

(19)



(11)

EP 2 657 633 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

30.10.2013 Patentblatt 2013/44

(51) Int Cl.:

F25J 3/04 (2006.01)**F16L 1/00** (2006.01)(21) Anmeldenummer: **13001829.4**(22) Anmeldetag: **09.04.2013**

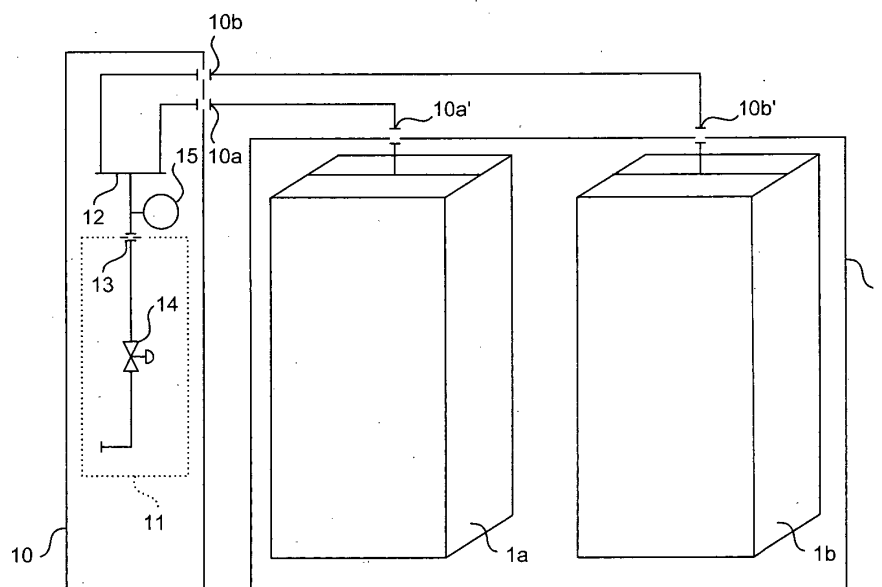
(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(30) Priorität: **27.04.2012 DE 102012008416****22.06.2012 EP 12004687**(71) Anmelder: **Linde Aktiengesellschaft
80331 München (DE)**(72) Erfinder: **Rampp, Augustin
82393 Iffeldorf (DE)**(74) Vertreter: **Imhof, Dietmar
Linde AG
Legal Services Intellectual Property
Dr.-Carl-von-Linde-Straße 6-14
82049 Pullach (DE)****(54) Verrohrungsmodul für Luftzerlegungsanlage**

(57) Ein Verrohrungsmodul (10) für eine Luftzerlegungsanlage, mittels dessen wenigstens zwei Fluidanschlüsse (10a', 10b') wenigstens eines zur Verwendung in der Luftzerlegungsanlage ausgebildeten Hauptwärmetauschers (1a, 1b) an wenigstens zwei Fluidleitungen in einem warmen Teil der Luftzerlegungsanlage anbindbar sind, wobei das Verrohrungsmodul (10) wenigstens zwei hauptverdichterseitige Anschlüsse, die mit den wenigstens zwei Fluidleitungen in dem warmen Teil der Luftzerlegungsanlage koppelbar sind, und wenigstens zwei

hauptwärmetauscherseitige Anschlüsse (10a, 10b), die mit den wenigstens zwei Fluidanschlüssen (10a', 10b') des wenigstens einen Hauptwärmetauschers (1a, 1b) koppelbar sind, und wenigstens zwei die wenigstens zwei hauptverdichterseitigen Anschlüsse und die wenigstens zwei hauptwärmetauscherseitigen Anschlüsse (10a, 10b) verbindende Fluidleitungen aufweist. Eine entsprechende Luftzerlegungsanlage und ein Verfahren zur Erstellung einer derartigen Luftzerlegungsanlage sind ebenfalls Gegenstand der vorliegenden Erfindung.

**Fig. 2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verrohrungsmodul für wenigstens einen Hauptwärmetauscher einer Luftzerlegungsanlage, eine Luftzerlegungsanlage mit einem derartigen Verrohrungsmodul sowie ein Verfahren zur Erstellung einer Luftzerlegungsanlage.

Stand der Technik

[0002] Bei atmosphärischer Luft handelt es sich um ein Gasgemisch, das sich im Wesentlichen aus Stickstoff (78%), Sauerstoff (21 %) und Argon (0,9%) zusammensetzt. Die verbleibenden 0,1 % umfassen hauptsächlich Kohlendioxid sowie als weitere Komponenten die Edelgase Neon, Helium, Krypton und Xenon.

[0003] Anlagen zur rektifikatorischen Luftzerlegung (nachfolgend kurz "Luftzerlegungsanlagen") sind bekannt. Sie werden zur Herstellung von gasförmigem Sauerstoff und Stickstoff sowie ggf. von Flüssigsauerstoff, Flüssigstickstoff und der genannten Edelgase eingesetzt. Die Luftzerlegung umfasst als wesentliche Schritte die Verdichtung, Vorkühlung, Aufreinigung, Abkühlung und Rektifikation.

[0004] Die Verdichtung erfolgt beispielsweise in mehrstufigen Turbokompressoren mit Zwischen- und Nachkühlung auf einen Druck von ca. 6 bar oder mehr. Vor der Verdichtung können Staubpartikel in sogenannten Intensivfiltern entfernt werden.

[0005] Zur anschließenden Vorkühlung können mit Wasser betriebene Direktkontaktkühler eingesetzt werden, in denen zudem eine teilweise Auswaschung wasserlöslicher Verunreinigungen erfolgen kann. Das verwendete Wasser kann beispielsweise in Rieselferdunstungskühlern gegen Stickstoffrestgas aus der Rektifikation (nachfolgend auch als "Kühlstickstoff" bezeichnet) rückgeköhlt werden.

[0006] Die Aufreinigung der vorgeköhlten Luft erfolgt i.d.R. in Molekularsiebadsorbentien. In diesen werden Feuchtigkeit, Kohlendioxid und Kohlenwasserstoffe entfernt.

[0007] Zur Verflüssigung wird die derart aufgereinigte Luft in einem oder mehreren Hauptwärmetauschern auf ca. -175 °C abgeköhlt. Die Abkühlung erfolgt durch internen Wärmeaustausch im Gegenstrom zu in der Anlage erzeugten kalten Gasströmen. Auch hier wird i.d.R. zumindest Stickstoffrestgas aus der Rektifikation verwendet. Bei einer anschließenden Expansion köhlt sich die Luft durch den Joule-Thomson-Effekt weiter ab und verflüssigt sich.

[0008] Die eigentliche Zerlegung (Rektifikation) der Luft erfolgt in Trennsäulen (Rektifikationskolonnen) eines Trennsäulensystems, wobei zunächst eine sauerstoffreiche Sumpffraktion und eine stickstoffreiche Kopffraktion erzeugt werden. Je nach der erforderlichen Reinheit der Endprodukte und/oder den zu erzeugenden Gasen können für das Trennsäulensystem unterschiedliche Säulenkonfigurationen verwendet werden. Beispielswei-

se können zwei Trennsäulen in Form sogenannter Mitteldruck- und Niederdrucksäulen als Doppelsäulen zum Einsatz kommen. Edelgase wie Argon und/oder Neon können durch nachgeschaltete Trennsäulen und Verfahrensschritte erzeugt werden. Die Rektifikation kann auch beispielsweise die Verflüssigung von Reinstickstoff gegen verdampfenden Sauerstoff und dessen Rückführung in das Trennsäulensystem umfassen. Entsprechende Anlagen können auch weitere Vorrichtungen wie z.B. Zusatz- bzw. Nachverdichter, Expansionsturbinen, Hochdruckwärmetauscher, Innenverdichtungspumpen und/oder Flüssigkeitsabscheider aufweisen.

[0009] Luftzerlegungsanlagen setzen sich damit aus einem sogenannten warmen Teil, der die Komponenten für die Verdichtung, die Vorkühlung und die Aufreinigung enthält, sowie einem sogenannten kalten Teil mit dem oder den Hauptwärmetauschern und ggf. weiteren Wärmetauschern, beispielsweise einem Unterkühlungsgegenströmer, und dem Trennsäulensystem zusammen. Die Komponenten im kalten Teil können in einer oder in mehreren sogenannten Coldboxen angeordnet sein. Hierbei handelt es sich um verkleidete Stahlrahmen, die mit Isoliermaterial wie Perlit gefüllt sind, um einen Wärmeeintrag aus der Umgebung zu reduzieren. Idealerweise ist das Innere einer Coldbox wartungsfrei. Wartungsbedürftige Komponenten können zu diesem Zweck vom Isoliermaterial abgeschottet und von außen zugänglich angeordnet werden. Ventile können nach außen geführt werden, damit beispielsweise deren Antriebe zugänglich sind. Ein Eindringen von Feuchtigkeit kann durch eine Spülung mit Stickstoff verhindert werden.

[0010] Je nach Größe der Anlage können mehrere Komponenten in einer gemeinsamen Coldbox integriert sein. Bei kleineren Anlagen werden dabei beispielsweise der oder die Hauptwärmetauscher und das Trennsäulensystem in einer Coldbox zusammengefasst, in größeren Anlagen werden diese auf mehrere Coldboxen verteilt. Große Anlagen können auch mehrere Hauptwärmetauscher, die in separaten Coldboxen untergebracht sind, umfassen. Auch weitere Coldboxen, beispielsweise mehrere Säulenboxen und/oder sogenannte Argonboxen (in Anlagen zur Argongewinnung) können vorgesehen sein.

[0011] In einer Luftzerlegungsanlage gewonnener gasförmiger Sauerstoff und Stickstoff kann in ein Rohrleitungsnetz eingespeist und direkt zum Verbraucher geleitet werden. Sauerstoff, Stickstoff und Argon in flüssiger Form werden beispielsweise in Speichertanks zwischengelagert und in Tankwagen zum Einsatzort transportiert.

[0012] Entsprechende Luftzerlegungsanlagen sollten vorzugsweise am Verwendungsort für die jeweiligen Gase vorhanden sein, also z.B. in der Nähe von Raffinerien oder Erdöllagerstätten, um die Transportwege für die genannten Fluide möglichst kurz zu halten.

[0013] Die Montage von Luftzerlegungsanlagen erfolgt dabei i.d.R. aus vorgefertigten Bauteilen. Dies ist jedoch häufig problematisch, da ausreichend qualifiziertes Personal zur Montage entweder nicht verfügbar oder

teuer ist. Insbesondere betrifft dies die Anbindung der Hauptwärmetauscher. Daher besteht der Bedarf nach Verbesserungen, die eine zuverlässigere und einfachere Erstellung von Luftzerlegungsanlagen ermöglichen.

Offenbarung der Erfindung

[0014] Vor diesem Hintergrund schlägt die vorliegende Erfindung ein Verrohrungsmodul für wenigstens einen Hauptwärmetauscher einer Luftzerlegungsanlage, eine Luftzerlegungsanlage mit einem derartigen Verrohrungsmodul sowie ein Verfahren zur Erstellung einer Luftzerlegungsanlage mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche vor. Bevorzugte Ausgestaltungen sind jeweils Gegenstand der Unteransprüche sowie der nachfolgenden Beschreibung.

Vorteile der Erfindung

[0015] Die Erfindung schlägt ein Verrohrungsmodul vor, mittels dessen wenigstens zwei Fluidanschlüsse wenigstens eines zur Verwendung in einer Luftzerlegungsanlage ausgebildeten Hauptwärmetauschers an wenigstens zwei Fluidleitungen in einem warmen Teil der Luftzerlegungsanlage anbindbar sind. Das Verrohrungsmodul weist wenigstens zwei hauptverdichterseitige Anschlüsse, die mit den wenigstens zwei Fluidleitungen in dem warmen Teil der Luftzerlegungsanlage koppelbar sind, und wenigstens zwei hauptwärmetauscherseitige Anschlüsse, die mit den wenigstens zwei Fluidanschlüssen des wenigstens einen Hauptwärmetauschers koppelbar sind, und wenigstens zwei die wenigstens zwei hauptverdichterseitigen Anschlüsse und die wenigstens zwei hauptwärmetauscherseitigen Anschlüsse verbindende Fluidleitungen auf.

[0016] Das erfindungsgemäß vorgeschlagene Verrohrungsmodul ermöglicht den Ersatz der üblicherweise für die Hauptwärmetauscher in Luftzerlegungsanlagen erforderlichen sogenannten Headerverrohrung. Die Headerverrohrung dient üblicherweise zur Anbindung des oder der Hauptwärmetauscher an den erläuterten warmen Teil der Anlage und ist auf der Oberseite des oder der Hauptwärmetauscher angeordnet.

[0017] Der oder die Hauptwärmetauscher einer Luftzerlegungsanlage dienen zumindest zur Abkühlung der zur Zerlegung in den Trennsäulen der Luftzerlegungsanlage vorgesehenen Einsatzluft im Gegenstrom zu zumindest einem aus der Einsatzluft hergestellten Luftprodukt. Der oder die Hauptwärmetauscher sind also zur Abkühlung von Luft im indirekten Wärmetausch mit Rückströmen aus dem Trennsäulensystem eingerichtet und verfügen über entsprechend eingerichtete Mittel, die beispielsweise geeignet ausgebildete Leitungen umfassen.

[0018] Luftzerlegungsanlagen können auch zur sogenannten Innenverdichtung eingerichtet sein, bei der einer oder mehreren Trennsäulen ein flüssiger Strom entnommen, flüssig auf Druck gebracht, und in dem oder den

Hauptwärmetauschern gegen einen Wärmeträger, i.d.R. einen verdichteten Luftstrom, zu einem gasförmigen Druckprodukt verdampft wird. Liegt ein entsprechender flüssiger Strom bei überkritischem Druck vor, erfolgt keine Verdampfung sondern eine Pseudoverdampfung. Der für die Verdampfung bzw. Pseudoverdampfung verwendete Wärmeträger, also beispielsweise ein entsprechender verdichteter Luftstrom, wird aus thermodynamischen Gründen auf einen Druck verdichtet, der i.d.R. deutlich oberhalb eines Drucks liegt, der in dem Trennsäulensystem als Betriebsdruck verwendet wird. Er wird in dem oder den Hauptwärmetauschern verflüssigt (oder ggf. pseudoverflüssigt, falls ein überkritischer Druck herrscht). Hauptwärmetauscher werden also auch zur Bereitstellung eines entsprechenden gasförmigen Druckprodukts verwendet.

[0019] Mehrere Hauptwärmetauscher werden insbesondere aus Platzgründen oder aufgrund konstruktiver Erwägungen verwendet, beispielsweise dann, wenn der für eine Luftzerlegungsanlage erforderliche Hauptwärmetauscher nicht in einer einzelnen Coldbox angeordnet werden kann und/oder eine Fertigung und/oder ein Transport anderenfalls einen unüberwindlichen Aufwand darstellen.

[0020] Der oder die Hauptwärmetauscher einer Luftzerlegungsanlage können jeweils aus einem oder mehreren parallel und/oder seriell verbundenen Hauptwärmetauscherblöcken bzw. Hauptwärmetauscherabschnitten gebildet sein, beispielsweise aus einem oder mehreren Plattenwärmetauscherblöcken.

[0021] Ist nachfolgend davon die Rede, dass mehrere Hauptwärmetauscher vorgesehen sind, seien darunter mehrere getrennte Einheiten verstanden, die jedoch jeweils grundsätzlich dieselben Funktionen erfüllen. Alle Hauptwärmetauscher werden beispielsweise von derselben Anzahl an Fluidleitungen durchzogen und kühlen bzw. erwärmen diese im Wesentlichen auf dieselben Temperaturen. Es handelt sich also um mehrere Einheiten, die parallel geschaltet werden können und dadurch die Funktion eines größeren Hauptwärmetauschers erfüllen können.

[0022] Ist nachfolgend hingegen von mehreren Hauptwärmetauscherblöcken die Rede, seien hierunter mehrere getrennte Einheiten verstanden, die jedoch unterschiedliche Funktionen erfüllen. Beispielsweise kann es sich hierbei um mehrere voneinander getrennte Plattenwärmetauscherblöcke handeln, die jeweils von unterschiedlichen Fluiden durchströmt werden können. Beispielsweise können für die erläuterte Innenverdichtung der zu verflüssigende (bzw. pseudozuverflüssigende) Wärmeträger und der zu verdampfende (bzw. pseudozuverdampfende) innenverdichtete Strom (oder mehrere Ströme) in einem separaten Plattenwärmetauscherblock im indirekten Wärmetausch gegeneinander geführt werden. Für die verbleibenden abzukühlenden und zu erwärmenden Ströme können separate Plattenwärmetauscherblöcke verwendet werden, die für geringere Drücke ausgelegt werden müssen. Mehrere Hauptwärmetau-

scherböcke zusammen erfüllen die Funktion eines Hauptwärmetauschers. Mehrere Hauptwärmetauscher können jeweils einen identischen Satz an Hauptwärmetauscherblöcken aufweisen. Auch die einzelnen Hauptwärmetauscherblöcke können in unterschiedlichen Coldboxen angeordnet sein.

[0023] Der oder die Hauptwärmetauscher sind (ggf. mit ihren separaten Hauptwärmetauscherblöcken) selbst Teil des eingangs erläuterten sogenannten kalten Teils einer Luftzerlegungsanlage, jedoch zur Anbindung an ihren warmen Teil ausgebildet. Der oder die Hauptwärmetauscher unterscheiden sich jedenfalls dadurch von den im warmen Teil der Luftzerlegungsanlage angeordneten Wärmetauschern bzw. Kühlern (z.B. einem Nachkühler eines oder mehrerer Verdichter) grundlegend dadurch, dass ihnen wenigstens ein auf kryogene Temperaturen abgekühltes Fluid zugeführt und/oder entnommen wird. Eine kryogene Temperatur liegt beispielsweise unterhalb von -50°C , insbesondere unterhalb von -100°C vor. Der oder die Hauptwärmetauscher sind daher zum Betrieb bei entsprechenden niedrigen Temperaturen eingerichtet, indem sie beispielsweise Materialien aufweisen, die bei den kryogenen Temperaturen beständig sind, bzw. aus diesen hergestellt sind. Sie sind damit baulich, fertigungstechnisch und funktionell zumindest zur Abkühlung der zur Zerlegung in den Trennsäulen der Luftzerlegungsanlage vorgesehenen Einsatzluft im Gegenstrom zu zumindest einem aus der Einsatzluft hergestellten Luftprodukt eingerichtet.

[0024] Stromauf des oder der Hauptwärmetauscher, d.h. im warmen Teil der Anlage, werden hingegen i.d.R. ausschließlich Wärmetauscher bzw. Kühler verwendet, denen höher temperierte Fluide zugeführt bzw. entnommen werden. Diese weisen i.d.R. eine Temperatur von wenigstens 0°C auf. So wird die in einem Hauptverdichter verdichtete Luft üblicherweise mittels wenigstens eines Kühlers, beispielsweise eines Wasserkühlers, abgekühlt, um die Kompressionswärme abzuführen. Die Abkühlung erfolgt jedoch hierbei vollständig bei Temperaturen oberhalb von 0°C , also nicht bei kryogenen Temperaturen und/oder nicht im Gegenstrom zu zumindest einem aus der Einsatzluft hergestellten Luftprodukt.

[0025] Als Hauptverdichter wird im Rahmen der vorliegenden Anmeldung der Verdichter oder die Verdichteranordnung bezeichnet, die als einzige Maschine mit externer Energie angetrieben wird und beispielsweise als ein einstufiger oder mehrstufiger Verdichter, dessen Stufen alle mit dem gleichen Antrieb verbunden sind ausgebildet ist. Alle Stufen können in einem Gehäuse untergebracht oder mit einem Getriebe verbunden sein. Nachverdichter zählen häufig nicht zu den mit externer Energie angetriebenen Maschinen da sie durch ihnen jeweils zugeordnete Entspannungsmaschinen angetrieben werden. Der "warme Teil" der Luftzerlegungsanlage, zu dessen Anbindung an den oder die Hauptwärmetauscher das erfindungsgemäße Verrohrungsmodul eingesetzt wird, umfasst als zentrale Komponente diesen Hauptwärmetauscher, kann jedoch weitere Einrichtungen wie

Nachverdichter und/oder Aufreinigungseinrichtungen und/oder Produktverdichter (zur externen Verdichtung von Luftprodukten) umfassen.

[0026] Die Erstellung der Headerverrohrung erweist sich insbesondere dann als aufwendig, wenn für eine Luftzerlegungsanlage mehrere Hauptwärmetauscher und/oder ein Hauptwärmetauscher mit mehreren Hauptwärmetauscherblöcken vorgesehen sind, wie oben erläutert. In diesem Fall müssen die Rohrleitungen auf entsprechenden Hauptwärmetauschern und/oder Hauptwärmetauscherblöcken bzw. der sie einschließenden Coldboxen am Erstellungsort der Luftzerlegungsanlage zusammengeführt werden, um jeweils eine Anbindung an gemeinsame Fluidleitungen herzustellen. Eine Vorfertigung der Headerverrohrung an sich ist nur schwer möglich, da die Toleranzen in der Praxis häufig zu groß sind. Mit anderen Worten kann beispielsweise ein Hauptwärmetauscher und/oder Hauptwärmetauscherblock kaum in der Präzision erstellt werden, die eine direkte Anpassung einer oder mehrerer vorgefertigter Headerleitungen erlaubt. Die direkt in die Hauptwärmetauscher und/oder Hauptwärmetauscherblöcke mündenden Rohrleitungen, entsprechende Sammler sowie die Übergabeleitungen zur Anbindung weiterer Komponenten, beispielsweise der vorgeschalteten Komprimierungs- und Reinigungseinrichtungen wie oben erläutert, müssen daher sehr aufwendig auf der Baustelle gefertigt werden.

[0027] Im Gegensatz dazu schlägt die Erfindung vor, die genannten Rohrleitungen vom Dach des oder der Hauptwärmetauscher und/oder Hauptwärmetauscherblöcke bzw. der entsprechenden Coldboxen in das Verrohrungsmodul in Form eines sogenannten Piping Skids zu verlegen. Das Verrohrungsmodul kann senkrecht neben dem oder den Hauptwärmetauschern und/oder Hauptwärmetauscherblöcken angeordnet werden. Am Erstellungsort der Luftzerlegungsanlage müssen dann nur noch Anschlussverbindungen zwischen dem oder den Hauptwärmetauschern und/oder Hauptwärmetauscherblöcken und dem Verrohrungsmodul gefertigt werden, um eine Verbindung mit den jeweiligen Fluidleitungen herzustellen. Dies erweist sich i.d.R. als unkritisch im Vergleich zu der zuvor erläuterten Individualfertigung.

[0028] Das erfindungsgemäß vorgesehene Verrohrungsmodul zeichnet sich dadurch aus, dass es vornehmlich, insbesondere ausschließlich, zur Weiterleitung von Fluiden ausgebildete Leitungen (Fluidleitungen) aufweist. Ein Verrohrungsmodul ist mit hauptverdichterseitigen Anschlüssen zur Anbindung an einen warmen Teil der Luftzerlegungsanlage und mit hauptwärmetauscherseitigen Anschlüssen zur Anbindung an deren kalten Teil, genauer an den oder die Hauptwärmetauscher und/oder Hauptwärmetauscherblöcke bzw. deren Anschlüsse ausgebildet.

[0029] Ein Verrohrungsmodul weist hierzu beispielsweise n hauptverdichterseitige Anschlüsse und $n \times m$ hauptwärmetauscherseitige Anschlüsse auf, wobei m die Anzahl der jeweils an das Verrohrungsmodul anbind-

baren Hauptwärmetauscher darstellt und beispielsweise 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 oder 10 beträgt. Die hauptverdichterseitigen Anschlüsse und die hauptwärmetauscherseitigen Anschlüsse sind über die genannten Fluidleitungen miteinander verbunden. Ist $n > 1$, können jeweils mehrere hauptwärmetauscherseitige Anschlüsse über einen Fluidverteiler mit einem hauptverdichterseitigen Anschluss verbunden sein. Ein Verrohrungsmodul umfasst ggf. Absperrmittel zum Absperrn einzelner Fluidleitungen und/oder Einstellmittel zum Einstellen eines Fluidstroms, insbesondere zur gleichmäßigen Aufteilung von Fluid eines hauptverdichterseitigen Anschlusses auf m hauptwärmetauscherseitige Anschlüsse, jedoch keine aktiv druck- und/oder temperaturbeeinflussenden Mittel, also Verdichter, Entspannungsventile bzw. Entspannungsmaschinen, Heizeinrichtungen, Kühler, Wärmetauscher und dergleichen.

[0030] Ein erfindungsgemäßes Verrohrungsmodul ist also baulich derart ausgebildet, dass ein, insbesondere ein jeder, durch das Verrohrungsmodul geführte Fluidstrom bei einem Austrittsdruck und/oder einer Austrittstemperatur verlässt, der bzw. die im Wesentlichen dem Eintrittsdruck bzw. der Eintrittstemperatur entspricht.

[0031] Ein Fluidstrom, der dem Verrohrungsmodul entweder über einen hauptverdichterseitigen Anschluss eingespeist und über einen hauptwärmetauscherseitigen Anschluss (oder m hauptwärmetauscherseitige Anschlüsse) entnommen wird oder umgekehrt, weist bei der Entnahme den im Wesentlichen gleichen Druck und die im Wesentlichen gleiche Temperatur auf wie bei der Einspeisung. Ein "im Wesentlichen" gleicher Druck und eine "im Wesentlichen" gleiche Temperatur kann beispielsweise geringfügige Drucksteigerungen oder Druckverluste und/oder geringfügige Temperaturzunahmen oder Temperaturabnahmen umfassen, die beispielsweise weniger als 1 bar, 0,5 bar oder 0,1 bar bzw. weniger als 10 °C, 5 °C oder 1 °C betragen können und beispielsweise durch Leitungsverluste und/oder Wärmeeintrag aus der bzw. Wärmeabfuhr in die Umgebung entstehen können.

[0032] Die "hauptverdichterseitigen" Anschlüsse zeichnen sich dadurch aus, sie zur Anbindung an einen warmen Teil der Luftzerlegungsanlage eingerichtet sind. Hingegen sind die "hauptwärmetauscherseitigen" Anschlüsse zur Anbindung an den oder die Hauptwärmetauscher und/oder Hauptwärmetauscherblöcke bzw. deren Anschlüsse eingerichtet. Sind, wie erläutert, m Hauptwärmetauscher vorgesehen, unterscheidet sich die Anzahl der hauptverdichterseitigen Anschlüsse und der hauptwärmetauscherseitigen Anschlüsse. Zur Anbindung an den oder die Hauptwärmetauscher und/oder Hauptwärmetauscherblöcke sind die Anschlüsse insbesondere dadurch eingerichtet, dass sie eine jeweils geeignete räumliche Anordnung und/oder Lage aufweisen. Wie erläutert, wird das erfindungsgemäße Verrohrungsmodul insbesondere für eine Headerverrohrung (bzw. deren teilweisen Ersatz) verwendet. Die hauptwärmetau-

scherseitigen Anschlüsse sind daher vorzugsweise oberhalb des Verrohrungsmoduls angeordnet. Die Anordnung "oberhalb" bzw. "unterhalb" definiert sich beispielsweise über eine Haltestruktur, die das Verrohrungsmodul trägt und entsprechende Standfüße bzw. -strukturen an ihrer Unterseite aufweist.

[0033] Im Gegensatz zu einer wie oben erwähnten vorgefertigten Headerverrohrung erlaubt das Verrohrungsmodul, die verbindenden Rohrleitungen zwischen den jeweiligen Anschlüssen (Anschlussstutzen) des oder der Hauptwärmetauscher und/oder Hauptwärmetauscherblöcke und dem Verrohrungsmodul dreidimensional anzupassen. Vorteilhafterweise weist das Verrohrungsmodul dabei mit Anschlüssen des wenigstens einen des oder der Hauptwärmetauscher und/oder Hauptwärmetauscherblöcke korrespondierende und mit diesen kopplbare Anschlüsse an seiner Oberseite, nämlich die erwähnten hauptwärmetauscherseitigen Anschlüsse, auf.

[0034] Ein erfindungsgemäßes Verrohrungsmodul kann vollständig vorgefertigt, also z.B. gestrichen, druckgetestet, isoliert, instrumentiert und verkabelt werden. Am Fertigungsort stehen auch i.d.R. entsprechende Prüf- und Überwachungseinrichtungen zur Verfügung, die eine Sicherheitsabnahme am Fertigungsort erlauben. Hierdurch kann vermieden werden, dass beispielsweise Schäden oder Fertigungsfehler erst am Erstellungsort der Luftzerlegungsanlage entdeckt werden, was aufwendige Reparaturen oder, im Extremfall, Rücktransporte erforderlich macht.

[0035] Durch die Verwendung eines erfindungsgemäßen Verrohrungsmoduls kann auch die Planung und Konzeption einer Luftzerlegungsanlage signifikant verbessert werden. Das erfindungsgemäße Verrohrungsmodul strukturiert das Layout einer entsprechenden Anlage und gibt ein eindeutiges Konzept vor. Dies ermöglicht eine weitgehende Erstellung aus standardisierten Modulen mit entsprechend zueinander passenden Anschlüssen im Sinne eines beliebig erweiterbaren Baukastenprinzips.

[0036] Insbesondere für Raffinerien, die Erdöltertiärförderung (Enhanced Oil Recovery) und Stahlwerke werden beträchtliche Mengen von Reingasen benötigt. Der Luftdurchsatz der größten Anlagen zur Erzeugung von Stickstoff für die Enhanced Oil Recovery beträgt ca. 500.000 Normkubikmeter Luft pro Stunde, für Raffinerien sind Anlagen mit Produktionsvolumina von ca. 860.000 Normkubikmetern Sauerstoff pro Stunde im Bau. Für Anlagen mit einem Luftdurchsatz von zumindest 200.000 Normkubikmetern Luft pro Stunde sind erfindungsgemäße Verrohrungsmodule problemlos transportierbar.

[0037] Die Hauptwärmetauscher für Anlagen derartiger Größe bzw. entsprechende Hauptwärmetauscherblöcke können in der erforderlichen Leistungsfähigkeit nur an wenigen spezialisierten Fertigungsorten hergestellt werden. Dies ist auch durch die Herstellungstechnik für derartige Vorrichtungen bedingt. Besonders vorteilhaft für die genannten Anlagen sind insbesondere vakuumgelötete Aluminiumplatten-Wärmetauscher. Die Her-

stellung derartiger Wärmetauscher erfolgt in Vakuumöfen ohne den Einsatz von Flussmitteln. Diese Technik erfordert einen hohen Grad an Fertigungsqualität, da das Lot, das hierbei zum Fügen verwendet wird, in seinem Schmelzpunkt nur gering von jenem der zu fügenden Materialien abweicht.

[0038] Um eine maximale Leistungsfähigkeit zu erzielen, sind jedoch auch bei der Verrohrung entsprechend hohe Anforderungen an die Montagequalität einzuhalten. Insbesondere eine unsachgemäße Verschweißung kann die Leistungsfähigkeit der Hauptwärmetauscher, und damit der gesamten Luftzerlegungsanlage, signifikant beeinträchtigen. Insbesondere die erforderliche spannungsfreie Montage der Rohre bereitet Schwierigkeiten. Im Extremfall können beträchtliche Schäden auftreten.

[0039] Das erfindungsgemäße Verrohrungsmodul vereinfacht die Verrohrung derartiger Hauptwärmetauscher signifikant, so dass das eingesetzte Personal nicht in dem Umfang qualifiziert sein muss, wie dies herkömmlicherweise erforderlich ist, oder aber hochqualifiziertes Personal nur für einen kürzeren Zeitraum eingesetzt werden muss.

[0040] Wie bereits teilweise angesprochen, ist ein erfindungsgemäßes Verrohrungsmodul vorteilhafterweise zur Anbindung wenigstens zweier Hauptwärmetauscher und/oder Hauptwärmetauscherblöcke ausgebildet. Dies ermöglicht eine besonders flexible Erstellung von Luftzerlegungsanlagen, die an die jeweils bestehenden Leistungsanforderungen angepasst werden können.

[0041] Für jede Gasanwendung existiert eine optimale Wirtschaftlichkeit der Gasversorgung, die von zahlreichen Randbedingungen abhängig ist. Die rektifikatorische Luftzerlegung ist i. d. R. bereits ab einem Bedarf von 200 Normkubikmetern Stickstoff bzw. 1.000 Normkubikmetern Sauerstoff pro Stunde sinnvoll. Von diesen Werten bis hin zu den zuvor erwähnten Maximalleistungen ergibt sich eine sehr große Bandbreite an Produktionsvolumina, die von Luftzerlegungsanlagen abgedeckt werden muss. Insbesondere die verwendeten Hauptwärmetauscher können jedoch bisher nicht in beliebiger Größe erstellt werden. Auch unterhalb der durch mechanische Grenzen definierten Maximalgröße erweist sich die Herstellung sehr großer Hauptwärmetauscher häufig als wirtschaftlich nicht sinnvoll. In diesen Fällen ist es, wie erwähnt, erforderlich, mehrere Hauptwärmetauscher oder Hauptwärmetauscherblöcke (z.B. angeordnet in entsprechenden Coldboxen) zu verwenden und gemeinsam mit Luft aus dem warmen Bereich der Anlage zu versorgen. Gerade in derartigen Fällen ist ein Verrohrungsmodul mit einer entsprechenden Anschlussmöglichkeit für mehrere Hauptwärmetauscher und/oder Hauptwärmetauscherblöcke sinnvoll.

[0042] Vorteilhafterweise sind hierzu die erfindungsgemäßen Verrohrungsmodule, wie erläutert, mit wenigstens einem Fluidverteiler ausgestattet. Unter einem "Fluidverteiler" sei dabei eine Rohranordnung verstanden, die die Anbindung von Anschlüssen mehrerer

Hauptwärmetauscher und/oder Hauptwärmetauscherblöcke oder mehrerer Anschlüsse eines Hauptwärmetauschers an eine gemeinsame Leitung erlaubt. Ein Fluidverteiler trägt dabei dazu bei, mehrere Sätze von Anschlüssen entsprechend den jeweils anzubindenden Hauptwärmetauschern bereitzustellen, wobei, wie erläutert, beispielsweise n hauptverdichterseitige Anschlüsse und $n \times m$ hauptwärmetauscherseitige Anschlüsse vorgesehen sind.

[0043] Auch ein derartiger Fluidverteiler kann vorteilhafterweise als Modul ausgebildet sein. Ein Verrohrungsmodul kann daher beispielsweise am Fertigungsort aus einem Grundmodul und einem entsprechenden Fluidverteilermodul zusammengesetzt werden. Das Grundmodul beinhaltet sinnvollerweise auch noch Bauteile, die herkömmlicherweise im Feld auf der Baustelle montiert werden. Dies ermöglicht eine weitgehende Serien- und Vorfertigung entsprechender Module, die dann lediglich noch nach Bedarf montiert werden müssen. Hierdurch wird eine effiziente und zeitnahe Erstellung von Verrohrungsmodulen ermöglicht.

[0044] Vorteilhafterweise ist für jeden Hauptwärmetauscher und/oder Hauptwärmetauscherblock ein separater hauptwärmetauscherseitiger Anschlusssatz vorgesehen, der zumindest eine Zuleitung für komprimierte, vorgereinigte und vorgekühlte Luft und eine Abführleitung für Kühlstickstoff umfasst. Die in den erläuterten Luftzerlegungsanlagen verwendeten Hauptwärmetauscher bzw. Hauptwärmetauscherblöcke weisen eine Reihe von Leitungen auf, die Fluidströme in beiden Richtungen durch die Hauptwärmetauscher bzw. Hauptwärmetauscherblöcke führen. Die Leitungen enden an der Oberseite der Hauptwärmetauscher bzw. Hauptwärmetauscherblöcke in einem oder in mehreren Anschlusstutzen. Mehrere Anschlusstutzen werden in dem erläuterten Fluidverteiler, der erfindungsgemäß einen Teil des Verrohrungsmoduls darstellt, zusammengefasst. Hierzu sind die genannten Zu- und Abführleitungen vorgesehen.

[0045] Den Hauptwärmetauscher durchlaufen in Luftzerlegungsanlagen der eingangs erläuterten Art üblicherweise auch entsprechende Produktströme, die im Gegenstrom zu der aus dem warmen Teil der Anlage eingespeisten Luft durch den Hauptwärmetauscher geführt werden. Somit kann ein hauptwärmetauscherseitiger Anschlusssatz auch weitere Abführleitungen, beispielsweise für Sauerstoff, Produktstickstoff und/oder Edelgase umfassen. Ist in der Luftzerlegungsanlage ein zusätzlicher Hochdruckwärmetauscher vorgesehen (der an einen entsprechenden Nach- bzw. Kreislaufverdichter anzubinden ist), können auch hierfür entsprechende Leitungen in einem Leitungssatz vorgesehen sein.

[0046] In entsprechenden Anschlusssätzen sind vorteilhafterweise die entsprechenden Anschlüsse räumlich so angeordnet, dass eine möglichst einfache und direkte Anbindung des oder der Hauptwärmetauscher gewährleistet ist. Eine derartige gleichartige räumliche Anordnung kann dabei derart normiert werden, dass eine Viel-

zahl von unterschiedlichen Modulen - im Sinne des oben erwähnten Baukastenprinzips - ohne aufwendige Anpassungen miteinander verbunden werden kann. Die räumliche Anordnung erlaubt jedoch eine dreidimensionale Anpassung entsprechender Verbindungsleitungen zumindest in gewissem Umfang, um z.B. Toleranzen von Modulen und Fundamenten ausgleichen zu können.

[0047] Zur Verbindung des Verrohrungsmoduls mit dem oder den Hauptwärmetauscher(n) können daher ihrerseits vorgefertigte Anschlussrohre, ggf. mit entsprechend normierten Flanschen, verwendet werden. Dies reduziert die erforderlichen Montageschritte. Auch diese sind jedoch noch zumindest in gewissem Umfang anpassbar.

[0048] Ein erfindungsgemäßes Verrohrungsmodul umfasst vorteilhafterweise auch brandgeschützte Sauerstoffübergabeventile. Entsprechend erforderliche Brandabschottungseinrichtungen können ebenfalls zusammen mit den übrigen Komponenten des Verrohrungsmoduls vorgefertigt und damit in vorgefertigter und ggf. entsprechend geprüfter Form an den Erstellungsort der Luftzerlegungsanlage verbracht werden. Die übliche Abschottung mit einer Betonmauer entfällt.

[0049] In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung ist ein erläutertes Verrohrungsmodul, ggf. mit einem zuvor erläuterten integrierten und/oder modular ausgebildeten Fluidverteiler, zur senkrechten Anordnung neben dem wenigstens einen Hauptwärmetauscher bzw. einem entsprechenden Hauptwärmetauscherblock ausgebildet. Dies ermöglicht einerseits eine platzsparende Verrohrung eines oder mehrerer Hauptwärmetauscher und andererseits eine einfache Vorfertigung und einen unproblematischen Transport. Senkrecht anordenbare Verrohrungsmodule können in einer Horizontalrichtung flach ausgebildet und daher liegend vorgefertigt werden. Der erforderliche Montageraum ist daher gegenüber herkömmlichen Anordnungen beträchtlich reduziert.

[0050] Die erfindungsgemäß ebenfalls vorgesehene Luftzerlegungsanlage profitiert von den zuvor erläuterten Vorteilen, auf die daher ausdrücklich verwiesen werden kann.

[0051] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Erstellung einer Luftzerlegungsanlage umfasst eine Bereitstellung wenigstens eines Hauptwärmetauschers und eines erfindungsgemäßen Verrohrungsmoduls sowie die Anbindung des wenigstens einen Hauptwärmetauschers an das Verrohrungsmodul. Vorzugsweise sind die genannten Komponenten vorgefertigt. Hieraus ergeben sich ebenfalls die erwähnten Vorteile.

[0052] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0053] Die Erfindung ist anhand eines Ausführungsbeispiels in der beigefügten Zeichnung schematisch dargestellt und wird im Folgenden unter Bezugnahme auf

die Zeichnung ausführlich beschrieben.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

5 [0054]

Figur 1 zeigt eine Luftzerlegungsanlage gemäß dem Stand der Technik in stark vereinfachter, schematischer Darstellung.

10

Figur 2 zeigt ein Verrohrungsmodul mit zwei Hauptwärmetauschern gemäß einer Ausführungsform der Erfindung in schematischer Darstellung.

15

Ausführungsform(en) der Erfindung

[0055] In den Figuren tragen gleiche oder gleichwirkende Elemente ggf. identische Bezugszeichen und werden der Übersichtlichkeit halber nicht wiederholt erläutert.

20

[0056] Figur 1 zeigt eine Luftzerlegungsanlage gemäß dem Stand der Technik in stark vereinfachter, schematischer Darstellung. Diese ist insgesamt mit 100 bezeichnet. Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere die Anbindung eines Hauptwärmetauschers in einer derartigen Luftzerlegungsanlage 100. Der Hauptwärmetauscher ist in Form eines Hauptwärmetauschermoduls 1 bereitgestellt.

25

[0057] Dem Hauptwärmetauscher in dem Hauptwärmetauschermodul 1, der einen oder mehrere Hauptwärmetauscherblöcke in einer entsprechenden Coldbox umfassen kann, wird ein gestrichelt dargestellter Luftstrom zugeführt, der zuvor in einem Verdichter 2 verdichtet und in einem Adsorber 3 aufgereinigt wurde. Zusätzliche Einrichtungen wie Filter und dergleichen sind nicht dargestellt. Wenngleich in Figur 1 nur ein Adsorber 3 dargestellt ist, umfasst eine Luftzerlegungsanlage 100 üblicherweise mehrere Adsorber 3, die im Wechsel betrieb gefahren und entsprechend regeneriert werden können.

30

[0058] In dem Hauptwärmetauscher in dem Hauptwärmetauschermodul 1 wird die zugeführte, komprimierte und aufgereinigte Luft im Gegenstrom mit kaltem, gasförmigem Stickstoff GAN vom Kopf einer nachfolgend erläuterten Trennsäule 5 gekühlt.

35

[0059] Der bis nahe Verflüssigungstemperatur abgekühlte Luftstrom wird nachfolgend in einem Expansionsventil 4 entspannt und in teilweise flüssiger Form in einen mittleren Bereich der Trennsäule 5 eingespeist. Eine entsprechende Anlage kann zusätzlich eine Nachverdichtung eines (Teil-) Luftstroms und eine Abkühlung in einem Hochdruckwärmetauscher umfassen. Auch dies ist der Übersicht halber nicht dargestellt. Wie bereits erläutert, können anstatt einer einzigen Trennsäule 5, wie in Figur 1 dargestellt, auch mehrere hintereinandergeschaltete Trennsäulen, Doppelsäulen und dergleichen als Trennsäulensystem eingesetzt werden.

40

[0060] Für die Zerlegung der verflüssigten Luft werden

die unterschiedlichen Siedepunkte ihrer Bestandteile genutzt. In der Trennsäule 5 rieselt die flüssige Luft hierzu über eine Anzahl von stark vereinfacht dargestellten Siebböden im Gegenstrom zu nicht verflüssigter, aufsteigender Luft nach unten. Die Flüssigkeit wird hierbei auf den Böden gestaut und von aufsteigenden Dampfblasen durchströmt. Aus dem Gasstrom verflüssigt sich dabei vor allem der höher siedende Sauerstoff, während aus den Flüssigkeitstropfen bevorzugt der tiefer siedende Stickstoff verdampft. Am kalten Kopf der Trennsäule 5 sammelt sich aus diesem Grund gasförmiger Stickstoff GAN und am wärmeren Boden flüssiger Sauerstoff LOX.

[0061] Zur weiteren Aufreinigung der Fraktionen wird der flüssige Sauerstoff LOX vom Boden der Trennsäule 5 in einem Verdampfer 6 verdampft, der gasförmige Stickstoff wird in einem sogenannten Kopfkondensator 7 verflüssigt. Der verdampfte, gasförmige Sauerstoff GOX und der verflüssigte Stickstoff LIN werden wieder der Trennsäule 5 zugeführt, wo die Rektifikation wiederholt wird, bis die gewünschte Reinheit erreicht ist.

[0062] Entsprechend reine Fluide können vom Boden bzw. Kopf der Trennsäule 5 entnommen und zur Weiterverwendung in Flüssigtanks 8, 9 gelagert werden.

[0063] Der Trennsäule 5 kann ferner beispielsweise eine Sauerstoff-Argon-Mischung O/Ar entnommen werden, aus der in einem separaten Verfahren in einer weiteren Säule hochreines Argon gewonnen werden kann. Auch für die Gewinnung der Edelgase Xenon, Krypton, Helium und/oder Neon werden separate Säulen benötigt.

[0064] Zur Kühlung von neu angesaugter Luft (siehe oben) wird ein Teil des gewonnenen Stickstoffs GAN entnommen und zum Hauptwärmetauscher in dem Hauptwärmetauschermodul 1 zurückgeführt.

[0065] Figur 2 zeigt ein Verrohrungsmodul mit zwei Hauptwärmetauschern 1 a und 1 b gemäß einer Ausführungsform der Erfindung in schematischer Darstellung. Das Verrohrungsmodul ist insgesamt mit 10 bezeichnet, ein Hauptwärmetauschermodul, das die zwei Hauptwärmetauscher 1a und 1 b enthält, ist mit 1 bezeichnet. Wenngleich in der Figur 2 nur zwei Hauptwärmetauscher 1 a und 1 b dargestellt sind, kann die Erfindung auch mit mehr als zwei oder nur einem Hauptwärmetauscher realisiert werden. Das Hauptwärmetauschermodul 1 kann beispielsweise in Form einer Coldbox ausgebildet sein, wie eingangs erläutert.

[0066] Das Verrohrungsmodul 10 kann aus einem Grundmodul 11 und einem Fluidverteilermodul 12 aufgebaut sein, die über eine geeignete Verbindung 13 miteinander verbunden sind. In dem Grundmodul 11 können zentrale Komponenten wie entsprechende Ventile 14 angeordnet sein. In der Figur 2 ist hierbei nur eine Leitung in dem Grundmodul 11 dargestellt, die sich in dem Fluidverteilermodul 12 in zwei Leitungen aufteilt. Wie erläutert, werden ein Hauptwärmetauschermodul 1 bzw. die darin angeordneten Hauptwärmetauscher 1 a bzw. 1 b in der Praxis jedoch von mehreren unterschiedlichen Fluidströmen im Gegenstrom zueinander durchströmt, so dass auch die genannten Leitungen in Mehrzahl vorhanden

sind. Wie erläutert, ist dabei pro anzuschließendem Hauptwärmetauscher 1 a bzw. 1 b ein Satz Anschlüsse in dem Fluidverteilermodul 12 vorgesehen.

[0067] Das Verrohrungsmodul 10 kann ferner - in dem Hauptmodul 11 und/oder dem Fluidverteilermodul 12 - wenigstens einen Druck-, Temperatur- und/oder Druchflussregler 15 aufweisen. Nicht dargestellt sind beispielsweise brandgeschützte Sauerstoffventile.

[0068] Das Fluidverteilermodul 12 weist, wie erwähnt, einen Satz Anschlüsse 12a bzw. 12b für die anzuschließenden Hauptwärmetauscher 1 a bzw. 1 b auf. Diese können sehr einfach mit korrespondierenden Anschlüssen 12a' bzw. 12b' an den anzuschließenden Hauptwärmetauscher 1 a bzw. 1 b verbunden werden.

Patentansprüche

1. Verrohrungsmodul (10), mittels dessen wenigstens zwei Fluidanschlüsse (10a', 10b') wenigstens eines zur Verwendung in einer Luftzerlegungsanlage (100) ausgebildeten Hauptwärmetauschers (1a, 1 b) an wenigstens zwei Fluidleitungen in einem warmen Teil der Luftzerlegungsanlage (100) anbindbar sind, wobei das Verrohrungsmodul (10) wenigstens zwei hauptverdichterseitige Anschlüsse, die mit den wenigstens zwei Fluidleitungen in dem warmen Teil der Luftzerlegungsanlage (100) koppelbar sind, und wenigstens zwei hauptwärmetauscherseitige Anschlüsse (10a, 10b), die mit den wenigstens zwei Fluidanschlüssen (10a', 10b') des wenigstens einen Hauptwärmetauschers (1a, 1 b) koppelbar sind, und wenigstens zwei die wenigstens zwei hauptverdichterseitigen Anschlüsse und die wenigstens zwei hauptwärmetauscherseitigen Anschlüsse (10a, 10b) verbindende Fluidleitungen aufweist.
2. Verrohrungsmodul (10) nach Anspruch 1, das zur senkrechten Anordnung seitlich neben dem wenigstens einen Hauptwärmetauscher (1 a, 1 b) ausgebildet ist, wobei die hauptwärmetauscherseitigen Anschlüsse (10a, 10b) an einer Oberseite des Verrohrungsmoduls (10) angeordnet sind.
3. Verrohrungsmodul (10) nach Anspruch 1 oder 2, das zur Anbindung zumindest zweier Fluidanschlüsse (10a', 10b') des wenigstens einen Hauptwärmetauschers (1 a, 1 b) an eine gemeinsame Fluidleitung in dem warmen Teil der Luftzerlegungsanlage (100) eingerichtet ist.
4. Verrohrungsmodul (10) nach Anspruch 3, das wenigstens einen Fluidverteiler (12) aufweist, der zur Anbindung der zumindest zweier Fluidanschlüsse (10a', 10b') des wenigstens einen Hauptwärmetauschers (1 a, 1 b) an die gemeinsame Fluidleitung in dem warmen Teil der Luftzerlegungsanlage (100) eingerichtet ist und jeweils zumindest zwei haupt-

wärmetauscherseitige Anschlüsse (10a, 10b) mit einem hauptverdichterseitigen Anschluss koppelt.

duls (10) miteinander verbunden werden.

5. Verrohrungsmodul (10) nach Anspruch 4, bei dem der wenigstens eine Fluidverteiler als Fluidverteilermodul (12) ausgebildet ist, das an ein Grundmodul (11) anbindbar ist, das die wenigstens zwei hauptverdichterseitigen Anschlüsse aufweist. 5
6. Verrohrungsmodul (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem zur Anbindung von m Hauptwärmetauschern (1 a, 1 b) mit jeweils einer Anzahl von n Fluidanschlüssen (10a', 10b') m hauptwärmetauscherseitige Anschlusssätze mit jeweils n hauptwärmetauscherseitigen Anschlüssen (10a, 10b) vorgesehen sind. 10 15
7. Verrohrungsmodul (10) nach Anspruch 6, bei dem die m hauptwärmetauscherseitigen Anschlusssätze jeweils die n hauptwärmetauscherseitigen Anschlüsse (10a, 10b) in gleichartiger räumlicher Anordnung aufweisen. 20
8. Verrohrungsmodul (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die wenigstens zwei hauptverdichterseitigen Anschlüsse und die wenigstens zwei hauptwärmetauscherseitigen Anschlüsse (10a, 10b) verbindenden Fluidleitungen zumindest eine Zuleitung für komprimierte, vorgereinigte und/oder vorgekühlte Luft und eine Abführleitung für Kältestickstoff (GAN) umfassen. 25 30
9. Verrohrungsmodul (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, in dem wenigstens ein brandgeschütztes Sauerstoffübergabeventil angeordnet ist. 35
10. Luftzerlegungsanlage (100), die wenigstens ein Verrohrungsmodul (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wenigstens einen hieran angeschlossenen Hauptwärmetauscher (1 a, 1 b) und einen warmen Teil mit einem Hauptverdichter aufweist, wobei wenigstens zwei Fluidanschlüsse (10a', 10b') des wenigstens einen Hauptwärmetauschers (1a, 1 b) mit wenigstens zwei Fluidleitungen in dem warmen Teil mittels des Verrohrungsmoduls (10) miteinander verbunden sind. 40 45
11. Verfahren zur Erstellung einer Luftzerlegungsanlage (100) nach Anspruch 10, das umfasst, wenigstens einen Hauptwärmetauscher (1 a, 1 b) und wenigstens ein Verrohrungsmodul (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 bereitzustellen und den wenigstens einen Hauptwärmetauscher (1 a, 1 b) mit dem wenigstens einen Verrohrungsmodul (10) fluidisch zu verbinden, wobei wenigstens zwei Fluidanschlüsse (10a', 10b') des wenigstens einen Hauptwärmetauschers (1a, 1b) mit wenigstens zwei Fluidleitungen in dem warmen Teil mittels des Verrohrungsmoduls (10) miteinander verbunden werden. 50 55

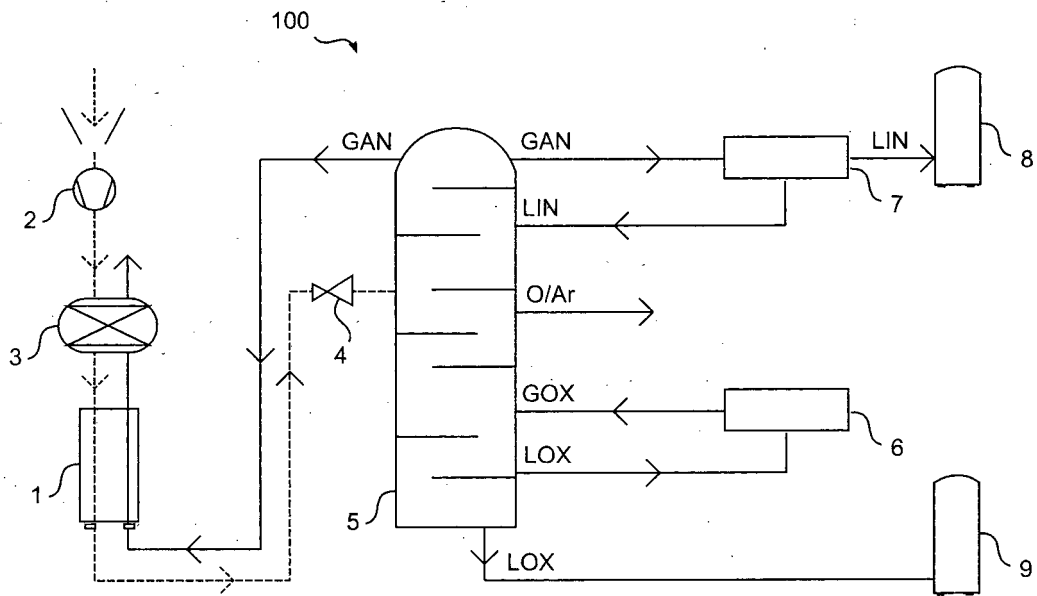


Fig. 1

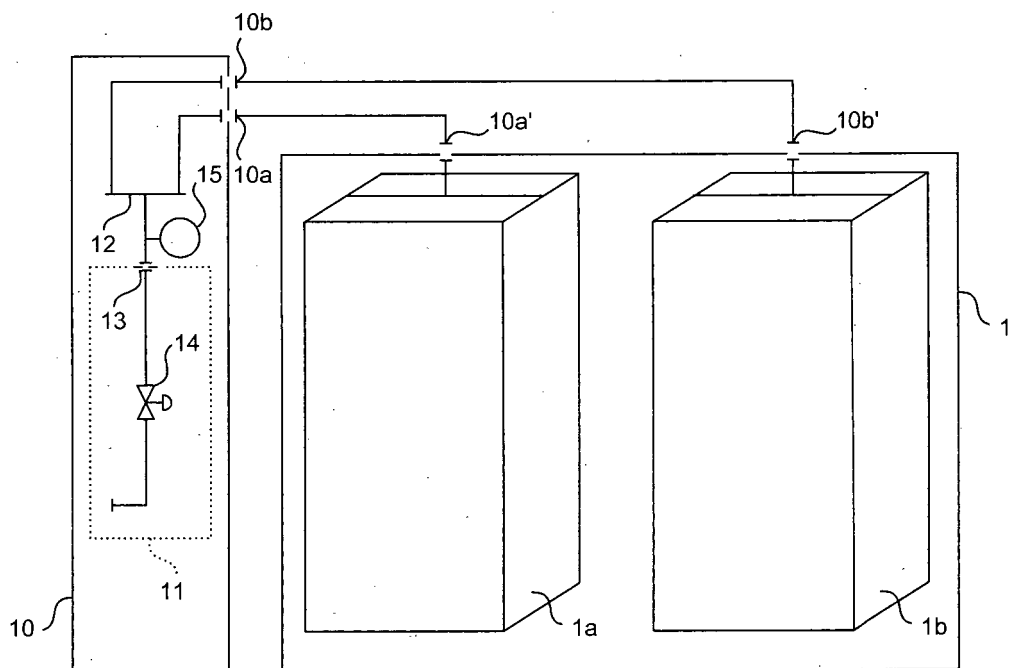


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 13 00 1829

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 0 629 829 A1 (AIR LIQUIDE [FR]) 21. Dezember 1994 (1994-12-21)	1,2,8-11	INV. F25J3/04 F16L1/00
Y	* Spalte 3, Zeile 6 - Spalte 4, Zeile 10 *	3-5	

X	US 2007/101762 A1 (SCHAUB HERBERT R [US] ET AL) 10. Mai 2007 (2007-05-10)	1-5,8, 10,11	
Y	* Absätze [0016], [0025]; Abbildungen 1,2 *	3-5	

X	"SKID-MOUNTED OXYGEN-NITROGEN PLANT TYPE SK145", PUBLICATION BOC CRYOPLANTS, BOC CRYOPLANTS ENGINEERING CENTRE, GUILDFORD, GB, 1. September 1991 (1991-09-01), Seiten 1-03, XP001223907,	1,2,8, 10,11	
Y	* Seite 2, Spalte 2 - Spalte 3; Abbildungen *	3-5	

X	US 2004/050095 A1 (BRIGHAM WILLIAM D [US] ET AL) 18. März 2004 (2004-03-18)	1-5,10, 11	
Y	* Seite 3, Spalte 1, Zeilen 2-8; Abbildung 1 *	3-5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
	* Absätze [0053], [0054], [0059], [0060]; Abbildungen 1,4,5 *		F25J F16L

A	DE 103 42 788 A1 (LINDE AG [DE]) 7. April 2005 (2005-04-07) * Absätze [0012], [0013], [0018], [0035], [0036] *	9	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 1. August 2013	Prüfer Göritz, Dirk
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 13 00 1829

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

01-08-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0629829	A1	21-12-1994	CA	2124898 A1	04-12-1994
			CN	1118277 A	13-03-1996
			CN	1261653 A	02-08-2000
			DE	69402914 D1	05-06-1997
			DE	69402914 T2	18-12-1997
			EP	0629829 A1	21-12-1994
			ES	2104301 T3	01-10-1997
			FR	2706025 A1	09-12-1994
			JP	H06347164 A	20-12-1994
			US	5461871 A	31-10-1995
US 2007101762	A1	10-05-2007	CN	101351681 A	21-01-2009
			US	2007101762 A1	10-05-2007
			WO	2007055965 A2	18-05-2007
US 2004050095	A1	18-03-2004	AU	2003272218 A1	25-02-2004
			CA	2493098 A1	19-02-2004
			US	2004050095 A1	18-03-2004
			WO	2004015347 A2	19-02-2004
DE 10342788	A1	07-04-2005	KEINE		

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82