



(10) **DE 10 2016 004 606 A1** 2017.10.19

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 004 606.6**

(22) Anmeldetag: **14.04.2016**

(43) Offenlegungstag: **19.10.2017**

(51) Int Cl.: **F25J 1/00 (2006.01)**

F25B 31/00 (2006.01)

F25J 5/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
Linde Aktiengesellschaft, 80331 München, DE

(72) Erfinder:
Schumann, Frank, 01127 Dresden, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	6 378 330	B1
US	6 691 531	B1
US	6 945 076	B1
US	2002 / 0 170 312	A1

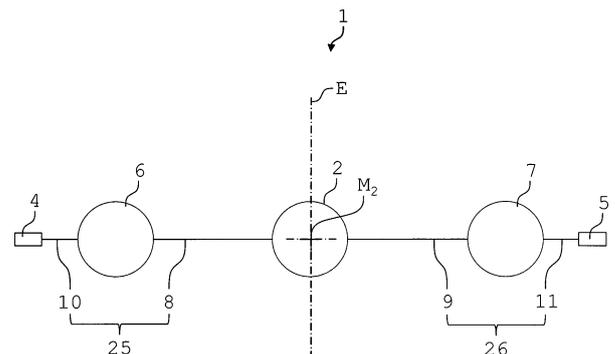
US	2007 / 0 193 303	A1
US	2012 / 0 067 080	A1
US	4 267 701	A
US	5 941 098	A
US	3 527 059	A
EP	2 466 235	A1
WO	2014/ 048 845	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahrenstechnische Anlage und Verfahren zur Flüssiggasherstellung**

(57) Zusammenfassung: Eine verfahrenstechnische Anlage (1) zum Herstellen von Flüssiggas, mit einem Wärmetauscher (2), einem ersten Kompressor (4), einem zweiten Kompressor (5), einer nur in Fluidverbindung mit dem ersten Kompressor (4) stehenden ersten Saugleitung (25), die mit dem Wärmetauscher (2) verbunden ist, und einer nur in Fluidverbindung mit dem zweiten Kompressor (5) stehenden zweiten Saugleitung (26), die mit dem Wärmetauscher (2) verbunden ist, wobei die erste Saugleitung (25) nicht in Fluidverbindung mit der zweiten Saugleitung (26) ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine verfahrenstechnische Anlage und ein Verfahren zur Flüssiggasherstellung.

[0002] Eine verfahrenstechnische Anlage zur Flüssiggasherstellung kann einen Kompressor zum Verdichten von Kältemittel umfassen, der mit Hilfe einer Saugleitung mit einem Wärmetauscher der Anlage verbunden ist. Alternativ kann eine derartige Kompressoranordnung beispielsweise zwei Kompressoren umfassen, die mit Hilfe von zwei Saugleitungen mit dem Wärmetauscher der Anlage verbunden sind. Hierbei wurden bisher die Saugleitungen von dem Wärmetauscher zu einem T-Stück geführt und dort zu einer gemeinsamen Leitung zusammengeführt. Die gemeinsame Leitung kann vor den Kompressoren durch ein weiteres T-Stück wieder in zwei Leitungen aufgeteilt werden, die mit den Kompressoren verbunden sind.

[0003] Vor diesem Hintergrund besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, eine verbesserte verfahrenstechnische Anlage zur Verfügung zu stellen.

[0004] Demgemäß wird eine verfahrenstechnische Anlage zum Herstellen von Flüssiggas vorgeschlagen. Die verfahrenstechnische Anlage umfasst einen Wärmetauscher, einen ersten Kompressor, einen zweiten Kompressor, eine nur in Fluidverbindung mit dem ersten Kompressor stehende erste Saugleitung, die mit dem Wärmetauscher verbunden ist, und eine nur in Fluidverbindung mit dem zweiten Kompressor stehende zweite Saugleitung, die mit dem Wärmetauscher verbunden ist, wobei die erste Saugleitung nicht in Fluidverbindung mit der zweiten Saugleitung ist.

[0005] Die Kompressoren können auch als Verdichter bezeichnet werden. Mit Hilfe der Kompressoren kann ein gemischtes Kältemittel (mixed refrigerant) verdichtet werden. Die Kompressoren können daher auch als MRC-Kompressoren (mixed refrigerant cycle) bezeichnet werden. Darunter, dass die Saugleitungen fluidisch voneinander getrennt sind bzw. nicht in Fluidverbindung miteinander stehen, ist zu verstehen, dass kein Kältemittel von der ersten Saugleitung in die zweite Saugleitung und umgekehrt gelangen kann. Ferner ist darunter zu verstehen, dass durch die erste Saugleitung gefördertes Kältemittel ausschließlich dem ersten Kompressor und durch die zweite Saugleitung gefördertes Kältemittel ausschließlich dem zweiten Kompressor zum Verdichten zur Verfügung gestellt wird. Jedem Kompressor ist eine separate Saugleitung zugeordnet. Unter einer fluidischen Verbindung zweier Bauteile ist zu verstehen, dass sich diese Bauteile in Fluidverbindung befinden. Die verfahrenstechnische Anlage kann außer für die

Herstellung von Flüssiggas auch für andere Konfigurationen eingesetzt werden, welche einen gemeinsamen Startpunkt besitzen, wie beispielsweise ein Behälter, eine Kolonne, ein Reaktor, ein Wärmeübertrager oder dergleichen, und bei denen eine symmetrische Verrohrung zu parallel betriebenen Kompressoren erforderlich ist. Ein Verfahren zum Verflüssigen eines Kohlenwasserstoff-reichen Stromes ist in der EP 0 975 923 B1 beschrieben. Dieses Verfahren kann mit der beanspruchten verfahrenstechnischen Anlage durchgeführt werden.

[0006] Im Falle einer Kompressorwahl, welche keine ausreichende Verdichterleistung zur Verfügung stellen kann, um den zentralen Wärmetauscher komplett zu versorgen, ist die Anzahl der Kompressoren entsprechend zu erhöhen. Dadurch, dass jedem Kompressor eine eigene Saugleitung zugeordnet ist, kann auf T-Stücke zum Vereinen der Saugleitungen nach dem Wärmetauscher und zum wieder Trennen der Saugleitungen vor den Kompressoren verzichtet werden. Hierdurch können auf der Saugseite der Kompressoren unnötige Druckverluste verhindert werden. Weiterhin ist dadurch, dass auf T-Stücke verzichtet wird, eine sehr flexible Verlegung der Saugleitungen möglich, was der Aufstellungsplanung für die Gesamtanlage wesentliche Planungsfreiheitsgrade zur Verfügung stellt. Hierdurch können die Kompressoren sehr nahe an dem Wärmetauscher platziert werden, da keine aufwendigen Bögen zur Ableitung von Thermospannungen erforderlich sind. Weiterhin können durch die getrennte Leitungsführung der Saugleitungen lange Ein- und Auslaufstrecken für eine Durchflussmessung direkt integriert werden ohne Rohrschleifen legen zu müssen, um diese in begrenzten Baufenstern einzugliedern. Diese Problemstellung kommt vor allem bei größeren Nennweiten der Saugleitung zum Tragen, da die Ein- und Auslaufstrecken als ein Vielfaches des Rohrleitungsquerschnittes angegeben werden. Diese Ein- und Auslaufstrecken können mehrere Dutzend Meter betragen.

[0007] Gemäß einer Ausführungsform umfasst die verfahrenstechnische Anlage einen ersten Saugbehälter, der zwischen dem ersten Kompressor und einem ersten Saugleitungsabschnitt der ersten Saugleitung angeordnet ist, und einen zweiten Saugbehälter, der zwischen dem zweiten Kompressor und einem ersten Saugleitungsabschnitt der zweiten Saugleitung angeordnet ist.

[0008] Die Saugbehälter können auch als Saugflaschen bezeichnet werden. Vorzugsweise sind die Saugbehälter zylinderförmig. Die ersten Saugleitungsabschnitte sind jeweils an den ihnen zugeordneten Saugbehältern angeflanscht.

[0009] Eine weitere Ausführungsform stellt das Fehlen des Saugbehälters bei ausreichender Überhit-

zung des eintretenden Fluides dar, was zu einer Verhinderung der Tropfenbildung auf der Saugseite des Kompressors führt und damit einen Saugbehälter überflüssig macht. Dies stellt ein allgemeines Ausführungsmuster dar, welches jedoch in Anlagen zur Verflüssigung von Gasen aus praktischen Erwägungen nicht zum Einsatz kommt. Vor allem ist das Sammeln von Kältemittel im Stillstandsfall eine wichtige Aufgabe des Saugbehälters.

[0010] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist zwischen dem ersten Kompressor und dem ersten Saugbehälter ein zweiter Saugleitungsabschnitt der ersten Saugleitung und zwischen dem zweiten Kompressor und dem zweiten Saugbehälter ein zweiter Saugleitungsabschnitt der zweiten Saugleitung angeordnet.

[0011] Die zweiten Saugleitungsabschnitte können so kurz wie möglich sein. Hierdurch können Druckverluste verhindert werden.

[0012] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist der zweite Saugleitungsabschnitt der ersten Saugleitung gleich lang wie der zweite Saugleitungsabschnitt der zweiten Saugleitung.

[0013] Hierdurch ergibt sich ein symmetrischer Aufbau der verfahrenstechnischen Anlage. Dadurch werden im Betrieb der verfahrenstechnischen Anlage ferner beide Kompressoren gleich belastet.

[0014] Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind der zweite Saugleitungsabschnitt der ersten Saugleitung und der zweite Saugleitungsabschnitt der zweiten Saugleitung gerade.

[0015] Unter gerade ist zu verstehen, dass die Saugleitungsabschnitte krümmungs- und/oder bogenfrei sind.

[0016] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist der erste Saugleitungsabschnitt der ersten Saugleitung gleich lang wie der erste Saugleitungsabschnitt der zweiten Saugleitung.

[0017] Hierdurch werden im Betrieb der verfahrenstechnischen Anlage beide Kompressoren gleich belastet. Ein höherer Verschleiß oder eine verkürzte Lebensdauer einer der Kompressoren kann hierdurch zuverlässig verhindert werden. Hierdurch wird der Instandhaltungsaufwand reduziert. Insbesondere kann es hierdurch auch zu keiner Ungleichverteilung des Kältemittels auf die Kompressoren kommen, was ansonsten ein instabiles Betriebsverhalten der verfahrenstechnischen Anlage verursachen könnte.

[0018] Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind die erste Saugleitung und die zweite Saugleitung frei von Einrichtungen, die dazu eingerichtet sind, Fluid-

ströme aufzuteilen und/oder zu vereinen, insbesondere frei von T-Stücken.

[0019] Das heißt, weder in der ersten Saugleitung noch in der zweiten Saugleitung ist ein T-Stück eingebaut, welches zur Verteilung der Hauptströme dient. Rezirkulationsströme innerhalb einer Kompressoranordnung (Saugleitungen, Saugbehälter, Kompressorstufen, Druckleitungen) sind davon unberührt. Unter einem T-Stück ist ein Rohrabschnitt zu verstehen, der dazu eingerichtet ist, zwei Leitungen zu einer zu vereinen oder eine Leitung auf zwei aufzuteilen. Durch den Verzicht auf T-Stücke können im ausgelegten Temperaturbereich, das heißt, Plusgrade und tiefe Minusgrade im Betriebszustand, auftretende Rohrspannungen reduziert werden, da keine mechanische Festlegung durch T-Stücke erfolgt. Temperaturinduzierte Materialausdehnungen werden hierdurch nicht behindert.

[0020] Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind der erste Saugleitungsabschnitt der ersten Saugleitung und der erste Saugleitungsabschnitt der zweiten Saugleitung gerade.

[0021] Vorzugsweise ist der erste Saugleitungsabschnitt jeweils in einer Linie mit dem zweiten Saugleitungsabschnitt angeordnet.

[0022] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die verfahrenstechnische Anlage symmetrisch zu einer Mittelachse des Wärmetauschers aufgebaut.

[0023] Insbesondere ist die Kompressoranordnung spiegelsymmetrisch zu einer durch die Mittelachse verlaufenden Symmetrieebene aufgebaut. Hierdurch ergibt sich ein besonders einfacher Aufbau der verfahrenstechnischen Anlage. Ferner kann hierdurch der Haupteinflussfaktor für eine Ungleichverteilung auf die verschiedenen Kompressoren eliminiert werden.

[0024] Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst die Kompressoranordnung eine Vielzahl an Kompressoren und eine Vielzahl an Saugleitungen.

[0025] Beispielsweise kann die Kompressoranordnung drei, vier, fünf, sechs oder mehr Kompressoren, erste Saugleitungsabschnitte, Saugbehälter und zweite Saugleitungsabschnitte umfassen.

[0026] Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind die Kompressoren und/oder die Saugleitungen gleichmäßig um den Wärmetauscher verteilt angeordnet.

[0027] Beispielsweise sind die Kompressoren, ersten Saugleitungsabschnitte, Saugbehälter und/oder zweiten Saugleitungsabschnitte auf einem den Wärmetauscher umlaufenden Kreis angeordnet. Insbe-

sondere sind die Kompressoren, ersten Saugleitungsabschnitte, Saugbehälter und/oder zweiten Saugleitungsabschnitte gleichmäßig um einen Umfang des Wärmetauschers verteilt angeordnet

[0028] Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind die Kompressoren und/oder die Saugleitungen sternförmig angeordnet.

[0029] Hierdurch können die Kompressoren möglichst nah an dem Wärmetauscher platziert werden, wodurch Druckverluste verhindert werden können. Hierdurch steigt der Wirkungsgrad der verfahrenstechnischen Anlage bzw. es kann die erforderliche Kompressorleistung reduziert werden.

[0030] Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind erste Saugleitungsabschnitte der Saugleitungen alle gleich lang, wobei zweite Saugleitungsabschnitte der Saugleitungen alle gleich lang sind.

[0031] Hierdurch werden im Betrieb der verfahrenstechnischen Anlage alle Kompressoren gleich belastet. Ein höherer Verschleiß oder eine verkürzte Lebensdauer einer der Kompressoren kann hierdurch zuverlässig verhindert werden. Hierdurch wird der Instandhaltungsaufwand reduziert und die Gefahr einer instabilen Fahrweise minimiert.

[0032] Gemäß einer Ausführungsform ist der Wärmetauscher ein helikaler Wärmetauscher.

[0033] Insbesondere kann der Wärmetauscher ein spiralgewickelter Wärmetauscher sein. Spiralgewickelte Wärmeaustauscher können für zahlreiche Anwendungsbereiche zur Behandlung von Flüssigkeiten eingesetzt werden. Sie können einen großen Temperatur- und Druckbereich abdecken und eignen sich sowohl für einphasige als auch für zweiphasige Strömungen. Bei einem gewickelten Wärmetauscher können mehrere, beispielsweise drei, Wärmeübertragerrohrlagen auf einen Kern gewickelt und von einem Mantel umgeben sein.

[0034] Ferner wird ein Verfahren zum Herstellen von Flüssiggas mit einer derartigen verfahrenstechnischen Anlage vorgeschlagen.

[0035] Weitere mögliche Implementierungen der verfahrenstechnischen Anlage und/oder des Verfahrens umfassen auch nicht explizit genannte Kombinationen von zuvor oder im Folgenden bezüglich der Ausführungsbeispiele beschriebenen Merkmale oder Ausführungsformen. Dabei wird der Fachmann auch Einzelaspekte als Verbesserungen oder Ergänzungen zu der jeweiligen Grundform der verfahrenstechnischen Anlage und/oder des Verfahrens hinzuzufügen.

[0036] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Aspekte der verfahrenstechnischen Anlage und/oder

des Verfahrens sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiele der verfahrenstechnischen Anlage und/oder des Verfahrens. Im Weiteren werden die verfahrenstechnische Anlage und/oder das Verfahren anhand von bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigelegten Figuren näher erläutert.

[0037] Fig. 1 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht einer Ausführungsform einer verfahrenstechnischen Anlage;

[0038] Fig. 2 zeigt eine schematische Ansicht der verfahrenstechnischen Anlage gemäß Fig. 1;

[0039] Fig. 3 zeigt eine schematische Ansicht einer weiteren Ausführungsform einer verfahrenstechnischen Anlage; und

[0040] Fig. 4 zeigt eine schematische Teilschnittansicht einer Ausführungsform eines Wärmetauschers für die verfahrenstechnische Anlage gemäß Fig. 1 oder Fig. 3.

[0041] In den Figuren sind gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit denselben Bezugszeichen versehen worden, sofern nichts anderes angegeben ist.

[0042] Die Fig. 1 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht einer Ausführungsform einer verfahrenstechnischen Anlage 1. Die Fig. 2 zeigt eine schematische Ansicht der verfahrenstechnischen Anlagen 1. Im Folgenden wird auf die Fig. 1 und Fig. 2 gleichzeitig Bezug genommen.

[0043] Die verfahrenstechnische Anlage 1 kann eine verfahrenstechnische Anlage zum Herstellen von Flüssiggas (LNG) sein. Als LNG wird durch Abkühlung auf -164 bis -161°C verflüssigtes Erdgas bezeichnet. Die verfahrenstechnische Anlage 1 umfasst einen Wärmetauscher 2. Der Wärmetauscher 2 kann ein sogenannter gewickelter oder helikaler Wärmetauscher 2 sein. Hierbei sind mehrere, beispielsweise drei, Wärmeübertragerrohrlagen auf einen Kern gewickelt und von einem Mantel umgeben. Der Wärmetauscher 2 kann rotationssymmetrisch zu einer Symmetrie- oder Mittelachse M_2 aufgebaut sein.

[0044] Die verfahrenstechnische Anlage 1 kann eine Kompressoranordnung 3 umfassen. Die Kompressoranordnung 3 umfasst zumindest einen ersten Verdichter oder Kompressor 4 und einen zweiten Verdichter oder Kompressor 5. Die Kompressoranordnung 3 kann auch mehr als zwei Kompressoren 4, 5 umfassen. Weiterhin umfasst die Kompressoranordnung 3 eine erste Saugflasche oder einen ersten Saugbehälter 6, der dem ersten Kompressor 4 zugeordnet ist, und eine zweite Saugflasche oder einen zweiten Saugbehälter 7, der dem zweiten Kompress-

sor **5** zugeordnet ist. Der erste Kompressor **4** ist mit Hilfe einer ersten Saugleitung **25** mit dem Wärmetauscher **2** in Fluidverbindung und der zweite Kompressor **5** ist mit Hilfe einer zweiten Saugleitung **26** mit dem Wärmetauscher **2** in Fluidverbindung.

[0045] Der erste Saugbehälter **6** ist mit Hilfe eines ersten Saugleitungsabschnitts **8** der ersten Saugleitung **25** mit dem Wärmetauscher **2** fluidisch verbunden. Der zweite Saugbehälter **7** ist mit Hilfe eines ersten Saugleitungsabschnitts **9** der zweiten Saugleitung **26** fluidisch mit dem Wärmetauscher **2** verbunden. Das heißt, es ist für jeden Kompressor **4**, **5** eine separate Saugleitung **25**, **26** und ein separater Saugbehälter **6**, **7** vorgesehen. Die Kompressoren **4**, **5** sind jeweils mit Hilfe eines zweiten Saugleitungsabschnitts **10** der ersten Saugleitung **25** und eines zweiten Saugleitungsabschnitts **11** der zweiten Saugleitung **26** mit den ihnen zugeordneten Saugbehältern **6**, **7** fluidisch verbunden. Die Saugleitungen **25**, **26** können beispielsweise einen Durchmesser von 40 Zoll aufweisen. Vorzugsweise ist die Kompressoranordnung **3** symmetrisch zu der Mittelachse M_2 und insbesondere spiegelsymmetrisch zu einer Symmetrieebene E aufgebaut. Die Mittelachse M_2 liegt in der Symmetrieebene E . Die ersten Saugleitungsabschnitte **8**, **9** und die zweiten Saugleitungsabschnitte **10**, **11** sind möglichst gerade, das heißt, ohne Bögen oder Krümmungen, ausgeführt.

[0046] Im Falle einer Kompressorwahl, welche keine ausreichende Verdichterleistung zur Verfügung stellen kann, um den zentralen Wärmetauscher **2** komplett zu versorgen, ist die Anzahl der Kompressoren **4**, **5** entsprechend zu erhöhen. Dadurch, dass jedem Kompressor **4**, **5** eine eigene Saugleitung **25**, **26** zugeordnet ist, kann auf Einrichtungen, die dazu eingerichtet sind, Fluidströme aufzuteilen und zu vereinen, insbesondere auf T-Stücke zum Vereinen der Saugleitungen **25**, **26** nach dem Wärmetauscher **2** und zum wieder Trennen der Saugleitungen **25**, **26** vor den Kompressoren **4**, **5**, verzichtet werden. Hierdurch können auf einer Saugseite der Kompressoren **4**, **5** unnötige Druckverluste verhindert werden. Weiterhin ist dadurch, dass auf T-Stücke verzichtet wird, eine sehr flexible Verlegung der Saugleitungen **25**, **26** möglich, was der Aufstellungsplanung für die Gesamtanlage wesentliche Planungsfreiheitsgrade zur Verfügung stellt. Hierdurch können die Kompressoren **4**, **5** sehr nahe an dem Wärmetauscher **2** platziert werden, da keine aufwendigen Bögen zur Ableitung von Thermospannungen erforderlich sind. Weiterhin können durch die getrennte Leitungsführung der Saugleitungen **8**, **9** lange Ein- und Auslaufstrecken für eine Durchflussmessung direkt integriert werden ohne Rohrschleifen legen zu müssen, um diese in begrenzten Baufenstern einzugliedern. Diese Problemstellung kommt vor allem bei größeren Nennweiten der Saugleitungen **25**, **26** zum Tragen,

da die Ein- und Auslaufstrecken als ein Vielfaches des Rohrleitungsquerschnittes angegeben werden.

[0047] Durch den Verzicht auf T-Stücke in den Saugleitungen **8**, **9** können im ausgelegten Temperaturbereich, das heißt, Plusgrade im Anfahrzustand und tiefe Minusgrade im Betriebszustand, auftretende Rohrspannungen reduziert werden, da keine mechanische Festlegung durch T-Stücke erfolgt. Temperaturinduzierte Materialausdehnungen und Materialschumpfungen werden hierdurch nicht behindert. Mit Hilfe der Kompressoranordnung **3** können, wie zuvor erwähnt, Druckverluste auf der Saugseite der Kompressoren **4**, **5** durch eine flexiblere und verkürzte Rohrleitungsführung der Saugleitungen **25**, **26** und die Einsparung von T-Stücken bei der Zusammenführung und Trennung mehrerer Ströme verhindert werden.

[0048] Durch die Verringerung von Druckverlusten auf der Saugseite der Kompressoren **4**, **5** kann die benötigte Leistung der Kompressoren **4**, **5** verringert werden bzw. die Verflüssigungskapazität einer LNG-Anlage erhöht werden. Dies ist zum einen eine direkte Folge der Einsparung von zwei T-Stücken, welche durch die Strömungsumlenkung einen unnötigen dynamischen Druckverlust zur Folge haben, und zum anderen eine Folge der Realisierbarkeit verkürzter Rohrlängen mit weniger Bögen der Saugleitungen **25**, **26**. Bei der Verrohrung der Saugleitungen **25**, **26** steht konstruktiv mehr Freiheit bei der Rohrleitungsführung und der Ableitung von Rohrspannungen, speziell bei größeren Nennweiten, zur Verfügung.

[0049] Die Fig. 3 zeigt eine stark vereinfachte schematische Ansicht einer weiteren Ausführungsform einer verfahrenstechnische Anlage **1**. Die verfahrenstechnische Anlage **1** gemäß der Fig. 3 unterscheidet sich von der verfahrenstechnische Anlage **1** gemäß den Fig. 1 und Fig. 2 im Wesentlichen dadurch, dass die Kompressoranordnung **3** nicht nur zwei Kompressoren **4**, **5**, zwei Saugleitungen **25**, **26** und zwei Saugbehälter **6**, **7**, sondern fünf Kompressoren **4**, **5**, **13**, **14**, **15**, fünf Saugleitungen **25** bis **29** mit ersten Saugleitungsabschnitten **8**, **9**, **19**, **20**, **21** und fünf Saugbehälter **6**, **7**, **16**, **17**, **18**, die über fünf zweite Saugleitungsabschnitte **10**, **11**, **22**, **23**, **24** fluidisch mit den Kompressoren **4**, **5**, **13**, **14**, **15** verbunden sind, umfasst. Die Anzahl der Kompressoren **4**, **5**, **13**, **14**, **15** ist beliebig, es können auch drei, sechs, acht oder zehn Kompressoren **4**, **5**, **13**, **14**, **15** vorgesehen sein. Insbesondere sind die Saugbehälter **6**, **7**, **16**, **17**, **18** und/oder die Kompressoren **4**, **5**, **13**, **14**, **15** gleichmäßig über einen Umfang des Wärmetauschers **2** verteilt angeordnet. Vorzugsweise ergibt sich hierdurch ein symmetrischer Aufbau der verfahrenstechnischen Anlage **1**, bei der alle Saugleitungen **25** bis **29** die gleiche Länge aufweisen. Insbesondere

re kann die verfahrenstechnische Anlage **1** dadurch eine sternförmige Anordnung aufweisen.

[0050] Die Kompressoranordnung **3** und insbesondere die Verrohrung mit den Saugleitungen **25** bis **29** kann auch für andere Konfigurationen eingesetzt werden, welche einen gemeinsamen Startpunkt besitzen, wie beispielsweise ein Behälter, eine Kolonne, ein Reaktor, ein Wärmeübertrager oder dergleichen, und bei denen eine symmetrische Verrohrung zu parallel betriebenen Kompressoren erforderlich ist.

[0051] Die **Fig. 4** zeigt in einer schematischen Teilschnittansicht eine Ausführungsform eines helikalen Wärmetauschers **2** für die verfahrenstechnische Anlage **1**. Der Wärmetauscher **2** umfasst einen Mantel **30**, in dem ein Kern **31** aufgenommen ist. Auf dem Kern **31** sind mehrere Schichten an Wärmetauscherrohren **32** aufgewickelt, von denen in der **Fig. 4** nur eines mit einem Bezugszeichen versehen ist. Das gemischte Kältemittel (mixed refrigerant) wird dem Wärmetauscher **2** über eine Leitung **33** zugeführt, rieselt in einer Schwerkraftrichtung **g** nach unten, wobei es verdampft und das durch die Wärmetauscherrohre **32** geführte Erdgas herunterkühlt. Der Kältemittelstrom ist in der **Fig. 4** mit Pfeilen **34**, **35** bezeichnet. Über mehrere Leitungen **36** oder eine Leitung **36** wird das gemischte Kältemittel abgezogen und den Kompressoren **4**, **5** zugeführt. Das Erdgas, das in der **Fig. 4** mit Pfeilen **37**, **38** bezeichnet ist, wird entgegen der Schwerkraftrichtung **g** durch den Wärmetauscher **2** geführt.

[0052] Obwohl die vorliegende Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben wurde, ist sie vielfältig modifizierbar.

23	Saugleitungsabschnitt
24	Saugleitungsabschnitt
25	Saugleitung
26	Saugleitung
27	Saugleitung
28	Saugleitung
29	Saugleitung
30	Mantel
31	Kern
32	Wärmetauscherrohr
33	Leitung
34	Pfeil
35	Pfeil
36	Leitung
37	Pfeil
38	Pfeil
E	Symmetrieebene
g	Schwerkraftrichtung
M₂	Mittelachse

Bezugszeichenliste

1	verfahrenstechnische Anlage
2	Wärmetauscher
3	Kompressoranordnung
4	Kompressor
5	Kompressor
6	Saugbehälter
7	Saugbehälter
8	Saugleitungsabschnitt
9	Saugleitungsabschnitt
10	Saugleitungsabschnitt
11	Saugleitungsabschnitt
13	Kompressor
14	Kompressor
15	Kompressor
16	Saugbehälter
17	Saugbehälter
18	Saugbehälter
19	Saugleitungsabschnitt
20	Saugleitungsabschnitt
21	Saugleitungsabschnitt
22	Saugleitungsabschnitt

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 0975923 B1 [0005]

Patentansprüche

1. Verfahrenstechnische Anlage (1) zum Herstellen von Flüssiggas, mit einem Wärmetauscher (2), einem ersten Kompressor (4), einem zweiten Kompressor (5), einer nur in Fluidverbindung mit dem ersten Kompressor (4) stehenden ersten Saugleitung (25), die mit dem Wärmetauscher (2) verbunden ist, und einer nur in Fluidverbindung mit dem zweiten Kompressor (5) stehenden zweiten Saugleitung (26), die mit dem Wärmetauscher (2) verbunden ist, wobei die erste Saugleitung (25) nicht in Fluidverbindung mit der zweiten Saugleitung (26) ist.

2. Verfahrenstechnische Anlage nach Anspruch 1, umfassend einen ersten Saugbehälter (6), der zwischen dem ersten Kompressor (4) und einem ersten Saugleitungsabschnitt (8) der ersten Saugleitung (25) angeordnet ist, und einen zweiten Saugbehälter (7), der zwischen dem zweiten Kompressor (5) und einem ersten Saugleitungsabschnitt (9) der zweiten Saugleitung (26) angeordnet ist.

3. Verfahrenstechnische Anlage nach Anspruch 2, wobei zwischen dem ersten Kompressor (4) und dem ersten Saugbehälter (6) ein zweiter Saugleitungsabschnitt (10) der ersten Saugleitung (25) und zwischen dem zweiten Kompressor (5) und dem zweiten Saugbehälter (7) ein zweiter Saugleitungsabschnitt (11) der zweiten Saugleitung (26) angeordnet ist.

4. Verfahrenstechnische Anlage nach Anspruch 3, wobei der zweite Saugleitungsabschnitt (10) der ersten Saugleitung (25) gleich lang wie der zweite Saugleitungsabschnitt (11) der zweiten Saugleitung (26) ist.

5. Verfahrenstechnische Anlage nach Anspruch 3 oder 4, wobei der zweite Saugleitungsabschnitt (10) der ersten Saugleitung (25) und der zweite Saugleitungsabschnitt (11) der zweiten Saugleitung (26) gerade sind.

6. Verfahrenstechnische Anlage nach einem der Ansprüche 2–5, wobei der erste Saugleitungsabschnitt (8) der ersten Saugleitung (25) gleich lang wie der erste Saugleitungsabschnitt (9) der zweiten Saugleitung (26) ist.

7. Verfahrenstechnische Anlage nach einem der Ansprüche 1–6, wobei die erste Saugleitung (25) und die zweite Saugleitung (26) frei von Einrichtungen, die dazu eingerichtet sind, Fluidströme aufzuteilen und/oder zu vereinen, insbesondere frei von T-Stücken, sind.

8. Verfahrenstechnische Anlage nach einem der Ansprüche 1–7, wobei der erste Saugleitungsabschnitt (8) der ersten Saugleitung (25) und der ers-

te Saugleitungsabschnitt (9) der zweiten Saugleitung (26) gerade sind.

9. Verfahrenstechnische Anlage nach einem der Ansprüche 1–8, wobei die verfahrenstechnische Anlage (1) symmetrisch zu einer Mittelachse (M_2) des Wärmetauschers (2) aufgebaut ist.

10. Verfahrenstechnische Anlage nach einem der Ansprüche 1–9, umfassend eine Vielzahl an Kompressoren (4, 5, 13, 14, 15) und eine Vielzahl an Saugleitungen (25–29).

11. Verfahrenstechnische Anlage nach Anspruch 10, wobei die Kompressoren (4, 5, 13, 14, 15) und/oder die Saugleitungen (25–29) gleichmäßig um den Wärmetauscher (2) verteilt angeordnet sind.

12. Verfahrenstechnische Anlage nach Anspruch 11, wobei die Kompressoren (4, 5, 13, 14, 15) und/oder die Saugleitungen (25–29) sternförmig angeordnet sind.

13. Verfahrenstechnische Anlage nach einem der Ansprüche 10–12, wobei erste Saugleitungsabschnitte (8, 9, 19, 20, 21) der Saugleitungen (25–29) alle gleich lang sind und wobei zweite Saugleitungsabschnitte (10, 11, 22, 23, 24) der Saugleitungen (25–29) alle gleich lang sind.

14. Verfahrenstechnische Anlage nach einem der Ansprüche 1–13, wobei der Wärmetauscher (2) ein helikaler Wärmetauscher ist.

15. Verfahren zum Herstellen von Flüssiggas mit einer verfahrenstechnischen Anlage (1) nach einem der Ansprüche 1–14.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

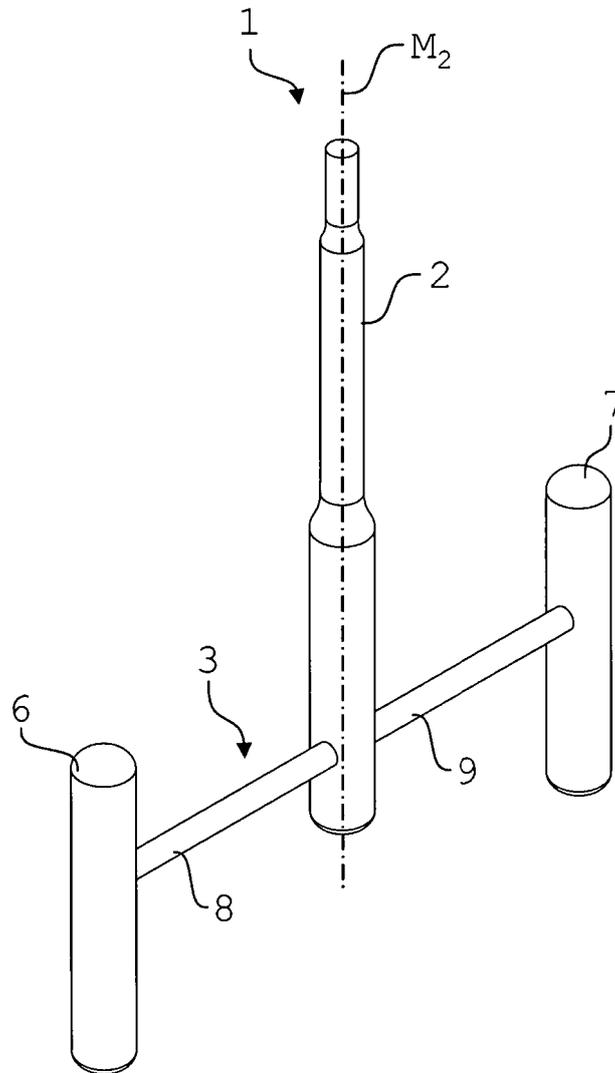


Fig. 1

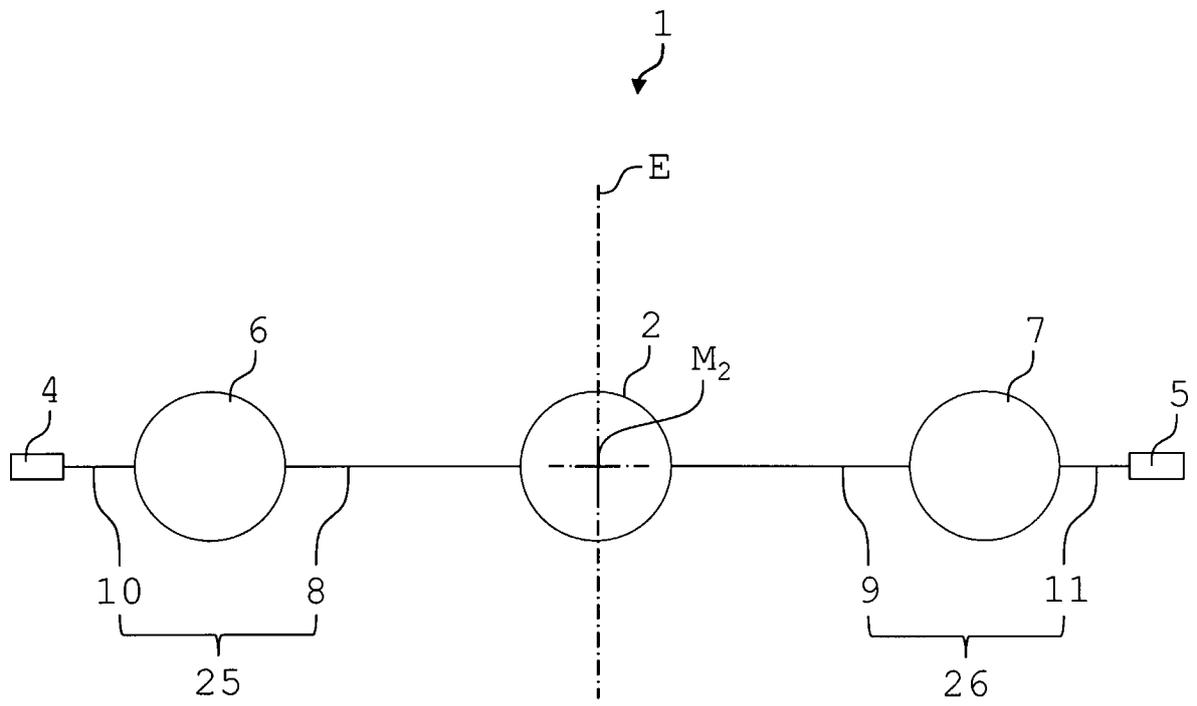


Fig. 2

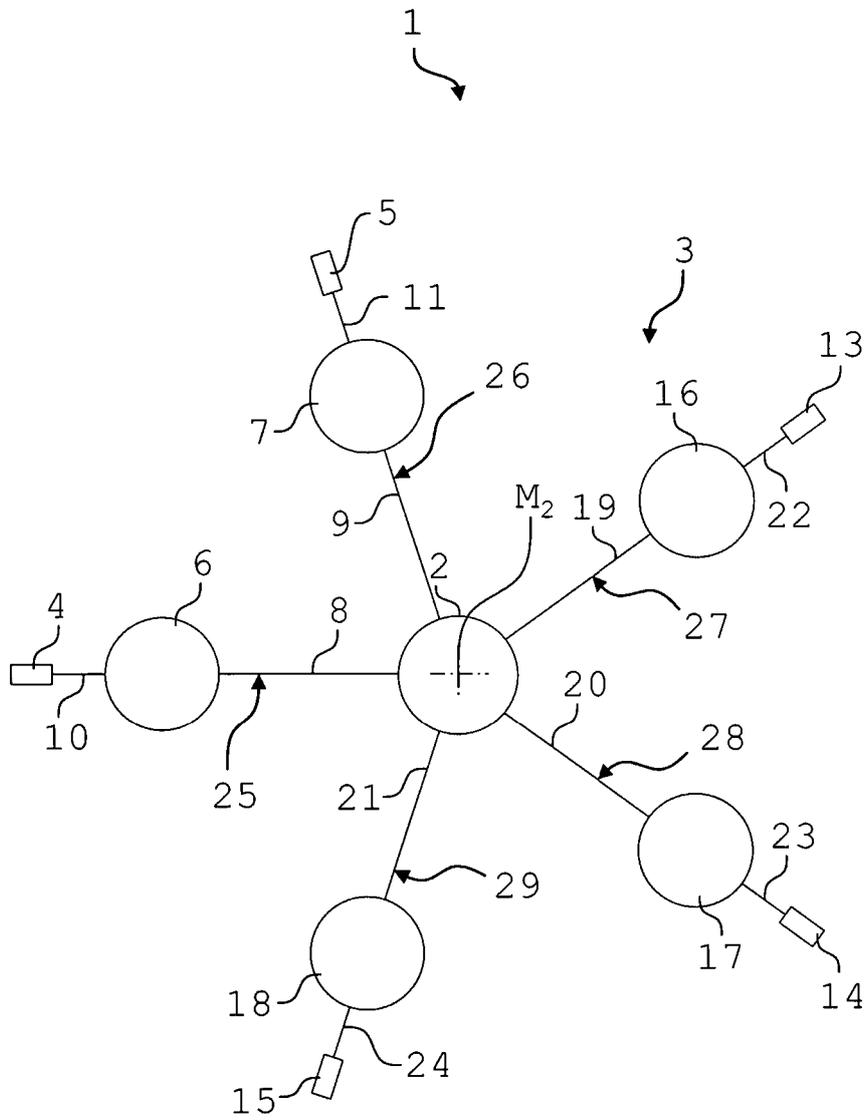


Fig. 3

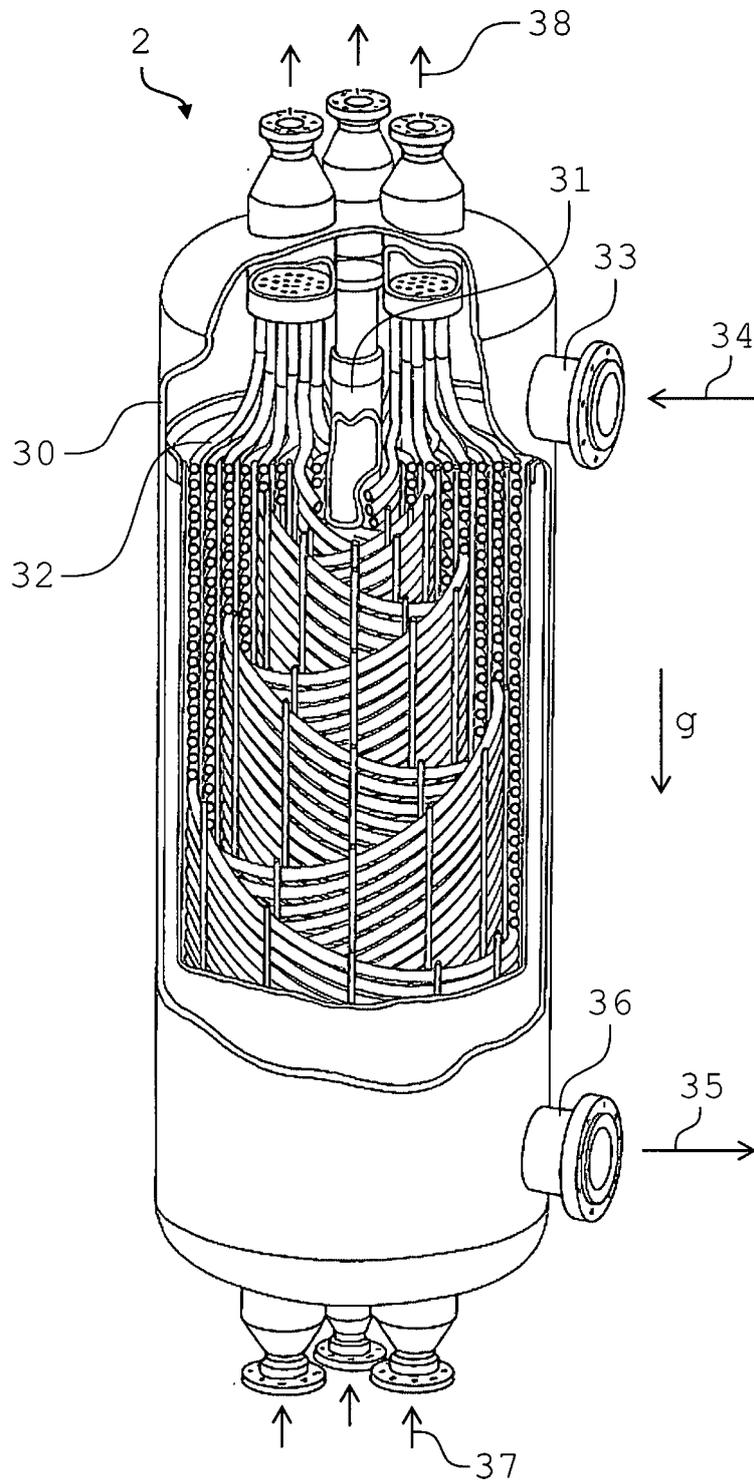


Fig. 4