



**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**07.06.2017 Patentblatt 2017/23**

(51) Int Cl.:  
**F25J 3/04 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **16000018.8**

(22) Anmeldetag: **07.01.2016**

(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**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**MA MD**

(72) Erfinder:  
• **Windmeier, Christoph**  
**82538 Geretsried (DE)**  
• **Hartmann, Maximilian**  
**63776 Mömbris (DE)**  
• **Obermeier, Andreas**  
**85658 Eggenstein (DE)**

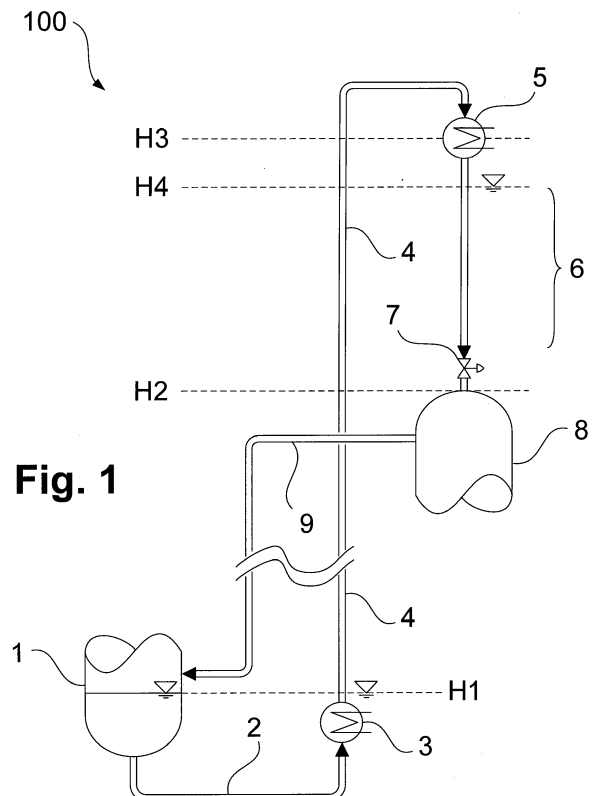
(30) Priorität: **03.12.2015 DE 102015015683**

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

(74) Vertreter: **Imhof, Dietmar**  
**Linde AG**  
**Legal Services Intellectual Property**  
**Dr.-Carl-von-Linde-Straße 6-14**  
**82049 Pullach (DE)**

(54) **VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUM ÜBERFÜHREN VON FLUID**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überführen eines Fluids aus einem ersten Trennsäulenbereich (1) in einen zweiten Trennsäulenbereich (8), wobei das Fluid in dem ersten Trennsäulenbereich (1) in flüssigem Zustand bis zu einer ersten geodätischen Höhe (H1) ansteht, und wobei das Überführen des Fluids umfasst, das Fluid in einer zweiten geodätischen Höhe (H2) oberhalb der ersten geodätischen Höhe (H3) in den zweiten Trennsäulenbereich (8) einzuspeisen. Es ist vorgesehen, dass das Fluid unterhalb der ersten geodätischen Höhe (H1) aus dem ersten Trennsäulenbereich (1) ausgeleitet und unterhalb der ersten geodätischen Höhe (H1) durch Erwärmen vollständig oder teilweise verdampft und hierdurch auf eine dritte geodätische Höhe (H3) oberhalb der zweiten geodätischen Höhe (H2) angehoben wird, dass das auf die dritte geodätische Höhe (H3) angehobene Fluid abgekühlt wird, wodurch das Fluid oder dessen verdampfter Anteil rückverflüssigt wird, und dass das Fluid nach dem Abkühlen in flüssiger Form in den zweiten Trennsäulenbereich (8) eingespeist wird. Eine entsprechende Anordnung (100, 200, 300, 400), die insbesondere als Teil einer Luftzerlegungsanlage (500, 800, 700, 800) ausgebildet ist, ist ebenfalls Gegenstand der Erfindung.



**Fig. 1**

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zum Überführen von Fluid aus einem ersten Trennsäulenbereich in einen zweiten Trennsäulenbereich gemäß den Oberbegriffen der jeweiligen unabhängigen Patentansprüche.

**Stand der Technik**

**[0002]** Aus unterschiedlichen Gründen kann es wünschenswert sein, Fluid zwischen Trennsäulen oder Bereichen von Trennsäulen zu transferieren.

**[0003]** Wie beispielsweise in der WO 2014/135271 A2 erläutert, ergeben sich beispielsweise bei der Erstellung von Luftzerlegungsanlagen zur Argongewinnung aufgrund der Dimensionen der verwendeten Trennsäulen, insbesondere der Rohargonsäule, bisweilen Probleme. Ein Doppelsäulensäulensystem zur Stickstoff-Sauerstoff-Trennung, wie es in bekannten Luftzerlegungsanlagen zum Einsatz kommt, kann bei großen Anlagen insgesamt eine Höhe von beinahe 60 Metern erreichen, eine Rohargonsäule in einteiliger Form liegt ebenfalls in diesem Bereich. Daher wird in der WO 2014/135271 A2 eine zweckmäßige Unterteilung einer Trennsäule in mehrere baulich getrennte Trennsäulenbereiche vorgeschlagen, die hier jeweils grundsätzlich selbstständige Einheiten darstellen, jedoch stofflich, beispielsweise über Pumpen und Ventile, derart miteinander verbunden sind, dass sie insgesamt einer herkömmlichen, einteiligen Trennsäule entsprechen.

**[0004]** Sind dabei zwei oder mehrere baulich getrennte Trennsäulenbereiche nicht geodätisch übereinander angeordnet, ist es erforderlich, in flüssiger Form vorliegendes Fluid aus dem Sumpfbereich eines Trennsäulenbereichs in den Kopfbereich eines anderen Trennsäulenbereichs zu überführen. Die Verwendung von mechanischen Pumpen und damit bewegter Bauteile ist jedoch generell aufgrund der Wartungsanfälligkeit und des mit der Verwendung einer Pumpe verbundenen Wärmeeintrags nicht wünschenswert.

**[0005]** Auch in herkömmlichen Luftzerlegungsanlagen mit Rohargonsäulen, wie sie beispielsweise bei Häring, H.-W. (Hrsg.), Industrial Gases Processing, Weinheim: Wiley-VCH, 2000, insbesondere Kapitel 2.2.5 und Figur 2.3A, beschrieben und gezeigt sind, muss in flüssiger Form vorliegendes Fluid aus dem Sumpf der Rohargonsäule, also einem ersten Trennsäulenbereich, in einen geeigneten Bereich der Niederdrucksäule, also einen zweiten Trennsäulenbereich, herkömmlicherweise mittels einer mechanischen Pumpe überführt werden.

**[0006]** Die vorliegende Erfindung stellt sich vor diesem Hintergrund die Aufgabe, bestehende Verfahren und Anordnungen zu Überführen von Fluiden zwischen Trennsäulenbereichen einer oder mehrerer Trennsäulen zu verbessern.

**Offenbarung der Erfindung**

**[0007]** Vor diesem Hintergrund schlägt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Überführen eines Fluids aus einem ersten Trennsäulenbereich in einen zweiten Trennsäulenbereich und eine entsprechende Anordnung mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche vor. Bevorzugte Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche sowie der nachfolgenden Beschreibung.

**[0008]** Vor der Erläuterung der Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden deren Grundlagen und verwendete Begriffe erläutert.

**[0009]** Zur Auslegung und spezifischen Ausgestaltung von Destillationssäulen, Stripkolonnen, Absorptionskolonnen und dergleichen, wie sie auch im Rahmen der vorliegenden Anmeldung eingesetzt werden können und hier allgemein als "Trennsäulen" bezeichnet werden, sei auf einschlägige Lehrbücher zum Thema, beispielsweise Sattler, K.: Thermische Trennverfahren: Grundlagen, Auslegung, Apparate, Weinheim: Wiley-VCH, 3. Auflage 2001, verwiesen.

**[0010]** Insbesondere kommt die vorliegende Erfindung bei Destillationssäulen zum Einsatz, also Trennsäulen, die dafür eingerichtet sind, ein gasförmig oder flüssig oder in Form eines Zweiphasengemischs mit flüssigen und gasförmigen Anteilen, ggf. auch im überkritischen Zustand, bereitgestelltes Stoffgemisch (Trenneinsatz) zumindest teilweise aufzutrennen, also aus dem Stoffgemisch jeweils Reinstoffe oder Stoffgemische zu erzeugen, die gegenüber dem Stoffgemisch bezüglich zumindest einer Komponente angereichert bzw. abgereichert im oben erläuterten Sinne sind.

**[0011]** Destillationssäulen sind aus dem Bereich der Trenntechnik hinlänglich bekannt. Typischerweise sind Destillationssäulen als zylindrische Metallbehälter ausgebildet, die mit Einbauten, beispielsweise Siebböden oder geordneten oder ungeordneten Packungen, ausgerüstet sind. Eine Destillationssäule zeichnet sich unter anderem dadurch aus, dass sich in ihrem unteren Bereich, auch als Sumpf bezeichnet, eine flüssige Fraktion abscheidet. Diese flüssige Fraktion, auch als Sumpfprodukt bezeichnet, wird in einer Destillationssäule mittels eines Sumpfverdampfers erwärmt, so dass kontinuierlich ein Teil des Sumpfprodukts verdampft und in der Destillationssäule gasförmig aufsteigt. Eine Destillationssäule ist ferner typischerweise mit einem sogenannten Kopfkondensator versehen, in den zumindest ein Teil eines sich in einem oberen Bereich der Destillationssäule anreichernden Gasgemischs oder ein entsprechendes Reingas, auch als Kopfprodukt bezeichnet, eingespeist, dort verflüssigt und als flüssiger Rücklauf am Kopf der Destillationssäule aufgegeben wird.

**[0012]** Im Gegensatz zu einer Destillationssäule verfügt eine Absorptionskolonne nicht über einen Sumpfverdampfer. Auch Absorptionskolonnen sind aus dem Bereich der Trenntechnik allgemein bekannt. Absorptionskolonnen werden zur Absorption im Phasengegen-

strom verwendet und daher auch als Gegenstromkolonnen bezeichnet. Bei der Absorption im Gegenstrom strömt die abgebende Gasphase aufwärts durch eine Absorptionskolonne. Die aufnehmende Lösungsphase fließt, von oben aufgegeben und unten abgezogen, der Gasphase entgegen. In einer entsprechenden Absorptionskolonne sind ebenfalls typischerweise Einbauten vorgesehen, die für einen stufenweisen (Böden, Sprühzonen, rotierende Teller usw.) oder stetigen (regellose Schüttungen von Füllkörpern, Packungen usw.) Phasenkontakt sorgen. Die vorliegende Erfindung kann grundsätzlich auch in Zusammenhang mit Absorptionskolonnen oder anderen Trennsäulen zum Einsatz kommen.

**[0013]** Eine mehrteilige Trennsäule umfasst mehrere aufrecht stehende, baulich getrennte Trennsäulenbereiche, die i.d.R. jeweils über Flüssigkeits- und Gasleitungen stofflich seriell miteinander verknüpft sind und damit die Funktion einer einzigen, einteilig ausgebildeten Trennsäule erfüllen. Der funktionell unterste Trennsäulenbereich kann dabei einen Sumpfverdampfer, der funktionell oberste Trennsäulenbereich einen Kopfkondensator umfassen. Flüssigkeit wird aus einem Sumpf eines funktionell höher liegenden Trennsäulenbereichs zum Kopf eines funktionell tiefer liegenden Trennsäulenbereichs transferiert. Der Begriff funktionell beschreibt hierbei die relative Positionierung des Trennsäulenbereichs in einer einteilig ausgebildeten Trennsäule. Herkömmlicherweise kommt dabei, wie erwähnt, eine mechanische Pumpe zum Einsatz. Gas vom Kopf des funktionell tiefer liegenden Trennsäulenbereichs wird in einen unteren Bereich oberhalb des Sumpfs des funktionell höher liegenden Trennsäulenbereichs geleitet.

#### Vorteile der Erfindung

**[0014]** Die vorliegende Erfindung schlägt ein Verfahren zum Überführen eines Fluids aus einem ersten Trennsäulenbereich in einen zweiten Trennsäulenbereich vor, wobei das Fluid in dem ersten Trennsäulenbereich in flüssigem Zustand bis zu einer ersten geodätischen Höhe ansteht, und wobei das Überführen des Fluids umfasst, das Fluid in einer zweiten geodätischen Höhe oberhalb der ersten geodätischen Höhe in den zweiten Trennsäulenbereich einzuspeisen. Die vorliegende Erfindung betrifft daher die eingangs erläuterte Aufgabe, zu der herkömmlicherweise mechanische Pumpen und damit bewegte Teile zum Einsatz kommen müssen. Wie bereits angesprochen, können dabei die "Trennsäulenbereiche" baulich voneinander getrennte Abschnitte einer für dieselbe Trennaufgabe eingesetzten Trennsäule (beispielsweise einer mehrteiligen Niederdruck- oder Rohargonsäule einer Luftzerlegungsanlage) sein, es kann sich jedoch auch um Trennsäulenbereiche unterschiedlicher Trennsäulen (beispielsweise der Rohargonsäule und der Niederdrucksäule) handeln.

**[0015]** Die vorliegende Erfindung schlägt im Gegensatz zum Stand der Technik vor, das Fluid unterhalb der ersten geodätischen Höhe aus dem ersten Trennsäulen-

teil auszuleiten und unterhalb der ersten geodätischen Höhe durch Erwärmen vollständig oder teilweise zu verdampfen und hierdurch auf eine dritte geodätische Höhe oberhalb der zweiten geodätischen Höhe anzuheben.

5 Ferner schlägt die vorliegende Erfindung vor, das auf die dritte geodätische Höhe angehobene Fluid abzukühlen, wodurch das Fluid oder dessen verdampfter Anteil rückverflüssigt wird, und das Fluid nach der Abkühlung in flüssiger Form in den zweiten Trennsäulenbereich einzuspeisen. Der Flüssigkeitstransfer im Rahmen der vorliegenden Erfindung erfolgt damit ausschließlich durch thermische Behandlung, umfassend das Verdampfen und Rückkondensieren eines Fluids bzw. eines Anteils hiervon, auf wartungsintensive mechanische Pumpen kann daher verzichtet werden.

10 **[0016]** Wie erwähnt, kann das Fluid im Rahmen der vorliegenden Erfindung unterhalb der ersten geodätischen Höhe vollständig oder teilweise verdampft werden. Bei einer vollständigen Verdampfung steigt das Fluid rein gasförmig auf, angetrieben durch seine Expansion und die kontinuierliche Nachförderung durch die Verdampfung. Bei vollständiger Verdampfung ist die Förderhöhe nahezu unbegrenzt.

15 **[0017]** Bei einer teilweisen Verdampfung kann der verdampfte Anteil in Form von Blasen in dem nicht verdampften Anteil aufsteigen und den nicht verdampften Anteil mitreißen bzw. dessen Flüssigkeitsspiegel anheben. In diesem Fall wird das Fluid insgesamt gemäß den einer Mammutpumpe (engl. Gas Lift Pump) zugrunde liegenden Prinzipien angehoben und auf die dritte geodätische Höhe gebracht. Der verdampfte Anteil des Fluids erfährt hier in dem nicht verdampften Anteil einen Auftrieb, so dass sich der Spiegel des nicht verdampften Anteils so lange anhebt, bis der verdampfte Anteil durch seinen Auftrieb wieder aus dem nicht verdampften Anteil entwichen ist. Das Prinzip der Mammutpumpenförderung wird für den Transfer von Wasser, aber auch für andere Anwendungen verwendet, in denen, wie im vorliegenden Fall, Dämpfe in Flüssigkeiten aufsteigen. In letzterem Fall wird auch der Begriff "Blasenpumpe" (engl. Vapour Lift) verwendet. Eine teilweise Verdampfung und damit eine Mammutpumpenförderung hat den besonderen Vorteil, dass die für die Förderung verwendete Energie geringer ist und/oder kleinere Apparaturen verwendet werden können, weil die Menge des zu verdampfenden (und rückzuverflüssigenden) Fluids kleiner ist als bei einer vollständigen Verdampfung.

20 **[0018]** Ist nachfolgend davon die Rede, dass eine "Verdampfung" bzw. "Rückverflüssigung" erfolgt, seien hierunter beide erläuterten Alternativen, d.h. jeweils eine vollständige oder teilweise Verdampfung bzw. eine Rückverflüssigung des Fluids insgesamt (bei zuvor vollständiger Verdampfung) oder nur des verdampften Anteils (bei zuvor teilweiser Verdampfung) verstanden.

25 **[0019]** Der Hauptvorteil der Erfindung besteht damit in der Reduzierung wartungsintensiver mechanischer Einheiten ("Rotating Equipment"). Hierbei wird die Volumenarbeit letztlich auf einen bestehenden Verdichter trans-

feriert. Selbst wenn sich hieraus Nachteile in energetischer Sicht ergeben mögen, überwiegt der Vorteil des reduzierten Wartungsaufwands diese deutlich.

**[0020]** Wie nachfolgend erläutert, kann das Verfahren der vorliegenden Erfindung auch insbesondere mehrfach parallel durchgeführt werden, d.h. zwischen mehr als zwei Trennsäulenbereichen können jeweils Fluide transferiert werden. In derartigen Fällen ist der Verzicht auf mechanische Pumpen und bewegte Teile von besonderem Vorteil, ebenso bei kleinen internen Zirkulationsmengen. Durch den Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens wird eine Möglichkeit geschaffen, Fluide nahezu unabhängig von der zu fördernden Stoffmenge zwischen Trennsäulenbereichen zu transferieren, wohingegen in herkömmlichen Anordnungen bzw. Verfahren die verwendeten Pumpen stets an entsprechende Mengen angepasst werden müssen. Ferner erlaubt das erfindungsgemäße Verfahren das exakte Einstellen eines Drucks innerhalb der Trennsäulenbereiche, die an dem Verfahren beteiligt sind, durch eine Regelung der Menge des durch Abkühlen rückverflüssigten Fluids, das in den zweiten Trennsäulenbereich überführt wird. Dies wird auch nachfolgend noch erläutert. Ein weiterer positiver Effekt, der sich durch den Einsatz der vorliegenden Erfindung erzielen lässt, ist eine lokale Optimierung der Verhältnisse zwischen Flüssigkeit und Dampf zwischen den beteiligten Trennsäulenbereichen.

**[0021]** Die vorliegende Erfindung eignet sich für eine Reihe von Anwendungsgebieten, beispielsweise die Trennung von Isotopengemischen durch Rektifikation, beispielsweise von Stickstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Argon, Krypton und Xenon. Wie erwähnt, eignet sich die vorliegende Erfindung auch für Fälle, in denen die Rohargonsäule in einer Luftzerlegungsanlage geteilt wird, für den Transfer zwischen einem Trennsäulenteil einer Rohargonsäule und einem Trennsäulenteil einer Niederdrucksäule, oder für einen Einsatz wie er beispielsweise in der bereits erwähnten WO 2014/135271 A2 beschrieben ist. Ein weiteres Anwendungsgebiet der vorliegenden Erfindung besteht bei der Rektifikation im Zentrifugalfeld mit entsprechend in Trennsäulenbereiche unterteilten Trennsäulen.

**[0022]** Gemäß einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung, die insbesondere auch die Einstellung eines Drucks in dem zweiten Trennsäulenbereich, der an dem erfindungsgemäßen Verfahren beteiligt ist, erlaubt, wird das Fluid nach der Abkühlung in flüssiger Form in eine Flüssigkeitsaufnahme überführt und aus der Flüssigkeitsaufnahme in den zweiten Trennsäulenbereich abgeleitet. Eine Flüssigkeitsaufnahme kann hierbei ein einfaches Fallrohr sein, in dem sich entsprechende Flüssigkeit sammelt, es kann jedoch auch die Verwendung von spezifisch zur Aufnahme von Flüssigkeit eingerichteten Behältern vorgesehen sein. Im Rahmen dieser Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Menge des in die Flüssigkeitsaufnahme überführten Fluids und die Menge des aus der Flüssigkeitsaufnahme in den zweiten Trennsäulenbereich abgeleiteten Fluids

derart eingestellt werden, dass das Fluid in der Flüssigkeitsaufnahme bis zu einer vierten geodätischen Höhe zwischen der zweiten geodätischen Höhe und der dritten geodätischen Höhe ansteht. Die vierte geodätische Höhe und das Flüssigkeitsvolumen in der Flüssigkeitsaufnahme bestimmen einen hydrostatischen Druck, der durch das Fluid in der Flüssigkeitsaufnahme ausgeübt wird. Auf diese Weise lässt sich ein Druck in dem zweiten Trennsäulenbereich einstellen. Im Rahmen der erläuterten Ausführungsform der Erfindung ist es eine besonders effiziente und exakte Druckregelung über die vierte geodätische Höhe, also die Füllhöhe des Fluids in der Flüssigkeitsaufnahme, möglich.

**[0023]** Mit besonderem Vorteil wird das Erwärmen des Fluids unter Verwendung eines mit einem Temperiermedium (das hier als Wärmedium verwendet wird) betriebenen ersten Wärmeübertragers durchgeführt. Alternativ zur Verwendung eines Temperiermediums kann zum Erwärmen des Fluids jedoch auch beispielsweise eine elektrische Heizung eingesetzt werden. Als Temperiermedien eignen sich sämtliche Prozessmedien, die wärmer sind als das in flüssigem Zustand in der ersten Trennsäule anstehenden Fluids, beispielsweise Umgebungsluft, Wasserdampf oder warmes Wasser. Die Wärmeübertragung zwischen dem Temperiermedium und dem Fluid erfolgt dabei durch indirekten Wärmetausch.

**[0024]** Das Abkühlen des Fluids erfolgt vorteilhafterweise ebenfalls unter Verwendung eines mit einem Temperiermedium (das hier als Kühlmittel eingesetzt wird) betriebenen zweiten Wärmeübertragers. Als Temperiermedien eignen sich grundsätzlich die selben Medien, wie sie hinsichtlich des ersten Wärmeübertragers erläutert wurden, es können jedoch auch beispielsweise auch tiefkalte Gase, beispielsweise gasförmiger Stickstoff oder tiefkalte flüssige Medien, beispielsweise flüssiger Stickstoff, zum Einsatz kommen. Das Verfahren ist deshalb besonders vorteilhaft, weil es mit in einer entsprechenden Anlage bzw. in einem entsprechenden Verfahren unter Verwendung ohnehin, beispielsweise als Prozessmedien, vorhandener Temperiermedien durchgeführt werden kann.

**[0025]** Besonders vorteilhaft ist eine Konfiguration, in der der erste Wärmeübertrager und der zweite Wärmeübertrager zumindest teilweise mit demselben Temperiermedium betrieben werden. Auf diese Weise lässt sich eine Wärme- bzw. Kälterückgewinnung realisieren und damit das Verfahren besonders energieeffizient gestalten. Beispiele hierfür sind in den beigefügten Figuren veranschaulicht, insbesondere bezüglich der Luftzerlegungsanlagen in den Figuren 5 bis 8.

**[0026]** Mit besonderem Vorteil kann das erfindungsgemäße Verfahren mehrfach parallel durchgeführt werden, wobei zwei oder mehr erste Trennsäulenbereiche und zwei oder mehrere zweite Trennsäulenbereiche verwendet werden. Eine mehrfach parallele Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann dabei insbesondere umfassen, dass ein "erster" Trennsäulenbereich eines der mehrfach parallel durchgeführten Verfah-

ren der "zweite" Trennsäulenbereich eines anderen der mehrfach parallel durchgeführten Verfahren ist und umgekehrt. Derartige Fälle treten beispielsweise bei der Bewältigung extremer Trennaufgaben durch Rektifikation auf, insbesondere für Gemische mit geringen Siedepunktsunterschieden von beispielsweise weniger als 3 K. In diesen Fällen sind typischerweise eine Vielzahl von parallelen Trennsäulenbereiche und damit herkömmlicherweise eine Vielzahl von mechanischen Pumpen erforderlich. Insbesondere für Prozesse mit geringer Produktkapazität (beispielsweise weniger als 10 Normkubikmeter pro Stunde) im tiefkalten Temperaturbereich (unterhalb von -30 °C) stellt die kommerzielle Verfügbarkeit solcher Maschinen einen kritischen Punkt dar. Die vorliegende Erfindung ermöglicht es, dieses Problem zu lösen.

**[0027]** Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn zum Erwärmen des Fluids und/oder zum Abkühlen des Fluids jeweils ein gemeinsamer Wärmeübertrager verwendet wird. Beispielsweise kann ein entsprechender Wärmeübertrager zentral angeordnet und von einer Anzahl von Trennsäulenbereichen umgeben sein. Die Fluide werden dann jeweils in getrennten Kanälen durch den oder die gemeinsamen Wärmeübertrager geführt.

**[0028]** Alternativ ist es auch möglich zum Erwärmen des Fluids und/oder zum Abkühlen des Fluids getrennte und mit einem gemeinsamen Temperiermedium betriebene Wärmeübertrager zu verwenden, wie dies insbesondere unter Bezugnahme auf die Figur 3 beschrieben ist. Die Verwendung eines gemeinsamen Wärmeübertragers ist hingegen unter Bezugnahme auf die Figur 4 erläutert. In diesem Fall werden beispielsweise parallele Temperiermedienleitungen jeweils parallel durch die Wärmeübertrager geführt, so dass eine gemeinsame Pumpe oder ein gemeinsamer Verdichter zur Bereitstellung eines Kältemittelkreislaufs ausreicht.

**[0029]** Mit besonderem Vorteil kommt das vorliegende Verfahren in einem Luftzerlegungsverfahren zum Einsatz. Das Verfahren kann insbesondere derart ausgestaltet sein, dass als der erste Trennsäulenbereich ein Bereich einer Rohargonsäule einer Luftzerlegungsanlage und als der zweite Trennsäulenbereich ein Bereich einer Niederdrucksäule der Luftzerlegungsanlage verwendet wird. Wie erläutert, kann das erfindungsgemäße Verfahren aber auch in Fällen zum Einsatz kommen, in denen beispielsweise eine Rohargonsäule oder eine Niederdrucksäule einer Luftzerlegungsanlage in mehrere baulich getrennte Trennsäulenbereiche unterteilt ist. Der Einsatz der Erfindung in einer Luftzerlegungsanlage ist unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren 5 bis 8 erläutert.

**[0030]** Wird als erster Trennsäulenbereich ein Bereich einer Rohargonsäule einer Luftzerlegungsanlage und als zweiter Trennsäulenbereich ein Bereich einer Niederdrucksäule der Luftzerlegungsanlage verwendet, kann vorteilhafterweise das Erwärmen und Verdampfen des Fluids unter Verwendung eines Teils der Einsatzluft, die der Luftzerlegungsanlage zugeführt wird, durchgeführt

werden. Entsprechende Einsatzluft steht bereits unter Druck und auf einem geeigneten Temperaturniveau zur Verfügung und kann daher ohne zusätzlichen Antrieb durch entsprechende Wärmeübertrager geführt werden. Entsprechende Einsatzluft kann nach der Verwendung zum Verdampfen des Fluids beispielsweise in eine Hochdrucksäule der Luftzerlegungsanlage zurückgeführt werden.

**[0031]** Besonders vorteilhaft ist jedoch ein Verfahren, bei dem der Teil der Einsatzluft nach der Verwendung zum Erwärmen und Verdampfen des Fluids abgekühlt und zum Abkühlen und Rückverflüssigen des Fluids verwendet wird. Zum Abkühlen des Teils der Einsatzluft kann dabei beispielsweise ein Unterkühlungsgegenströmer zum Einsatz kommen, wie er ohnehin in einer entsprechenden Luftzerlegungsanlage vorhanden ist. Die beim Rückverflüssigen des Fluids erwärmte Luft kann beispielsweise in die Niederdrucksäule der Luftzerlegungsanlage eingespeist werden.

**[0032]** Vorteilhaft kann auch sein, wenn das Abkühlen und Rückverflüssigen des Fluids unter Verwendung eines Teils einer sauerstoffreichen Flüssigkeit aus der Hochdrucksäule der Luftzerlegungsanlage durchgeführt wird. Auch eine entsprechende sauerstoffreiche Flüssigkeit steht in einer Luftzerlegungsanlage stets zur Verfügung, es müssen daher keine zusätzlichen Medien zugeführt werden. Nach ihrer Verwendung zum Abkühlen und Rückverflüssigen kann die sauerstoffreiche Flüssigkeit in beliebiger Weise verwendet werden, beispielsweise gasförmig in die Hochdrucksäule oder die Niederdrucksäule zurückgeführt werden.

**[0033]** Es ist auch möglich, das Erwärmen und Verdampfen des Fluids unter Verwendung eines Teils eines Kopfprodukts aus einer Hochdrucksäule der Luftzerlegungsanlage, also eines stickstoffreichen Kopfprodukts, durchzuführen. Für die Vorteile gilt im Wesentlichen das oben Erläuterte. Entsprechender Stickstoff bzw. eine entsprechende stickstoffreiche Flüssigkeit, d.h. der Teil des Kopfprodukts nach seiner Verwendung zum Erwärmen und Verdampfen des Fluids, kann ebenfalls abgekühlt und zum Abkühlen und Rückverflüssigen des Fluids verwendet werden.

**[0034]** Die vorliegende Erfindung erstreckt sich ferner auf eine Anordnung, die insbesondere als Teil einer Luftzerlegungsanlage ausgebildet ist, und Mittel aufweist, die zur Durchführung eines Verfahrens eingerichtet sind, wie es zuvor erläutert wurde. Zu Merkmalen und Vorteilen einer entsprechenden Anordnung sei auf die oben erläuterten Aspekte ausdrücklich verwiesen.

**[0035]** Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung näher erläutert, die bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung zeigt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0036]**

Figur 1 veranschaulicht eine Anordnung gemäß ei-

ner Ausführungsform der Erfindung in schematischer Darstellung.

Figur 2 veranschaulicht eine Anordnung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung in schematischer Darstellung.

Figur 3 veranschaulicht eine Anordnung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung in schematischer Darstellung.

Figur 4 veranschaulicht eine Anordnung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung in schematischer Darstellung.

Figur 5 veranschaulicht eine Luftzerlegungsanlage, die unter Verwendung einer Anordnung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung betrieben wird.

Figur 6 veranschaulicht eine Luftzerlegungsanlage, die unter Verwendung einer Anordnung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung betrieben wird.

Figur 7 veranschaulicht eine Luftzerlegungsanlage, die unter Verwendung einer Anordnung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung betrieben wird.

Figur 8 veranschaulicht eine Luftzerlegungsanlage, die unter Verwendung einer Anordnung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung betrieben wird.

**[0037]** In den Figuren sind einander entsprechende Elemente mit identischen Bezugszeichen angegeben und werden der Übersichtlichkeit halber nicht wiederholt erläutert.

#### Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

**[0038]** In Figur 1 ist eine Anordnung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung schematisch dargestellt und insgesamt mit 100 bezeichnet. Die Anordnung 100 umfasst einen ersten Trennsäulenbereich 1 in Teilansicht. In dem ersten Trennsäulenbereich 1 steht ein Fluid in flüssigem Zustand bis zu einer ersten geodätischen Höhe H1 an. Mittels der Anordnung 100 wird ein Verfahren zum Überführen eines Fluids aus dem ersten Trennsäulenbereich 1 in einen zweiten Trennsäulenbereich 8, der hier ebenfalls in Teilansicht dargestellt ist, ermöglicht.

**[0039]** Hierzu wird das in flüssigem Zustand bis zu der ersten geodätischen Höhe H1 in dem ersten Trennsäulenbereich 1 anstehende Fluid über eine Leitung 2 aus dem ersten Trennsäulenbereich 1 ausgeleitet. Das Ausleiten des Fluids aus dem ersten Trennsäulenbereich 1 erfolgt ausschließlich durch hydrostatische Effekte (Prinzip der kommunizierenden Röhren). Weil unterhalb der ersten geodätischen Höhe H1 ein erster Wärmeübertrager 3 angeordnet ist, tritt das Fluid aus der ersten Trenn-

säule 1 über die Leitung 2 in den ersten Wärmeübertrager 3 ein.

**[0040]** Der erste Wärmeübertrager 3 wird mittels eines Temperiermediums betrieben oder beispielsweise auch elektrisch beheizt. In dem ersten Wärmeübertrager 3, der sich teilweise oder vollständig unterhalb der ersten geodätischen Höhe H1 befindet, wird das aus dem ersten Trennsäulenbereich 1 ausgeleitete Fluid erwärmt und teilweise oder vollständig verdampft. Die Temperatur des Fluids wird dabei bei vollständiger Verdampfung vorzugsweise derart gewählt, dass das verdampfte Fluid in einer sich anschließenden Steigleitung 4 nicht auskondensiert, was dazu führen könnte, dass die Steigleitung verlegt würde und dadurch eine Strömung des Fluids zum Erliegen käme.

**[0041]** Durch das Erwärmen und teilweise oder vollständige Verdampfen des Fluids in dem ersten Wärmeübertrager 3 expandiert dieses bzw. dessen verdampfter Anteil und das Fluid insgesamt strömt daher ohne zusätzliche Pumpleistung zu einem zweiten Wärmeübertrager 5. Wie erwähnt, kann dabei auch insbesondere das Prinzip einer Mammutpumpe (bei teilweiser Verdampfung) genutzt werden. In dem zweiten Wärmeübertrager 5, der unter Verwendung eines geeigneten Temperiermediums betrieben wird, bei dem es sich auch um dasselbe Temperiermedium handeln kann, wie es in dem ersten Wärmeübertrager 3 eingesetzt wird, wird das verdampfte Fluid oder der zuvor verdampfte Anteil des Fluids rückverflüssigt. Der zweite Wärmeübertrager 5 ist auf einer dritten geodätischen Höhe H3 angeordnet, die oberhalb der ersten geodätischen Höhe H1, aber auch oberhalb einer zweiten geodätischen Höhe H2 liegt, auf der das Fluid letztlich in den zweiten Trennsäulenbereich 8 eingespeist wird.

**[0042]** Geodätisch unterhalb des zweiten Wärmeübertragers 5 ist eine Flüssigkeitsaufnahme 6 angeordnet, die als separater Behälter oder als Leitungsabschnitt einer hier nicht gesondert bezeichneten Leitung ausgebildet sein kann. Durch Verstellen eines Stellglieds 7 (z.B. ein Ventil), beispielsweise nach Maßgabe einer entsprechenden Regeleinrichtung, kann das in der Flüssigkeitsaufnahme 6 vorliegende Fluid in den zweiten Trennsäulenbereich 8 abfließen. Auch hierzu sind keine zusätzlichen Pumpen oder bewegten Teile erforderlich. Die Überführung des Fluids aus der Flüssigkeitsaufnahme 6 in den zweiten Trennsäulenbereich 8 erfolgt also rein aufgrund des hydrostatischen Drucks in der Flüssigkeitsaufnahme 6. Aufgrund des hydrostatischen Drucks kann der zweite Trennsäulenbereich 8 auch auf einem höheren Druck betrieben werden als der erste Trennsäulenbereich 1.

**[0043]** Vorzugsweise wird die Menge des in die Flüssigkeitsaufnahme 6 überführten Fluids und die Menge des aus der Flüssigkeitsaufnahme 6 über das Stellglied 7 in den zweiten Trennsäulenbereich 8 abgeleiteten Fluids derart eingestellt, dass das Fluid in der Flüssigkeitsaufnahme 6 bis zu einer vierten geodätischen Höhe H4 zwischen der zweiten geodätischen Höhe H2 und der

ritten geodätischen Höhe H3 in Form von Flüssigkeit ansteht. Durch eine geeignete Einstellung der vierten geodätischen Höhe und damit der Füllhöhe des Fluids in der Flüssigkeitsaufnahme 6 kann der Druck in dem zweiten Trennsäulenbereich 8 gezielt beeinflusst werden.

**[0044]** Ziel der vorliegenden Erfindung ist unter anderem eine vollständige stoffliche Kopplung des ersten Trennsäulenbereichs 1 und des zweiten Trennsäulenbereichs 8. Hierzu sind der erste Trennsäulenbereich 1 und der zweite Trennsäulenbereich 8 neben der erwähnten Kopplung über die Leitungen 2 und 4, die Wärmeübertrager 3 und 5 sowie die Flüssigkeitsaufnahme 6 und das Stellglied 7 ferner über eine Gasleitung 9 gekoppelt. Die Gasleitung 9 ermöglicht es, vom zweiten Trennsäulenbereich 8 auf oder in der Nähe der zweiten geodätischen Höhe H2 ein gasförmiges Fluid auszuleiten und auf oder in der Nähe der ersten geodätischen Höhe H1 in den ersten Trennsäulenbereich zu überführen. Ist das Druckniveau in dem zweiten Trennsäulenbereich 8 dabei höher als in dem ersten Trennsäulenbereich 1, erfolgt auch dies ohne zusätzliche technische Mittel.

**[0045]** In Figur 2 ist eine Anordnung gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulicht und insgesamt mit 200 bezeichnet. In Figur 2 sind insgesamt 3 Trennsäulenbereiche 1 bzw. 8 veranschaulicht, von denen jeweils einer im hier verwendeten Sprachgebrauch den "ersten" Trennsäulenbereich 1 und ein weiterer den "zweiten" Trennsäulenbereiche 8 bildet. Figur 2 veranschaulicht mit der Anordnung 200, wie durch die Verwendung dreier Trennsäulenbereiche 1 bzw. 8 insgesamt eine Trenneinheit geschaffen werden kann, die einer einzelnen Trennsäule entspricht. Eine derartige Unterteilung einer Trennsäule in drei Trennsäulenbereiche kann beispielsweise gewählt werden, um die Bauhöhe einer entsprechenden Trenneinheit insgesamt zu reduzieren. Die wesentlichen Elemente der Anordnung 200 wurden bereits unter Bezugnahme auf die Anordnung 100 erläutert.

**[0046]** Der in Figur 2 bzw. der Anordnung 200 links abgebildete Trennsäulenbereich 1 entspricht dem Kopf einer einteilig ausgebildeten Trennsäule. Es ist daher ein Kopfkondensator 11 vorgesehen, in den über eine Leitung 10 Kopfgas aus dem Trennsäulenbereich 1 eingespeist werden kann. Der Kopfkondensator 11 umfasst einen Wärmeübertrager 12, der mit einem Kältemittel, das über eine Leitung 13 in den Wärmeübertrager 12 eingespeist und über eine Leitung 14 dem Wärmeübertrager 12 entnommen wird, betrieben werden kann. In dem Kopfkondensator 11 kondensiertes Kopfgas aus dem Trennsäulenbereich 1 kann teilweise über eine Leitung 15 auf den Trennsäulenbereich 1 zurückgeführt und teilweise über eine Leitung 16 ausgeleitet werden. Ein Verhältnis der über die Leitung 15 auf den Trennsäulenbereich 1 zurückgeführten und über die Leitung 16 ausgeleiteten Fluids kann durch Verstellen geeigneter, hier jedoch nicht gesondert bezeichneter Ventile erfolgen.

**[0047]** Der in Figur 2 bzw. der Anordnung 200 rechts dargestellte Trennsäulenbereich 8 entspricht dem

Sumpfbereich einer einteilig ausgebildeten Trennsäule. Es kann daher ein, beispielsweise elektrisch betriebener, Sumpfordampfer 17 vorgesehen sein, der zum Aufkochen einer Sumpfflüssigkeit im Sumpf des Trennsäulenbereichs eingerichtet ist. Über eine Leitung 18 kann Flüssigkeit aus dem Sumpf des Trennsäulenbereichs 8 ausgeleitet werden. Über eine Leitung F kann ein zu trennendes Fluid in die Anordnung 200 eingespeist werden.

**[0048]** In Figur 3 ist eine Anordnung gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung schematisch veranschaulicht und insgesamt mit 300 bezeichnet. Die wesentlichen Elemente der Anordnung 300 wurden bereits unter Bezugnahme auf die Figuren 1 und 2 bzw. die Anordnungen 100 und 200 erläutert.

**[0049]** Zusätzlich ist hier veranschaulicht, wie die ersten Wärmeübertrager 3 einer entsprechenden Anordnung mittels eines gemeinsamen Temperiermediums (hier eines Heizmediums) betrieben werden können. Das Temperiermedium wird hierzu über eine Leitung 19 bereitgestellt, die sich in zwei parallele Leitungen 20 verzweigt, mittels jeweils die ersten Wärmeübertrager 3 beschickt werden können. Stromab der ersten Wärmeübertrager 3 werden die parallelen Leitungen 20 wieder zu einer gemeinsamen Leitung 21 zusammengeführt.

**[0050]** Entsprechend kann auch ein Temperiermedium (hier ein Kühlmedium) über eine Leitung 22 bereitgestellt und über parallele Leitungen 23 den zweiten Wärmeübertragern 5 zugeführt werden. Das Temperiermedium kann anschließend wieder über eine gemeinsame Leitung 24 gesammelt werden.

**[0051]** Wie bereits mehrfach erläutert, können die Temperiermedien in dem ersten Wärmeübertrager 3 bzw. dem zweiten Wärmeübertrager 5 auch zumindest teilweise dasselbe sein und damit die ersten Wärmeübertrager 3 und die zweiten Wärmeübertrager 5 thermisch miteinander koppeln.

**[0052]** In Figur 4 ist eine Anordnung gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung schematisch veranschaulicht und insgesamt mit 400 bezeichnet. Auch die wesentlichen Elemente der Anordnung 400 gemäß Figur 4 wurden bereits erläutert.

**[0053]** In Figur 4 ist nun bezüglich der Anordnung 400 veranschaulicht, wie ein gemeinsamer erster Wärmeübertrager 3 und ein gemeinsamer zweiter Wärmeübertrager 5 zum Erwärmen bzw. Abkühlen von Fluid aus bzw. für mehrere Trennsäulenbereiche 1 bzw. 8 verwendet werden kann. Hierzu werden jeweils die Leitungen 2 aus dem entsprechenden Trennsäulenbereich 1 bzw. 8 parallel durch einen entsprechenden ersten Wärmeübertrager 3 bzw. einen entsprechenden zweiten Wärmeübertrager 5 geführt. Die entsprechenden Ströme werden anschließend separat ihren jeweiligen Flüssigkeitsaufnahmen 6 zugeführt. In Figur 4 bzw. der Anordnung 400 sind die Temperiermedien, wie gemäß Figur 3 bzw. Anordnung 300, mit 19 und 21 bzw. 22 und 24 bezeichnet.

**[0054]** In Figur 5 ist eine Luftzerlegungsanlage, die eine Anordnung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung umfasst, schematisch in Form einer Teilansicht

veranschaulicht und insgesamt mit 500 bezeichnet. Die grundsätzliche Anordnung der Elemente 1 bis 9 entspricht auch hier jener der zuvor erläuterten Figuren. In einer entsprechenden Luftzerlegungsanlage 500 kann der erste Trennsäulenbereich 1 als Bereich einer Rohargonsäule und der zweite Trennsäulenbereich 8 als Bereich einer Niederdrucksäule ausgeführt sein. Bezüglich weiterer Erläuterungen zu entsprechenden Luftzerlegungsanlagen, insbesondere zu den erwähnten Destillationssäulen, sei auf einschlägige Fachliteratur, beispielsweise Häring, H.-W.(Hrsg.), Industrial Gases Processing, Weinheim: Wiley VCH, 2008, insbesondere Kapitel 2.2.5 und Figur 2.3A, verwiesen.

**[0055]** Die Gasleitung 9 ist in der Luftzerlegungsanlage 500 in Höhe des sogenannten Argonbauchs bzw. Argonübergangs an der Niederdrucksäule angeordnet, der zweite Trennsäulenbereich 8 umfasst also diesen Bereich. Die Rohargonsäule dient dazu, das über die Leitung 9 bereitgestellte Fluid an Argon abzureichern, welches anschließend z.B. in einer Reinargonsäule weiter bearbeitet werden kann. Ein an Argon abgereichertes Fluid reichert sich als Flüssigkeit im Sumpf der Rohargonsäule, also dem ersten Trennsäulenbereich, an und wird, wie mehrfach erläutert, über die Leitung 2, den Wärmeübertrager 3, die Leitung 4, den zweiten Wärmeübertrager 5, die Flüssigkeitsaufnahme 6 und das Stellglied 7 in dem zweiten Trennsäulenbereich 8 überführt. In die Niederdrucksäule münden eine Reihe weiterer Leitungen. Zu Details sei auf die zitierte Fachliteratur verwiesen.

**[0056]** In Figur 6 ist eine Luftzerlegungsanlage, die unter Verwendung einer Anordnung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung betrieben werden kann, schematisch veranschaulicht und insgesamt mit 600 bezeichnet. Aus Konsistenzgründen werden die Bezugszeichen 1 bis 9 der obigen Figuren weiter verwendet. Details der Luftzerlegungsanlage werden nur insoweit erläutert, als es für das Verständnis der hier verwendeten Ausführungsform der Erfindung erforderlich ist.

**[0057]** Die Luftzerlegungsanlage 600 umfasst neben der Rohargonsäule und der Niederdrucksäule bzw. den entsprechenden Trennsäulenbereichen, eine Hochdrucksäule 101 mit einem außenliegenden Hauptkondensator 102, einen Unterkühlungsgegenströmer 103, eine Reinargonsäule 104 sowie weitere, nicht gesondert erläuterte Elemente. Nicht veranschaulicht ist ferner ein Anlagenteil zur Bereitstellung von abgekühlter Druckluft, der unter anderem einen Hauptverdichter, Expansionsmaschinen und einen Hauptwärmeübertrager umfasst.

**[0058]** In der Luftzerlegungsanlage 600 wird Einsatzluft über eine Leitung 105 bereitgestellt. Diese Einsatzluft wird zum Teil direkt in die Hochdrucksäule 101 eingespeist. Zu einem weiteren Teil wird in der veranschaulichten Ausführungsform der Erfindung die Hochdruckluft teilweise über eine Leitung 106 dem ersten Wärmeübertrager 3 zugeführt. Nach Abkühlung in dem ersten Wärmeübertrager 3 wird die Luft über eine Leitung 107 in die Hochdrucksäule 101 zurückgeführt. Der zweite Wärme-

übertrager 5 wird im dargestellten Beispiel unter Verwendung einer sauerstoffreichen Flüssigkeit aus der Hochdrucksäule 101 betrieben. Hierzu wird die sauerstoffreiche Flüssigkeit über eine Leitung 108 der Hochdrucksäule 101 entnommen. Wie in herkömmlichen Anlagen kann die sauerstoffreiche Flüssigkeit auch zu einem Teil als Temperiermedium in der Reinargonsäule 104 bzw. deren Kopfkondensator bzw. einem Kopfkondensator der Rohargonsäule 104 verwendet werden. Zu einem weiteren Anteil wird die sauerstoffreiche Flüssigkeit jedoch über eine Leitung 109 durch den zweiten Wärmeübertrager 5 geführt.

**[0059]** In Figur 7 ist eine Luftzerlegungsanlage, die unter Verwendung einer Anordnung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung betrieben wird, schematisch veranschaulicht und insgesamt mit 700 bezeichnet. Gemäß Figur 7 werden sowohl der erste Wärmeübertrager 3 als auch der zweite Wärmeübertrager 5 unter Verwendung von Einsatzluft temperiert. Hierzu wird ein Teil der Einsatzluft, wie zu Figur 6 bzw. der Luftzerlegungsanlage 600 erläutert, über eine Leitung 106 bereitgestellt und zunächst durch den ersten Wärmeübertrager 3 geführt. Die angewärmte Luft, die, wie zu Figur 6 bzw. der Luftzerlegungsanlage 600 erläutert, anschließend in einer Leitung 107 strömt, wird hier jedoch nicht in die Hochdrucksäule 101 überführt sondern zunächst durch den Unterkühlungsgegenströmer 103 geleitet. Die auf diese Weise abgekühlte Luft wird mittels einer Leitung 110 anschließend dem zweiten Wärmeübertrager 5 zugeführt und schließlich in geeigneter Höhe in die Niederdrucksäule eingespeist.

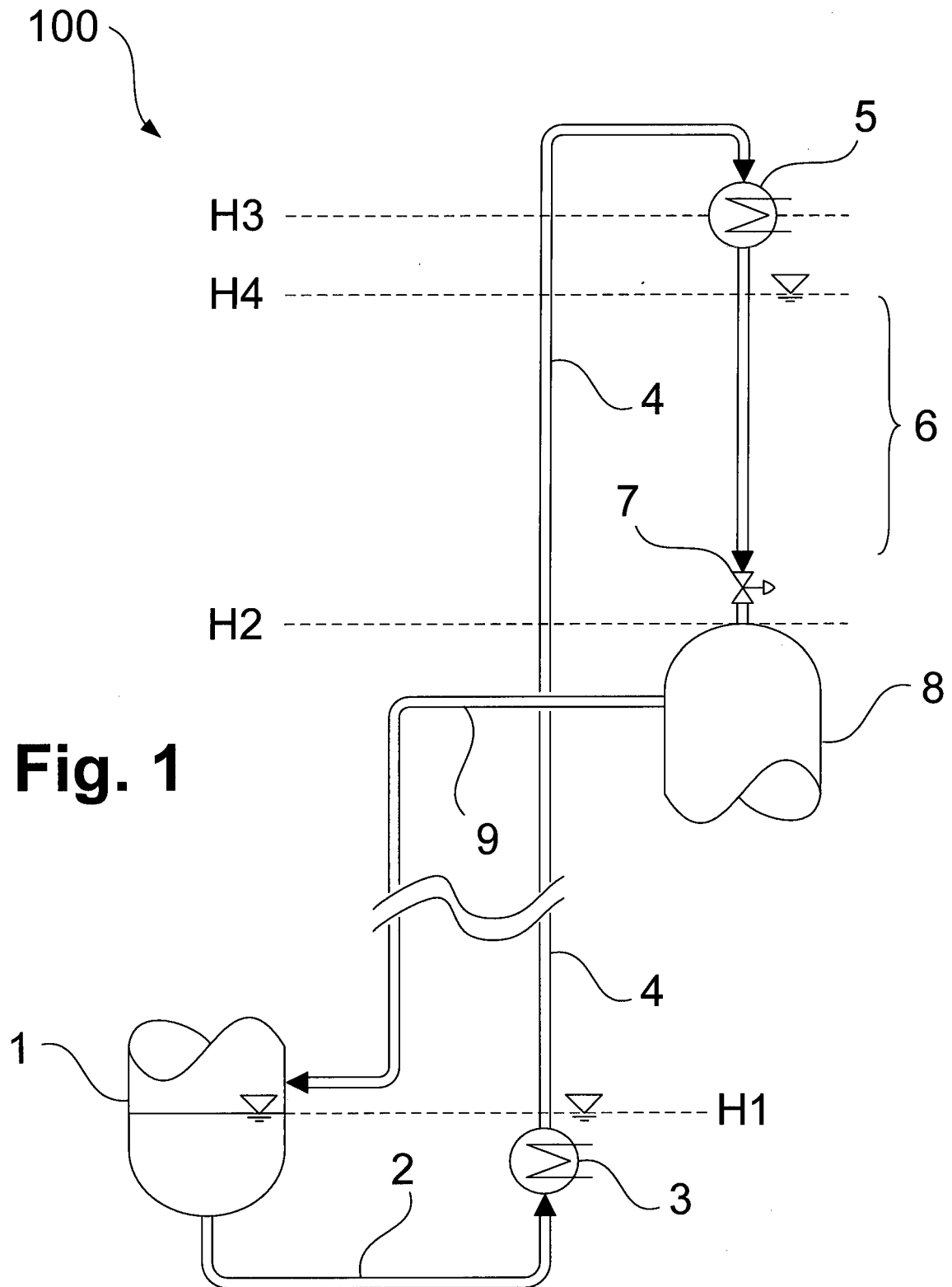
**[0060]** In Figur 8 ist eine Luftzerlegungsanlage veranschaulicht, die unter Verwendung einer Anordnung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung betrieben werden kann, und die insgesamt mit 800 bezeichnet ist. Im Gegensatz zu den Luftzerlegungsanlagen 600 bzw. 700, die in den Figuren 6 und 7 erläutert sind, wird hier dem ersten Wärmeübertrager 3 jedoch keine Einsatzluft, sondern stickstoffreiches Kopfgas vom Kopf der Hochdrucksäule 101 zugeführt. Hierzu wird eine Leitung 111 verwendet. Das in dem ersten Wärmeübertrager 3 abgekühlte stickstoffreiche Kopfgas wird anschließend über eine Leitung 112 durch den Unterkühlungsgegenströmer 103 geführt, hierdurch abgekühlt und über eine Leitung 113 dem zweiten Wärmeübertrager 5 zugeführt. Anschließend wird das erwärmte stickstoffreiche Kopfgas über eine Leitung 114 mit stickstoffreichem Kopfgas vom Kopf der Niederdrucksäule zusammengeführt.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Überführen eines Fluids aus einem ersten Trennsäulenbereich (1) in einen zweiten Trennsäulenbereich (8), wobei das Fluid in dem ersten Trennsäulenbereich (1) in flüssigem Zustand bis zu einer ersten geodätischen Höhe (H1) ansteht, und wobei das Überführen des Fluids umfasst, das Fluid



- in einer zweiten geodätischen Höhe (H2) oberhalb der ersten geodätischen Höhe (H3) in den zweiten Trennsäulenbereich (8) einzuspeisen, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fluid unterhalb der ersten geodätischen Höhe (H1) aus dem ersten Trennsäulenbereich (1) ausgeleitet und unterhalb der ersten geodätischen Höhe (H1) durch Erwärmen vollständig oder teilweise verdampft und hierdurch auf eine dritte geodätische Höhe (H3) oberhalb der zweiten geodätischen Höhe (H2) angehoben wird, dass das auf die dritte geodätische Höhe (H3) angehobene Fluid abgekühlt wird, wodurch das Fluid oder dessen verdampfter Anteil rückverflüssigt wird, und dass das Fluid nach dem Abkühlen in flüssiger Form in den zweiten Trennsäulenbereich (8) eingespeist wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Fluid nach dem Abkühlen in flüssiger Form in eine Flüssigkeitsaufnahme (6) überführt und aus der Flüssigkeitsaufnahme (6) in den zweiten Trennsäulenbereich (8) abgeleitet wird, wobei die Menge des in die Flüssigkeitsaufnahme (6) überführten Fluids und die Menge des aus der Flüssigkeitsaufnahme (6) in den zweiten Trennsäulenbereich (8) abgeleiteten Fluids derart eingestellt werden, dass das rückverflüssigte Fluid in der Flüssigkeitsaufnahme (6) bis zu einer vierten geodätischen Höhe (H4) zwischen der zweiten geodätischen Höhe (H2) und der dritten geodätischen Höhe (H3) ansteht.
  3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das Erwärmen des Fluids unter Verwendung eines mit einem Temperiermedium betriebenen ersten Wärmeübertragers (3) durchgeführt wird.
  4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem das Abkühlen des Fluids unter Verwendung eines mit einem Temperiermedium betriebenen zweiten Wärmeübertragers (5) durchgeführt wird.
  5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem der erste Wärmeübertrager (3) und der zweite Wärmeübertrager (5) zumindest teilweise mit demselben Temperiermedium betrieben werden.
  6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, das zwei- oder mehrfach parallel mit zwei oder mehreren ersten Trennsäulenbereichen (1) und zweiten Trennsäulenbereichen (8) durchgeführt wird.
  7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem zum Erwärmen des Fluids und/oder zum Abkühlen des Fluids ein gemeinsamer Wärmeübertrager verwendet werden.
  8. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem zum Erwärmen des Fluids und/oder zum Abkühlen des Fluids getrennte und mit einem gemeinsamen Temperiermedium betriebene Wärmeübertrager verwendet werden.
  9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem als der erste Trennsäulenbereich (1) ein Abschnitt einer Rohrgonsäule einer Luftzerlegungsanlage (500, 600, 700, 800) und als der zweite Trennsäulenbereich (8) ein Abschnitt einer Niederdrucksäule der Luftzerlegungsanlage (500, 600, 700, 800) verwendet wird.
  10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem das Erwärmen des Fluids unter Verwendung eines Teils der Einsatzluft, die der Luftzerlegungsanlage (500, 600, 700, 800) zugeführt wird, durchgeführt wird.
  11. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem der Teil der Einsatzluft nach der Verwendung zum Erwärmen des Fluids abgekühlt und zum Abkühlen des Fluids verwendet wird.
  12. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, bei dem das Abkühlen des Fluids unter Verwendung eines Teils einer sauerstoffreichen Flüssigkeit aus der Hochdrucksäule (101) der Luftzerlegungsanlage durchgeführt wird.
  13. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem das Erwärmen des Fluids unter Verwendung eines Teils eines Kopfprodukts aus einer Hochdrucksäule (101) der Luftzerlegungsanlage (500, 600, 700, 800) durchgeführt wird.
  14. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem der Teil des Kopfprodukts nach der Verwendung zum Erwärmen des Fluids abgekühlt und zum Abkühlen des Fluids verwendet wird.
  15. Anordnung (100, 200, 300, 400), die insbesondere als Teil einer Luftzerlegungsanlage (500, 800, 700, 800) ausgebildet ist, und Mittel aufweist, die zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche eingerichtet sind.



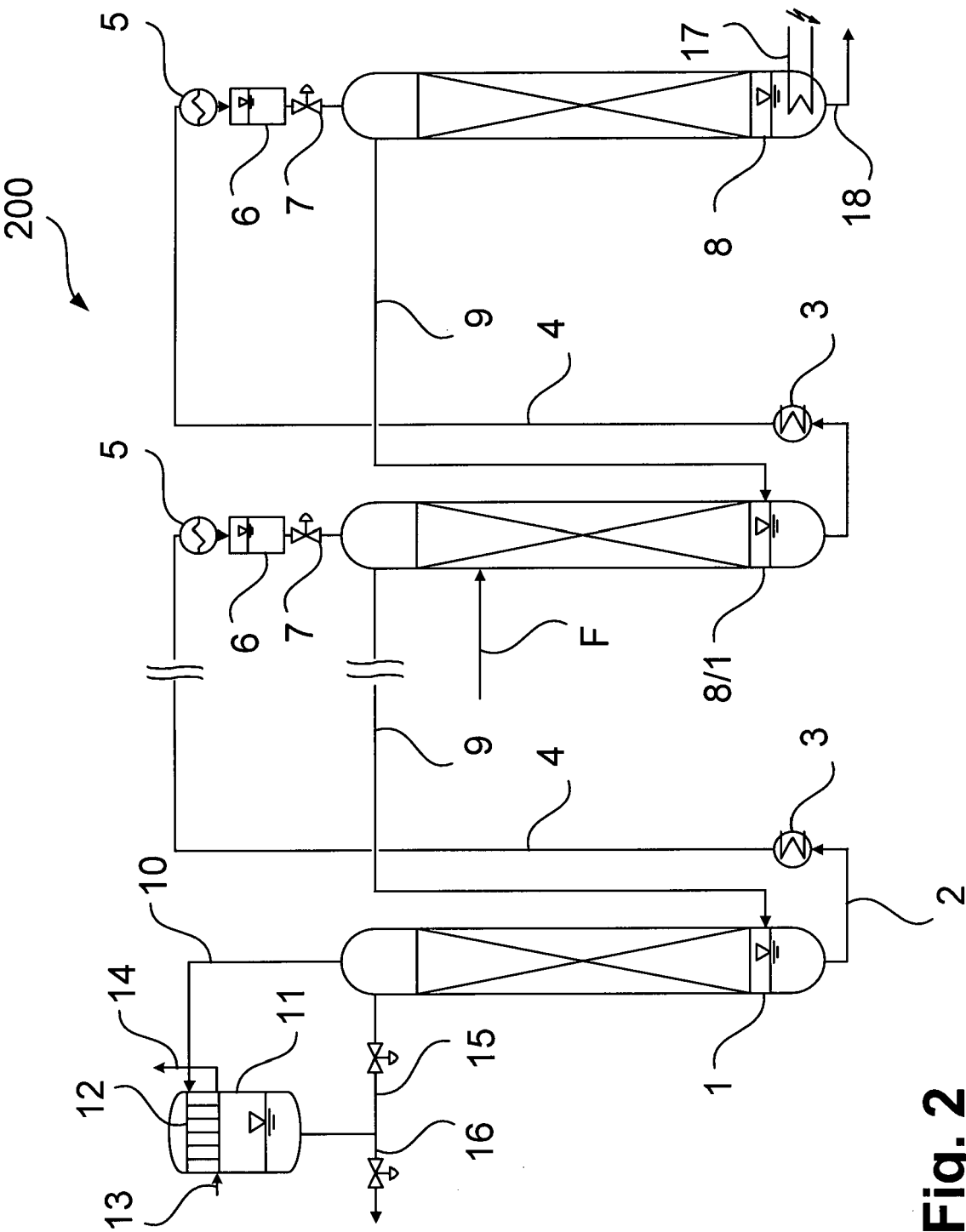
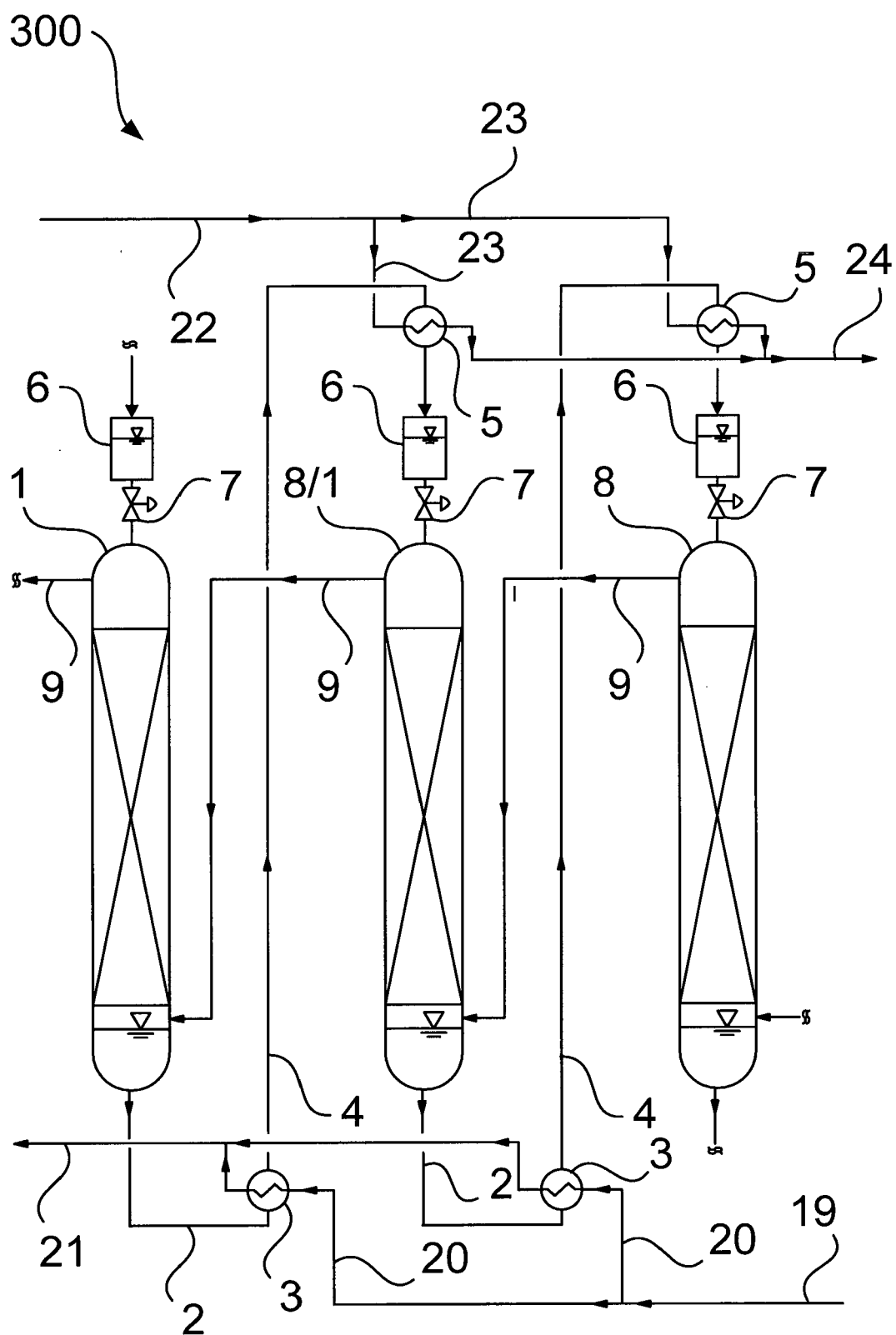
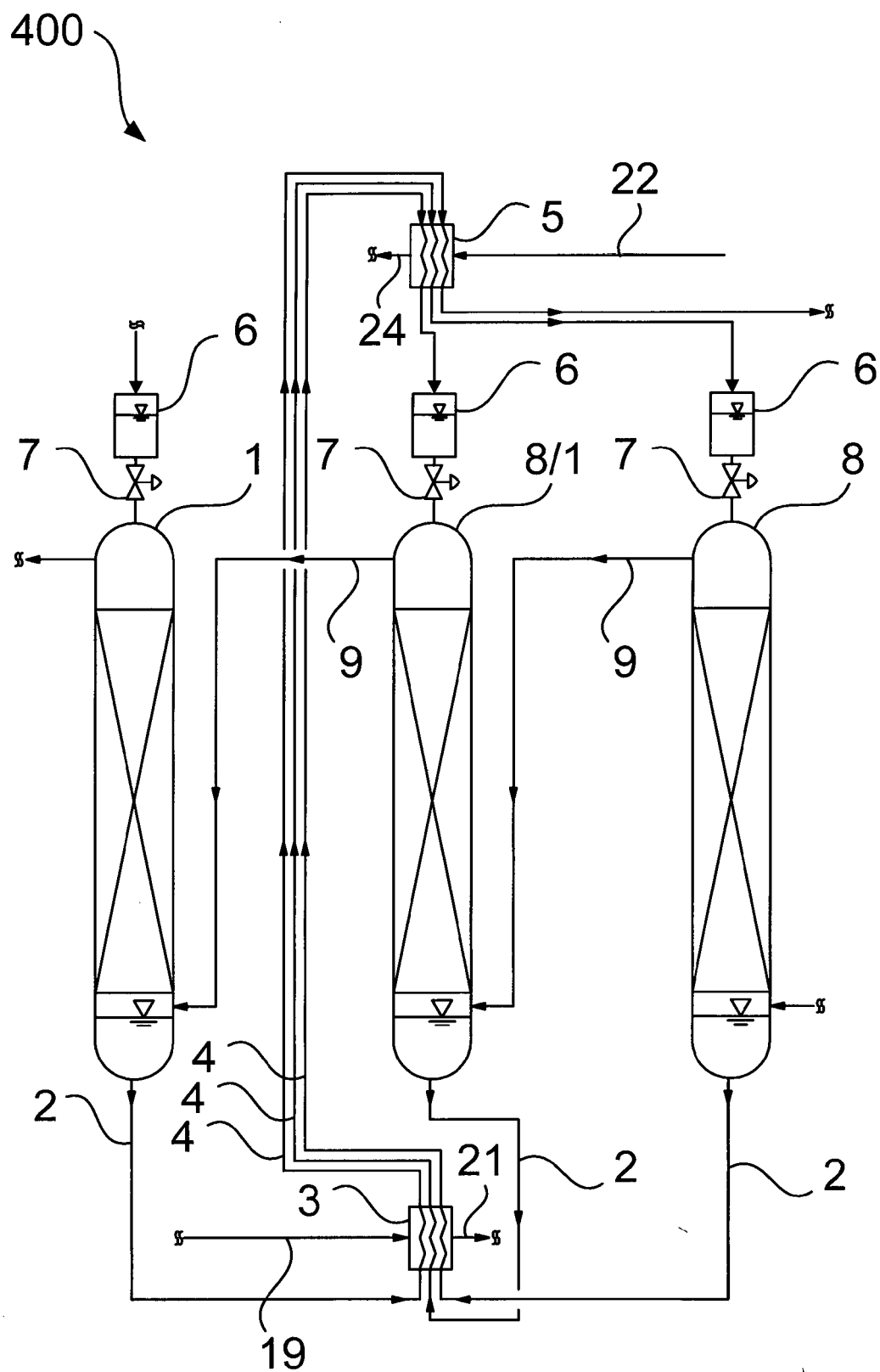
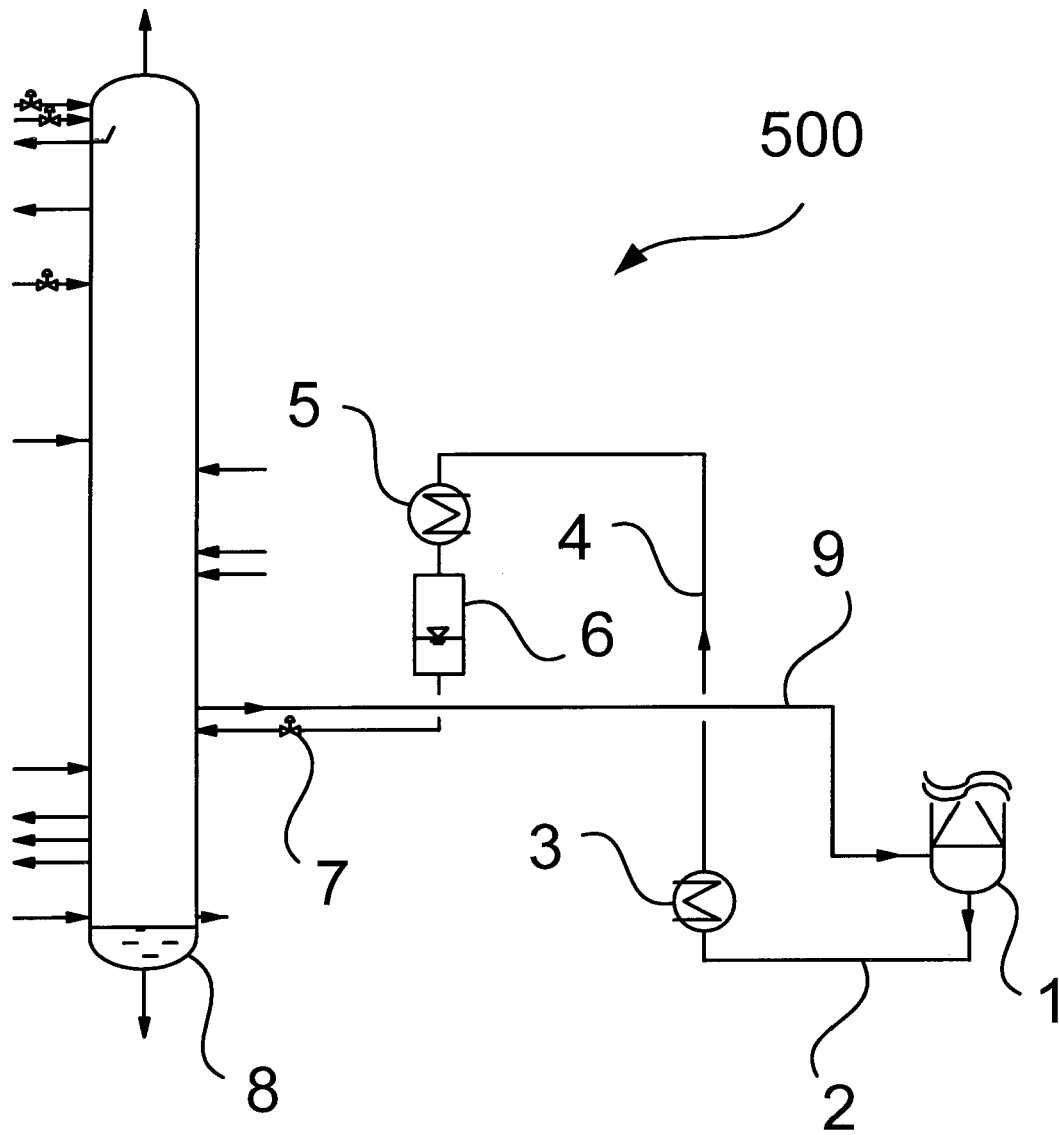


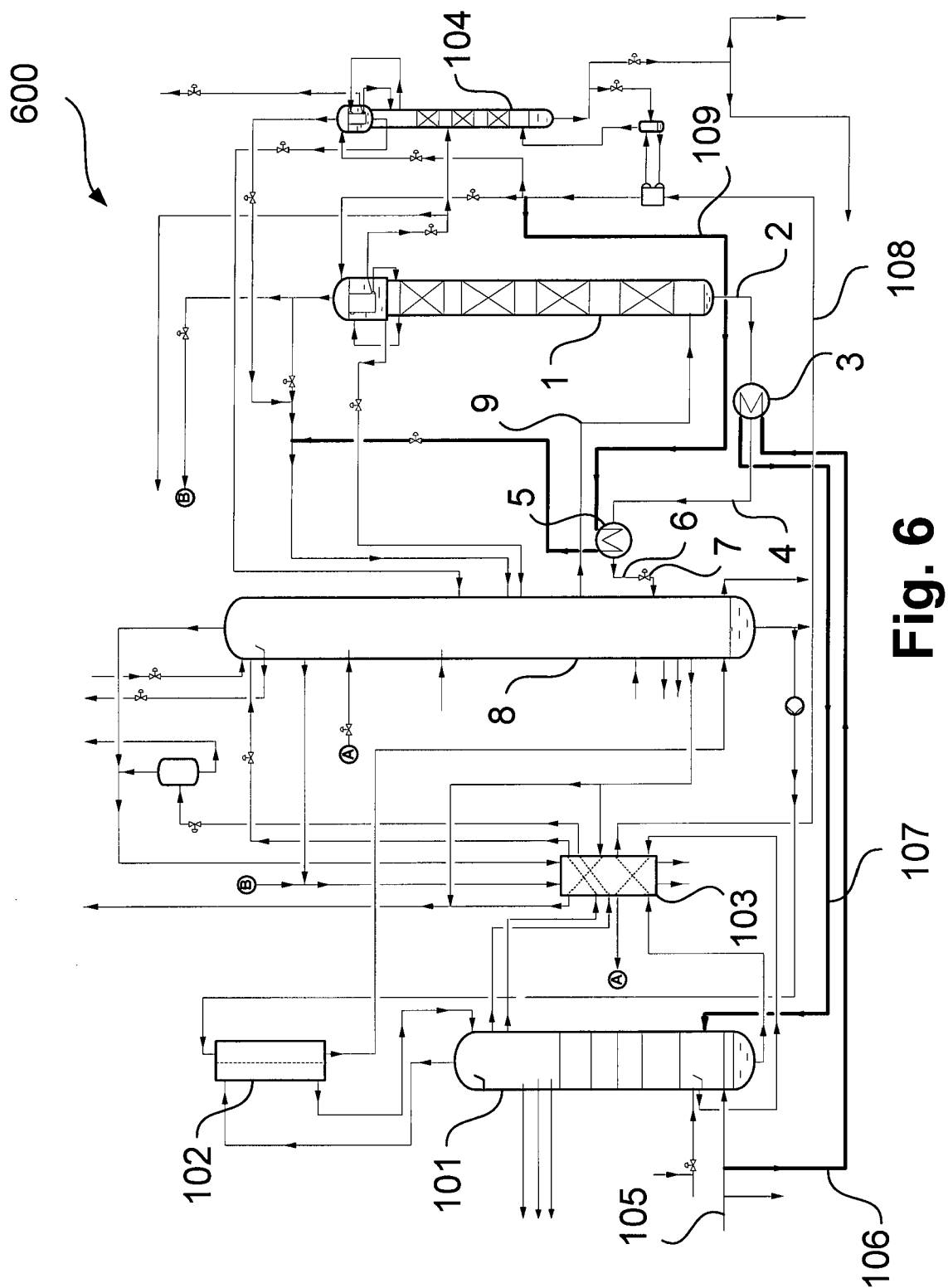
Fig. 2

**Fig. 3**

**Fig. 4**



**Fig. 5**



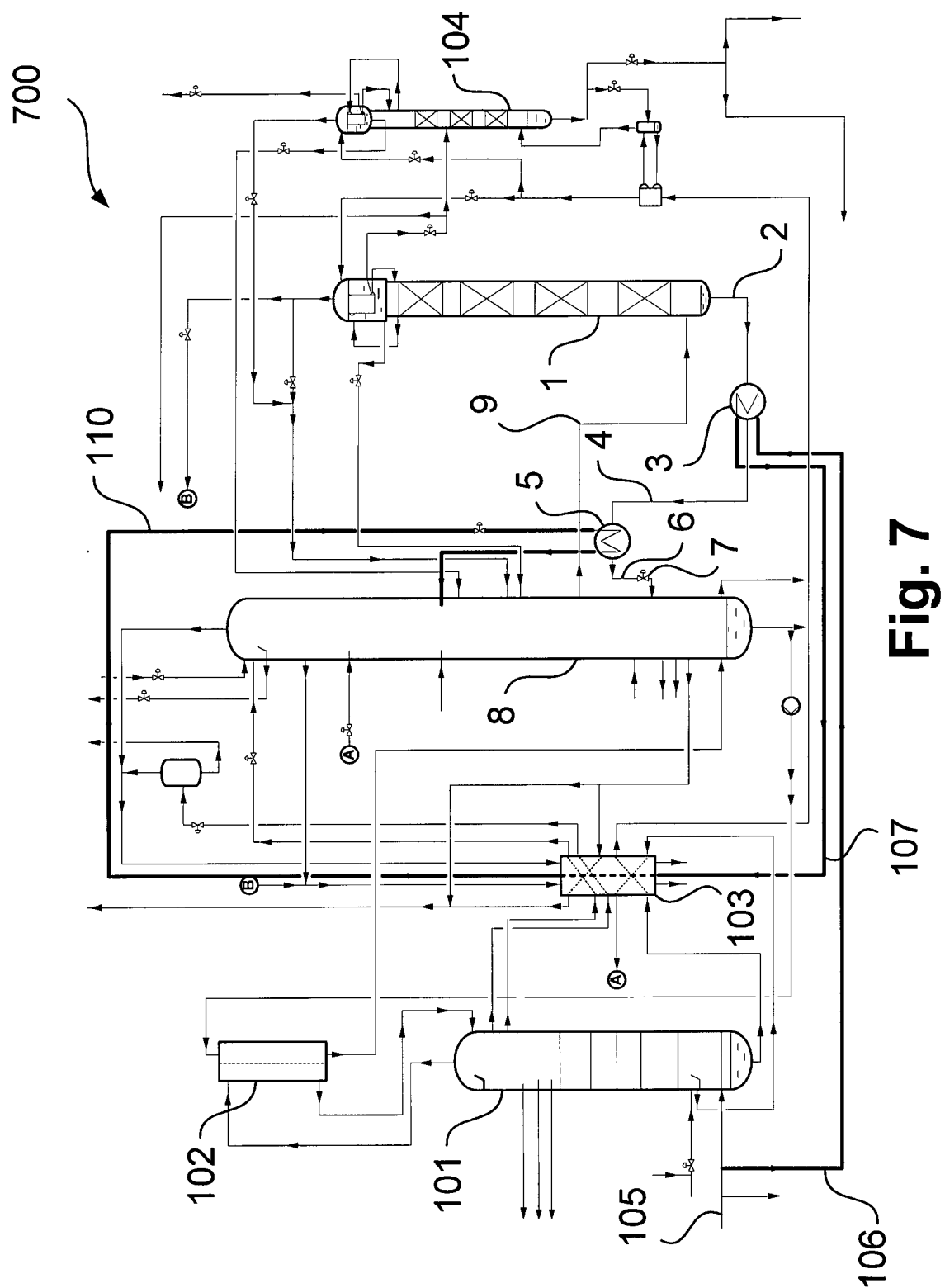


Fig. 7



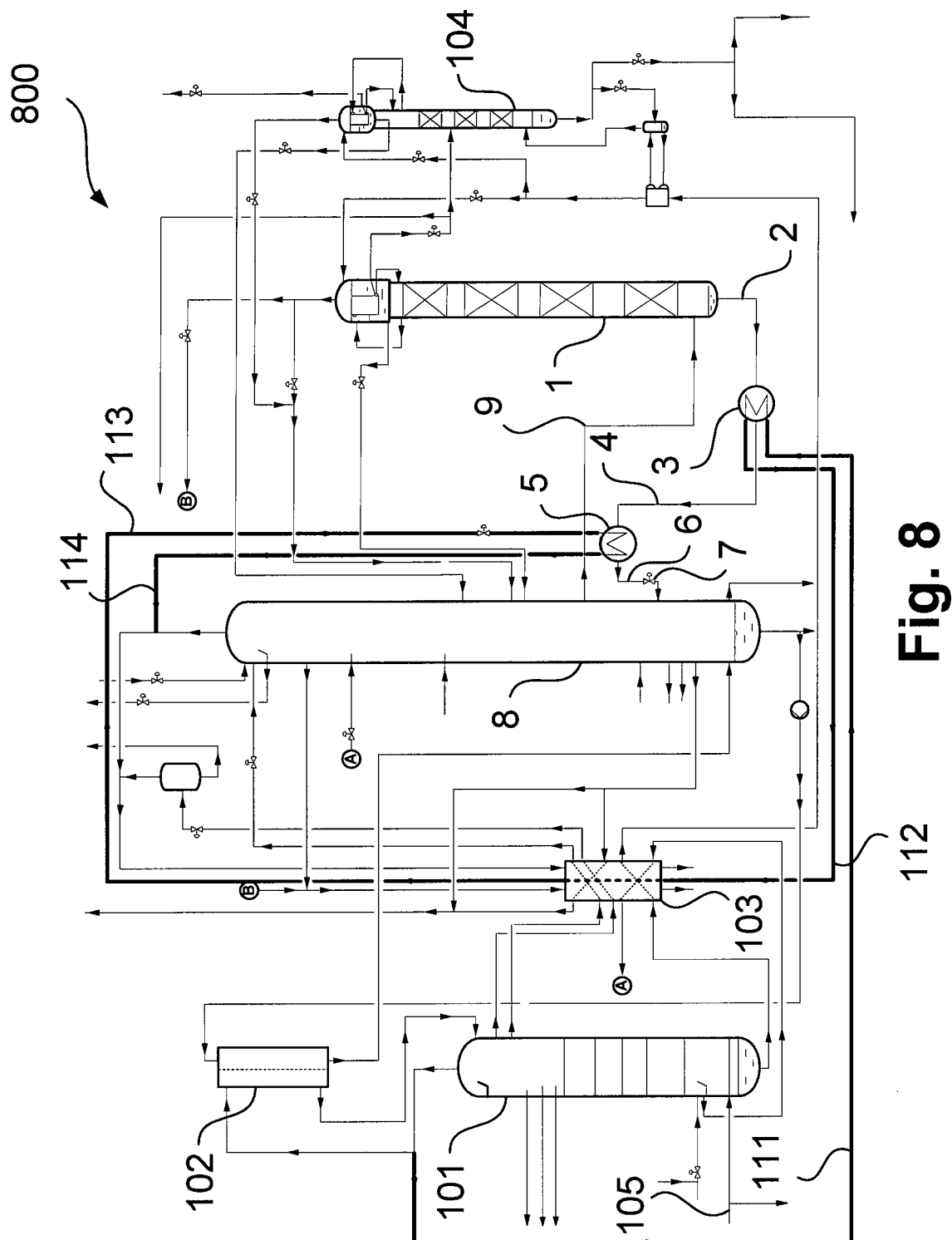


Fig. 8



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 16 00 0018

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	US 5 071 458 A (GRENIER MAURICE [FR] ET AL) 10. Dezember 1991 (1991-12-10) * Spalte 3, Zeile 61 - Spalte 4, Zeile 2; Abbildung 1 *	1-15	INV. F25J3/04
A	DE 849 850 C (MESSER ADOLF GMBH) 18. September 1952 (1952-09-18) * Absatz [0003]; Abbildung 1 *	1-15	
A	US 2 913 882 A (SCHILLING CLARENCE J) 24. November 1959 (1959-11-24) * Abbildung 2 *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F25J
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>27. Mai 2016</b>	Prüfer <b>Schopfer, Georg</b>
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 16 00 0018

5 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.

27-05-2016

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	US 5071458	A	10-12-1991	AU	625706 B2	16-07-1992
				AU	5985790 A	31-01-1991
				BR	9003676 A	03-09-1991
15				CA	2022168 A1	29-01-1991
				DE	69000593 D1	28-01-1993
				DE	69000593 T2	22-04-1993
				EP	0410832 A1	30-01-1991
				ES	2036408 T3	16-05-1993
20				FR	2650379 A1	01-02-1991
				JP	2985892 B2	06-12-1999
				JP	H0370977 A	26-03-1991
				PT	94834 A	29-10-1993
				US	5071458 A	10-12-1991
25				ZA	9005895 A	29-05-1991
	-----					
	DE 849850	C	18-09-1952	KEINE		
	-----					
	US 2913882	A	24-11-1959	GB	832607 A	13-04-1960
30				US	2913882 A	24-11-1959
	-----					
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

EPO FORM P0461

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

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- WO 2014135271 A2 [0003] [0021]

**In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur**

- Industrial Gases Processing. Wiley VCH, 2008  
[0054]