



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 0 895 045 A2

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.02.1999 Patentblatt 1999/05

(51) Int. Cl.⁶: **F25J 3/04**

(21) Anmeldenummer: 98113793.8

(22) Anmeldetag: 23.07.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder:
**Linde Aktiengesellschaft
65189 Wiesbaden (DE)**

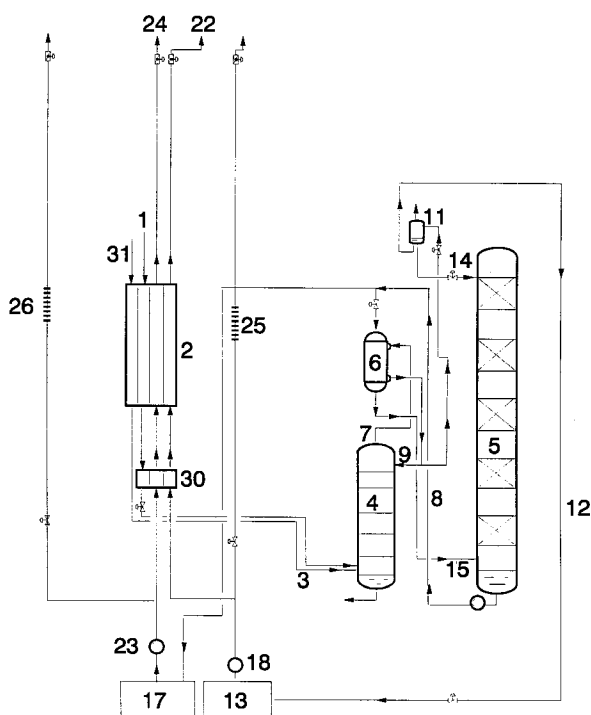
(72) Erfinder:
• **Corduan, Horst, Dipl.-Ing.
82178 Puchheim (DE)**
• **Lochner, Stefan, Dipl.-Ing.
85567 Grafing (DE)**

(30) Priorität: 30.07.1997 DE 19732887

(54) **Verfahren zur Luftzerlegung**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Tieftemperaturluftzerlegung von Luft durch Rektifikation. Hierbei wird in einem Rektifiziersystem eine flüssige Fraktion gewonnen, in einem Tank gespeichert und zumindest ein Teil der flüssigen Fraktion aus dem Tank entnommen und auf einen erhöhten Druck gebracht. Im normalen Betrieb wird die auf erhöhten Druck gebrachte flüssige Fraktion in einem Vorwärmetauscher erwärmt und in dem Hauptwärmetauscher verdampft, während bei einer Betriebsstörung zumindest ein Teil des Flüssigproduktes aus dem Tank entnommen, verdampft und zur Notversorgung verwendet wird.

Figur 2



EP 0 895 045 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Gewinnung eines Produktgases unter erhöhtem Druck durch Tieftemperaturzerlegung von Luft mittels Rektifikation, wobei eine Notversorgung vorgesehen ist.

[0002] Häufig wird das in einer Luftzerlegungsanlage gewonnene Produktgas unter erhöhtem Druck benötigt. Die Druckerhöhung erfolgt entweder durch Nachverdichtung des gasförmigen Produktes mittels eines Kompressors oder durch Druckerhöhung des gewonnenen Produktes im flüssigen Zustand und anschließende Verdampfung. Letzteres Verfahren ist auch unter der Bezeichnung Innenverdichtung bekannt und hat gegenüber der gasförmigen Produktverdichtung den Vorteil geringerer Apparatkosten.

[0003] Ebenfalls bekannt sind Luftzerlegungsanlagen, die bei einer Betriebsstörung, beispielsweise einem Defekt einer Pumpe oder einem Betriebsausfall, eine Notversorgung mit Produktgas gewährleisten. Hierfür sind als zusätzliche Komponenten im wesentlichen ein Speichertank nötig, in den während des Normalbetriebes ein Teil des Flüssigproduktes geleitet wird, sowie ein Notverdampfer und eine Pumpe, mit deren Hilfe im Bedarfsfall Flüssigkeit aus dem Tank zu dem Notverdampfer gepumpt werden und dort verdampft werden kann.

[0004] Aus der US-5,566,556 ist ein Verfahren zur Gewinnung von gasförmigen Druckprodukten durch Innenverdichtung bekannt. Hierzu wird beispielsweise flüssiger Sauerstoff aus dem Sumpf der Niederdruckkolonne entnommen und entweder in einem Flüssigsauerstofftank zwischengelagert oder mittels einer Pumpe auf einen erhöhten Druck gebracht und im Hauptwärmetauscher verdampft und auf Umgebungstemperatur erwärmt. Der im Tank gespeicherte Sauerstoff kann gegebenenfalls auch in einem Hilfsverdampfer verdampft und zur Notversorgung herangezogen werden.

[0005] Durch den Hauptwärmetauscher werden in der Regel ein als Hauptwärmeträger dienender Hochdruckluftstrom, der nach dem Hauptwärmetauscher auf einen niedrigeren Druck gedrosselt wird und daher im folgenden als Drosselstrom bezeichnet wird, und ein im folgenden Zerlegungsluftstrom genannter Strom geleitet.

[0006] Letzterer wird bis maximal auf seinen Taupunkt abgekühlt und im gasförmigen Zustand der Drucksäule zugeführt, während der Drosselstrom meist flüssig in die Rektifikation geleitet wird. Die gewählte Bezeichnungsweise bedeutet aber nicht, daß der Drosselstrom nicht auch durch Rektifikation zerlegt wird.

[0007] Sind die innenverdichteten Flüssigkeitsströme wesentlich kälter als die entsprechenden Produktströme aus der Rektifikation, kann bei der Verdampfung der innenverdichteten Ströme im Hauptwärmetauscher das Problem auftreten, daß sich die Zerlegungsluft, die gasförmig in die Drucksäule geleitet werden soll, am kalten Ende des Hauptwärmetauschers verflüssigt.

Dadurch wird die Rektifikation negativ beeinflusst.

[0008] Aufgabe vorliegender Erfindung ist es, ein kostengünstiges und technisch einfach zu realisierendes Verfahren der eingangs genannten Art und eine entsprechende Vorrichtung aufzuzeigen, welche mit einer Notversorgung und einer Innenverdichtung versehen sind und möglichst flexibel betrieben werden können.

[0009] Verfahrensseitig wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Anspruch 1 gelöst.

[0010] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die zu zerlegende Einsatzluft verdichtet und anschließend in einem Hauptwärmetauschersystem in indirektem Wärmeaustausch mit einem oder mehreren Strömen abgekühlt. Die abgekühlte Luft wird einem Rektifiziersystem zugeführt, in dem eine oder mehrere Fraktionen gewonnen werden. Zumindest eine flüssige Fraktion wird in einem Tank zwischengespeichert. Je nach Bedarf wird ein entsprechender Teil der Flüssigkeit aus dem Tank entnommen und der Druck dieser Flüssigkeit mit einer geeigneten Vorrichtung erhöht. Im Normalbetrieb der Anlage wird die unter erhöhtem Druck stehende Flüssigkeit in einem Vorwärmetauscher vorgewärmt und anschließend in dem Hauptwärmetauschersystem verdampft. Das entstehende gasförmige Druckprodukt wird dann seinem Verwendungszweck zugeführt.

[0011] Der Begriff Vorwärmetauscher bezieht sich auf die Funktion eines Wärmetauscherblocks oder eines Abschnitts eines Wärmetauscherblocks. Der Vorwärmetauscher und der Hauptwärmetauscher müssen aber nicht unbedingt zwei verschiedene Bauteile sein, sondern können sowohl als separate Wärmetauscherblöcke ausgeführt sein als auch in einem gemeinsamen Wärmetauscherblock integriert werden. Wesentlich ist, daß im Vorwärmetauscher eine solche Erwärmung der unter erhöhtem Druck stehenden Flüssigkeit erreicht wird, daß eine Verflüssigung der Zerlegungsluft, die gasförmig in die Drucksäule geleitet werden soll, am kalten Ende des Hauptwärmetauschers vermieden wird.

[0012] Sollte eine Betriebsstörung der Tieftemperaturluftzerlegungsanlage auftreten, so wird die in dem Tank gespeicherte Flüssigkeit mit Hilfe der Vorrichtung zur Druckerhöhung nicht in den Vorwärmetauscher, sondern in einen Notverdampfer gepumpt und dort verdampft. Das in dem Notverdampfer gewonnene gasförmige Produkt kann dann an die entsprechenden Einsatzorte weitergeleitet werden, um die Notversorgung sicherzustellen.

[0013] Unter einer Betriebsstörung sollen alle Betriebszustände verstanden werden, bei denen die Menge oder Qualität der erzeugten Zerlegungsprodukte nicht dem Bedarf an diesen Produkten entspricht. Dies kann beispielsweise durch Ausfälle oder Fehlfunktionen von Anlagenkomponenten verursacht sein. Aber auch vorübergehend erhöhter Bedarf an einem oder mehreren Rektifikationsprodukten wird in diesem Zusammen-

hang als eine Störung des üblichen Betriebs der Anlage bezeichnet. Die Notversorgung gewährleistet also in Zeiten, in denen die momentan gewonnene Produktmenge nicht den Anforderungen entspricht, eine ausreichende Versorgung mit gasförmigem Produkt.

[0014] Als Tank kann jede Vorrichtung zur Flüssigkeitsspeicherung dienen. Diese kann sowohl innerhalb als auch außerhalb der Tieftemperaturluftzerlegungsanlage angeordnet sein. Die Druckerhöhung der flüssigen Fraktion kann beispielsweise mit einer stromabwärts des Tanks angeordneten Pumpe oder durch Änderung der statischen Höhe der Flüssigkeit erzielt werden.

[0015] Die Erfindung kombiniert ein Verfahren zur Erzeugung von gasförmigem Druckprodukt durch Innenverdichtung mit einem Verfahren zur Notversorgung. Bei den bisherigen Verfahren, bei denen die Innenverdichtung und die Notversorgung unabhängig voneinander sind, werden für die Innenverdichtung des Flüssigproduktes und die Notversorgung jeweils eine eigene Pumpe und entsprechende Leitungen und Ventile benötigt. Durch die erfindungsgemäße Zusammenlegung wird der apparative Aufwand deutlich verringert.

[0016] Die auf erhöhten Druck gebrachte flüssige Fraktion wird vorzugsweise in indirektem Wärmeaustausch mit einer in dem Rektifiziersystem gewonnenen Fraktion erwärmt. Besonders bevorzugt wird die Temperatur der auf erhöhten Druck gebrachten, flüssigen Fraktion mit einer stickstoffreichen oder sauerstoffreichen Fraktion, z.B. der Sumpfflüssigkeit der Drucksäule, erhöht. Dabei ist jedoch darauf zu achten, daß die Mengen-, Druck- und Enthalpieverhältnisse des Wärmeträgers und der flüssigen Fraktion aneinander angepaßt sind.

[0017] Es hat sich herausgestellt, daß die Kältemenge, die von der aus dem Tank abgezogenen und auf erhöhten Druck gebrachten Flüssigkeit angeboten wird, sehr gut von dem Flüssigkeitsstrom, der aus dem Rektifiziersystem in den Tank geleitet wird, aufgenommen werden kann. Werden mehrere Flüssigprodukte, die zumindest teilweise anschließend innenverdichtet werden, aus dem Rektifiziersystem abgezogen, kann es aus apparativen Gründen auch vorteilhaft sein, eines der innenverdichteten Flüssigprodukte mit einem Flüssigprodukt anderer Zusammensetzung zu erwärmen. In der Regel ist jedoch die Erwärmung mit demselben Flüssigprodukt vor der Innenverdichtung, d.h. einem Wärmeträger, der sich von dem innenverdichteten Strom im wesentlichen nur durch seine Temperatur und seinen Druck unterscheidet, zu bevorzugen.

[0018] Neben der Erwärmung der auf erhöhten Druck gebrachten, flüssigen Fraktion mit gasförmigen oder flüssigen Produkten aus dem Rektifiziersystem hat sich auch die Erwärmung dieser Fraktion mit der aus dem Hauptwärmetauscher austretenden, verdichteten Einsatzluft als günstig erwiesen.

[0019] Häufig werden durch den Hauptwärmetauscher zum einen ein Drosselstrom und zum anderen

gasförmige Zerlegungsluft geleitet. Zweckmäßigerweise wird die auf erhöhten Druck gebrachte, flüssige Fraktion durch den aus dem Hauptwärmetauscher austretenden Drosselstrom erwärmt. Bei kleineren Mengen zu erwärmender, auf erhöhten Druck gebrachter Flüssigkeit kann aber auch der gasförmige Zerlegungsluftstrom stromabwärts des Hauptwärmetauschers als Wärmeträger dienen.

[0020] Die Entscheidung, welcher der oben genannten Wärmeträger im Einzelfall der geeignete ist, ist unter anderem von den apparativen Gegebenheiten, d.h. von der Anordnung der Verrohrungen, und von den Temperaturverhältnissen der beteiligten Gas- bzw. Flüssigkeitsströme abhängig.

[0021] Werden unterschiedliche flüssige Fraktionen durch Rektifikation gewonnen und anschließend innenverdichtet, so ist es aus apparativen Gründen häufig günstiger, die Innenverdichtungsströme in indirektem Wärmeaustausch mit der komprimierten Einsatzluft zu erwärmen. Durch die im Vergleich zu den Produkten naturgemäß deutlich größere Menge an Einsatzluft können mehrere Innenverdichtungsströme in einem Vorwärmetauscher gegen die verdichtete Einsatzluft erwärmt werden. Dies erlaubt eine einfachere Ausführung der Anlage und eine Einsparung an Vorwärmetauschern.

[0022] Die Verwendung von Einsatzluft als Wärmeträger zur Erwärmung der innenverdichteten Flüssigkeitsströme hat gegenüber der Verwendung der Produktströme aus der Rektifikation neben der oben erwähnten Einsparung an Vorwärmetauschern insbesondere dann Vorteile, wenn die Temperatur der Einsatzluft stromabwärts des Hauptwärmetauschers höher ist als die der Produktströme. Sind umgekehrt die Produktströme aus dem Rektifikationssystem wärmer als der Einsatzluftstrom, so werden die innenverdichteten Flüssigkeitsprodukte vorteilhaft in indirektem Wärmeaustausch mit diesen Produktströmen erwärmt.

[0023] Die flüssigen Produktströme werden aus dem Rektifikationssystem unter überatmosphärischen Druck gewonnen und anschließend in die unter Normaldruck stehenden Tanks eingeleitet. Bei der dabei auftretenden Entspannung verdampft ein Teil der flüssigen Produkte und geht somit als Flüssigkeit verloren. Bei der Erwärmung der innenverdichteten Flüssigkeiten im Wärmeaustausch mit den Produktströmen aus dem Rektifikationssystem werden letztere vor der Einleitung in die Tanks gekühlt, wodurch die beschriebenen Verluste bei der Entspannung der Flüssigkeiten, die sogenannten Flashverluste, geringer ausfallen.

[0024] Von Vorzug werden Sauerstoff und/oder Stickstoff als flüssige Produkte aus dem Rektifikationssystem abgezogen, in einen Tank geleitet, zumindest teilweise wieder aus dem Tank entnommen, in flüssigem Aggregatzustand verdichtet und anschließend erwärmt und verdampft.

[0025] Es hat sich gezeigt, daß bei einer Erwärmung der auf erhöhten Druck gebrachten flüssigen Fraktion in

indirektem Wärmeaustausch mit einer in dem Rektifiziersystem gewonnenen Fraktion eine Temperaturerhöhung der auf erhöhten Druck gebrachten, flüssigen Fraktion in dem Vorwärmetauscher auf bis zu 1 bis 1,5 K unterhalb der Siedetemperatur der in dem Rektifiziersystem gewonnenen Fraktion günstig ist. Auf diese Weise wird eine Verflüssigung der Zerlegungsluft bei der sich anschließenden Verdampfung der auf erhöhten Druck gebrachten, flüssigen Fraktion im Hauptwärmetauscher vermieden und die technische Ausführung des Vor- und des Hauptwärmetauschers kann relativ einfach gehalten werden.

[0026] Wird die auf erhöhten Druck gebrachten flüssigen Fraktion in indirektem Wärmeaustausch mit der aus dem Hauptwärmetauscher austretenden Einsatzluft, insbesondere mit dem Drosselstrom, erwärmt, so sind stärkere Temperaturerhöhungen möglich. Vorzugsweise wird in diesem Fall die auf erhöhten Druck gebrachten flüssigen Fraktion auf die gleiche Temperatur gebracht wie die anderen vom kalten Ende her in den Hauptwärmetauscher geführten Ströme. Dadurch wird die Gestaltung des Hauptwärmetauschers einfacher.

[0027] Bei einer Betriebsstörung wird erfindungsgemäß ein Teil der flüssigen Fraktion aus dem Tank entnommen und einem Notverdampfer zugeführt. Der Flüssigkeitsstrom zu dem Vorwärmetauscher, der im Normalbetrieb die innenverdichtete Flüssigkeit erwärmt, wird dabei vorzugsweise unterbrochen. In dem Notverdampfer wird die flüssige Fraktion von Vorteil mit Umgebungsluft oder Wasser als Wärmeträger verdampft.

[0028] Neben dem Verfahren zur Tieftemperaturluftzerlegung bezieht sich die Erfindung auch auf eine entsprechende Vorrichtung, welche ein Rektifiziersystem mit einer Einsatzluftleitung umfaßt, die in einen Hauptwärmetauscher und von diesem in das Rektifiziersystem führt, mit einer Leitung zur Entnahme einer flüssigen Fraktion aus dem Rektifiziersystem und zu deren Einleitung in einen Tank, mit einer Flüssigproduktleitung für die flüssige Fraktion von dem Tank zu einem Vorwärmetauscher, einer Verbindung zwischen dem Vorwärmetauscher und dem Hauptwärmetauscher, einer Produktleitung zur Entnahme der verdampften flüssigen Fraktion als gasförmiges Druckprodukt, einer in der Flüssigproduktleitung angeordneten Vorrichtung zur Druckerhöhung der flüssigen Fraktion, und einer stromabwärts der Vorrichtung zur Druckerhöhung der flüssigen Fraktion abzweigenden Leitung zu einer Verdampfungsvorrichtung zur Notversorgung.

[0029] Vorteilhaft ist der Vorwärmetauscher in der Leitung zur Entnahme des Flüssigproduktes aus dem Rektifiziersystem angeordnet, so daß das mittels der Vorrichtung zur Druckerhöhung auf erhöhten Druck gebrachte Flüssigprodukt durch das von dem Rektifiziersystem in den Tank geleitete Produkt erwärmt wird. Ebenfalls günstig ist es, den Vorwärmetauscher in der

Einsatzluftleitung stromabwärts des Hauptwärmetauschers vorzusehen, so daß die aus dem Hauptwärmetauscher austretende Einsatzluft zur Vorerwärmung genutzt werden kann. In diesem Fall ist es besonders günstig, den Vorwärmetauscher und den Hauptwärmetauscher zu einem einzigen Bauteil zusammenzufassen, d.h. einen Wärmetauscherblock vorzusehen, in dem unterschiedliche Abschnitte die Funktionen des Vorwärmetauschers und die des Hauptwärmetauschers wahrnehmen.

[0030] Die Erfindung sowie weitere vorteilhafte Einzelheiten der Erfindung werden im folgenden anhand von in den Zeichnungen schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Hierbei zeigen:

Figur 1 eine erfindungsgemäße Luftzerlegungsanlage zur Gewinnung von Sauerstoff und Stickstoff unter erhöhtem Druck in Kombination mit einer Notversorgung und

Figur 2 eine Variante einer derartigen Anlage.

[0031] Die gereinigte Einsatzluft wird in einen Drosselstrom 1 mit einem Druck von 5 bis 70 bar und einen auf Drucksäulendruck verdichteten Zerlegungsluftstrom 31 aufgeteilt und in das Hauptwärmetauschersystem 2 eingeleitet. Der maximale Druck, auf den die Einsatzluft komprimiert werden kann, wird durch die Ausführung des Hauptwärmetauschers 2 bestimmt. In dem Hauptwärmetauscher 2 wird die gasförmige Zerlegungsluft 31 etwa auf ihren Taupunkt abgekühlt und über Leitung 3 der Drucksäule 4 des Rektifiziersystems zugeführt. Der Drosselluftstrom 1 wird, soweit es der Q-T-Verlauf zuläßt, ebenfalls abgekühlt. Das Rektifiziersystem umfaßt unter anderem noch eine Niederdrucksäule 5, die bei einem Druck zwischen 1,1 und 3 bar, vorzugsweise zwischen 1,3 und 1,7 bar, betrieben wird. Die Drucksäule 4 und die Niederdrucksäule 5 stehen über den Hauptkondensator 6 in thermischem Kontakt.

[0032] Gasförmiger Stickstoff 7 aus dem Kopf der Drucksäule 4 wird im Hauptkondensator 6 im Wärmeaustausch mit flüssigem Sauerstoff, der über Leitung 8 dem Sumpf der Niederdrucksäule 5 entnommen wird, verflüssigt. Der dabei verdampfende Sauerstoff wird über Leitung 15 wieder in die Niederdrucksäule 5 eingeleitet. Der flüssige Stickstoff wird zum einen als Rücklaufflüssigkeit 9 auf die Drucksäule 4 aufgegeben, zum anderen über den Vorwärmetauscher 10 einem Flüssigkeitsabscheider 11 zugeführt. Ein Teil der in dem Abscheider 11 anfallenden Flüssigkeit wird als Rücklaufflüssigkeit 14 für die Niederdrucksäule 5 verwendet, der restliche, flüssige Stickstoff, der unter dem Kopfdruck der Niederdrucksäule 5 steht, wird über Leitung 12 in einen Flüssigstickstofftank 13 entspannt. Der Flüssigstickstoff steht im Tank 13 vorzugsweise unter Atmosphärendruck. In dem Vorwärmetauscher 10 wird die Temperatur des Stickstoffs erniedrigt, so daß die aufgrund der Druckerniedrigung beim Einleiten des

Flüssigstickstoffs in den Tank 13 entstehenden Verdampfungsverluste nur sehr gering sind.

[0033] Aus dem Sumpf der Niederdrucksäule 5 wird flüssiger Sauerstoff 8 entnommen und zu einem Teil dem Hauptkondensator 6 zugeführt, zum anderen Teil in einem Vorwärmetauscher 16 unterkühlt. Der unterkühlte flüssige Sauerstoff wird in einen Flüssigsauerstofftank 17 eingeleitet, in dem der Sauerstoff unter Atmosphärendruck gelagert wird.

[0034] Der Flüssigstickstoff aus dem Tank 13 wird mittels der Pumpe 18 auf einen Druck von bis zu 200 bar gebracht und anschließend zum Vorwärmetauscher 10 geleitet (Leitung 19). Im Vorwärmetauscher 10 wird der Druckstickstoff, der eine Temperatur von beispielsweise 80 K besitzt, im Gegenstrom mit dem aus dem Hauptkondensator 6 abgezogenen Stickstoff auf etwa 95 K erwärmt. Der so erwärmte Druckstickstoff wird über Leitung 20 zum Hauptwärmetauscher 2 geleitet. Vor dem Hauptwärmetauscher 2 verzweigt sich die Leitung 20 in die in den Wärmetauscher 2 führenden Leitungen 21a und 21b. Über die Leitung 21a wird der unter hohem Druck stehende Stickstoff direkt in den Wärmetauscher 2 geleitet, dort verdampft und kann anschließend über Leitung 22a als Hochdruckprodukt mit einem Druck von vorzugsweise bis zu 60 bar entnommen werden. Der Druck des in den Hauptwärmetauscher 2 geleiteten Stickstoffs kann auch höher als 60 bar liegen, der Maximaldruck wird jedoch durch die Druckbeständigkeit des Wärmetauschers 2 bestimmt. In Leitung 21b kann ein Teil des Druckstickstoffs 20 entspannt, dann verdampft und über Leitung 22b als gasförmiges Produkt mittleren Druckes entnommen werden.

[0035] Zumindest ein Teil des in dem Tank 17 gelagerten Sauerstoffs wird in analoger Weise durch die beiden Pumpen 23a und 23b innenverdichtet. In dem Vorwärmetauscher 16 werden die beiden auf erhöhten Druck gebrachten Sauerstoffströme durch Wärmetausch mit dem aus dem Sumpf der Niederdrucksäule 5 gewonnenen Sauerstoffstrom erwärmt. Nach der Verdampfung des innenverdichteten Sauerstoffs im Hauptwärmetauscher 2 wird über die Leitungen 24a und 24b gasförmiger Sauerstoff erhöhten Druckes abgezogen.

[0036] Für den Fall, daß der ordnungsgemäße Betrieb der Anlage nicht mehr aufrechterhalten werden kann, beispielsweise bei Ausfall einer Komponente der Luftzerlegungsanlage, wird die weitere Versorgung mit Sauerstoff und Stickstoff über eine Notversorgung sichergestellt. Die Notversorgung wird auch dann eingesetzt, wenn der Bedarf an gasförmigem Produkt kurzfristig die Produktion übersteigt. Hierzu wird aus dem Tank 13 flüssiger Stickstoff mit Hilfe der Pumpe 18 zu einem Wasserbadverdampfer 25 gepumpt und dort verdampft. Analog kann mittels der Pumpen 23a und 23b flüssiger Sauerstoff den Verdampfern 26a bzw. 26b zugeführt werden, in denen der Sauerstoff gegen Umgebungsluft oder Wasser verdampft wird.

[0037] Figur 2 zeigt eine Variante der erfindungsgemäßen Luftzerlegungsanlage, wobei in den Figuren 1

und 2 gleiche Anlagenteile mit gleichen Bezugsziffern bezeichnet sind. Die Anlage gemäß Figur 2 unterscheidet sich von der in Figur 1 dargestellten Anlage im wesentlichen darin, daß nunmehr die mit den Pumpen 18 und 23 innenverdichteten Produktströme im Vorwärmetauscher 30 gegen den am kalten Ende des Hauptwärmetauschers 2 austretenden Drosselluftstrom 1 erwärmt werden. Die Vorwärmetauscher 10 und 16 zur Erwärmung des innenverdichteten Stickstoffs bzw. Sauerstoffs gegen die entsprechenden aus der Niederdrucksäule 5 abgezogenen Produktströme entfallen.

[0038] Die anhand von Figur 2 beschriebene Variante ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn die aus dem Hauptwärmetauscher 2 austretende, komprimierte Drosselluft wärmer als die Rektifikationsprodukte ist. So wird eine bessere Vorerwärmung der unter erhöhtem Druck stehenden Flüssigprodukte erzielt und der apparative Aufwand wird geringer, da anstatt zwei Vorwärmetauschern nur ein Vorwärmetauscher notwendig ist

Patentansprüche

1. Verfahren zur Tieftemperaturluftzerlegung von Luft durch Rektifikation, wobei
 - verdichtete Einsatzluft in einem Hauptwärmetauscher abgekühlt und einem Rektifiziersystem zugeführt wird,
 - eine flüssige Fraktion in dem Rektifiziersystem gewonnen und in einem Tank gespeichert wird,
 - zumindest ein Teil der flüssigen Fraktion aus dem Tank entnommen und auf einen erhöhten Druck gebracht wird, und im normalen Betrieb
 - die auf erhöhten Druck gebrachte flüssige Fraktion in einem Vorwärmetauscher erwärmt und in dem Hauptwärmetauscher verdampft wird,
 - wobei Produktgas unter erhöhtem Druck gewonnen wird, während bei einer Betriebsstörung
 - zumindest ein Teil des Flüssigproduktes aus dem Tank entnommen, verdampft und zur Notversorgung verwendet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die auf erhöhten Druck gebrachte flüssige Fraktion in indirektem Wärmeaustausch mit einer in dem Rektifiziersystem gewonnenen Fraktion erwärmt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die auf erhöhten Druck gebrachte flüssige Fraktion in indirektem Wärmeaustausch mit der in den Tank geführten Fraktion erwärmt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, daß die auf erhöhten Druck gebrachte flüssige Fraktion in indirektem Wärmeaustausch mit der aus dem Hauptwärmetauscher austretenden, verdichteten Einsatzluft erwärmt wird.

5

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß Sauerstoff als flüssige Fraktion gewonnen wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß Stickstoff als flüssige Fraktion gewonnen wird.

10

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Betriebsstörung die flüssige Fraktion in indirektem Wärmeaustausch mit Luft oder Wasser verdampft wird.

15

8. Vorrichtung zur Tieftemperaturzerlegung von Luft

20

- mit einem Rektifiziersystem,
- einer Einsatzluftleitung, die in einen Hauptwärmetauscher und von diesem in das Rektifiziersystem führt
- mit einer Leitung zur Entnahme einer flüssigen Fraktion aus dem Rektifiziersystem und zu deren Einleitung in einen Tank,
- einer Flüssigproduktleitung für die flüssige Fraktion von dem Tank zu einem Vorwärmetauscher,
- einer Verbindung zwischen dem Vorwärmetauscher und dem Hauptwärmetauscher,
- einer Produktleitung zur Entnahme der verdampften flüssigen Fraktion als gasförmiges Druckprodukt aus dem Hauptwärmetauscher,
- einer in der Flüssigproduktleitung angeordneten Vorrichtung zur Druckerhöhung der flüssigen Fraktion,
- und einer stromabwärts der Vorrichtung zur Druckerhöhung der flüssigen Fraktion von der Flüssigproduktleitung abzweigenden Leitung zu einer Verdampfungsvorrichtung zur Notversorgung.

25

30

35

40

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorwärmetauscher in der Leitung zur Entnahme der flüssigen Fraktion aus dem Rektifiziersystem angeordnet ist.

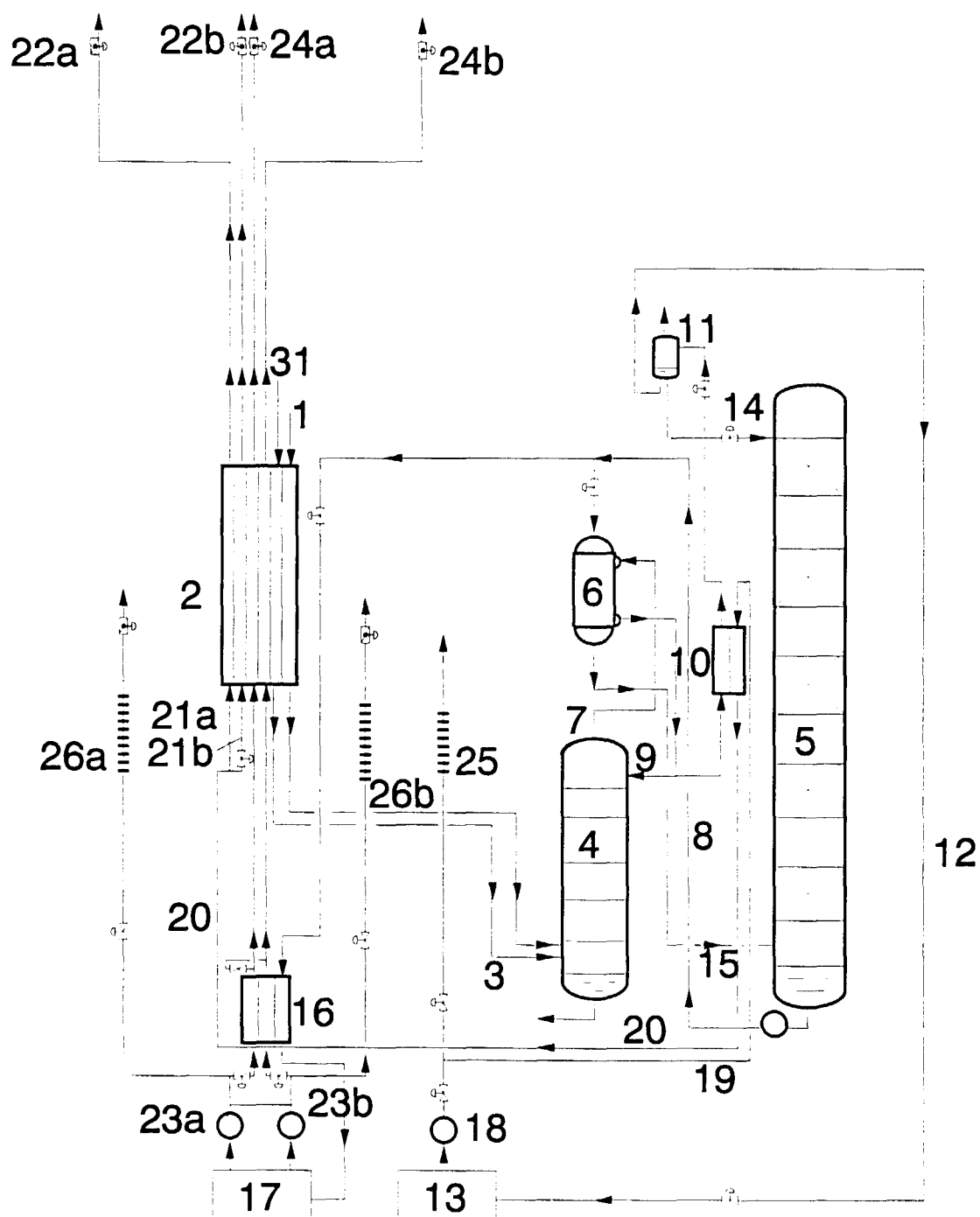
45

10. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorwärmetauscher in der Einsatzluftleitung stromabwärts des Hauptwärmetauschers angeordnet ist.

50

55

Figur 1



Figur 2

