit flüssigem Stickstoff gekühlt, am Kolonnenkopf eine Temperaturdifferenz zum Antrieb eines internen Kohlenmonoxidrücklaufs liefert.

15 Der jeweilige Kühlkreislauf umfasst einen als Reboiler bezeichneten Wärmetauscher, über den der CO/CH₄-Kolonne Wärme zugeführt wird. Hierzu wird Flüssigkeit aus dem Sumpfraum der Kolonne, im Wärmetauscher gegen das im Kühlkreislauf zirkulierende Kühlmittel angewärmt und teilweise verdampft und anschließend wieder in die Kolonne entlassen.

20 Das Sumpfprodukt der CO/CH₄-Kolonne besteht weitgehend aus Methan und Kohlenmonoxid, wobei der Kohlenmonoxidgehalt zwischen 50 und 70 Vol-% liegt. Es eignet sich daher nicht für eine stoffliche Verwertung und wird nach Verdampfung und Anwärmung gegen abzukühlende Verfahrensströme als Brenngas abgegeben.

25 Insbesondere dann, wenn der lokale Brenngasbedarf geringer ist als die anfallende Menge des Sumpfprodukts, so dass ein Teil von ihm verworfen werden muss, oder wenn das Kohlenmonoxidprodukt höher bewertet wird, als Brenngas, ist es wünschenswert, den Kohlenmonoxidgehalt im Sumpfprodukt zu verringern. Nach dem Stand der Technik kann dies durch eine Erhöhung des Drucks im Kühlkreislauf erreicht
30 werden, wodurch die Verdampfung eines größeren Teils des Sumpfprodukts möglich ist. Allerdings werden die wirtschaftlichen Vorteile bei dieser Verfahrensweise durch den höheren Energieeinsatz für den Betrieb des Kreislaufverdichters aufgehoben.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren der gattungsgemäßen
35 Art sowie eine Vorrichtung zu dessen Durchführung anzugeben, die es erlauben, den

Kohlenmonoxidgehalt im Sumpfprodukt mit einem gegenüber dem Stand der Technik deutlich reduzierten Energieeinsatz zu verringern.

5 Diese Aufgabe wird verfahrensseitig erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass zumindest einem Teil des Einsatzgases Wärme entzogen und zur Beheizung der CO/CH₄-Trennkolonne verwendet wird.

10 Vorzugsweise wird das Einsatzgas hierzu in indirektem Wärmetausch gegen eine in der CO/CH₄-Trennkolonne anfallende Flüssigkeit abgekühlt, die dabei teilweise verdampft. Während das entstehende Flüssigkeits-Dampf-Gemisch nachfolgend in die CO/CH₄-Trennkolonne entlassen wird, wird das abgekühlte, bevorzugt jedoch nicht kondensierte Einsatzgas in einem weiteren Abkühlschritt partiell kondensiert. Besonders bevorzugt wird das Einsatzgas gegen Sumpfprodukt der CO/CH₄-Trennkolonne abgekühlt, das nach Teilverdampfung zusammen mit der gebildeten
15 Dampfphase wieder in den Sumpfraum zurückgeführt wird.

Es ist möglich, die Gesamtmenge oder nur einen Teil des Einsatzgases, das bereits gegen anzuwärmende Verfahrensströme vorgekühlt sein kann, zur Beheizung der CO/CH₄-Trennkolonne zu verwenden. Falls nur ein Teil des Einsatzgases für die
20 Beheizung der CO/CH₄-Trennkolonne eingesetzt wird, ist vorgesehen, das Einsatzgas in einen ersten und einen zweiten Teilstrom aufzuteilen, von denen der erste zur Beheizung der CO/CH₄-Trennkolonne abgekühlt und nachfolgend wieder mit dem zweiten Teilstrom zusammengeführt wird, bevor beide gemeinsam partiell kondensiert werden.

25 Zweckmäßigerweise wird der Kühlkreislauf zeitlich stationär betrieben, so dass er nicht dazu eingesetzt werden kann, um insbesondere die Temperaturverhältnisse in der CO/CH₄-Trennkolonne bei sich verändernden Betriebsbedingungen konstant zu halten. Es wird daher vorgeschlagen, die Temperaturverhältnisse in der CO/CH₄-Trennkolonne
30 mit Hilfe der Einsatzgasmenge zu kontrollieren, die zur Beheizung der CO/CH₄-Trennkolonne eingesetzt wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren weiterbildend wird vorgeschlagen, bei der Beheizung der CO/CH₄-Trennkolonne über den Kühlkreislauf ebenfalls Sumpfprodukt
35 der CO/CH₄-Trennkolonne anzuwärmen. Das bereits vorgekühlte, gasförmige

Kältemittel wird dabei in indirektem Wärmetausch gegen die Flüssigkeit abgekühlt, wobei die Flüssigkeit teilweise verdampft, das Kältemittel jedoch seinen Aggregatzustand beibehält. Das entstehende Flüssigkeits-Dampf-Gemisch wird nachfolgend vorzugsweise in den Sumpfraum der CO/CH₄-Trennkolonne entlassen.

5

Das Kältemittel, bei dem es sich bevorzugt um von außerhalb zugeführten Stickstoff oder um intern erzeugtes Kohlenmonoxid handelt, kann entweder gemeinsam mit dem Einsatzgas gegen dieselbe und/oder unabhängig vom Einsatzgas gegen eine andere in der CO/CH₄-Trennkolonne anfallende Flüssigkeit abgekühlt werden. Beispielsweise ist es möglich, das Einsatzgas gegen Sumpfprodukt der CO/CH₄-Trennkolonne abzukühlen, während für die Abkühlung des Kältemittels eine oberhalb des Sumpfraums der CO/CH₄-Trennkolonne anfallende Flüssigkeit verwendet wird. Das aus dieser Flüssigkeit entstehende Flüssigkeits-Dampf-Gemisch, dessen Dampfanteil bevorzugt unter 50% und besonders bevorzugt unter 25% liegt, wird sinnvollerweise oberhalb der Entnahmestelle der Flüssigkeit in die CO/CH₄-Trennkolonne zurückgeführt. Vorzugsweise wird die abzuziehende Flüssigkeit in einem oberhalb des Sumpfraums der CO/CH₄-Trennkolonne Kaminboden gesammelt. Diese Verfahrensvariante erlaubt es, eine zwischen 50 und 70 Vol-% liegende Kohlenmonoxidkonzentration in der sich im Kaminboden sammelnden Flüssigkeit zu erreichen.

10
15
20

Falls Einsatzgas und Kältemittel gemeinsam gegen Sumpfprodukt der CO/CH₄-Trennkolonne abgekühlt, jedoch nicht kondensiert werden, sieht eine bevorzugte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens vor, dass das Kältemittel weiter gegen zumindest einen ersten Teil der in der H₂-Strippkolonne anfallenden zweiten Flüssigphase abgekühlt und dabei verflüssigt wird, wobei durch die Verdampfung der Flüssigphase aus der H₂-Strippkolonne eine erste Dampfphase gebildet wird. Das verflüssigte Kältemittel wird nachfolgend zweckmäßigerweise zur Erzeugung eines Rücklaufs am Kopf der CO/CH₄-Trennkolonne eingesetzt. Zumindest ein Teil des Kältemittels wird anschließend weiter entspannt, um die Spitzenkälte für den Prozess zu liefern.

25
30

Weiterhin wird vorgeschlagen, aus einem zweiten Teil der in der H₂-Strippkolonne anfallenden zweiten Flüssigphase durch Verdampfung gegen das partiell kondensierende Einsatzgas eine zweite Dampfphase zu erzeugen, diese mit der ersten

35

Dampfphase zusammenzuführen und der CO/CH₄-Trennkolonne als Zwischenheizung aufzugeben.

5 Zusätzlich kann ein dritter Teil der in der H₂-Strippkolonne anfallenden zweiten Flüssigphase, der typischerweise ca. 5-10% von deren Gesamtmenge ausmacht, entspannt und der CO/CH₄-Trennkolonne als Zwischenrücklauf aufgegeben werden.

10 Im Vergleich zum Stand der Technik, bei dem die in der H₂-Strippkolonne anfallende zweite Flüssigphase nur in zwei Teile aufgeteilt wird, von denen der größere gegen teilkondensierendes Einsatzgas verdampft und nachfolgend der CO/CH₄-Trennkolonne als Zwischenheizung zugeführt und der zweite Teil nach einer Entspannung der CO/CH₄-Trennkolonne als Zwischenrücklauf aufgegeben wird, ermöglicht das erfindungsgemäße Verfahren ein deutlich niedrigeres Temperaturniveau der Zwischenheizung, so dass der Kühlkreislauf mit geringerem Druck betrieben werden
15 kann, was sich positiv auf die für die Verdichtung anfallenden Kosten auswirkt. So kann der Energiebedarf gegenüber dem Stand der Technik bei vergleichbarem Kohlenmonoxidgehalt in der Sumpffraktion der CO/CH₄-Trennkolonne um bis zu 10% reduziert werden.

20 Weiterhin betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur kryogenen Zerlegung eines vorwiegend aus Wasserstoff und Kohlenmonoxid bestehenden, Methan enthaltenden Einsatzgases mit wenigstens einem Wärmetauscher zur Abkühlung und partiellen Kondensation des Einsatzgases, einem Abscheider, in dem eine erste Flüssigphase aus dem partiell kondensierten Einsatzgas abgetrennt werden kann, einer H₂-
25 Strippkolonne, in der aus der ersten Flüssigphase durch Abtrennung von Wasserstoff eine zweite Flüssigphase erzeugt werden kann, sowie einer CO/CH₄-Trennkolonne, in der aus der zweiten Flüssigphase eine kohlenmonoxidreiche Gasphase mit einer Reinheit, die ihre Abgabe als Kohlenmonoxidprodukt erlaubt, sowie ein weitgehend aus Methan und Kohlenmonoxid bestehendes Sumpfprodukt erhältlich sind, wobei die
30 CO/CH₄-Trennkolonne mit einem Reboiler in Verbindung steht, der Teil eines durch einen Kreislaufverdichter angetriebenen Kühlkreislaufs ist und über den einem im Kühlkreislauf geführten Kältemitte Wärme entzogen und der CO/CH₄-Trennkolonne zu deren Beheizung zugeführt werden kann.

Vorrichtungsseitig wird die gestellte Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die CO/CH₄-Trennkolonne mit einem im Strömungsweg des Einsatzgases angeordneten Reboiler verbunden ist, über den zumindest ein Teil des Einsatzgases geführt werden kann, um Wärme für die Beheizung der CO/CH₄-Trennkolonne zu liefern.

Vorzugsweise ist der im Strömungsweg des Einsatzgases angeordneten Reboiler mit dem Sumpfraum der CO/CH₄-Trennkolonne verbunden, so dass Sumpfprodukt im Reboiler gegen abzukühlendes Einsatzgas zumindest teilweise verdampft und nachfolgend wieder in den Sumpfraum der aus der CO/CH₄-Trennkolonne entlassen werden kann.

Zweckmäßigerweise ist im Strömungsweg des Einsatzgases stromaufwärts des Reboilers ein Strömungsteiler angeordnet, über den der Einsatzgasstrom in einen ersten und einen zweiten Teilstrom aufgeteilt werden kann, um den ersten über den Reboiler und den zweiten im Bypass zum Reboiler zu führen. Vorzugsweise ist der Strömungsteiler einstellbar ausgeführt und in einen Regelkreis eingebunden, über den die Temperaturverhältnisse in der CO/CH₄-Trennkolonne durch Veränderung der Größe des ersten Teilstroms kontrollierbar sind.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung weiterbildend wird vorgeschlagen, dass der im Weg des Einsatzgases angeordnete Reboiler auch Teil des Kühlkreislaufs ist, so dass über ihn sowohl dem Kältemittel als auch dem Einsatzgas Wärme zur Beheizung der CO/CH₄-Trennkolonne entzogen werden kann. In dieser Variante umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung vorzugsweise einen stromabwärts des Reboilers angeordneten und mit der H₂-Strippkolonne verbundenen Kondensator, in dem das im Reboiler abgekühlte, jedoch nicht verflüssigte Kältemittel in indirektem Wärmetausch gegen zumindest einen Teil der zweiten Flüssigphase aus der H₂-Strippkolonne kondensiert werden kann, wobei der eingesetzte Teil der zweiten Flüssigphase vollständig verdampft. Besonders bevorzugt ist die H₂-Strippkolonne zusätzlich direkt mit dem zur partiellen Kondensation des Einsatzgases verwendeten Wärmtauscher sowie der CO/CH₄-Trennkolonne verbunden, so dass ein erster Teil der zweiten Flüssigphase im Kondensator und ein zweiter Teil in dem zur partiellen Kondensation des Einsatzgases verwendeten Wärmtauscher verdampft und ein dritter der CO/CH₄-Trennkolonne als Zwischenrücklauf zugeführt werden kann. Sowohl der Kondensator

als auch der zur partiellen Kondensation des Einsatzgases verwendeten Wärmtauscher sinnvollerweise so mit der mit der CO/CH₄-Trennkolonne verbunden, dass dieser die bei der Verdampfung der zweiten Flüssigphasen erhaltenen Gasströme als Zwischenheizung zuführbar sind.

5

In einer anderen Variante der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die CO/CH₄-Trennkolonne mit einem ersten und einem zweiten Reboiler verbunden, von denen lediglich der erste im Strömungsweg des Einsatzgases angeordnet ist. Dabei soll nicht ausgeschlossen sein, dass der erste Reboiler auch Teil des Kühlkreislaufs ist;

10 vorzugsweise ist er dies jedoch nicht.

Zweckmäßigerweise ist die CO/CH₄-Trennkolonne in ihrem unteren Bereich mit einem oberhalb des Sumpfraums angeordneten Kaminboden ausgeführt und derart mit dem zweiten Reboiler verbunden, dass Flüssigkeit aus dem Kaminboden abgezogen und nach zumindest teilweiser Verdampfung gegen abzukühlendes und kondensierendes Kältemittel im zweiten Reboiler oberhalb des Kaminbodens wieder in die CO/CH₄-Trennkolonne zurückgeführt werden kann.

15

Die Abschnitte der CO/CH₄-Trennkolonne oberhalb und unterhalb des Kaminbodens sind durch einen Überlauf miteinander verbunden, so dass sich im Kaminboden sammelnde Flüssigkeit zur weiteren Abtrennung von Kohlenmonoxid in den unteren Abschnitt weitergeleitet werden kann. Sinnvollerweise ist der Kolonnenabschnitt unterhalb des Kaminbodens aufgrund des dort geringeren Stoffumsatzes mit einem kleineren Durchmesser ausgeführt als der Abschnitt oberhalb des Kaminbodens.

25

Bevorzugt ist ein Reboiler als Plattenwärmetauscher oder gewickelter Wärmetauscher ausgeführt und entweder außerhalb oder innerhalb der CO/CH₄-Trennkolonne angeordnet. Insbesondere ist der im Strömungsweg des Einsatzgases angeordnete Reboiler als gewickelter Wärmetauscher ausgeführt und im Sumpfraum der CO/CH₄-Trennkolonne angeordnet.

30

Im Folgenden soll die Erfindung anhand zweier in den **Figuren 1** und **2** schematisch dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert werden.

Die Figur 1 zeigt eine Variante der Erfindung, bei der die CO/CH₄-Trennkolonne mit nur einem Reboiler verbunden ist.

Die Figur 2 zeigt eine andere Variante der Erfindung, bei der die CO/CH₄-Trennkolonne mit zwei Reboilern verbunden ist.

In den beiden Figuren sind gleiche Anlagenteile und Verfahrensströme mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

10 In Figur 1 wird ein zu zerlegendes, vorwiegend aus Wasserstoff und Kohlenmonoxid bestehendes, Methan enthaltendes Einsatzgas 1, das mit einem Druck zwischen 30 und 60bar(a) vorliegt, in einem ersten Wärmetauscher E1 gegen anzuwärmende Verfahrensströme ohne zu kondensieren abgekühlt und anschließend in einen ersten 2 und einen zweiten Teilstrom 3 aufgeteilt, von denen dem einen 2 zur Beheizung der
15 CO/CH₄-Trennkolonne T2 im Reboiler R Wärme entzogen wird, wobei ein weiter abgekühlter, vollständig gasförmiger erster Teilstrom 4 entsteht, mit dem der zweite, im Bypass zum Reboiler R geführte Teilstrom 3 zum Einsatzstrom 5 vereinigt wird. Zur Kontrolle der Temperaturverhältnisse in der CO/CH₄-Trennkolonne T2 kann das Mengenverhältnis der beiden Teilströme 2 und 3 variiert werden.

20 Im zweiten Wärmetauscher E2 wird der Einsatzstrom 5 soweit abgekühlt, dass durch die Kondensation von Komponenten ein zweiphasiges Stoffgemisch 6 entsteht, das im Abscheider D in eine weitgehend aus Kohlenmonoxid und Methan bestehende, Wasserstoff enthaltende Flüssig- und eine wasserstoffreiche Gasphase getrennt wird.
25 Die Gasphase wird über Leitung 7 aus dem Abscheider D abgezogen und nach Anwärmung in den Wärmetauschern E2 und E1 als Rohwasserstoff 8 an der Anlagengrenze abgegeben. Die Flüssigphase 9 dagegen wird der H₂-Trennkolonne T1 zugeführt. Hierzu wird sie in zwei Teilströme gesplittet, von denen der erste 10 als Rücklauf auf den Kopf der H₂-Trennkolonne T1 entspannt wird, während der zweite
30 Teilstrom 11 nach einer Entspannung und nachfolgender Teilverdampfung im Wärmetauscher E2 dem Mittelteil der H₂-Trennkolonne T1 als Zwischenheizung aufgegeben wird.

Die H₂-Trennkolonne T1, die bei einem Druck betrieben wird, der zwischen einem
35 Fünftel und einem Drittel des Drucks des Einsatzgases 1 liegt, dient zur Entfernung

des in der Flüssigphase 9 gelösten Wasserstoffs. Sie wird durch einen Umlaufhitzer 12 beheizt, der im Wärmetauscher E2 integriert ist.

Die wasserstoffreiche Kopffraktion 13 aus der H₂-Trennkolonne T1 wird nach
5 Anwärmung in den Wärmetauschern E2 und E1 als Flash-Gas 14 an der
Anlagengrenze abgegeben, während die weitgehend wasserstofffreie, aus
Kohlenmonoxid und Methan bestehende Sumpffraktion 15 in drei Teilströme 16, 17
und 18 gesplittet und in die bei einem Druck zwischen 5 und 9bar(a) betriebene
CO/CH₄-Trennkolonne T2 entspannt wird. Die CO/CH₄-Trennkolonne T2 wird über den
10 Reboiler R beheizt, in dem Sumpffprodukt 19 zumindest teilweise verdampft wird.

Die für den Prozess benötigte Spitzenkälte wird über einen durch den mit drei Stufen
C1, C2 und C3 ausgeführten Kreislaufverdichter V angetriebenen Kältekreislauf
erhalten, in dem Kohlenmonoxid als Kältemittel zirkuliert. Kohlenmonoxid 20 verlässt
15 die dritte Verdichterstufe C3 mit einem Druck, der typischerweise zwischen 8 und
12bar(a) liegt, wird nachfolgend im Wärmetauscher E1 abgekühlt und im Reboiler R
gemeinsam mit dem ersten Teilstrom 2 des Einsatzgases 1 gegen anzuwärmendes
Sumpffprodukt 19 der CO/CH₄-Trennkolonne T2 weiter abgekühlt, ohne dabei zu
kondensieren. Im Kondensator E3 wird das im Reboiler R abgekühlte Kohlenmonoxid 21
20 gegen den Teilstrom 16, der typischerweise mehr als 45% der Menge der
Sumpffraktion 15 der H₂-Trennkolonne T1 ausmacht, kondensiert, der dabei verdampft
und als Gasstrom 22 weitergeführt wird. Der zweite Teilstrom 17 der Sumpffraktion 15
wird im Wärmetauscher E2 gegen das partiell zu kondensierende Einsatzgas 5 ebenfalls
verdampft und als Gasstrom 23 mit dem Gasstrom 22 zum Gasstrom 24 vereinigt, der
25 anschließend als Zwischenheizung in die CO/CH₄-Trennkolonne T2 geführt wird. Der
dritte Teilstrom 18 der Sumpffraktion 15, der nur etwa 5-10% von deren Gesamtmenge
ausmacht, wird nach einer Entspannung der CO/CH₄-Trennkolonne T2 als
Zwischenrücklauf aufgegeben.

30 Das im Kondensator E3 kondensierte Kohlenmonoxid 25 wird in zwei Teilströme 26
und 27 aufgeteilt, die auf den Kopf der CO/CH₄-Trennkolonne T2 entspannt werden.
Während der eine Teil 26 als Rücklauf dient, wird die Flüssigphase des zweiten Teils
27 in zwei Kohlenmonoxidströmen 28 und 29 wieder aus dem als Abscheider
wirkenden Kaminboden K1 abgezogen: Während eine Flüssigphase 28 mit der
35 Gasphase 30 vom Kopf der CO/CH₄-Trennkolonne T2 zum Kohlenmonoxidstrom 31

vereinigt und nach Verdampfung und Anwärmung in den Wärmetauschern E2 und E1 der dritten Verdichterstufe C3 zugeführt wird, wird die zweite Flüssigphase 29 weiter entspannt, um die Spitzenkälte für den Prozess zu liefern. Der bei der Entspannung entstehende zweiphasige Kohlenmonoxidstrom 33 wird nachfolgend ebenfalls in den Wärmetauschern E2 und E1 verdampft und angewärmt, ehe er auf der Saugseite des Kreislaufverdichters V aufgegeben wird. Das verdichtete Kohlenmonoxid auf der Austrittsseite der dritten Verdichterstufe C3 wird geteilt. Ein Teil wird als Kohlenmonoxidprodukt 32 an der Anlagengrenze abgegeben. Der Rest wird als Kreislaufstrom 20 in den Prozess zurückgeführt.

10

Im Sumpfraum S der CO/CH₄-Trennkolonne T2 sammelt sich eine methanreiche, Kohlenmonoxid enthaltende Flüssigphase 34, die nach Verdampfung und Anwärmung in den Wärmetauschern E2 und E1 als Brenngas 35 abgegeben werden kann. Durch das beschriebene Verfahren ist es möglich, die Flüssigphase 34 mit einem Kohlenmonoxidgehalt von weniger als 25Vol-% zu erhalten, wodurch die Menge des Brenngases 35 reduziert und dadurch die Wirtschaftlichkeit deutlich verbessert wird.

15

Im Ausführungsbeispiel der Figur 2 wird die für den Prozess benötigte Spitzenkälte über einen durch den mit zwei Stufen C1' und C2' ausgeführten Kreislaufverdichter V' angetriebenen Kältekreislauf erhalten, in dem Stickstoff als Kältemittel zirkuliert. Stickstoff 40 verlässt die zweite Verdichterstufe C2' mit einem Druck, der typischerweise zwischen 16 und 21 bar(a) liegt, wird nachfolgend im Wärmetauscher E1 abgekühlt und im Reboiler R1 gegen eine aus dem im unteren Bereich der Trennkolonne T2' oberhalb des Sumpfraums S' angeordneten Kaminboden K abgezogene Flüssigphase 41 kondensiert, die dabei teilverdampft und nachfolgend oberhalb ihrer Entnahmestelle wieder in die Kolonne zurückgeleitet wird. Der im Reboiler R1 abgekühlte und verflüssigte Stickstoff 43 wird auf den Kopf der CO/CH₄-Trennkolonne T2' kälteleistend entspannt, wo ein Kondensator C angeordnet ist, der durch flüssigen Stickstoff gekühlt, eine Temperaturdifferenz zum Antrieb eines kolonneninternen Kohlenmonoxidrücklaufs 44 liefert. Vom Kopf der CO/CH₄-Trennkolonne T2' wird Stickstoff auf mittlerem Druckniveau gasförmig über Leitung 45 und flüssig über die Leitungen 46 und 47 abgezogen. Die beiden Stickstoffströme 45 und 46 werden zum Stickstoffstrom 48 zusammengeführt, der ohne weitere Druckabsenkung in den Wärmetauschern E2 und E1 gegen das abzukühlende Einsatzgas verdampft und angewärmt und nachfolgend der Saugseite der zweiten

20

25

30

35

Stufe C2' des Kreislaufverdichters V' zugeführt wird. Aus der zweiten Flüssigstickstofffraktion 47 vom Kopf der CO/CH₄-Trennkolonne T2' wird durch kälteleistende Entspannung auf Niederdruckniveau zwischen 2,5 und 4,5bar(a) ein zweiphasiges Stoffgemisch 49 erzeugt, das die Spitzenkälte für das kalte Ende des Wärmetauschers E2 liefert und nach Verdampfung und Anwärmung in den 5 Wärmetauschern E2 und E1 der ersten Stufe C1' des Kreislaufverdichters V' aufgegeben wird. Bei Bedarf kann dem geschlossenen Stickstoffkreislauf über die Niederdruckpassage 49 von außen Stickstoff zugeführt werden, wobei gasförmiger Stickstoff 50 auf der warmen Seite des Wärmetauschers E1 und flüssiger Stickstoff 51 10 auf der kalten Seite des Wärmetauschers E2 eingeleitet wird. Überschüssiger Stickstoff 52 wird auf der Druckseite des Kreislaufverdichters V' abgeführt.

Der Kaminboden K ist mit einem Überlauf U ausgeführt, über den Flüssigkeit in den unterhalb gelegenen Kolonnenabschnitt und den Sumpfraum S' der CO/CH₄- 15 Trennkolonne T2' gelangt. Der Sumpfraum S' ist mit einem zweiten Reboiler R2 verbunden, über den dem ersten Teilstrom 2 des im Wärmetauscher E1 vorgekühlten Einsatzgases 1 gegen Flüssigkeit 53 aus dem Sumpfraum S' Wärme für die Beheizung der CO/CH₄-Trennkolonne T2' entzogen wird, wobei der weiter abgekühlte Teilstrom 4 entsteht und die Flüssigkeit 53 teilweise verdampft, bevor sie wieder in den Sumpfraum 20 S' zurückgeführt wird. Diese Verfahrensvariante ermöglicht eine Absenkung des Kohlenmonoxidgehalts der Flüssigphase 34 auf Werte von weniger als 30Vol-% und damit ebenfalls eine deutliche Steigerung der Wirtschaftlichkeit aufgrund der geringeren Menge des Brenngases 35.

25 Die weitgehend wasserstofffreie, aus Kohlenmonoxid und Methan bestehende Sumpffraktion 15 aus der H₂-Trennkolonne T1 wird in zwei Teilströme 16' und 18' gesplittet, von denen der erste 16' entspannt, im Wärmetauscher E2 verdampft und nachfolgend als Zwischenheizung 24' in die CO/CH₄-Trennkolonne T2' geführt wird. Der Teilstrom 18' wird ebenfalls in die CO/CH₄-Trennkolonne T2' entspannt, wo er als 30 Zwischenrücklauf dient.

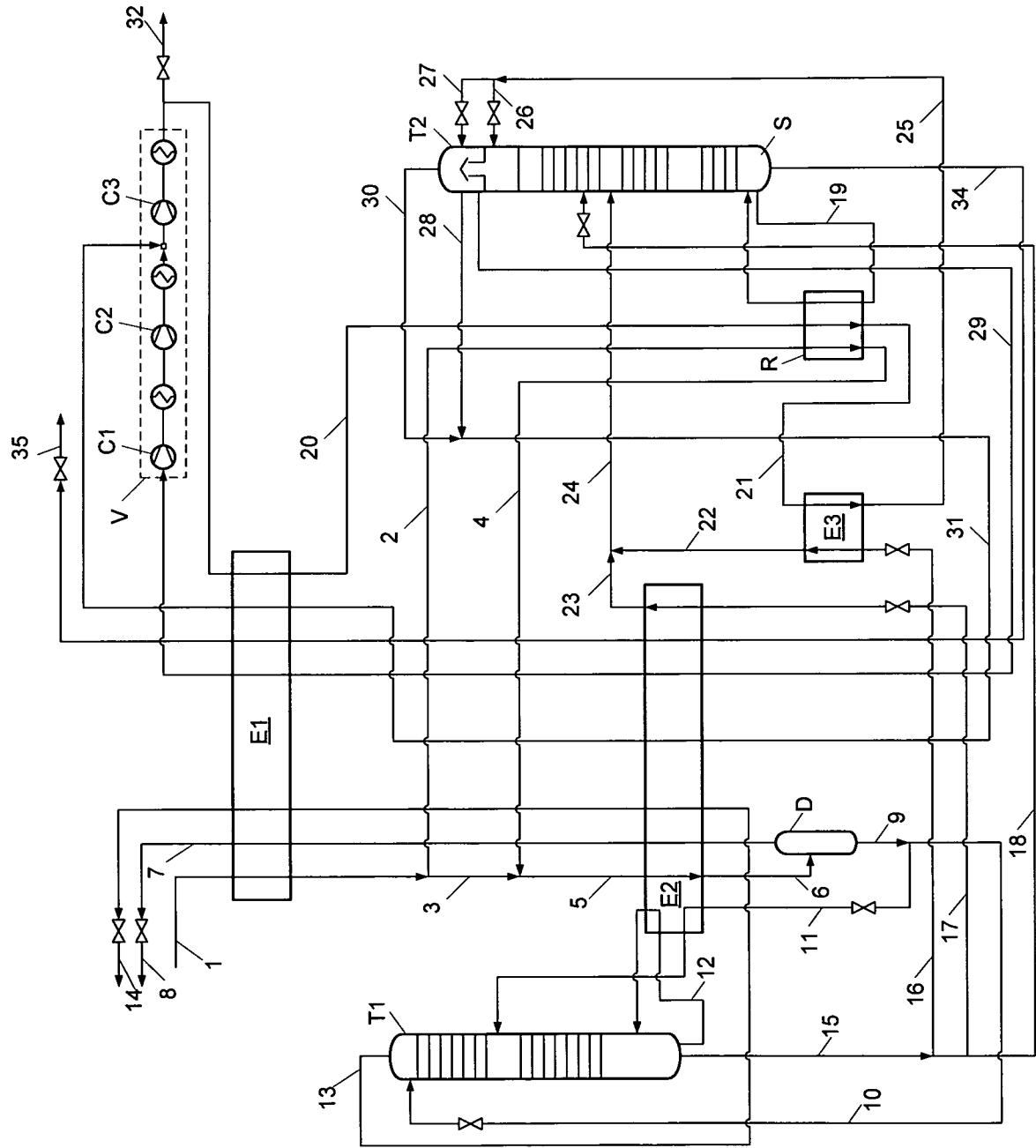
Patentansprüche

1. Verfahren zur kryogenen Zerlegung eines vorwiegend aus Wasserstoff und Kohlenmonoxid bestehenden, Methan enthaltenden Einsatzgases (1), das dabei durch Abkühlung partiell kondensiert wird, um eine weitgehend aus Kohlenmonoxid und Methan bestehende, Wasserstoff enthaltende erste Flüssigphase (9) zu gewinnen, aus der in einer H₂-Strippkolonne (T1) durch die Abtrennung von Wasserstoff eine zweite Flüssigphase (15) erzeugt wird, aus welcher in einer CO/CH₄-Trennkolonne (T2, T2') eine kohlenmonoxidreiche Gasphase (31) mit einer Reinheit, die ihre Abgabe als Kohlenmonoxidprodukt (32) erlaubt, sowie eine weitgehend aus Methan und Kohlenmonoxid bestehendes Sumpfprodukt (34) erhalten werden, wobei einem, in einem durch einen Kreislaufverdichter (V, V') angetriebenen Kühlkreislauf geführten Kältemittel (20, 40) Wärme entzogen und zur Beheizung der CO/CH₄-Trennkolonne (T2, T2') verwendet wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest einem Teil (2) des Einsatzgases (1) Wärme entzogen und zur Beheizung der CO/CH₄-Trennkolonne (T2, T2') verwendet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der zur Beheizung der CO/CH₄-Trennkolonne (T2, T2') verwendete Teil (2) des Einsatzgases (1) gegen eine in der CO/CH₄-Trennkolonne (T2, T2') anfallende Flüssigkeit (19, 53), bei der es sich vorzugsweise um Sumpfprodukt handelt, abgekühlt wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass im Kühlkreislauf geführtes Kältemittel (20, 40) gemeinsam mit dem zur Beheizung der CO/CH₄-Trennkolonne verwendete Teil (2) des Einsatzgases (1) gegen dieselbe und/oder unabhängig vom Einsatzgas (2) gegen eine andere in der CO/CH₄-Trennkolonne anfallende Flüssigkeit abgekühlt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass im Kühlkreislauf geführtes Kältemittel (40) gegen eine oberhalb des Sumpfraums (S') der CO/CH₄-Trennkolonne (T2') anfallende Flüssigkeit (41) abgekühlt und dabei verflüssigt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass gegen Sumpfprodukt (19) der CO/CH₄-Trennkolonne abgekühltes Kältemittel (21)

Flüssigphase (15) weiter abgekühlt und dabei verflüssigt wird, wobei die Flüssigphase (16) aus der H₂-Strippkolonne (T1) verdampft und eine erste Dampfphase (22) gebildet wird.

- 5 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass das verflüssigte Kältemittel (25) zur Erzeugung eines Rücklaufs kälteleistend auf den Kopf der CO/CH₄-Trennkolonne (T2) entspannt wird.
- 10 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass aus einem zweiten Teil (17) der in der H₂-Strippkolonne (T1) anfallenden zweiten Flüssigphase (15) durch Verdampfung gegen partiell zu kondensierendes Einsatzgas (5) eine zweite Dampfphase (23) erzeugt wird, die mit der ersten Dampfphase (22) zusammengeführt und der CO/CH₄-Trennkolonne (T2) als Zwischenheizung (24) zugeführt wird.
- 15 8. Vorrichtung zur kryogenen Zerlegung eines vorwiegend aus Wasserstoff und Kohlenmonoxid bestehenden, Methan enthaltenden Einsatzgases (1) mit wenigstens einem Wärmetauscher (E2) zur Abkühlung und partiellen Kondensation des Einsatzgases (5), einem Abscheider (D), in dem eine erste Flüssigphase (9) aus dem partiell kondensierten Einsatzgas (6) abgetrennt werden kann, einer H₂-Strippkolonne (T1), in der aus der ersten Flüssigphase (9) durch Abtrennung von Wasserstoff eine zweite Flüssigphase (15) erzeugt werden kann, 20 sowie einer CO/CH₄-Trennkolonne (T2, T2'), in der aus der zweiten Flüssigphase (15) eine kohlenmonoxidreiche Gasphase (31) mit einer Reinheit, die ihre Abgabe als Kohlenmonoxidprodukt (32) erlaubt, sowie ein weitgehend aus Methan und Kohlenmonoxid bestehendes Sumpfprodukt (34) erhältlich sind, wobei die CO/CH₄-Trennkolonne (T2, T2') mit einem Reboiler (R, R1) in Verbindung steht, 25 der Teil eines durch einen Kreislaufverdichter (V, V) angetriebenen Kühlkreislaufs ist und über den einem im Kühlkreislauf geführten Kältemittel (20, 40) Wärme entzogen und der CO/CH₄-Trennkolonne (T2, T2') zu deren Beheizung zugeführt werden kann, **dadurch gekennzeichnet**, dass die CO/CH₄-Trennkolonne (T2, T2') mit einem im Strömungsweg des Einsatzgases angeordneten Reboiler (R, 30 R2) verbunden ist, über den zumindest ein Teil des Einsatzgases (2) geführt werden kann, um Wärme für die Beheizung der CO/CH₄-Trennkolonne (T2, T2') zu liefern.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der im Strömungsweg des Einsatzgases angeordneten Reboiler (R, R2) mit dem Sumpfraum (S, S') der CO/CH₄-Trennkolonne (T2, T2') verbunden ist, so dass Sumpfprodukt (19, 53) im Reboiler (R, R2) gegen abzukühlendes Einsatzgas (2) zumindest teilweise verdampft und nachfolgend wieder in den Sumpfraum (S, S') der aus der CO/CH₄-Trennkolonne (T2, T2') entlassen werden kann.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der im Weg des Einsatzgases angeordnete Reboiler (R) auch Teil des Kühlkreislaufs ist, so dass über ihn sowohl dem Kältemittel (20) als auch dem Einsatzgas (2) Wärme zur Beheizung der CO/CH₄-Trennkolonne (T2) entzogen werden kann.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen mit der H₂-Strippkolonne (T1) und dem im Weg des Einsatzgases angeordneten Reboiler (R) verbundenen Kondensator (E3) aufweist, in dem im Reboiler (R) abgekühltes Kältemittel (21) gegen zumindest einen Teil (16) der zweiten Flüssigphase (15) aus der H₂-Strippkolonne (T1) kondensiert werden kann.
12. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die CO/CH₄-Trennkolonne (T2') in ihrem unteren Bereich mit einem oberhalb des Sumpfraums (S') angeordneten Kaminboden (K) ausgeführt ist und der Raum oberhalb des Kaminbodens (K) mit einem Reboiler (R1) in Verbindung steht, der Teil des Kühlkreislaufs, jedoch nicht im Weg des Einsatzgases angeordnet ist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein Reboiler (R, R1, R2) außerhalb der CO/CH₄-Trennkolonne angeordnet oder in diese integriert ist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass ein Reboiler (R, R1, R2) als Plattenwärmtauscher oder als gewickelter Wärmetauscher ausgeführt ist.



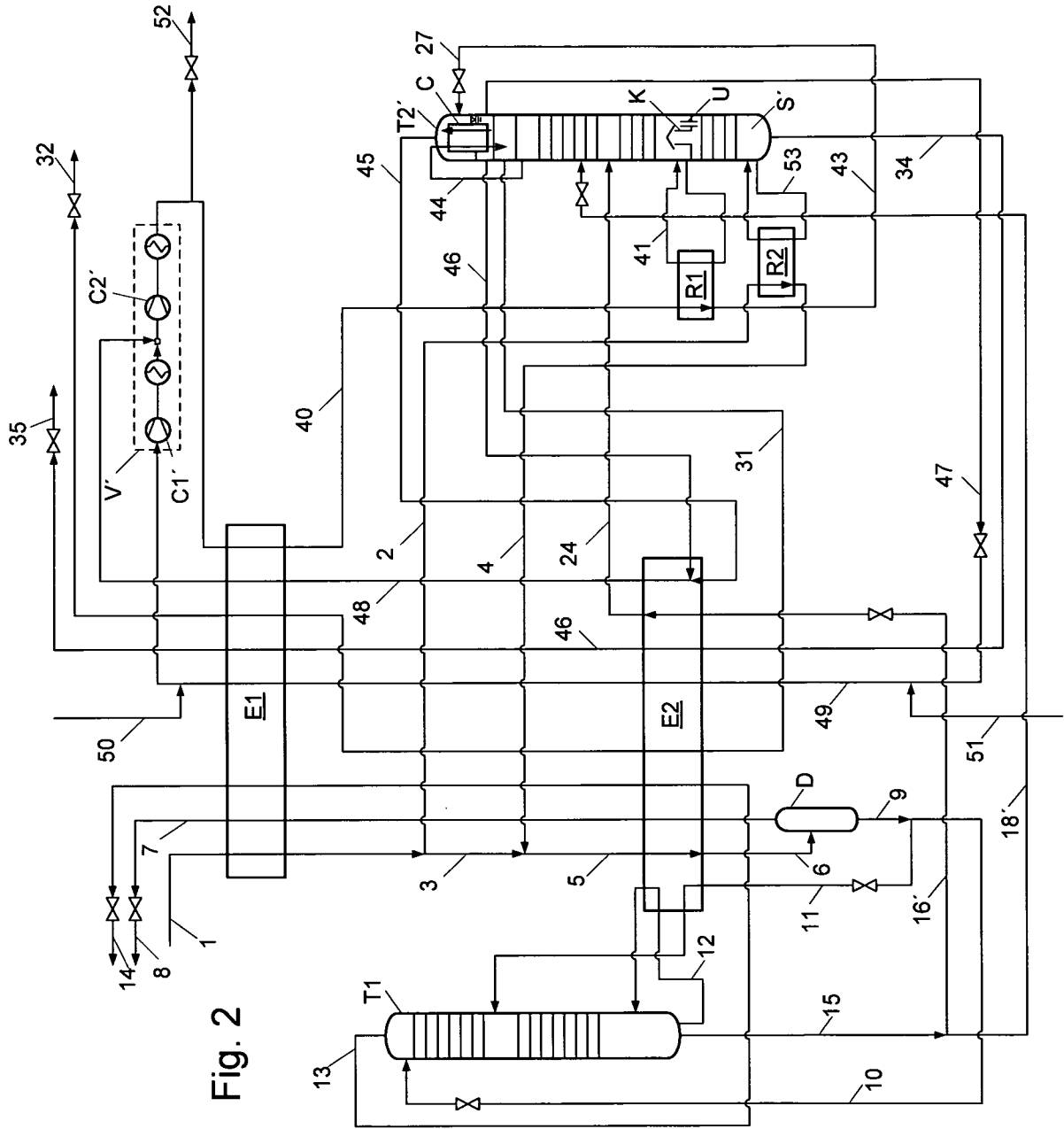


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/000090

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F25J3/02
ADD.

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)
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 practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	BERNINGER R: "FORTSCHRITTE BEI DER H2/CO-TIEFTEMPERATURZERLEGUNG", BERICHTE AUS TECHNIK UND WISSENSCHAFT, LINDE AG. WIESBADEN, DE, vol. 62, 1 January 1988 (1988-01-01), pages 18-23, XP001181523, ISSN: 0942-332X	1-8,10, 11,13,14
Y	figures 4, 7	13
A	page 2, column 2, line 4 - page 3, column 1, line 63 page 5, column 1, line 7 - page 6, column 1, line 13 ----- -/--	9,12

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search 5 May 2017	Date of mailing of the international search report 16/05/2017
---	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Karspeck, Sabine
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/000090

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2 192 365 A2 (LINDE AG [DE]) 2 June 2010 (2010-06-02)	1-3, 8-10,13, 14
A	figure 1 paragraph [0003] - paragraph [0005] paragraph [0021] - paragraph [0026] -----	4-7,11, 12
X	WO 2008/052776 A2 (LINDE AG [DE]; LANG MARTIN [DE]) 8 May 2008 (2008-05-08)	1-6,8, 10-14
A	figure 1 page 9, line 20 - page 12, line 12 -----	7,9
X	EP 1 167 294 A2 (AIR PROD & CHEM [US]) 2 January 2002 (2002-01-02)	1-8,10, 11,13,14
A	figure 1 paragraph [0050] - paragraph [0065] -----	9,12
X	EP 0 979 982 A1 (AIR PROD & CHEM [US]) 16 February 2000 (2000-02-16)	1,6,8, 10,11, 13,14
A	figure 4 paragraph [0001] paragraph [0021] paragraph [0039] - paragraph [0050] -----	7,9,12
Y	WO 2008/113494 A2 (LINDE AG [DE]; LANG MARTIN [DE]) 25 September 2008 (2008-09-25)	13
A	figure 3 page 5, line 26 - page 7, line 19 -----	1-12,14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2017/000090

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2192365	A2	02-06-2010	CN 101832697 A 15-09-2010
			DE 102008059716 A1 02-06-2010
			EP 2192365 A2 02-06-2010
			RU 2009144105 A 10-06-2011

WO 2008052776	A2	08-05-2008	DE 102006051759 A1 08-05-2008
			WO 2008052776 A2 08-05-2008

EP 1167294	A2	02-01-2002	AT 260866 T 15-03-2004
			DE 60102180 D1 08-04-2004
			EP 1167294 A2 02-01-2002
			US 6266976 B1 31-07-2001

EP 0979982	A1	16-02-2000	AT 356964 T 15-04-2007
			EP 0979982 A1 16-02-2000
			US 6161397 A 19-12-2000

WO 2008113494	A2	25-09-2008	CN 101874186 A 27-10-2010
			DE 102007013325 A1 25-09-2008
			EP 2122281 A2 25-11-2009
			RU 2009138509 A 27-04-2011
			WO 2008113494 A2 25-09-2008

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F25J3/02
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	BERNINGER R: "FORTSCHRITTE BEI DER H2/CO-TIEFTEMPERATURZERLEGUNG", BERICHTE AUS TECHNIK UND WISSENSCHAFT, LINDE AG. WIESBADEN, DE, Bd. 62, 1. Januar 1988 (1988-01-01), Seiten 18-23, XP001181523, ISSN: 0942-332X	1-8,10, 11,13,14
Y	Abbildungen 4, 7	13
A	Seite 2, Spalte 2, Zeile 4 - Seite 3, Spalte 1, Zeile 63 Seite 5, Spalte 1, Zeile 7 - Seite 6, Spalte 1, Zeile 13 ----- -/--	9,12



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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. Mai 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

16/05/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Karspeck, Sabine

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 2 192 365 A2 (LINDE AG [DE]) 2. Juni 2010 (2010-06-02)	1-3, 8-10,13, 14
A	Abbildung 1 Absatz [0003] - Absatz [0005] Absatz [0021] - Absatz [0026] -----	4-7,11, 12
X	WO 2008/052776 A2 (LINDE AG [DE]; LANG MARTIN [DE]) 8. Mai 2008 (2008-05-08)	1-6,8, 10-14
A	Abbildung 1 Seite 9, Zeile 20 - Seite 12, Zeile 12 -----	7,9
X	EP 1 167 294 A2 (AIR PROD & CHEM [US]) 2. Januar 2002 (2002-01-02)	1-8,10, 11,13,14
A	Abbildung 1 Absatz [0050] - Absatz [0065] -----	9,12
X	EP 0 979 982 A1 (AIR PROD & CHEM [US]) 16. Februar 2000 (2000-02-16)	1,6,8, 10,11, 13,14
A	Abbildung 4 Absatz [0001] Absatz [0021] Absatz [0039] - Absatz [0050] -----	7,9,12
Y	WO 2008/113494 A2 (LINDE AG [DE]; LANG MARTIN [DE]) 25. September 2008 (2008-09-25)	13
A	Abbildung 3 Seite 5, Zeile 26 - Seite 7, Zeile 19 -----	1-12,14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/000090

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
EP 2192365	A2	02-06-2010	CN 101832697 A	15-09-2010
			DE 102008059716 A1	02-06-2010
			EP 2192365 A2	02-06-2010
			RU 2009144105 A	10-06-2011

WO 2008052776	A2	08-05-2008	DE 102006051759 A1	08-05-2008
			WO 2008052776 A2	08-05-2008

EP 1167294	A2	02-01-2002	AT 260866 T	15-03-2004
			DE 60102180 D1	08-04-2004
			EP 1167294 A2	02-01-2002
			US 6266976 B1	31-07-2001

EP 0979982	A1	16-02-2000	AT 356964 T	15-04-2007
			EP 0979982 A1	16-02-2000
			US 6161397 A	19-12-2000

WO 2008113494	A2	25-09-2008	CN 101874186 A	27-10-2010
			DE 102007013325 A1	25-09-2008
			EP 2122281 A2	25-11-2009
			RU 2009138509 A	27-04-2011
			WO 2008113494 A2	25-09-2008
