

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 942 246 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
15.09.1999 Patentblatt 1999/37

(51) Int. Cl.⁶: **F25J 3/02**, F25J 3/04

(21) Anmeldenummer: 98113198.0

(22) Anmeldetag: 15.07.1998

(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

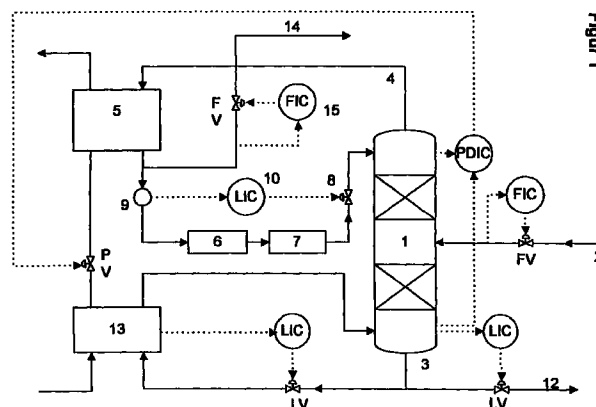
(30) Priorität: 11.03.1998 DE 19810535

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

(72) Erfinder:
• Kröner, Andreas, Dipl.-Ing.
82515 Wolfratshausen (DE)
• Zapp, Gerhard, Dipl.-Ing.
82049 Pullach (DE)

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Luftzerlegung

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Zerlegung eines Gasgemisches durch Tieftemperaturrektifikation, bei dem am Kopf einer Destillationskolonne (1) eine leichterflüchtige Kopffraktion gewonnen wird, zumindest ein Teil (4) der Kopffraktion zu einem Wärmetauscher (5) geleitet, in dem Wärmetauscher (5) in indirektem Wärmeaustausch mit einem Kühlmedium zumindest teilweise verflüssigt wird und das Kondensat über eine Rückleitung (6,7) zur Destillationskolonne (1) geleitet wird, wobei zumindest ein Teil des Kondensats in der Rückleitung (6,7) aufgestaut wird.



Figur 1

EP 0 942 246 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Zerlegung eines Gasgemisches durch Tieftemperaturrektifikation, bei dem am Kopf einer Destillationskolonne eine leichterflüchtige Kopffraktion gewonnen wird, zumindest ein Teil der Kopffraktion zu einem Wärmetauscher geleitet wird, in dem Wärmetauscher in indirektem Wärmeaustausch mit einem Kühlmedium zumindest teilweise verflüssigt wird und das dabei entstehende Kondensat über eine Rückleitung zur Destillationskolonne geleitet wird. Ferner bezieht sich die Erfindung auf eine Vorrichtung zur Zerlegung eines Gasgemisches durch Tieftemperaturrektifikation mit mindestens einer Destillationskolonne und einem Wärmetauscher, wobei der Wärmetauscher über eine Zuleitung für Dampf und eine Rückleitung für Kondensat mit dem oberen Teil der Destillationskolonne verbunden ist.

[0002] In Tieftemperaturrektifikationsanlagen mit Argongewinnung wird in der Regel die Einsatzluft zunächst in einer Doppelsäule zerlegt, wobei sich Argon im mittleren Teil der Niederdruckkolonne anreichert. Aus diesem Bereich wird eine Gasfraktion entnommen, die im wesentlichen aus Sauerstoff und Argon besteht, und zur weiteren Rektifikation einer Rohargonsäule zugeführt. In der Rohargonsäule wird das Rohargon vom Sauerstoff befreit und anschließend zur Stickstoffentfernung in eine Reinargonsäule geleitet.

[0003] Um die Rektifikation in der Reinargonsäule zu betreiben, muß dafür gesorgt werden, daß am Kopf der Säule genügend Rücklauf erzeugt wird. Hierzu wird das am Kopf der Reinargonsäule gewonnene, im wesentlichen aus Stickstoff bestehende Gasgemisch einem Wärmetauscher zugeführt, in diesem in indirektem Wärmeaustausch mit einem Kühlmedium zumindest teilweise verflüssigt und das dabei entstehende Kondensat wieder als Rücklaufflüssigkeit auf die Reinargonsäule aufgegeben. Ein derartiges Verfahren ist beispielsweise aus der EP-A-0 669 509 bekannt.

[0004] Aus konstruktiven und mechanischen Gründen ist es oft sinnvoll, den Wärmetauscher, der als Kondensator für die Reinargonsäule dient, nicht direkt an den Kopf der Reinargonsäule zu setzen, sondern von der Reinargonsäule beabstandet vorzusehen. In diesem Fall wird die gasförmige Kopffraktion der Reinargonsäule über eine Zuleitung in den Wärmetauscher geleitet und das Kondensat über eine Rückleitung wieder zur Reinargonsäule zurückgeführt.

[0005] Es hat sich allerdings gezeigt, daß bei beabstandeten Wärmetauschern schon geringe Mengenänderungen der gasförmigen Kopffraktion zu einem instabilen Verhalten der Reinargonsäule führen können. Die gleichen Probleme können bei allen Kolonnen, nicht nur Reinargonsäulen, auftreten, bei denen das im Wärmetauscher erzeugte Kondensat über eine Rückleitung zur Kolonne zurückgeführt wird.

[0006] Aufgabe vorliegender Erfindung ist es daher, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs

genannten Art dahingehend zu verbessern, daß der Rektifikationsprozeß in der Destillationskolonne auch bei Mengenänderungen der dem Wärmetauscher zugeführten Gasmenge im wesentlichen stabil verläuft.

[0007] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß zumindest ein Teil des Kondensats in der Rückleitung aufgestaut wird.

[0008] Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, daß aufgrund der Strömungswiderstände und der Speichereigenschaft für Flüssigkeiten in den Leitungen zu und vom Wärmetauscher auch geringfügige Änderungen der dem Wärmetauscher zugeleiteten Gasmenge, wie sie beispielsweise aufgrund von Zulauf- oder Druckschwankungen entstehen können, totzeitbehaftet auf die Menge an Rücklaufflüssigkeit übertragen werden. Die dabei entstehenden Totzeiten sind besonders groß, wenn die Strömungsgeschwindigkeit klein und / oder die Leitungslänge groß ist. Diese Totzeiten führen dazu, daß in der Destillationskolonne das Rücklaufverhältnis, d.h. das Verhältnis von Rücklaufmenge zu Gasmenge schwankt, so daß Abweichungen von den optimalen Betriebsbedingungen der Destillationskolonne auftreten.

[0009] Durch das erfindungsgemäße Aufstauen von Kondensat in der Rückleitung wird eine Änderung der dem Wärmetauscher zugeführten Gasmenge, die aufgrund der hohen Strömungsgeschwindigkeit des Gases sehr schnell zu entsprechenden Mengenänderungen am Wärmetauschereingang führt, schneller als bisher auf die Rücklaufmenge in die Destillationskolonne übertragen. Durch den Teil der Rückleitung, in dem Kondensat aufgestaut ist, werden Mengenänderungen ohne merkliche Strömungstotzeiten übertragen. Bisher pflanzte sich dagegen eine derartige Änderung nur mit der Fließ- oder Tropfgeschwindigkeit des Kondensats durch die Rückleitung fort. Das Rücklaufverhältnis in der Destillationskolonne wird so erfindungsgemäß stets auf dem optimalen Wert gehalten.

[0010] Das erfindungsgemäße Aufstauen von Kondensat erfolgt nicht in einem eigens hierfür vorgesehenen Speicherbehälter, sondern in der ohnehin vorhandenen Rückleitung. Unter dem Begriff Rückleitung wird eine Leitung verstanden, die bei dem eingangs beschriebenen Verfahren zwingend erforderlich ist, deren Größe und Durchmesser in der Regel an den Umsatz des Wärmetauschers angepaßt sind und deren Länge meist sehr viel größer ist als deren Durchmesser.

[0011] Von Vorteil wird in mehr als 50 %, bevorzugt mehr als 75 %, besonders bevorzugt mehr als 90 %, des Volumens der Rückleitung Kondensat aufgestaut. Je mehr Volumen der Rückleitung mit Kondensat gefüllt ist, eine desto kürzere Strömungstotzeit in der Rücklaufmenge in die Destillationskolonne stellt sich ein.

[0012] Vorzugsweise wird die Menge des aus der Rückleitung in die Destillationskolonne geleiteten Kondensats in Abhängigkeit von der Menge des in der Rücklaufleitung aufgestauten Kondensats geregelt. Hierzu kann beispielsweise am Ausgang der Rücklei-

tung, d.h. unmittelbar vor der Destillationskolonne, ein Ventil angeordnet sein. Dieses erhält sein Stellsignal beispielsweise von einem Füllstandsregler, welcher mit einem Sensor verbunden ist, der den Füllstand in der Rückleitung bestimmt.

[0013] Bei Störungen des Betriebs der Destillationskolonne, die zu einer Erhöhung der am Kopf der Destillationskolonne entstehenden Gasmenge führen, tritt aus dem Wärmetauscher eine größere Menge an Kondensat aus, wodurch auch die in der Rückleitung aufgestaute Kondensatmenge ansteigt. Der Anstieg der in der Rückleitung aufgestauten Kondensatmenge wird erfaßt und bewirkt, z.B. durch stärkere Öffnung eines in der Rückleitung angebrachten Ventils, eine Erhöhung der aus der Rückleitung in die Destillationskolonne fließenden Kondensatmenge. Bei einer Verringerung der am Kopf der Destillationskolonne austretenden Gasmenge wird in analoger Weise verfahren. Das Rücklaufverhältnis in der Destillationskolonne bleibt so auch bei Betriebsstörungen, wie z.B. Druck- oder Zulaufschwankungen, konstant.

[0014] Vorzugsweise wird die Kopffraktion in dem Wärmetauscher in indirektem Wärmeaustausch mit einer sauerstoffhaltigen Fraktion verflüssigt.

[0015] Von Vorteil wird neben der Kopffraktion eine weitere Fraktion in indirektem Wärmeaustausch mit dem Kühlmedium abgekühlt oder zumindest teilweise verflüssigt. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die weitere Fraktion in dem Wärmetauscher in indirektem Wärmeaustausch mit dem Kühlmedium abgekühlt oder zumindest teilweise verflüssigt wird. Durch die Erfindung werden die eingangs beschriebenen Nachteile hinsichtlich Totzeiten und Zeitverzögerungen, die bisher bei Wärmetauschern bzw. Kondensator-Verdampfern auftraten, die nicht unmittelbar an der Destillationskolonne angeordnet sind, vermieden. Besonders sinnvoll ist es daher, einen gemeinsamen Wärmetauscher für zwei zu kondensierende Fraktionen, beispielsweise die Kopffraktion der Rohargonsäule und die Kopffraktion der Reinargonsäule, vorzusehen. Ein Wärmetauscher mit getrennten Passagen für die beiden zu kondensierenden Fraktionen und das Kühlmedium ist kostengünstiger als zwei separate Wärmetauscher.

[0016] Die Erfindung ist insbesondere in den Fällen vorteilhaft, in denen zumindest ein Teil der Kopffraktion gasförmig abgezogen wird. Die abgezogene Gasmenge kann in Abhängigkeit des Drucks oder des Durchflusses eingestellt werden. Vorzugsweise wird zumindest ein Teil der aus dem Wärmetauscher austretenden Kopffraktion gasförmig abgezogen. Besonders vorteilhaft ist es, wenn dieser Teil in Abhängigkeit vom Druck am Kopf der Destillationskolonne abgezogen wird. Bei dieser Verfahrensweise kann über die Regelung des Kopfdrucks der Destillationskolonne die Rektifikation in der Destillationskolonne auch bei Druck- und Mengenschwankungen weiter verbessert werden.

[0017] Die Erfindung eignet sich insbesondere bei Verfahren, bei denen ein mit Argon angereichertes Gas-

gemisch in einer Reinargonsäule zerlegt und am Kopf der Reinargonsäule eine im wesentlichen Stickstoff enthaltende Kopffraktion gewonnen wird, zumindest ein Teil der Kopffraktion zu einem Wärmetauscher geleitet, in dem Wärmetauscher in indirektem Wärmeaustausch mit einem Kühlmedium zumindest teilweise verflüssigt wird und das dabei entstehende Kondensat über eine Rückleitung zur Reinargonsäule geleitet wird, wobei zumindest ein Teil des Kondensats in der Rückleitung aufgestaut wird.

[0018] Bei Verfahren zur Gewinnung von Reinargon, bei denen zunächst eine argonhaltige Fraktion in eine Rohargonsäule eingeleitet und an deren Kopf sauerstoffarmes Argon gewonnen wird und zumindest ein Teil des sauerstoffarmen Argons in indirektem Wärmeaustausch verflüssigt wird, ist es vorteilhaft, das sauerstoffarme Argon mit demselben Kühlmedium zumindest teilweise zu verflüssigen, mit dem die am Kopf der Reinargonsäule gewonnene Kopffraktion zumindest teilweise verflüssigt wird. Besonders günstig ist der Einsatz von Sauerstoff, bevorzugt von Sumpfflüssigkeit aus der Druckstufe einer Doppelsäule, als Kühlmedium.

[0019] Aus Kostengründen ist es besonders sinnvoll, die aus der Rohargonsäule und die aus der Reinargonsäule gewonnenen Kopffraktionen in demselben Wärmetauscher zumindest teilweise zu verflüssigen.

[0020] Neben dem Verfahren bezieht sich die Erfindung auch auf eine Vorrichtung zur Zerlegung eines Gasgemisches durch Tieftemperaturrektifikation mit mindestens einer Destillationskolonne und einem Wärmetauscher, wobei der Wärmetauscher über eine Zuleitung für Dampf und eine Rückleitung für Kondensat mit dem oberen Teil der Destillationskolonne verbunden ist.

[0021] Erfindungsgemäß befindet sich in dem mit der Destillationskolonne verbundenen Endbereich der Rückleitung ein Ventil, welches ein Stellsignal von einem Füllstandsregler erhält, der mit einer die in der Rückleitung gespeicherte Flüssigkeitsmenge messenden Meßvorrichtung verbunden ist.

[0022] Der Füllstandsregler ist mit einer die in der Rückleitung gespeicherte Flüssigkeitsmenge messenden Meßvorrichtung verbunden, die sich vorzugsweise in den ersten 50 %, besonders bevorzugt in den ersten 25 %, ganz besonders bevorzugt in den ersten 10 %, der Rückleitung, ausgehend vom Wärmetauscher, befindet.

[0023] Die Erfindung sowie weitere Einzelheiten der Erfindung werden im folgenden anhand von in den schematischen Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Hierbei zeigen

- Figur 1 einen Ausschnitt aus einem Verfahrensschema einer Luftzerlegungsanlage zur Gewinnung von Reinargon und
 Figur 2 eine Variante des in Figur 1 dargestellten Verfahrens.

[0024] Gemäß Figur 1 wird über Leitung 2 einer Rein-

argonsäule 1 ein im wesentlichen Argon und Stickstoff enthaltendes Gasgemisch zugeführt. In der Reinargonsäule 1 wird dieses Gemisch in Reinargon, welches am Sumpf 3 der Säule 1 abgezogen wird, und eine im wesentlichen aus Stickstoff bestehende Kopffraktion zerlegt. Die Sumpffraktion wird zum Teil über die Leitung 12 als Reinargonprodukt entnommen, zum Teil im Verdampfer 13 gegen flüssigen Rohsauerstoff aus dem Sumpf der nicht dargestellten Drucksäule verdampft und in das untere Drittel der Reinargonsäule 1 eingeleitet. Die in der Säule 1 entstehende Kopffraktion wird über Leitung 4 einem als Verdampfer-Kondensator arbeitenden Wärmetauscher 5 zugeleitet. In diesem Wärmetauscher 5 wird die Kopffraktion gegen den aus dem Wärmetauscher 13 austretenden, flüssigen Rohsauerstoff zumindest teilweise kondensiert.

[0025] Aus dem Wärmetauscher 5 tritt ein im wesentlichen aus Stickstoffkondensat und Restgas bestehendes Zwei-Phasen-Gemisch aus. Das Restgas wird über Leitung 14 in die Atmosphäre abgeführt, wobei die Regelung der abgegebenen Restgasmenge über einen Mengenregler 15 erfolgt. Das Kondensat wird über die Rückleitung, welche aus einem ersten Abschnitt 6 und einem zweiten Abschnitt 7 besteht, zurück zur Reinargonsäule 1 geleitet und im oberen Drittel dieser Säule 1 als Rücklaufflüssigkeit wieder aufgegeben. Der zweite Abschnitt 7 ist als U-Rohr ausgebildet, so daß sich im unteren Bogen des U-Rohres 7 das Kondensat sammelt und so den Austritt von Gas aus der Rückleitung 7 in die Reinargonsäule 1 verhindert.

[0026] Der in der Reinargonsäule 1 erlaubte Druck ist nach oben durch den in der Rohargonsäule herrschenden Druck von etwa 1,2 bis 1,5 bar beschränkt, da ansonsten die Zufuhr von Rohargon in die Reinargonsäule 1 ohne Hilfsmittel nicht möglich wäre. Zum anderen muß der Druck in der Reinargonsäule 1 zumindest so groß wie der Atmosphärendruck sein, um beispielsweise Restgas über Leitung 14 an die Umgebung abgeben zu können, ohne dabei Falschluf einzuziehen. Aufgrund dieses engen erlaubten Druckbereichs ist es besonders wichtig, daß das Rücklaufverhältnis in der Reinargonsäule 1 immer am Optimum liegt. Dies gilt allgemein für alle Kolonnen, die in einem engen Druckbereich betrieben werden.

[0027] Am Ende des Abschnitts 7 befindet sich ein Ventil 8, welches sein Stellsignal von einem Füllstandsregler 10 erhält. Dieser steht mit einer unmittelbar nach dem Wärmetauscher 5 angeordneten Meßstelle 9 in Verbindung. Mit der Meßvorrichtung 9 wird der Flüssigkeitsstand in der Rückleitung 6, 7 gemessen. Nahezu in der gesamten Rückleitung 6, 7 wird Kondensat aufgestaut.

[0028] Fällt in der Reinargonsäule 1 eine erhöhte Gasmenge am Kopf der Säule 1 an, so entsteht als Reaktion darauf am Ausgang des Wärmetauschers 5 eine erhöhte Menge Kondensat. Dadurch steigt der Flüssigkeitsstand in der Leitung 6, 7 an. Dies wird durch die Meßvorrichtung 9 registriert und ein entsprechen-

des Signal an den Füllstandsregler 10 abgegeben. Aufgrund eines Regelalgorithmus wird das Ventil 8 daraufhin weiter geöffnet, so daß sich die aus der Rückleitung 7 austretende Kondensatmenge und damit der Rücklauf in der Säule 1 erhöht. Das Rücklaufverhältnis in der Säule 1 bleibt dadurch konstant. Entsprechendes gilt auch für eine reduzierte Gasmenge am Kopf der Säule 1.

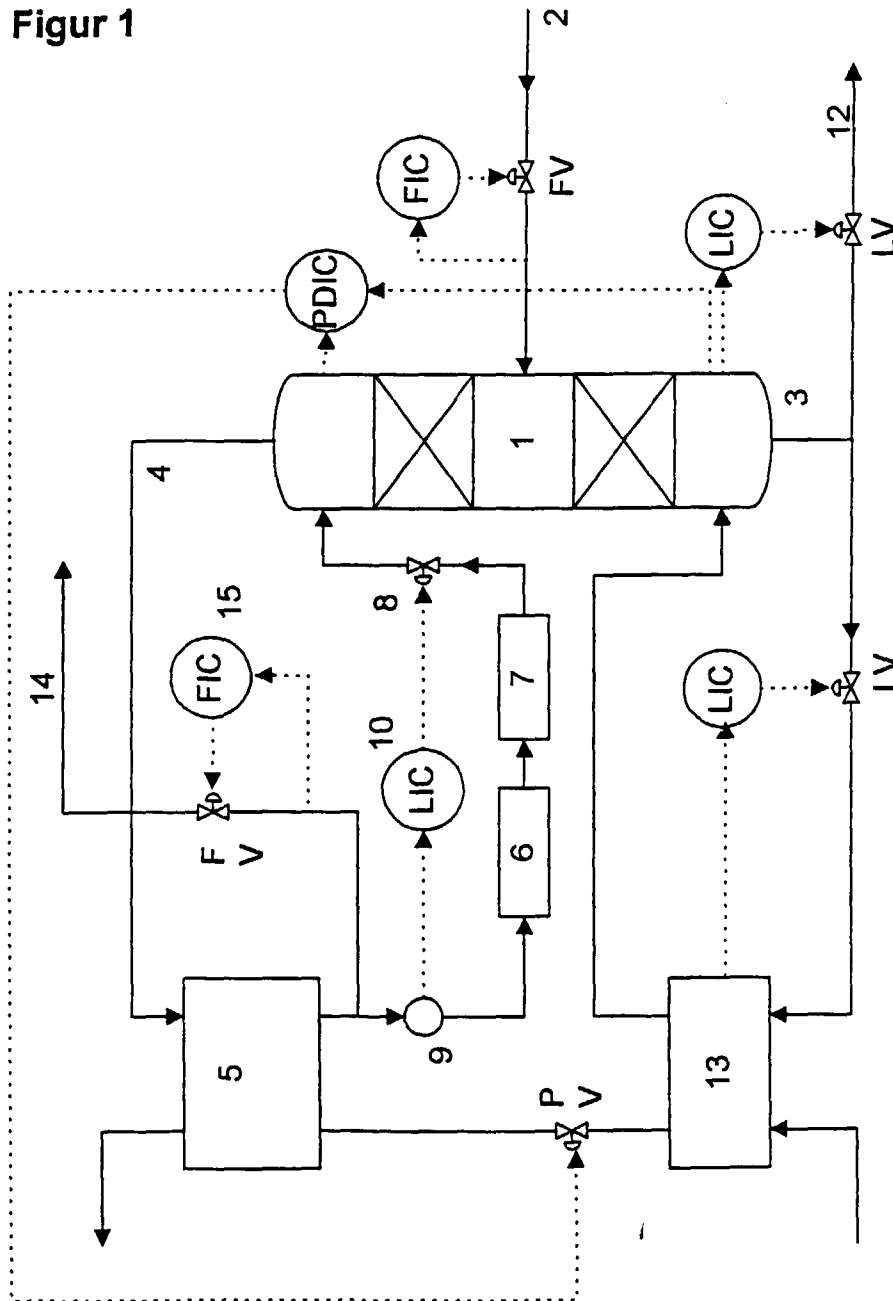
[0029] Das in Figur 2 gezeigte Verfahrensschema unterscheidet sich von dem in Figur 1 dargestellten Schema darin, daß die an die Atmosphäre abgeführte Restgasmenge nicht über einen Mengenregler 15, sondern über einen Druckregler 11 in Abhängigkeit vom Druck am Kopf der Reinargonsäule 1 eingestellt wird. Durch diese Druckregelung werden Instabilitäten des Rektifikationsprozesses in der Reinargonsäule 1 zusätzlich verringert.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Zerlegung eines Gasgemisches durch Tieftemperaturrektifikation bei dem am Kopf einer Destillationskolonne eine leichterflüchtige Kopffraktion gewonnen wird, zumindest ein Teil der Kopffraktion zu einem Wärmetauscher geleitet wird, in dem Wärmetauscher in indirektem Wärmeaustausch mit einem Kühlmedium zumindest teilweise verflüssigt wird und das dabei entstehende Kondensat über eine Rückleitung zur Destillationskolonne geleitet wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest ein Teil des Kondensats in der Rückleitung (6, 7) aufgestaut wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in mehr als 50 %, bevorzugt mehr als 75 %, besonders bevorzugt mehr als 90 %, des Volumens der Rückleitung (6, 7) Kondensat aufgestaut wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Menge des aus der Rückleitung (6, 7) in die Destillationskolonne (1) geleiteten Kondensats in Abhängigkeit von der Menge des in der Rücklaufleitung (6, 7) aufgestauten Kondensats geregelt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kopffraktion in dem Wärmetauscher (5) in indirektem Wärmeaustausch mit einer sauerstoffhaltigen Fraktion verflüssigt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine weitere Fraktion in indirektem Wärmeaustausch mit dem Kühlmedium abgekühlt oder zumindest teilweise verflüssigt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die weitere Fraktion in dem Wärmetauscher (5) in indirektem Wärmeaustausch mit dem Kühlmedium abgekühlt oder zumindest teilweise verflüssigt wird. 5
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß sich der in der Destillationskolonne maximal und minimal zulässige Druck um weniger als 1 bar, bevorzugt weniger als 0,5 bar, besonders bevorzugt um weniger als 0,2 bar unterscheiden. 10
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teil der Kopffraktion gasförmig abgezogen wird. 15
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teil der Kopffraktion in Abhängigkeit vom Druck am Kopf der Destillationskolonne (1) gasförmig abgezogen wird. 20
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein mit Argon angereichertes Gasgemisch in einer Reinargonsäule (1) zerlegt und am Kopf der Reinargonsäule (1) eine im wesentlichen Stickstoff enthaltende Kopffraktion gewonnen wird, zumindest ein Teil der Kopffraktion zu einem Wärmetauscher (5) geleitet, in dem Wärmetauscher (5) in indirektem Wärmeaustausch mit einem Kühlmedium zumindest teilweise verflüssigt wird und das dabei entstehende Kondensat über eine Rückleitung (6, 7) zur Reinargonsäule (1) geleitet wird, wobei zumindest ein Teil des Kondensats in der Rückleitung (6, 7) aufgestaut wird. 25 30 35
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß eine argonhaltige Fraktion in eine Rohargonsäule eingeleitet und an deren Kopf sauerstoffarmes Argon gewonnen wird und zumindest ein Teil des sauerstoffarmen Argons in indirektem Wärmeaustausch mit demselben Kühlmedium zumindest teilweise verflüssigt wird, mit dem die am Kopf der Reinargonsäule (1) gewonnene Kopffraktion zumindest teilweise verflüssigt wird. 40 45
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die aus der Rohargonsäule und die aus der Reinargonsäule (1) gewonnenen Kopffractionen in demselben Wärmetauscher (5) zumindest teilweise verflüssigt werden. 50
13. Vorrichtung zur Zerlegung eines Gasgemisches durch Tieftemperaturrektifikation mit mindestens einer Destillationskolonne und einem Wärmetauscher, wobei der Wärmetauscher über eine Zuleitung für Dampf und eine Rückleitung für Kondensat mit dem oberen Teil der Destillationskolonne verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich in dem mit der Destillationskolonne (1) verbundenen Endbereich der Rückleitung (7) ein Ventil (8) befindet, welches ein Stellsignal von einem Füllstandsregler (10) erhält, der mit einer die in der Rückleitung (6, 7) gespeicherte Flüssigkeitsmenge messenden Meßvorrichtung (9) verbunden ist. 55
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Meßvorrichtung (9) in den ersten 50 %, bevorzugt ersten 25 %, besonders bevorzugt ersten 10 %, der Rückleitung (6, 7), ausgehend vom Wärmetauscher (5), befindet.

Figur 1



Figur 2

