

(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
21. April 2022 (21.04.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/078622 A1

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

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/025370

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. September 2021 (28.09.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2020 006 394.2

17. Oktober 2020 (17.10.2020) DE

(71) Anmelder: LINDE GMBH [DE/DE]; Dr.-Carl-von-Linde-Str. 6-14, 82049 Pullach (DE).

(72) Erfinder: **BAUER, Heinz**; c/o Linde GmbH, IP EMEA, Dr.-Carl-von-Linde-Str. 6-14, 82049 Pullach (DE). **KA-MANN, Martin**; c/o Linde GmbH, IP EMEA, Dr.-Carl-von-Linde-Str. 6-14, 82049 Pullach (DE). **KATZUR, Eva-Maria**; c/o Linde GmbH, IP EMEA, Dr.-Carl-von-Linde-Str. 6-14, 82049 Pullach (DE). **KOSSMANN, Andreas**; c/o Linde GmbH, IP EMEA, Dr.-Carl-von-Linde-Str. 6-14, 82049 Pullach (DE).

(74) Anwalt: **ZAHN, Christoph**; Linde GmbH, Intellectual Property EMEA, 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,

(54) Title: PROCESS AND PLANT FOR PRODUCTION OF A LIQUEFIED HYDROCARBON PRODUCT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND ANLAGE ZUR ERZEUGUNG EINES VERFLÜSSIGTEN KOHLENWASSERSTOFFPRODUKTS

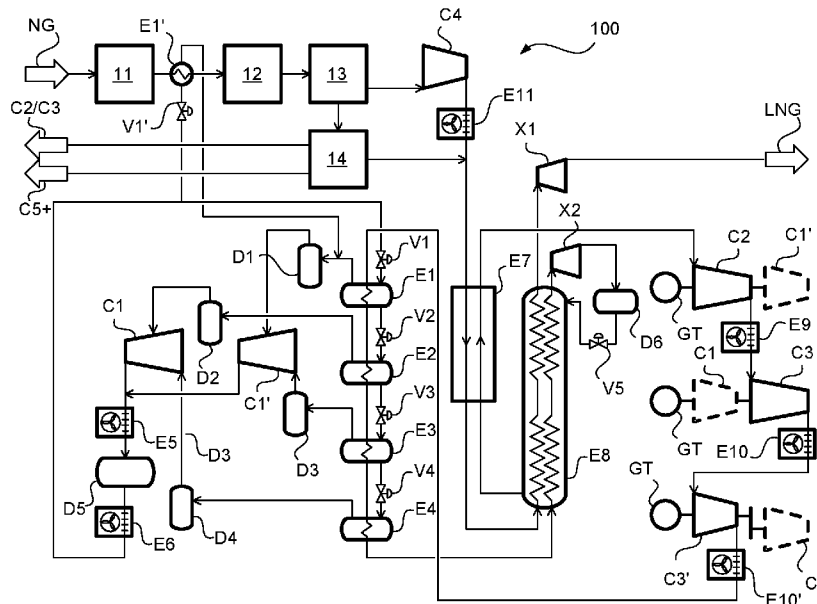


Fig. 2

(57) Abstract: A process for producing a liquid hydrocarbon product (LNG) is proposed, in which a gaseous hydrocarbon feedstock (NG) is at least partly subjected to a cooling operation using a mixed coolant and to a liquefying operation to obtain the liquid hydrocarbon product (LNG), wherein the mixed coolant is at least partly subjected to a precooling operation using a pure coolant. The mixed coolant is guided and compressed within a mixed coolant circuit, and the pure coolant is guided and compressed within a pure coolant circuit. What is envisaged is that the compression of the mixed coolant in the mixed coolant circuit comprises the use of a first, second and third mixed coolant compressor (C2, C3, C3'), the compression of the pure coolant in the pure coolant circuit comprises the use of a first and second pure coolant compressor (C1, C2), and the operation of the first mixed coolant compressor (C2) is mechanically

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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)

coupled to that of the second pure coolant compressor (CT), and the operation of the the second mixed coolant compressor (C3) is mechanically coupled to that of the first pure coolant compressor (C1). The invention likewise provides a corresponding plant (100).

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zur Erzeugung eines flüssigen Kohlenwasserstoffprodukts (LNG) wird vorgeschlagen, bei dem ein gasförmiger Kohlenwasserstoffeinsatz (NG) zumindest zu einem Teil unter Verwendung eines Gemischkältemittels einer Abkühlung und unter Erhalt des flüssigen Kohlenwasserstoffprodukts (LNG) einer Verflüssigung unterworfen wird, wobei das Gemischkältemittel zumindest zu einem Teil unter Verwendung eines Reinstoffkältemittels einer Vorkühlung unterworfen wird. Das Gemischkältemittel wird in einem Gemischkältemittelkreislauf geführt und in diesem verdichtet und das Reinstoffkältemittel wird in einem Reinstoffkältemittelkreislauf geführt und in diesem verdichtet. Es ist vorgesehen, dass die Verdichtung des Gemischkältemittels in dem Gemischkältemittelkreislauf die Verwendung eines ersten, eines zweiten und eines dritten Gemischkältemittelverdichters (C2, C3, C3') umfasst, die Verdichtung des Reinstoffkältemittels in dem Reinstoffkältemittelkreislauf die Verwendung eines ersten und eines zweiten Reinstoffkältemittelverdichters (C1, CT) umfasst, und der erste Gemischkältemittelverdichter (C2) in mechanischer Kopplung mit dem zweiten Reinstoffkältemittelverdichter (CT) und der zweite Gemischkältemittelverdichter (C3) in mechanischer Kopplung mit dem ersten Reinstoffkältemittelverdichter (C1) betrieben wird. Eine entsprechende Anlage (100) ist ebenfalls Gegenstand der Erfindung.

Beschreibung

Verfahren und Anlage zur Erzeugung eines verflüssigten Kohlenwasserstoffprodukts

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anlage zur Erzeugung eines verflüssigten Kohlenwasserstoffprodukts gemäß den jeweiligen Oberbegriffen der
5 unabhängigen Patentansprüche.

Hintergrund

Verfahren und Anlagen zur Verflüssigung von Erdgas sind bekannt und beispielsweise
10 im Artikel "Natural Gas" in Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Onlinepublikation 15. Juli 2006, DOI: 10.1002/14356007.a17_073.pub2, insbesondere Abschnitt 3, "Liquefaction", oder bei Wang und Economides, "Advanced Natural Gas Engineering", Gulf Publishing 2010, DOI: 10.1016/C2013-0-15532-8, insbesondere Kapitel 6, "Liquefied Natural Gas (LNG)", beschrieben.

15 Insbesondere können bei der Erdgasverflüssigung Gemischkältemittel aus unterschiedlichen Kohlenwasserstoffbestandteilen und Stickstoff zum Einsatz kommen. Beispielsweise können dabei ein, oder zwei oder drei Gemischkältemittelkreisläufe eingesetzt werden (engl. Single Mixed Refrigerant, SMR; Dual Mixed Refrigerant,
20 DMR; Mixed Fluid Cascade, MFC). Auch Gemischkältemittelkreisläufe mit Propanvorkühlung (C3MR) sind bekannt.

Beispielsweise ist aus der WO 2010/121752 A2 ein Verfahren zum Verflüssigen eines Kohlenwasserstoffgemischs bekannt, bei dem ein Gemischkältemittelkreislauf zum
25 Einsatz kommt. Das Gemischkältemittel wird darin nach einer Verdichtung mittels eines Reinstoffkältemittelkreislaufs verflüssigt. Das verflüssigte Gemischkältemittel wird zur Verflüssigung des Kohlenwasserstoffgemischs eingesetzt und im Zuge dessen verdampft. Das verdampfte Gemischkältemittel wird zur Kühlung des Kohlenwasserstoffgemischs vor seiner eigentlichen Verflüssigung eingesetzt und
30 anschließend der Verdichtung wieder zugeführt.

Die vorliegende Erfindung kann insbesondere im Zusammenhang mit der Verflüssigung von Erdgas nach einer geeigneten Aufbereitung zum Einsatz kommen,

eignet sich jedoch auch für die Verflüssigung anderer Kohlenwasserstoffgemische, insbesondere methanreicher Kohlenwasserstoffgemische mit einem Gehalt von mehr als 80% Methan, oder auch ggf. entsprechender Reinstoffe.

- 5 Aus dem Stand der Technik bekannte Verfahren zur Verflüssigung von Kohlenwasserstoffgemischen der erläuterten Art erweisen sich häufig in der Praxis aus den nachfolgend erläuterten Gründen als verbesserungsbedürftig.

Die vorliegende Erfindung stellt sich daher die Aufgabe, die Verflüssigung eines
10 Kohlenwasserstoffgemischs der erläuterten Art zu verbessern.

Offenbarung der Erfindung

Vor diesem Hintergrund schlägt die Erfindung ein Verfahren und eine Anlage zur
15 Erzeugung eines verflüssigten Kohlenwasserstoffprodukts mit den jeweiligen Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche vor. Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche und der nachfolgenden Beschreibung.

Vor der Erläuterung der Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden
20 einige Grundlagen der vorliegenden Erfindung näher erläutert und nachfolgend verwendete Begriffe definiert.

Die vorliegende Anmeldung verwendet zur Charakterisierung von Drücken und Temperaturen die Begriffe "Druckniveau" und "Temperaturniveau", wodurch zum
25 Ausdruck gebracht werden soll, dass entsprechende Drücke und Temperaturen in einer entsprechenden Anlage nicht in Form exakter Druck- bzw. Temperaturwerte verwendet werden müssen. Jedoch bewegen sich derartige Drücke und Temperaturen typischerweise in bestimmten Bereichen, die beispielsweise $\pm 10\%$ um einen Mittelwert liegen. Entsprechende Druckniveaus und Temperaturniveaus können dabei in
30 disjunkten Bereichen liegen oder in Bereichen, die einander überlappen. Insbesondere schließen beispielsweise Druckniveaus unvermeidliche oder zu erwartende Druckverluste ein. Entsprechendes gilt für Temperaturniveaus.

Ein "Wärmetauscher" zum Einsatz im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann in
35 jeglicher fachüblichen Art ausgebildet sein. Er dient zur indirekten Übertragung von

Wärme zwischen zumindest zwei z.B. im Gegenstrom zueinander geführten Fluidströmen. In letzterem Fall handelt es sich um einen "Gegenstromwärmetauscher". Ein entsprechender Wärmetauscher kann aus einem einzelnen oder mehreren parallel und/oder seriell verbundenen Wärmetauscherabschnitten gebildet sein, z.B. aus einem
5 oder mehreren gewickelten Wärmetauschern oder entsprechenden Abschnitten.

Neben einem Gegenstromwärmetauscher, der insbesondere als ein (gelöteter) Rippen-Platten-Wärmetauscher aus Aluminium (Brazed Aluminium Plate-Fin Heat Exchanger, PFHE; Bezeichnungen gemäß der deutschen und englischen Ausgabe der ISO 15547-
10 2:3005) ausgebildet sein kann, kommt im Rahmen der vorliegenden Erfindung insbesondere auch ein Wärmetauscher zum Einsatz, in dem ein abzukühlendes Fluid in entsprechenden Leitungen (beispielsweise einem Rohrbündel) durch einen Mantelraum geführt wird, in den ein zur Kühlung verwendetes Fluid entspannt wird, welches in dem Mantelraum teilweise verdampft wird.

15 Ist nachfolgend von einem "Reinstoffkältemittel" die Rede, sei hierunter ein Kältemittel verstanden, das mehr als 90 Molprozent, insbesondere mehr als 95 Molprozent oder mehr als 99 Molprozent, einer einzigen Komponente aufweist. Bei der Komponente kann es sich insbesondere um Ethylen, Ethan, Propylen oder Propan handeln.
20 Dagegen zeichnet sich ein "Gemischkältemittel" dadurch aus, dass es mehrere Komponenten aufweist, von denen keine in einem Gehalt von mehr als 80 Molprozent, insbesondere mehr als 70 Molprozent oder mehr als 60 Molprozent, enthalten ist. Bei den Komponenten kann es sich insbesondere um Ethan, Propan, Butan und Pentan sowie ungesättigte Äquivalente dieser Verbindungen handeln. Insbesondere kann ein
25 derartiges Gemischkältemittel aber propanfrei sein oder Propan in einem Gehalt von höchstens 10 Molprozent, insbesondere höchstens 5 Molprozent oder höchstens 1 Molprozent, aufweisen.

Die vorliegende Erfindung kann, wie erwähnt, insbesondere im Zusammenhang mit der
30 Verflüssigung von Erdgas nach einer entsprechenden Aufbereitung zum Einsatz kommen, eignet sich jedoch auch für die Verflüssigung anderer Kohlenwasserstoffgemische, insbesondere methanreicher Kohlenwasserstoffgemische mit einem Gehalt von mehr als 80% Methan, oder auch ggf. entsprechender Reinstoffe. Ein dem erfindungsgemäßen Verfahren zugeführtes, gasförmiges
35 Kohlenwasserstoffgemisch oder ein entsprechender gasförmiger Reinstoff wird hier als

"Kohlenwasserstoffeinsatz" und die durch die Verflüssigung erhaltene Flüssigkeit, die den gesamten oder einen Teil des Kohlenwasserstoffeinsatzes enthalten kann, als "Kohlenwasserstoffprodukt" bezeichnet.

5 Merkmale und Vorteile der Erfindung

Bei dem in der oben erwähnten WO 2010/121752 A2 beschriebenen Verflüssigungsverfahren, das auch unten unter Bezugnahme auf Figur 1 erläutert ist, deren Bezugszeichen nachfolgend verwendet werden, erfolgen die Abkühlung (in
10 Wärmetauscher E7) und die Verflüssigung (in Wärmetauscher E8) im indirekten Wärmetausch gegen das Kältemittelgemisch eines Gemischkältemittelkreislaufes. Genauer erfolgt die Abkühlung (in Wärmetauscher E7) im Wärmetausch gegen das vollständige verdampfte Gemischkältemittel des Gemischkältemittelkreislaufes. Verdichtetes Gemischkältemittel des Gemischkältemittelkreislaufes wird mittels eines
15 Reinstoffkältemittelkreislaufes (umfassend Wärmetauscher E1 bis E4) vorgekühlt und die Zusammensetzung des Gemischkältemittels und/oder der Verdichterenddruck des Gemischkältemittelkreislaufes werden so gewählt, dass das Kältemittelgemisch durch den Reinstoffkältekreislauf vollständig verflüssigt wird. Alternativ dazu führt eine
20 Abkühlung des Gemischkältemittels in E1 bis E4 oberhalb seines kritischen Drucks ebenfalls zu einem einphasigen Zustand nach E4.

In dem in der WO 2010/121752 A2 beschriebenen Verflüssigungsverfahren wird für die Verdichtung des Reinstoffkältemittels ein Verdichter C1 benötigt. Für die Verdichtung des Gemischkältemittels werden zwei weitere Verdichter C1, C2 eingesetzt. Die
25 Ermittlung der optimalen, d.h. minimalen, Antriebsleistung der Verdichter C1, C2 und C3 ergibt dabei unterschiedliche Werte für die einzelnen Maschinen, wodurch die Vereinheitlichung der Antriebe erschwert wird. Der für die Verdichtung des Reinstoffkältemittels eingesetzte Verdichter C1 weist ferner aufgrund der verwendeten drei Seiteneinspeisungen einen komplexen Aufbau auf.

30 Durch den Einsatz der vorliegenden Erfindung wird insbesondere die Komplexität des für die Verdichtung des Reinstoffkältemittels eingesetzten Verdichters C1 gebrochen und es können ohne spürbaren Effizienzverlust ausschließlich identische Antriebe für alle Verdichter verwendet werden.

35

Die vorliegende Erfindung schlägt dazu ein Verfahren zur Erzeugung eines flüssigen Kohlenwasserstoffprodukts vor, bei dem ein gasförmiger Kohlenwasserstoffeinsatz zumindest zu einem Teil unter Verwendung eines Gemischkältemittels einer Abkühlung und unter Erhalt des flüssigen Kohlenwasserstoffprodukts einer Verflüssigung

5 unterworfen wird, wobei das Gemischkältemittel zumindest zu einem Teil unter Verwendung eines Reinstoffkältemittels einer Vorkühlung unterworfen wird. Die vorliegende Erfindung zeichnet sich dabei dadurch aus, dass das Gemischkältemittel in einem Gemischkältemittelkreislauf geführt und in diesem verdichtet wird, und dass das Reinstoffkältemittel in einem Reinstoffkältemittelkreislauf geführt und in diesem

10 verdichtet wird. Erfindungsgemäß umfasst die die Verdichtung des Gemischkältemittels in dem Gemischkältemittelkreislauf die Verwendung eines ersten, eines zweiten und eines dritten Gemischkältemittelverdichters, und die Verdichtung des Reinstoffkältemittels in dem Reinstoffkältemittelkreislauf umfasst die Verwendung eines ersten und eines zweiten Reinstoffkältemittelverdichters.

15 Abweichend vom beschriebenen Stand der Technik wird also der Reinstoffkältemittelverdichter C1, wie er zu Figur 1 beschrieben ist, in einen ersten und einen zweiten Reinstoffkältemittelverdichter (C1 und C1' gemäß der ebenfalls beigefügten Figur 2) aufgeteilt. Die Aufteilung erfolgt insbesondere dergestalt, dass das

20 verdampfte Kältemittel aus dem Wärmetauscher E4, der wie zuvor zum Stand der Technik gemäß Figur 1 erläutert ausgebildet sein kann, der Saugseite des ersten Reinstoffkältemittelverdichters C1 und das verdampfte Kältemittel aus dem Wärmetauscher E2 als Seiteneinspeisung ebenfalls dem ersten Reinstoffkältemittelverdichter C1 zugeführt werden. Analog dazu kann das verdampfte

25 Kältemittel aus dem Wärmetauscher E3 der Saugseite des zweiten Reinstoffkältemittelverdichters C1' und das verdampfte Kältemittel aus dem Wärmetauscher E1 als Seiteneinspeisung ebenfalls dem zweiten Reinstoffkältemittelverdichter C1' zugeführt werden. Weiterhin wird insbesondere die bisherige Hochdruckstufe C3 bzw. ein entsprechender Gemischkältemittelverdichter in

30 einer konventionellen Anordnung, wie sie in Figur 1 gezeigt ist, in zwei Gemischkältemittelverdichter C3 und C3' aufgeteilt, wie sie in Figur 2 gezeigt sind, nämlich den zweiten und dritten Gemischkältemittelverdichter. Diese Verschaltung wird weiter unten nochmals mit anderen Worten beschrieben.

Der erste Gemischkältemittelverdichter wird erfindungsgemäß in mechanischer Kopplung mit dem zweiten Reinstoffkältemittelverdichter und der zweite Gemischkältemittelverdichter in mechanischer Kopplung mit dem ersten Reinstoffkältemittelverdichter betrieben. Die genannten Verdichter können
5 insbesondere mittels einer gemeinsamen Welle angetrieben werden, oder mittels mehrerer Wellen, die drehzahlgleich oder drehzahlunterschiedlich, beispielsweise unter Verwendung eines Getriebes, angetrieben werden.

Die obigen Erläuterungen nochmals mit anderen Worten zusammengefasst wird in
10 dem ersten Gemischkältemittelverdichter vorteilhafterweise zumindest ein Teil des Gemischkältemittels von einem ersten Gemischkältemitteldruckniveau auf ein zweites Gemischkältemitteldruckniveau verdichtet, in dem zweiten Gemischkältemittelverdichter wird vorteilhafterweise zumindest ein Teil des Gemischkältemittels von dem zweiten Gemischkältemitteldruckniveau auf ein drittes
15 Gemischkältemitteldruckniveau verdichtet, und in dem dritten Gemischkältemittelverdichter wird vorteilhafterweise zumindest ein Teil des Gemischkältemittels von dem dritten Gemischkältemitteldruckniveau auf ein Gemischkältemittelenddruckniveau verdichtet. Es erfolgt also insbesondere eine serielle Verdichtung des Gemischkältemittels.

20

Das erste Gemischkältemitteldruckniveau kann insbesondere bei 5 bis 10 bar, das zweite Gemischkältemitteldruckniveau insbesondere bei 15 bis 30 bar, das dritte Gemischkältemitteldruckniveau insbesondere bei 40 bis 70 bar, und das Gemischkältemittelenddruckniveau insbesondere bei 80 bis 130 bar liegen.

25

In dem ersten Reinstoffkältemittelverdichter werden vorteilhafterweise Teile des Reinstoffkältemittels von einem ersten Reinstoffkältemitteldruckniveau und von einem zweiten Reinstoffkältemitteldruckniveau auf ein Reinstoffkältemittelenddruckniveau verdichtet, und in dem zweiten Reinstoffkältemittelverdichter werden vorteilhafterweise
30 Teile des Reinstoffkältemittels von einem dritten Reinstoffkältemitteldruckniveau und von einem vierten Reinstoffkältemitteldruckniveau auf das Reinstoffkältemittelenddruckniveau verdichtet.

Das erste Reinstoffkältemitteldruckniveau kann insbesondere bei 1,05 bis 2 bar, das
35 zweite Reinstoffkältemitteldruckniveau insbesondere bei 3 bis 5 bar, das dritte

Reinstoffkältemitteldruckniveau insbesondere bei 2 bis 3 bar, das vierte Reinstoffkältemitteldruckniveau insbesondere bei 5 bis 10 bar und das Reinstoffkältemittelenddruckniveau insbesondere bei 10 bis 20 bar liegen.

- 5 In dem erfindungsgemäßen Verfahren wird insbesondere zumindest ein Teil des Gemischkältemittels auf dem ersten Gemischkältemitteldruckniveau gegen zumindest einen Teil des Kohlenwasserstoffeinsatzes verdampft, und die genannten Teile des Reinstoffkältemittels werden vorteilhafterweise auf dem ersten, dem zweiten, dem dritten und dem vierten Reinstoffkältemitteldruckniveau gegen zumindest einen Teil
10 des Gemischkältemittels verdampft.

- In Fällen, in denen der Kohlenwasserstoffeinsatz für das vorgeschlagene Verfahren aus einer vorgeschalteten Natural Gas Liquids-Abtrennung Abtrennung stammt und/oder bei einem Druck von weniger als 50 bar vorliegt, ist es wünschenswert, den
15 Druck auf mehr als 80 bar, vorzugsweise mehr als 100 bar, mittels eines Rohgasverdichters, hier als "Einsatzverdichter" bezeichnet, zu verdichten, um bei der Abkühlung und anschließenden Verflüssigung das Zweiphasengebiet zu vermeiden.

- Insbesondere in solchen Fällen kann die Erfindung umfassen, dass zumindest ein Teil
20 des gasförmigen Kohlenwasserstoffeinsatzes unter Verwendung eines Einsatzverdichters verdichtet wird, und dass der dritte Gemischkältemittelverdichter in mechanischer Kopplung mit dem Einsatzverdichter betrieben wird.

- Die Reinstoff- und Gemischkältemittelverdichter werden in der erläuterten Weise
25 paarweise zusammengefasst. Hierdurch ergibt sich eine vorteilhafte Konfiguration, die ohne spürbare Einschränkung der thermodynamischen Effizienz die Verwendung leistungsgleicher Antriebe für die sich ergebenden drei Stränge erlaubt. Als Freiheitsgrad können die Drücke zwischen den einzelnen Stufen des Gemischkältemittelkreislaufes im gewissen Rahmen (insbesondere $\pm 20\%$) verschoben
30 werden, ohne dass der gesamte Leistungsbedarf der Verdichter mehr als 2%, vorzugsweise mehr als 1% steigt.

- Vorteilhafterweise werden dabei der erste Gemischkältemittelverdichter und der zweite Reinstoffkältemittelverdichter unter Verwendung eines ersten Antriebs angetrieben, der
35 zweite Gemischkältemittelverdichter und der erste Reinstoffkältemittelverdichter

werden vorteilhafterweise unter Verwendung eines zweiten Antriebs angetrieben, und der dritte Gemischkältemittelverdichter und der Einsatzverdichter werden vorteilhafterweise unter Verwendung eines dritten Antriebs angetrieben. Hierbei weicht vorteilhafterweise eine (verwendete Antriebs-)Leistung des ersten, zweiten, und dritten

5 Antriebs jeweils um nicht mehr als 3 Prozentpunkte, insbesondere um nicht mehr als zwei Prozentpunkte, von einem Drittel einer Gesamtleistung des ersten, zweiten und dritten Antriebs ab.

Mit anderen Worten liegt der Leistungsbedarf der drei Verdichterstränge – bezogen auf

10 die Gesamtleistung der sechs einzelnen Verdichter – vorteilhafterweise in einem Band von ± 3 Prozentpunkten, vorzugsweise in einem Band von ± 2 Prozentpunkten, also zwischen $30 \frac{1}{3}$ und $36 \frac{1}{3}$ Prozent, bzw. $31 \frac{1}{3}$ und $35 \frac{1}{3}$ Prozent.

Insbesondere können die Gemischkältemittelverdichter und die

15 Reinstoffkältemittelverdichter im Rahmen der vorliegenden Erfindung mit ersten Drehzahlen betrieben werden, die um nicht mehr als 10%, 5% oder 2% voneinander abweichen, und die insbesondere gleich sind. Der Einsatzverdichter wird vorteilhafterweise mit einer zweiten Drehzahl betrieben, die um nicht mehr als 10%, 5% oder 2% von der ersten Drehzahl abweicht und insbesondere gleich dazu ist. Die

20 zweite Drehzahl kann aber auch um einen vorgegebenen Faktor, der durch ein Getriebe definiert ist, das den dritten Gemischkältemittelverdichter mit dem Einsatzverdichter koppelt, oberhalb der ersten Drehzahlen liegen.

Der erste, zweite und dritte Antrieb können unabhängig voneinander jeweils eine

25 Gasturbine, eine Dampfturbine und/oder einen Elektromotor umfassen.

Der erste, der zweite und/oder der dritte Gemischkältemittelverdichter werden vorteilhafterweise jeweils bei Betriebspunkten betrieben, die mindestens 20 K, insbesondere mindestens 30 K, vom Taupunkt des Gemischkältemittels entfernt sind.

30 Auf diese Weise können der erste, der zweite und/oder der dritte Gemischkältemittelverdichter insbesondere ohne Saugbehälter betrieben werden.

Das im Rahmen der vorliegenden Erfindung verwendete Reinstoffkältemittel kann insbesondere Propan, Propylen, Ethan, Ethylen oder Kohlendioxid aufweisen oder

allgemeiner mindestens 90 mol% einer Komponente umfassen, deren kritische Temperatur oberhalb von 0 °C liegt.

5 Zu der erfindungsgemäß bereitgestellten Anlage und ihren Merkmalen sei auf den entsprechenden unabhängigen Vorrichtungsanspruch und die obigen Erläuterungen bezüglich des erfindungsgemäßen Verfahrens ausdrücklich verwiesen, da diese eine entsprechende Vorrichtung in gleicher Weise betreffen. Entsprechendes gilt insbesondere für eine Ausgestaltung einer entsprechenden Vorrichtung, die vorteilhafterweise zur Ausführung eines entsprechenden Verfahrens in einer beliebigen
10 Ausgestaltung eingerichtet ist.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren, die eine Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung gegenüber dem Stand der Technik veranschaulichen, weiter erläutert.

15 Kurze Beschreibung der Figuren

Figur 1 zeigt eine nicht erfindungsgemäße Anlage zur Veranschaulichung des Hintergrunds der Erfindung.

20 Figur 2 zeigt eine vorteilhafte Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Anlage in schematischer Darstellung.

In der folgenden weiteren Beschreibung werden nicht erfindungsgemäße und gemäß
25 Ausgestaltungen der Erfindung ausgebildete Anlagen und anhand dieser entsprechende Verfahrensschritte beschrieben. Lediglich der Einfachheit halber, und zur Vermeidung von unnötigen Wiederholungen, werden nachfolgend für Verfahrensschritte und Anlagenkomponenten (beispielsweise einen Abkühlschritt und einen hierzu verwendeten Wärmetauscher) dieselben Bezugszeichen und
30 Erläuterungen verwendet.

Ausführliche Beschreibung der Figuren

35 Einer nicht erfindungsgemäßen Ausgestaltung einer Anlage zur Erdgasverflüssigung, wie sie in Figur 1 dargestellt ist, wird aufbereitetes Erdgas NG zugeführt. Wie erwähnt,

kann die vorliegende Erfindung aber auch im Zusammenhang mit der Verflüssigung anderer Gasgemische eingesetzt werden.

Das Erdgas NG wird in einem Wärmetauscher E7 abgekühlt und danach in einem
5 Wärmetauscher E8 verflüssigt, bevor es über eine Turbine X1 bzw. ein Ventil (nicht dargestellt) entspannt und als Flüssigerdgas LNG aus dem Verfahren ausgeführt wird.

Der Wärmetauscher E8 wird unter Verwendung eines Gemischkältemittelkreislaufs betrieben, in dem ein Gemischkältemittel gasförmig in Verdichtern C2, C3 verdichtet
10 und jeweils in Wärmetauschern bzw. Kühlern E9, E10 nachgekühlt wird. Das verdichtete Gemischkältemittel wird durch Wärmetauscher E1 bis E4 geführt und dabei verflüssigt. Nach anschließender weiterer Abkühlung in dem Wärmetauscher E8 wird das Gemischkältemittel in einer Turbine X2 bzw. einem Ventil (nicht dargestellt) entspannt. Sich in einem Behälter D6 abscheidende Flüssigkeit wird über ein Ventil V5
15 in den Wärmetauscher E8 eingespeist und dort verdampft. Das verdampfte Gemischkältemittel wird in dem Wärmetauscher E7 weiter erwärmt, wobei es das Erdgas kühlt, und anschließend wieder der Verdichtung in den Verdichtern C2, C3 zugeführt.

20 Die Wärmetauscher E1 bis E4 werden mittels eines Reinstoffkältemittels betrieben, das in einem Verdichter C1 verdichtet wird, bevor es in Wärmetauschern bzw. Kühlern verflüssigt (E5) und unterkühlt (E6) wird. Der dazwischengeschaltete Behälter D5 dient als Puffer. Das abgekühlte und insbesondere verflüssigte Reinstoffkältemittel wird über ein Ventil V1 in den Wärmetauscher E1 entspannt, wobei ein verdampfter Anteil über
25 einen Behälter D1 zur Verdichtung in dem Verdichter C1 zurückgeführt wird. Ein in dem Wärmetauscher E1 flüssig verbleibender Anteil des Reinstoffkältemittels wird über ein Ventil V2 in den Wärmetauscher E2 entspannt, wobei ein verdampfter Anteil über einen Behälter D2 zur Verdichtung in dem Verdichter C1 zurückgeführt wird. Ein auch in dem Wärmetauscher E2 flüssig verbleibender Anteil des Reinstoffkältemittels wird
30 über ein Ventil V3 in den Wärmetauscher E3 entspannt, wobei ein verdampfter Anteil über einen Behälter D3 zur Verdichtung in dem Verdichter C1 zurückgeführt wird. Ein auch in dem Wärmetauscher E3 flüssig verbleibender Anteil des Reinstoffkältemittels wird über ein Ventil V4 in den Wärmetauscher E4 entspannt, wobei ein verdampfter Anteil über einen Behälter D4 zur Verdichtung in dem Verdichter C1 zurückgeführt
35 wird. In dem Wärmetauscher E4 verbleibt kein flüssiger Anteil des Reinstoffkältemittels.

Einer Anlage zur Erdgasverflüssigung gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung, wie sie in Figur 2 dargestellt und insgesamt mit 100 bezeichnet ist, wird ebenfalls aufbereitetes Erdgas NG zugeführt. Wie erwähnt, kann die Erfindung aber auch im
5 Zusammenhang mit der Verflüssigung anderer Gasgemische eingesetzt werden.

Zusätzlich zu den in Figur 1 veranschaulichten Komponenten sind hier Komponenten bzw. Verfahrensschritte, wie sie zur Bearbeitung von Erdgas NG typisch sind, dargestellt. Diese umfassen insbesondere eine Aminwäsche 11 zur Entfernung von
10 Sauergasen, insbesondere Kohlendioxid und Schwefelwasserstoff, stromab derer auch ein Teilstrom des Reinstoffkältemittels über ein Ventil V1' durch einen Wärmetauscher E1' geführt und zur Abkühlung des in der Aminwäsche 11 erhaltenen teilaufbereiteten Erdgases verwendet werden kann.

Der Aminwäsche 11 schließt sich im dargestellten Beispiel eine Trocknung 12 und eine Abtrennung 13 von Natural Gas Liquids an. Letztere können in einer Fraktionierung 14, insbesondere unter Erhalt einer Fraktion C2/C3 aus Kohlenwasserstoffen mit zwei und drei Kohlenstoffatomen und einer Fraktion C5+ aus Kohlenwasserstoffen mit fünf und mehr Kohlenstoffatomen, unterworfen werden. Wie erläutert, schließt sich hier aus den
20 erläuterten Gründen vorteilhafterweise eine Verdichtung in einem Einsatzverdichter C4 an, dem eine Nachkühlung in einem Wärmetauscher E11 folgt. Nach optionaler Zuspeisung beliebiger leichter Fraktionen aus der Fraktionierung 14 der Natural Gas Liquids wird der gebildete, verdichtete und aufbereitete Erdgasstrom wie zuvor dem Wärmetauscher E7 zugeführt.

25 Eine weitere Abweichung zu der in Figur 1 veranschaulichten nicht erfindungsgemäßen Ausgestaltung besteht darin, dass die Verdichtung des Gemischkältemittels in dem rechts in Figur 2 dargestellten Gemischkältemittelkreislauf unter Verwendung von drei statt zwei Verdichtern, also eines ersten, eines zweiten und eines dritten
30 Gemischkältemittelverdichters C2, C3, C3', vorgenommen wird, wobei der zweite und der dritte Gemischkältemittelverdichter (C3 und C3') den in Figur 1 dargestellten Gemischkältemittelverdichter C3 ersetzen. Wie erwähnt, kann auch eine gewisse Lastverschiebung vorgenommen werden.

Die Verdichtung des Reinstoffkältemittels in dem links in Figur 2 dargestellten Reinstoffkältemittelkreislauf umfasst die Verwendung eines ersten und eines zweiten Reinstoffkältemittelverdichters C1, C1'. Abweichend von dem in Figur 1 veranschaulichten Stand der Technik wird also der Reinstoffkältemittelverdichter C1 in
5 zwei unterschiedliche Reinstoffkältemittelverdichter C1 und C1' aufgeteilt.

Die Aufteilung erfolgt dergestalt, dass das verdampfte Kältemittel aus dem Wärmetauscher E4 der Saugseite des Reinstoffkältemittelverdichters C1 und das verdampfte Kältemittel aus dem Wärmetauscher E2 als Seiteneinspeisung ebenfalls
10 dem Reinstoffkältemittelverdichter C1 zugeführt wird.

Analog dazu wird das verdampfte Kältemittel aus dem Wärmetauscher E3 der Saugseite des Reinstoffkältemittelverdichters C1' und das verdampfte Kältemittel aus dem Wärmetauscher E1 als Seiteneinspeisung ebenfalls dem
15 Reinstoffkältemittelverdichter C1' zugeführt.

Wie lediglich aus Gründen der Anschaulichkeit nochmals im rechten Teil der Figur 2 gestrichelt veranschaulicht, wird der erste Gemischkältemittelverdichter C2 in mechanischer Kopplung mit dem zweiten Reinstoffkältemittelverdichter C1' und der
20 zweite Gemischkältemittelverdichter C3 in mechanischer Kopplung mit dem ersten Reinstoffkältemittelverdichter C1 betrieben. Stromab des ersten, zweiten und dritten Gemischkältemittelverdichters C2, C3, C3' sind im dargestellten Beispiel jeweils Nachkühler E9, E10, E10' angeordnet.

Wie ebenfalls lediglich aus Gründen der Anschaulichkeit nochmals im rechten Teil der Figur 2 gestrichelt veranschaulicht, wird der dritte Gemischkältemittelverdichter C3', wie hier veranschaulicht über ein Getriebe, in mechanischer Kopplung mit dem Einsatzverdichter C4 betrieben.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung eines flüssigen Kohlenwasserstoffprodukts (LNG), bei dem ein gasförmiger Kohlenwasserstoffeinsatz (NG) zumindest zu einem Teil unter Verwendung eines Gemischkältemittels einer Abkühlung und unter Erhalt
5 des flüssigen Kohlenwasserstoffprodukts (LNG) einer Verflüssigung unterworfen wird, wobei das Gemischkältemittel zumindest zu einem Teil unter Verwendung eines Reinstoffkältemittels einer Vorkühlung unterworfen wird, wobei das Gemischkältemittel in einem Gemischkältemittelkreislauf geführt und in diesem verdichtet wird und das Reinstoffkältemittel in einem Reinstoffkältemittelkreislauf
10 geführt und in diesem verdichtet wird,

dadurch gekennzeichnet, dass

- 15 – die Verdichtung des Gemischkältemittels in dem Gemischkältemittelkreislauf die Verwendung eines ersten, eines zweiten und eines dritten Gemischkältemittelverdichters (C2, C3, C3') umfasst,
 - 20 – die Verdichtung des Reinstoffkältemittels in dem Reinstoffkältemittelkreislauf die Verwendung eines ersten und eines zweiten Reinstoffkältemittelverdichters (C1, C1') umfasst, und
 - 25 – der erste Gemischkältemittelverdichter (C2) in mechanischer Kopplung mit dem zweiten Reinstoffkältemittelverdichter (C1') und der zweite Gemischkältemittelverdichter (C3) in mechanischer Kopplung mit dem ersten Reinstoffkältemittelverdichter (C1) betrieben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem
- 30 – in dem ersten Gemischkältemittelverdichter (C2) zumindest ein Teil des Gemischkältemittels von einem ersten Gemischkältemitteldruckniveau auf ein zweites Gemischkältemitteldruckniveau verdichtet wird,

- in dem zweiten Gemischkältemittelverdichter (C3) zumindest ein Teil des Gemischkältemittels von dem zweiten Gemischkältemitteldruckniveau auf ein drittes Gemischkältemitteldruckniveau verdichtet wird,
 - 5 – in dem dritten Gemischkältemittelverdichter (C3') zumindest ein Teil des Gemischkältemittels von dem dritten Gemischkältemitteldruckniveau auf ein Gemischkältemittelenddruckniveau verdichtet wird,
 - 10 – in dem ersten Reinstoffkältemittelverdichter (C1) Teile des Reinstoffkältemittels von einem ersten Reinstoffkältemitteldruckniveau und von einem zweiten Reinstoffkältemitteldruckniveau auf ein Reinstoffkältemittelenddruckniveau verdichtet werden,
 - 15 – in dem zweiten Reinstoffkältemittelverdichter (C1') Teile des Reinstoffkältemittels von einem dritten Reinstoffkältemitteldruckniveau und von einem vierten Reinstoffkältemitteldruckniveau auf das Reinstoffkältemittelenddruckniveau verdichtet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem
- 20
- zumindest ein Teil des Gemischkältemittels auf dem ersten Gemischkältemitteldruckniveau gegen zumindest einen Teil des Kohlenwasserstoffeinsatzes (NG) verdampft wird, und
 - 25 – die Teile des Reinstoffkältemittels auf dem ersten, dem zweiten, dem dritten und dem vierten Reinstoffkältemitteldruckniveau gegen zumindest einen Teil des Gemischkältemittels verdampft werden.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem
- 30
- zumindest ein Teil des gasförmigen Kohlenwasserstoffeinsatzes (NG) unter Verwendung eines Einsatzverdichters (C4) verdichtet wird, und
 - 35 – der dritte Gemischkältemittelverdichter (C3') in mechanischer Kopplung mit dem Einsatzverdichter (C4) betrieben wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem
- der erste Gemischkältemittelverdichter (C2) und der zweite Reinstoffkältemittelverdichter (C1') unter Verwendung eines ersten Antriebs (GT) angetrieben werden,
 - der zweite Gemischkältemittelverdichter (C3) und der erste Reinstoffkältemittelverdichter (C1) unter Verwendung eines zweiten Antriebs (GT) angetrieben werden, und
 - der dritte Gemischkältemittelverdichter (C3) und der Einsatzverdichter (C4) unter Verwendung eines dritten Antriebs (GT) angetrieben werden, wobei
 - eine Leistung des ersten, zweiten, und dritten Antriebs (GT) jeweils um nicht mehr als 3 Prozentpunkte von einem Drittel einer Gesamtleistung des ersten, zweiten und dritten Antriebs (GT) abweicht.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, bei dem
- die Gemischkältemittelverdichter (C2, C3, C3') und die Reinstoffkältemittelverdichter (C1, C1') mit ersten Drehzahlen betrieben werden, die um nicht mehr als 10% voneinander abweichen, und
 - der Einsatzverdichter (C4) mit einer zweiten Drehzahl betrieben wird, die um nicht mehr als 10% von den ersten Drehzahlen abweicht, oder die um einen vorgegebenen Faktor, der durch ein Getriebe definiert ist, das den dritten Gemischkältemittelverdichter (C3') mit dem Einsatzverdichter (C4) koppelt, oberhalb der ersten Drehzahlen liegt.
7. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem der erste, zweite und dritte Antrieb (GT) unabhängig voneinander eine Gasturbine, eine Dampfturbine und/oder einen Elektromotor umfassen.

8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem der erste, der zweite und/oder der dritte Gemischkältemittelverdichter (C2, C3, C3') jeweils bei Betriebspunkten betrieben werden, die mindestens 20 K vom Taupunkt des Gemischkältemittels entfernt sind.
- 5
9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem der erste, der zweite und/oder der dritte Gemischkältemittelverdichter (C2, C3, C3') ohne Saugbehälter betrieben werden.
10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem das
- 10 Reinstoffkältemittel Propan, Propylen, Ethan, Ethylen oder Kohlendioxid aufweist.
11. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem das Reinstoffkältemittel mindestens 90 mol% einer Komponente aufweist, deren kritische Temperatur oberhalb von 0 °C liegt.
- 15
12. Anlage (100) zur Erzeugung eines flüssigen Kohlenwasserstoffprodukts (LNG), die dazu eingerichtet ist, einen gasförmigen Kohlenwasserstoffeinsatz (NG) zumindest zu einem Teil unter Verwendung eines Gemischkältemittels einer Abkühlung und unter Erhalt des flüssigen Kohlenwasserstoffprodukts (LNG) einer Verflüssigung zu unterwerfen, wobei die Anlage (100) einen das
- 20 Gemischkältemittel umfassenden Gemischkältemittelkreislauf und Mittel zur Verdichtung des Gemischkältemittels in diesem sowie einen das Reinstoffkältemittel umfassenden Reinstoffkältemittelkreislauf und Mittel zur Verdichtung des Reinstoffkältemittels in diesem aufweist,
- 25
- dadurch gekennzeichnet, dass**
- die Mittel zur Verdichtung des Gemischkältemittels in dem Gemischkältemittelkreislauf einen ersten, einen zweiten und einen dritten
 - 30 Gemischkältemittelverdichter (C2, C3, C3') umfassen,
 - die Mittel zur Verdichtung des Reinstoffkältemittel in dem Reinstoffkältemittelkreislauf einen ersten und einen zweiten Reinstoffkältemittelverdichter (C1, C1') umfassen, und
- 35

- der erste Gemischkältemittelverdichter (C2) in mechanischer Kopplung mit dem zweiten Reinstoffkältemittelverdichter (C1') und der zweite Gemischkältemittelverdichter (C3) in mechanischer Kopplung mit dem ersten Reinstoffkältemittelverdichter (C1) betrieben wird.

5

13. Anlage (100) nach Anspruch 12, die zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11 eingerichtet ist.

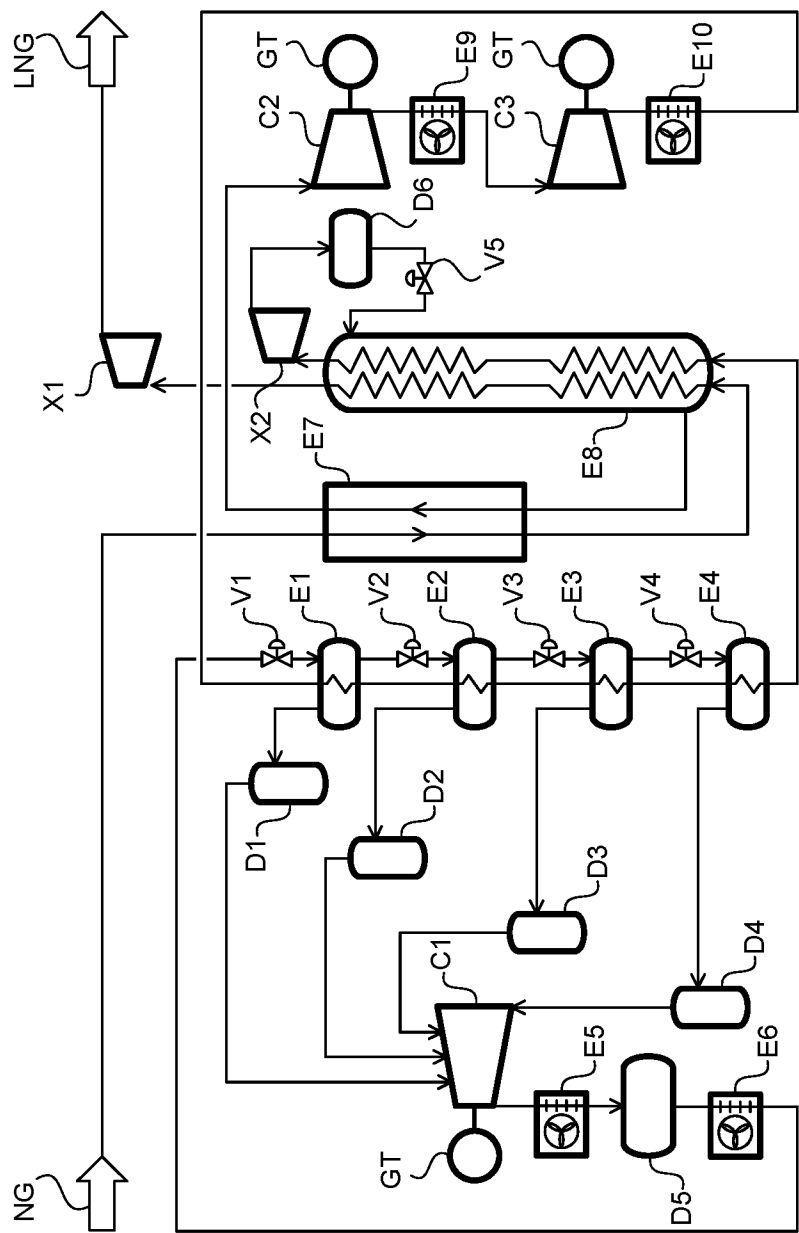


Fig. 1

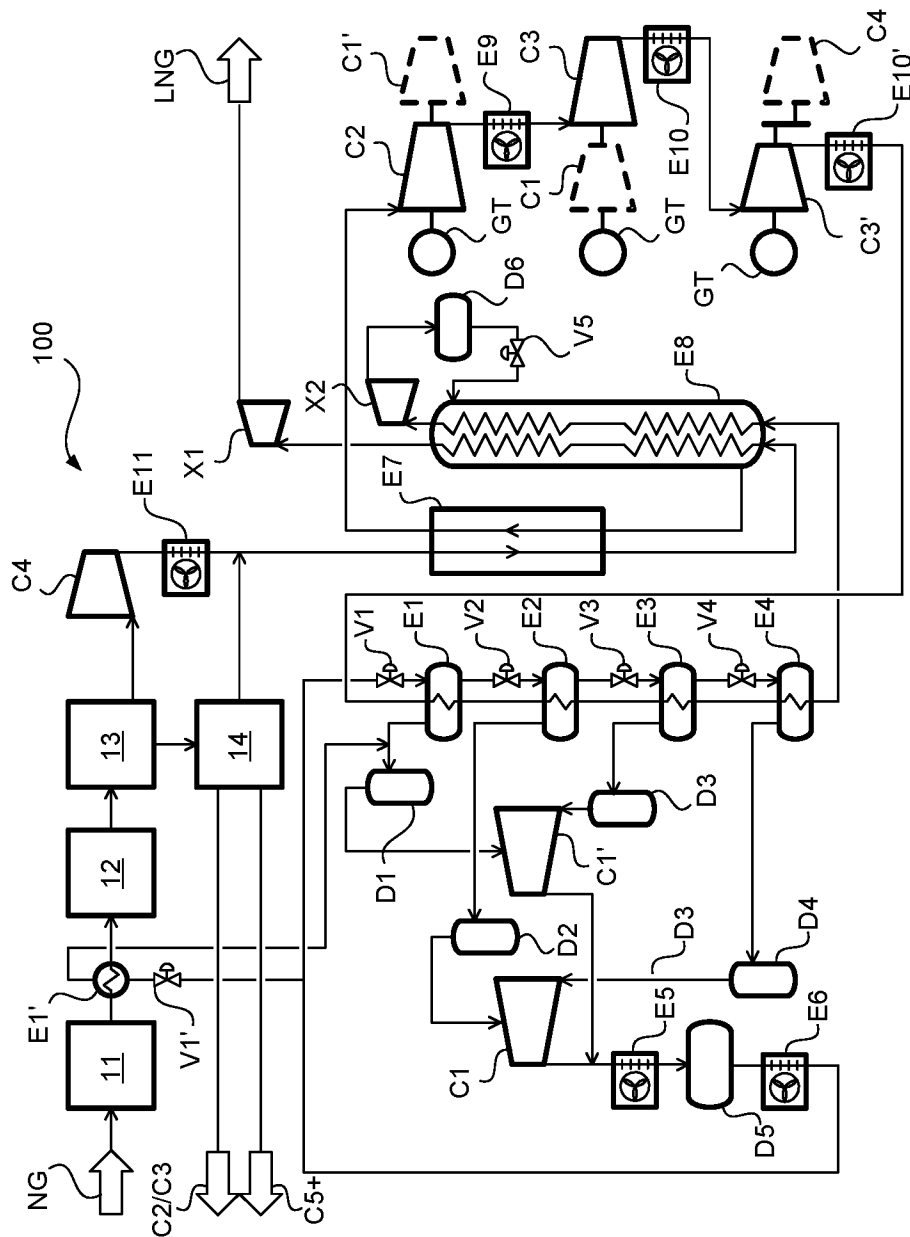


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/025370

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER F25J 1/02 (2006.01)i 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	KRISHNAMURTHY GOWRI ET AL. "Drive your LNG project to success with optimal machinery selections" <i>LNG JOURNAL, NELTON PUBLICATIONS, GRAVESEND, GB</i> , No. 5, 01 May 2015 (2015-05-01), pages 36-41 ISSN: 1365-4314, XP009518797	1,8-13
Y	page 40; figure 3a	2-7
X	US 2019249921 A1 (BONGERMINO ELVIRA [IT] ET AL) 15 August 2019 (2019-08-15)	1-3,8-13
Y	figures 1,4	2-4
A		5-7
X	"REFRIGERATION COMPRESSION ARRANGEMENTS FOR THE AP-X LNG PROCESS ED - Darl Kuhn" <i>IP.COM, IP.COM INC., WEST HENRIETTA, NY, US</i> , 06 July 2018 (2018-07-06), ISSN: 1533-0001, XP013179307	1-3,8-13
A	figures 5,6	4-7
Y	US 2009301131 A1 (BAKKER HILLEGONDA [NL] ET AL) 10 December 2009 (2009-12-10) claim 1	4-7
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent 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 "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 10 January 2022		Date of mailing of the international search report 18 January 2022
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Göritz, Dirk Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/025370

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PILLARELLA M ET AL. "THE C3MR LIQUEFACTION CYCLE: VERSATILITY FOR A FAST GROWING, EVER CHANGING LNG INDUSTRY" , Vol. 15TH, 24 May 2007 (2007-05-24), pages PS2-5/1, INTERNATIONAL CONFERENCE AND EXHIBITION ON LIQUEFIED NATURAL GAS, XX, XX, Retrieved from the Internet: http://www.kgu.or.kr/admin/data/P-000/e24dba96efa969ae9c9e056d2dff446.pdf XP009108435 page 5.7 - page 5.8; figure 6	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2021/025370

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2019249921	A1	15 August 2019	BR	112019008639	A2	09 July 2019
				CN	110088546	A	02 August 2019
				EP	3532786	A1	04 September 2019
				JP	6940606	B2	29 September 2021
				JP	2019536969	A	19 December 2019
				KR	20190096958	A	20 August 2019
				US	2019249921	A1	15 August 2019
				WO	2018077935	A1	03 May 2018
US	2009301131	A1	10 December 2009	AU	2007253406	A1	29 November 2007
				GB	2450666	A	31 December 2008
				RU	2008150385	A	27 June 2010
				US	2009301131	A1	10 December 2009
				WO	2007135062	A2	29 November 2007

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**INV. F25J1/02****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	KRISHNAMURTHY GOWRI ET AL: "Drive your LNG project to success with optimal machinery selections", LNG JOURNAL, NELTON PUBLICATIONS, GRAVESEND, GB, Nr. 5, 1. Mai 2015 (2015-05-01), Seiten 36-41, XP009518797, ISSN: 1365-4314	1,8-13
Y	Seite 40; Abbildung 3a -----	2-7
X	US 2019/249921 A1 (BONGERMINO ELVIRA [IT] ET AL) 15. August 2019 (2019-08-15)	1-3,8-13
Y	Abbildungen 1,4	2-4
A	----- -/-	5-7



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

10. Januar 2022

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18/01/2022

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

Göritz, Dirk

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	"REFRIGERATION COMPRESSION ARRANGEMENTS FOR THE AP-X LNG PROCESS ED - Darl Kuhn", IP.COM, IP.COM INC., WEST HENRIETTA, NY, US, 6. Juli 2018 (2018-07-06), XP013179307, ISSN: 1533-0001	1-3, 8-13
A	Abbildungen 5, 6 -----	4-7
Y	US 2009/301131 A1 (BAKKER HILLEGONDA [NL] ET AL) 10. Dezember 2009 (2009-12-10) Anspruch 1 -----	4-7
A	PILLARELLA M ET AL: "THE C3MR LIQUEFACTION CYCLE: VERSATILITY FOR A FAST GROWING, EVER CHANGING LNG INDUSTRY", INTERNATIONAL CONFERENCE AND EXHIBITION ON LIQUEFIED NATURAL GAS, XX, XX , Bd. 15TH 24. Mai 2007 (2007-05-24), Seiten PS2-5/1, XP009108435, Gefunden im Internet: URL: http://www.kgu.or.kr/admin/data/P-000/e24dba96efa969ae9c9e056d2dffb446.pdf Seite 5.7 - Seite 5.8; Abbildung 6 -----	1-13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2021/025370

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2019249921 A1	15-08-2019	BR 112019008639 A2	09-07-2019
		CN 110088546 A	02-08-2019
		EP 3532786 A1	04-09-2019
		JP 6940606 B2	29-09-2021
		JP 2019536969 A	19-12-2019
		KR 20190096958 A	20-08-2019
		US 2019249921 A1	15-08-2019
		WO 2018077935 A1	03-05-2018

US 2009301131 A1	10-12-2009	AU 2007253406 A1	29-11-2007
		GB 2450666 A	31-12-2008
		RU 2008150385 A	27-06-2010
		US 2009301131 A1	10-12-2009
		WO 2007135062 A2	29-11-2007
