



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
01.12.2004 Patentblatt 2004/49

(51) Int Cl.7: **F25J 3/04**

(21) Anmeldenummer: **04011942.2**

(22) Anmeldetag: **19.05.2004**

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

(72) Erfinder:  
• **Kunz, Christian**  
81479 München (DE)  
• **Rottmann, Dietrich**  
81737 München (DE)

(30) Priorität: **28.05.2003 DE 10324542**  
**29.07.2003 DE 10334560**  
**02.10.2003 EP 03022546**

(74) Vertreter: **Imhof, Dietmar**  
**LINDE AG**  
**Zentrale Patentabteilung**  
**82049 Höllriegelskreuth (DE)**

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

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Gewinnung von Krypton und/oder Xenon durch Tieftemperaturzerlegung von Luft**

(57) Das Verfahren und die Vorrichtung dienen zur Gewinnung von Krypton und/oder Xenon durch Tieftemperaturzerlegung von Luft. Ein erster verdichteter und gereinigter Einsatzluftstrom (1) wird in ein Rektifiziersystem zur Stickstoff-Sauerstoff-Trennung eingeleitet, das mindestens eine Hochdrucksäule (2) und eine Niederdrucksäule (3) aufweist. Eine krypton- und xenonhaltige

Fraktion (26) wird einer Krypton-Xenon-Anreicherungssäule (24) zugeleitet. Der Krypton-Xenon-Anreicherungssäule (24) wird ein Krypton-Xenon-Konzentrat (30) entnommen. Ein zweiter verdichteter und gereinigter Einsatzluftstrom (103, 88) wird arbeitsleistend entspannt (87) und stromabwärts seiner arbeitsleistenden Entspannung (87) in die Krypton-Xenon-Anreicherungssäule (24) eingeleitet.

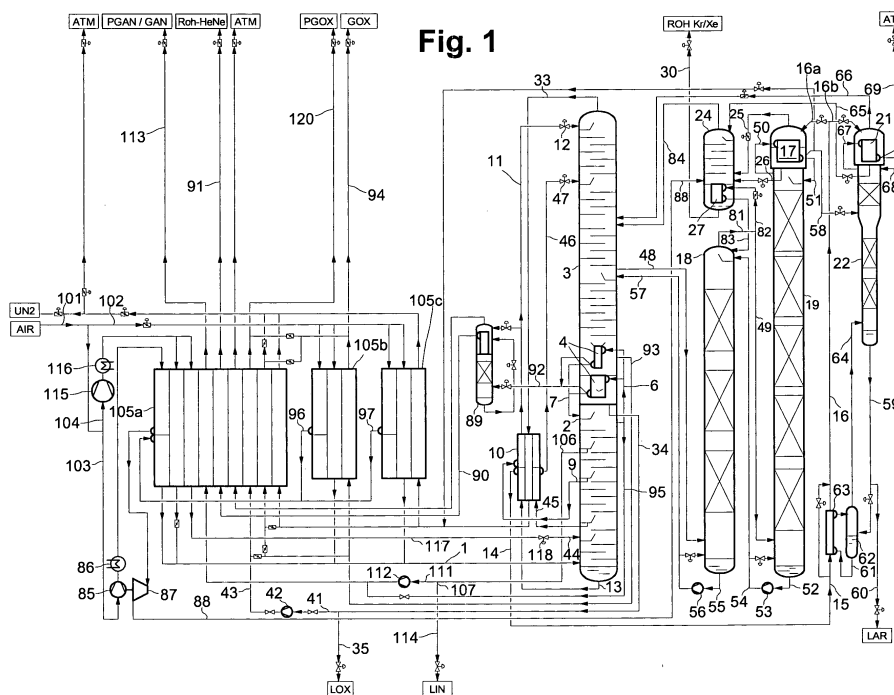


Fig. 1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Gewinnung von Krypton und/oder Xenon durch Tieftemperaturzerlegung von Luft gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Die Grundlagen der Tieftemperaturzerlegung von Luft im Allgemeinen sowie der Aufbau von Rektifiziersystemen zur Stickstoff-Sauerstoff-Trennung im Speziellen sind in der Monografie "Tieftemperaturtechnik" von Hausen/Linde (2. Auflage, 1985) und in einem Aufsatz von Latimer in Chemical Engineering Progress (Vol. 63, No.2, 1967, Seite 35) beschrieben. Bei Zwei-Säulen-Systemen wird die Hochdrucksäule unter einem höheren Druck als die Niederdrucksäule betrieben; die beiden Säulen stehen vorzugsweise in Wärmeaustauschbeziehung zueinander, beispielsweise über einen Hauptkondensator, in dem Kopfgas der Hochdrucksäule gegen verdampfende Sumpfflüssigkeit der Niederdrucksäule verflüssigt wird. Das Rektifiziersystem der Erfindung kann als klassisches Doppelsäulensystem ausgebildet sein, aber auch als Drei- oder Mehrsäulensystem. Zusätzlich zu den Kolonnen zur Stickstoff-Sauerstoff-Trennung können weitere Vorrichtungen zur Gewinnung anderer Luftkomponenten, insbesondere von Edelgasen vorhanden sein, beispielsweise eine Argongewinnung.

**[0003]** Ein Verfahren zur Gewinnung von Krypton und/oder Xenon durch Tieftemperaturzerlegung von Luft und eine entsprechende Vorrichtung sind aus DE 10000017 A1 bekannt. Hier wird eine krypton- und xenonhaltige Fraktion, nämlich die Sumpfflüssigkeit, aus der Hochdrucksäule der Doppelsäule zur Stickstoff-Sauerstoff-Trennung ohne konzentrationsverändernde Maßnahmen in eine weitere Säule geführt, die zur Krypton-Xenon-Gewinnung dient. Weitere einschlägige Verfahren sind in DE 2055099 (= US 3751934), H. Springmann, Linde-Berichte aus Technik und Wissenschaft, 39/1976, S. 48-54, DE 2605305 A, EP 1308680 A1 oder offenbart.

**[0004]** Prozesse der eingangs genannten Art sind in EP 96610 A und Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 5th Ed., Vol. A17, 1991, Seite 507 beschrieben. Kälte für den Ausgleich von Austauschverlusten und gegebenenfalls für die Produktverflüssigung wird hier durch arbeitsleistende Entspannung eines Einsatzluftstroms erzeugt. Die arbeitsleistend entspannte Luft wird in die Niederdrucksäule eingeleitet.

**[0005]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Krypton- und Xenon-Gewinnung weiter zu verbessern und insbesondere auf besonders wirtschaftliche Weise durchzuführen.

**[0006]** Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass der zweite Einsatzluftstrom stromabwärts seiner arbeitsleistenden Entspannung in die Krypton-Xenon-Anreicherungssäule eingeleitet wird.

**[0007]** Auf diese Weise kann auch das in der arbeitsleistend entspannten Luft enthaltene Krypton und Xe-

non in das Krypton-Xenon-Konzentrat geschleust werden. Er ergibt sich eine besonders hohe Ausbeute an Krypton und/oder Xenon. Dabei ist der Investitionsbedarf relativ gering, weil keine zusätzliche Säule für das Auswaschen von Krypton und Xenon aus der arbeitsleistend entspannten Luft benötigt wird, wie es bei EP 1308680 A1 (dortige Figur 4) der Fall ist, sondern diese Luft direkt in die ohnehin vorhandene Krypton-Xenon-Anreicherungssäule eingeleitet wird, die vorzugsweise einen Sumpfordampfer aufweist. Die Einspeisestelle der Luft liegt vorzugsweise im unteren Bereich der Krypton-Xenon-Anreicherungssäule, zum Beispiel unmittelbar oberhalb des Sumpfs oder ein bis fünf. vorzugsweise ein bis drei Böden darüber. Neben ihrer üblichen Funktion dient die Krypton-Xenon-Anreicherungssäule zusätzlich zum Auswaschen von Krypton und Xenon aus der Einsatzluft, die arbeitsleistend entspannt wurde.

**[0008]** Wenn bei dem erfindungsgemäßen Verfahren außerdem eine Rohargonrektifikation zur Argongewinnung vorgesehen ist, kann auf besonders günstige Weise aufsteigender Dampf für die Krypton-Xenon-Säule gebildet werden, indem der Sumpfordampfer der Krypton-Xenon-Anreicherungssäule mit einem argonangereicherten Dampf aus einem Zwischenbereich der Rohargonrektifikation betrieben wird. Dabei wird außerdem der Umsatz im argonreicheren Teil der Rohargonrektifikation vermindert, ohne dass die Argonausbeute nennenswert verringert würde. Die Rohargonsäule kann in diesem Bereich entsprechend schlanker und damit kostengünstiger ausgeführt werden.

**[0009]** Dieser Vorteil kann besonders effizient ausgenutzt werden, falls die Rohargonrektifikation in zwei oder mehr Rohargonsäulen unterteilt ist. Wenn also die Rohargonrektifikation in einer Mehrzahl  $n$  ( $n \geq 2$ ) seriell verbundenen Rohargonsäulen durchgeführt wird, kann der argonangereicherte Dampf durch einen Teil des Kopfdampfs der ersten bis  $(n-1)$ -ten Rohargonsäule gebildet werden. Bei einer zweiteiligen Rohargonrektifikation wird also zum Beispiel ein Teil des Kopfdampfs der ersten, mit der Niederdrucksäule verbundenen Rohargonsäule in den Verdampfungsraum des Sumpfordampfers der Krypton-Xenon-Anreicherungssäule geleitet und dort mindestens teilweise kondensiert. Das Kondensat strömt zurück in die erste Rohargonsäule und braucht nicht in die zweite Rohargonsäule, aus der in diesem Fall das Rohargonprodukt entnommen wird, eingeleitet zu werden. Entsprechend verringert sich der Umsatz in der zweiten Rohargonsäule. Diese kann entsprechend kostengünstiger ausgeführt werden.

**[0010]** Zur Erzeugung von Rücklauf für die Rohargonrektifikation wird mindestens ein Teil des Kopfdampfs der Rohargonrektifikation beziehungsweise der Kopfdampf der  $n$ -ten Rohargonsäule in den Verflüssigungsraum eines Rohargon-Kopfcondensators eingeleitet und dort durch indirekten Wärmeaustausch mit einer im Verdampfungsraum des Rohargon-Kopfcondensators verdampfenden Fraktion mindestens teilweise verflüssigt.

**[0011]** Analog zu EP 1308680 A1 kann eine Spülflüssigkeit aus dem Verdampfungsraum des Rohargon-Kopfcondensators abgezogen und als krypton- und xenonhaltige Fraktion der Krypton-Xenon-Anreicherungssäule zugeleitet werden.

**[0012]** Außerdem kann mindestens ein Teil des in dem Verdampfungsraum des Rohargon-Kopfcondensators gebildeten Dampfes in die Krypton-Xenon-Anreicherungssäule eingeleitet werden.

**[0013]** Die Erfindung betrifft außerdem eine Vorrichtung zur Gewinnung von Krypton und/oder Xenon durch Tieftemperaturzerlegung von Luft gemäß den Patentansprüchen 7 und 8.

**[0014]** Die Erfindung sowie weitere Einzelheiten der Erfindung werden im Folgenden anhand von in den Zeichnungen schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Hierbei zeigen:

- Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung mit Ausheizung der Krypton-Xenon-Anreicherungssäule mit einer Zwischenfraktion der Rohargonrektifikation,
- Figur 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung mit Ausheizung der Krypton-Xenon-Anreicherungssäule mit Kopfgas der Rohargonrektifikation,
- Figur 3 ein Ausführungsbeispiel mit Integration von Krypton-Xenon-Anreicherungssäule und Rohargonsäule und
- Figuren 4 und 5 weitere Anlagen mit abweichender Anordnung der Reinargonsäule.

**[0015]** Über Leitung 101 von **Figur 1** strömt komprimierte Luft (AIR) ein. Sie wird in einen ersten Luftstrom (Direktluft) 102, einen zweiten Luftstrom (Turbinenluft) 103 und einen dritten Luftstrom (Innenverdichtungsluft) 104 aufgeteilt. Der Hauptwärmetauscher weist in dem Ausführungsbeispiel drei parallele Blöcke 105a, 105b, 105c auf. Der erste Luftstrom 102 wird in allen drei Blöcken 105a, 105b, 105c des Hauptwärmetauschers auf etwa Taupunkt abgekühlt und ohne weitere druckverändernde Maßnahmen über Leitung 1 gasförmig in die Hochdrucksäule 2 eines Rektifiziersystems zur Stickstoff-Sauerstoff-Trennung eingeleitet. Das Rektifiziersystem zur Stickstoff-Sauerstoff-Trennung weist außerdem eine Niederdrucksäule 3 und einen Hauptkondensator 4 auf, der in dem Beispiel als kombinierter Fallfilm- und Badverdampfer ausgebildet ist. Gasförmiger Stickstoff 6 vom Kopf der Hochdrucksäule wird dem Kondensationsraum des Hauptkondensators 4 zugeleitet. Das dort gebildete Kondensat 7 wird in die Hochdrucksäule eingeleitet und dort als Rücklauf verwendet. Einige theoretische Böden tiefer wird flüssiger Stickstoff 106 aus der Hochdrucksäule 2 entnommen und bei 107 verzweigt. Ein erster Zweigstrom flüssigen Stickstoffs wird

über Leitung 114 als flüssiges Stickstoffprodukt (LIN) gewonnen. Ein anderer Zweigstrom 111 des flüssigen Stickstoffs aus der Hochdrucksäule 2 wird in einer Pumpe 112 in flüssigem Zustand auf einen gewünschten Produktdruck gebracht, im Hauptwärmetauscher-Block 105a verdampft (beziehungsweise im Falle eines überkritischen Drucks pseudo-verdampft) und auf etwa Umgebungstemperatur angewärmt und über Leitung 113 als gasförmiges Druckprodukt (PGAN) abgeführt. Zur Verdampfung des flüssig auf Druck gebrachten Stickstoffs dient der dritte Luftstrom 104, der in einem Nachverdichter 115 mit Nachkühler 116 auf einen entsprechend hohen Druck gebracht wurde.

**[0016]** Anstelle dieser Stickstoff-Innenverdichtung kann auch über Leitung 95 ein Druckstickstoff-Produkt direkt aus der Hochdrucksäule 2 entnommen werden.

**[0017]** Über Leitung 9 wird unreiner flüssiger Stickstoff einige theoretische Böden unterhalb des Kopfs aus der Hochdrucksäule 2 entnommen, im Unterkühlungs-Gegenströmer 10 unterkühlt und über Leitung 11 und Drosselventil 12 der Niederdrucksäule 3 am Kopf zugeführt.

**[0018]** Die im Rahmen der Innenverdichtung verflüssigte oder überkritische kalte Hochdruckluft 117 wird über Ventil 118 und Leitung 44 mindestens zum Teil in flüssiger Form in die Hochdrucksäule 2 eingedrosselt, und zwar an einer ersten Zwischenstelle einige theoretische Böden oberhalb des Hochdrucksäulen-Sumpfs. Von einer zweiten Zwischenstelle, die wiederum einige theoretische Böden oberhalb dieser ersten Zwischenstelle angeordnet ist, wird eine sauerstoffhaltige Flüssigkeit 45 aus der Hochdrucksäule abgezogen, die kaum noch schwererflüchtige Komponenten wie insbesondere Krypton und Xenon aufweist. Die im Unterkühlungs-Gegenströmer 10 abgekühlte Flüssigkeit wird über Leitung 46 und Drosselventil 47 in die Niederdrucksäule 3 eingespeist.

**[0019]** Die sauerstoffangereicherte Sumpfflüssigkeit 13 der Hochdrucksäule 2 wird ebenfalls im Unterkühlungs-Gegenströmer 10 abgekühlt. Die unterkühlte sauerstoffangereicherte Flüssigkeit 14 - 15 wird in einem Reinargon-Verdampfer 63 weiter abgekühlt und wird schließlich zu einem Teil über Leitung 16 und 16a in den Verdampfungsraum eines Rohargon-Kopfcondensators 17 einer Rohargonrektifikation 18/19 eingeleitet. Ein anderer Teil 16b der unterkühlten sauerstoffhaltigen Flüssigkeit 16 wird in den Verdampfungsraum eines Kopfcondensators 21 einer Reinargonsäule 22 eingespeist.

**[0020]** Der Rohargon-Kopfcondensator 17 ist als Umlaufverdampfer ausgebildet, das heißt der Verdampfungsraum enthält ein Flüssigkeitsbad, in das ein Wärmetauscherblock mindestens teilweise, vorzugsweise vollständig eingetaucht ist (nicht dargestellt). Flüssigkeit wird durch den Thermosiphon-Effekt am unteren Ende der Verdampfungspassagen angesaugt. An deren oberem Ende tritt ein Gemisch aus Dampf und unverdampfter Flüssigkeit aus, wobei letztere in das Flüssigkeitsbad

zurückströmt. Im Rohargon-Kopfcondensator 17 wird die sauerstoffangereicherte Fraktion 16a partiell verdampft; beispielsweise 0,5 bis 10 mol-%, vorzugsweise 1 bis 5 mol-% der eingeführten Flüssigkeit 16a werden flüssig als Spülflüssigkeit 26 aus dem Verdampfungsraum des Rohargon-Kopfcondensators 17 abgezogen. Durch diese partielle Verdampfung wird die Konzentration von schwererflüchtigen Komponenten, insbesondere von Krypton und Xenon, in der Flüssigkeit erhöht und im Dampf vermindert (jeweils im Vergleich zur Zusammensetzung der Fraktion 16a). Der bei der partiellen Verdampfung erzeugte Dampf wird als gasförmiger Strom 25 aus dem Verdampfungsraum des Rohargon-Kopfcondensators 17 abgezogen. Verbleibende Flüssigkeit wird als "Spülflüssigkeit" 26 aus dem Flüssigkeitsbad abgeführt und der Krypton-Xenon-Anreicherungs säule 24 unmittelbar oberhalb des Sumpfs zugeleitet.

**[0021]** Von der Niederdrucksäule 3 werden Unreinstickstoff 33 in Gasform sowie Sauerstoff 34 in flüssiger Form mindestens teilweise als Produkte beziehungsweise Restgas abgezogen. Der gasförmige Unreinstickstoff 33 wird im Unterkühlungs-Gegenströmer 10 und im Hauptwärmetauscher 105a/105c angewärmt. Der flüssige Sauerstoff 34 wird in zwei Teile aufgeteilt. Ein erster Teil 35 wird als Flüssigprodukt (LOX) abgezogen, gegebenenfalls nach teilweiser Unterkühlung im Unterkühlungs-Gegenströmer 10 (nicht dargestellt).

**[0022]** Der zweite Teil 41 des flüssigen Sauerstoffs 34 vom Sumpf der Niederdrucksäule 3 wird - ähnlich dem flüssigen Stickstoff 111 aus der Hochdrucksäule - einer Innenverdichtung (internal compression) unterzogen, indem er in einer Pumpe 42 auf den gewünschten Produktdruck gebracht und über Leitung 43 dem Hauptwärmetauscher (Block 105a) zuströmt, wo er verdampft (beziehungsweise - bei überkritischem Produktdruck - pseudo-verdampft) und auf etwa Umgebungstemperatur angewärmt wird. Schließlich wird er über Leitung 120 als gasförmiges Sauerstoff-Druckprodukt gewonnen. Verdampfung und Anwärmung werden in indirektem Wärmeaustausch mit dem Hochdruckluftstrom 104 - 117 durchgeführt.

**[0023]** Ein weiterer Sauerstoffstrom 93 wird direkt gasförmig aus der Niederdrucksäule 3 abgezogen, in den Wärmetauscher-Blöcken 105a, 105b angewärmt und schließlich über Leitung 94 als druckloses Gasprodukt (GOX) abgezogen.

**[0024]** Über eine Argonübergangs-Leitung 48 wird eine argonhaltige Fraktion aus der Niederdrucksäule 3 in eine Rohargonrektifikation geleitet, die in dem Beispiel in zwei seriell verbundenen Rohargonsäulen 18 und 19 durchgeführt wird (so genannte geteilte Rohargonsäule). Die argonhaltige Fraktion 48 wird der ersten Rohargonsäule 18 unmittelbar über dem Sumpf gasförmig zugeleitet. Der aufsteigende Dampf reichert sich an Argon an. Das Kopfgas 81 der ersten Rohargonsäule 18 strömt zu einem ersten Teil über Leitung 49 weiter zum Sumpf der zweiten Rohargonsäule 19. Ein anderer Teil

82 des Kopfgases 81, etwa zwischen 5 und 10 %, dient als Heizmittel für den Sumpfverdampfer 27 der Krypton-Xenon-Anreicherungs säule 24, wird in dessen Verflüssigungsraum eingeleitet und dort kondensiert. Die dabei erzeugte Flüssigkeit 83 wird als Rücklaufflüssigkeit auf die erste Rohargonsäule 18 aufgegeben.

**[0025]** Am Kopf der zweiten Rohargonsäule 19 wird gasförmiges Rohargon 50 abgezogen, in den Verflüssigungsraum des Rohargon-Kopfcondensators 17 eingeleitet und dort zum großen Teil kondensiert. Die dabei erzeugte Flüssigkeit 51 wird als Rücklaufflüssigkeit auf die zweite Rohargonsäule 19 aufgegeben.

**[0026]** Die im Sumpf der zweiten Rohargonsäule 19 anfallende Flüssigkeit 52 wird mittels einer Pumpe 53 über Leitung 54 zum Kopf der ersten Rohargonsäule 18 gefördert. Sumpfflüssigkeit 55 der ersten Rohargonsäule 18 strömt über eine weitere Pumpe 56 und Leitung 57 in die Niederdrucksäule 3 zurück.

**[0027]** Gasförmig verbliebenes Rohargon 58 aus dem Verflüssigungsraum des Kondensator-Verdampfers 17 wird in der Reinargonsäule 22 weiter zerlegt, insbesondere von leichterflüchtigen Bestandteilen wie Stickstoff befreit. Reinargonprodukt (LAR) wird über die Leitungen 59 und 60 in flüssiger Form abgezogen. Ein anderer Teil 61 der Sumpfflüssigkeit der Reinargonsäule 22 wird in dem oben erwähnten Reinargon-Verdampfer 63 mit angeschlossenem Abscheider 62 verdampft und über Leitung 64 als aufsteigender Dampf in die Reinargonsäule 22 zurückgeleitet.

**[0028]** Der Kopfcondensator 21 der Reinargonsäule wird wie bereits beschrieben durch eine unterkühlte Flüssigkeit 16b gekühlt. Aus dem Verdampfungsraum des Kopfcondensators 21 werden Dampf 66 und verbliebene Flüssigkeit 65 abgezogen. Der Dampf 66 wird an geeigneter Zwischenstelle in die Niederdrucksäule 3 eingespeist. Die - praktisch Krypton- und Xenon-freie - Flüssigkeit 65 wird auf die Krypton-Xenon-Anreicherungs säule 24 aufgegeben. Im Verflüssigungsraum des Kopfcondensators 21 kondensiert Kopfgas 67 der Reinargonsäule 22 partiell. Dabei erzeugte Rücklaufflüssigkeit 68 wird auf die Reinargonsäule aufgegeben. Restdampf 69 wird in die Atmosphäre abgeblasen.

**[0029]** Der zweite Luftstrom 103 wird in einem Turbinen-getriebenen Nachverdichter 85 mit Nachkühler 86 weiter verdichtet, im Hauptwärmetauscher-Block 105 a auf eine Zwischentemperatur abgekühlt und in einer Luftturbine 87 arbeitsleistend entspannt. Die entspannte Luft 88 wird über Leitung 88 in die Krypton-Xenon-Anreicherungs säule 24 eingeblasen.

**[0030]** In dem oben beschriebenen Sumpfverdampfer 27 wird Dampf erzeugt, der zusätzlich zu den Gasen 25 und 88 in der Krypton-Xenon-Anreicherungs säule 24 aufsteigt. Als Rücklaufflüssigkeit wird wie ebenfalls bereits erwähnt die Spülflüssigkeit 65 aus dem Verdampfer des Kopfcondensators 21 der Reinargonsäule 22 auf den Kopf der Krypton-Xenon-Anreicherungs säule 24 aufgegeben. (Alternativ oder zusätzlich könnte mindestens ein Teil der sauerstoffhaltigen - aber weitgehend

Krypton- und Xenonfreien - Flüssigkeit 45/46 aus der Hochdrucksäule 2 als Rücklaufflüssigkeit in der Krypton-Xenon-Anreicherungs säule 24 eingesetzt werden - in der Zeichnung nicht dargestellt.) Der aus dem Sumpfordampfer 27 aufsteigende Dampf und das über Leitung 25 eingeführte Gas sowie die Einblase-Turbinenluft 88 treten in der Krypton-Xenon-Anreicherungs säule in Gegenstrom-Stoffaustausch mit der Flüssigkeit 65, die ärmer an Krypton und Xenon ist. Dadurch werden diese Komponenten in den Sumpf gewaschen, wogegen Methan teilweise mit dem Kopfgas 84 ausgeschleust werden kann. Letzteres wird in dem Ausführungsbeispiel der Niederdrucksäule 3 an einer geeigneten Zwischenstelle zugespeist. Vom Sumpf der Krypton-Xenon-Anreicherungs säule 24 wird ein Krypton-Xenon-Konzentrat 30 in flüssiger Form entnommen (Roh-Kr/Xe), das beispielsweise einen Krypton-Gehalt von etwa 2400 ppm und einen Xenon-Gehalt von etwa 200 ppm enthält: Im Übrigen besteht das Konzentrat 30 hauptsächlich aus Sauerstoff und enthält beispielsweise noch etwa 10 bis 40 mol-% Stickstoff sowie Kohlenwasserstoffe. Das Konzentrat 30 kann in einem Flüssigtank gespeichert oder direkt einer Weiterverarbeitung zur Gewinnung von reinem Krypton und/oder Xenon zugeführt werden.

**[0031]** Zwischen den Blöcken 105a, 105b, 105c des Hauptwärmetauscher-Systems sind Ausgleichsströme 96, 97 vorgesehen.

**[0032]** Das Ausführungsbeispiel der Figur 1 zeigt außerdem eine zusätzliche Säule 89 zur Gewinnung eines Helium-Neon-Konzentrats 90, 91 (Roh-HeNe) aus nicht kondensiertem Stickstoff-Dampf 92, der vom Hauptkondensator 4 abgezogen wird. Diese Helium-Neon-Gewinnung ist grundsätzlich unabhängig von der erfindungsgemäßen Krypton-Xenon-Gewinnung.

**[0033]** Über Leitung 101 von **Figur 2** strömt komprimierte Luft (AIR) ein. Sie wird in einen ersten Luftstrom (Direktluft) 102, einen zweiten Luftstrom (Turbinenluft) 103 und einen dritten Luftstrom (Innenverdichtungs luft) 104 aufgeteilt. Der Hauptwärmetauscher weist in dem Ausführungsbeispiel zwei parallele Blöcke 105a, 105b auf. Der erste Luftstrom 102 wird in beiden Blöcken 105a und 105b des Hauptwärmetauschers auf etwa Taupunkt abgekühlt und ohne weitere druckverändernde Maßnahmen über Leitung 1 gasförmig in die Hochdrucksäule 2 eines Rektifiziersystems zur Stickstoff-Sauerstoff-Trennung eingeleitet. Das Rektifiziersystem zur Stickstoff-Sauerstoff-Trennung weist außerdem eine Niederdrucksäule 3 und einen Hauptkondensator 4 auf, der in dem Beispiel als Fallfilmverdampfer ausgebildet ist. Gasförmiger Stickstoff 6 vom Kopf der Hochdrucksäule wird dem Kondensationsraum des Hauptkondensators 4 zugeleitet. Das dort gebildete Kondensat 7 wird in die Hochdrucksäule eingeleitet und zum Teil dort als Rücklauf verwendet. Ein anderer Teil 106 wird flüssig aus der Hochdrucksäule 2 entnommen und verzweigt bei 107 nochmals. Ein erster Zweigstrom flüssigen Stickstoffs wird in einem Unterkühlungs-Gegen-

strömer 10 unterkühlt, über Leitung 108 in einen Abscheider (Phasentrenner) 109 eingeleitet und schließlich über Leitung 114 als flüssiges Stickstoffprodukt (LIN) gewonnen. Ein anderer Zweigstrom 111 des flüssigen Stickstoffs vom Kopf der Hochdrucksäule 2 (beziehungsweise vom Hauptkondensator 4) wird in einer Pumpe 112 in flüssigem Zustand auf einen gewünschten Produktdruck gebracht, im Hauptwärmetauscher-Block 105a verdampft (beziehungsweise im Falle eines überkritischen Drucks pseudo-verdampft) und auf etwa Umgebungstemperatur angewärmt und über Leitung 113 als gasförmiges Druckprodukt (PGAN) abgeführt. Zur Verdampfung des flüssig auf Druck gebrachten Stickstoffs dient der dritte Luftstrom 104, der in einem Nachverdichter 115 mit Nachkühler 116 auf einen entsprechend hohen Druck gebracht wurde.

**[0034]** Über Leitung 9 wird unreiner flüssiger Stickstoff einige theoretische Böden unterhalb des Kopfs aus der Hochdrucksäule 2 entnommen, im Unterkühlungs-Gegenströmer 10 unterkühlt und über Leitung 11 und Drosselventil 12 der Niederdrucksäule 3 am Kopf zugeführt.

**[0035]** Die im Rahmen der Innenverdichtung verflüssigte oder überkritische kalte Hochdruckluft 117 wird über Ventil 118 und Leitung 44 mindestens zum Teil in flüssiger Form in die Hochdrucksäule 2 eingedrosselt, und zwar an einer "ersten Zwischenstelle" einige theoretische Böden oberhalb des Hochdrucksäulen-Sumpfs. Von einer "zweiten Zwischenstelle", die wiederum einige theoretische Böden oberhalb dieser ersten Zwischenstelle angeordnet ist, wird eine sauerstoffhaltige Flüssigkeit 45 aus der Hochdrucksäule abgezogen, die kaum noch schwererflüchtige Komponenten wie insbesondere Krypton und Xenon aufweist. Die im Unterkühlungs-Gegenströmer 10 abgekühlte Flüssigkeit 119 wird zum Teil über Leitung 46 und Drosselventil 47 in die Niederdrucksäule 3 eingespeist. Ein anderer Teil 20 der unterkühlten sauerstoffhaltigen Flüssigkeit 119 wird in den Verdampfungsraum eines Kopfkondensators 21 einer Reinargonsäule 22 eingespeist.

**[0036]** Die sauerstoffangereicherte Sumpfflüssigkeit 13 der Hochdrucksäule 2 wird ebenfalls im Unterkühlungs-Gegenströmer 10 abgekühlt. Die unterkühlte sauerstoffangereicherte Flüssigkeit 14 - 15 wird in einem Reinargon-Verdampfer 63 weiter abgekühlt und wird schließlich über Leitung 16 in den Verdampfungsraum eines Rohargon-Kopfkondensators 17 eingeleitet, der den Kopfkondensator einer Rohargonrektifikation 18/19 darstellt.

**[0037]** Der Rohargon-Kopfkondensator 17 ist als Umlaufverdampfer ausgebildet, das heißt der Verdampfungsraum enthält ein Flüssigkeitsbad, in das ein Wärmetauscherblock mindestens teilweise, vorzugsweise (in Abweichung von der schematischen Darstellung in der Zeichnung) vollständig eingetaucht ist. Flüssigkeit wird durch den Thermosiphon-Effekt am unteren Ende der Verdampfungs passagen angesaugt. An deren oberem Ende tritt ein Gemisch aus Dampf und unverdampf-

ter Flüssigkeit aus, wobei letztere in das Flüssigkeitsbad zurückströmt. Im Rohargon-Kopfcondensator 17 wird die sauerstoffangereicherte Fraktion 16 partiell verdampft; beispielsweise 0,5 bis 10 mol-%, vorzugsweise 1 bis 5 mol-% der eingeführten Flüssigkeit 16 werden flüssig als Spülflüssigkeit 26 aus dem Verdampfungsraum des Rohargon-Kopfcondensators 17 abgezogen. Durch diese partielle Verdampfung wird die Konzentration von schwererflüchtigen Komponenten, insbesondere von Krypton und Xenon, in der Flüssigkeit erhöht und im Dampf vermindert (jeweils im Vergleich zur Zusammensetzung der sauerstoffangereicherten Fraktion 16). Der bei der partiellen Verdampfung erzeugte Dampf wird als gasförmiger Strom 25 aus dem Verdampfungsraum des Rohargon-Kopfcondensators 17 abgezogen. Verbleibende Flüssigkeit wird als "Spülflüssigkeit" 26 aus dem Flüssigkeitsbad abgeführt und der Krypton-Xenon-Anreicherungssäule 24 unmittelbar oberhalb des Sumpfs zugeleitet.

**[0038]** Von der Niederdrucksäule 3 werden Unreinstickstoff 33 in Gasform sowie Sauerstoff 34 in flüssiger Form mindestens teilweise als Produkte beziehungsweise Restgas abgezogen. Der gasförmige Unreinstickstoff 33 wird gemeinsam mit Flashgas 110 aus dem Abscheider 109 im Unterkühlungs-Gegenströmer 10 und im Hauptwärmetauscher 105a/105b angewärmt. Der flüssige Sauerstoff 34 wird in insgesamt drei Teile aufgeteilt. Ein erster und ein zweiter Teil werden zunächst gemeinsam über Leitung 35 und Pumpe 36 gefördert. Der erste Teil 37 strömt zum Verdampfungsraum des Hauptkondensators 4 und wird dort teilweise verdampft. Das dabei gebildete Dampf-Flüssigkeitsgemisch 38 fließt zum Sumpf der Niederdrucksäule 3 zurück. Über die Leitungen 39 und 40 wird der zweite Teil als Flüssigprodukt (LOX) abgezogen, nach teilweiser Unterkühlung im Unterkühlungs-Gegenströmer 10.

**[0039]** Der dritte Teil 41 des flüssigen Sauerstoffs 34 vom Sumpf der Niederdrucksäule 3 wird - ähnlich dem flüssigen Stickstoff 111 aus der Hochdrucksäule - einer Innenverdichtung (internal compression) unterzogen, indem er in einer Pumpe 42 auf den gewünschten Produktdruck gebracht und über Leitung 43 dem Hauptwärmetauscher (Block 105a) zuströmt, wo er verdampft (beziehungsweise - bei überkritischem Produktdruck - pseudo-verdampft) und auf etwa Umgebungstemperatur angewärmt wird. Schließlich wird er über Leitung 120 als gasförmiges Sauerstoff-Druckprodukt gewonnen. Verdampfung und Anwärmung werden in indirektem Wärmeaustausch mit dem Hochdruckluftstrom 104 - 117 durchgeführt.

**[0040]** Über eine Argonübergangs-Leitung 48 wird eine argonhaltige Fraktion aus der Niederdrucksäule 3 in eine Rohargonrektifikation geleitet, die in dem Beispiel in zwei seriell verbundenen Rohargonsäulen 18 und 19 durchgeführt wird (so genannte geteilte Rohargonsäule). Die argonhaltige Fraktion 48 wird der ersten Rohargonsäule 18 unmittelbar über dem Sumpf gasförmig zugeleitet. Der aufsteigende Dampf reichert sich an Argon

an. Das Kopfgas der ersten Rohargonsäule 18 strömt über Leitung 49 weiter zum Sumpf der zweiten Rohargonsäule 19.

**[0041]** Am Kopf der zweiten Rohargonsäule 19 wird gasförmiges Rohargon 121 abgezogen. Ein erster Teil 50 davon, etwa 90 %, wird in den Verflüssigungsraum des Rohargon-Kopfcondensators 17 eingeleitet und dort zum großen Teil kondensiert. Die dabei erzeugte Flüssigkeit 51 wird als Rücklaufflüssigkeit auf die zweite Rohargonsäule 19 aufgegeben. Ein anderer Teil 122, etwa 10 %, des Rohargons 121, dient als Heizmittel für den Sumpfverdampfer 27 der Krypton-Xenon-Anreicherungssäule 24. Im Sumpfverdampfer 27 gebildete Flüssigkeit strömt über Leitung 123 zurück zum Kopf der zweiten Rohargonsäule 19.

**[0042]** Die im Sumpf der zweiten Rohargonsäule 19 anfallende Flüssigkeit 52 wird mittels einer Pumpe 53 über Leitung 54 zum Kopf der ersten Rohargonsäule 18 gefördert. Sumpfflüssigkeit 55 der ersten Rohargonsäule 18 strömt über eine weitere Pumpe 56 und Leitung 57 in die Niederdrucksäule 3 zurück.

**[0043]** Gasförmig verbliebenes Rohargon 58 aus dem Verflüssigungsraum des Rohargon-Kopfcondensators 17 wird in der Reinargonsäule 22 weiter zerlegt, insbesondere von leichterflüchtigen Bestandteilen wie Stickstoff befreit. Reinargonprodukt (LAR) wird über die Leitungen 59 und 60 in flüssiger Form abgezogen. Ein anderer Teil 61 der Sumpfflüssigkeit der Reinargonsäule 22 wird in dem oben erwähnten Reinargon-Verdampfer 63 mit angeschlossenem Abscheider 62 verdampft und über Leitung 64 als aufsteigender Dampf in die Reinargonsäule 22 zurückgeleitet.

**[0044]** Der Kopfcondensator 21 der Reinargonsäule wird wie bereits beschrieben durch eine unterkühlte Flüssigkeit 20 gekühlt. Aus dem Verdampfungsraum des Kopfcondensators 21 werden Dampf 66 und verbliebene Flüssigkeit 65 abgezogen. Der Dampf 66 wird an geeigneter Zwischenstelle in die Niederdrucksäule 3 eingespeist. Die - praktisch Krypton- und Xenon-freie - Flüssigkeit 65 wird auf die Krypton-Xenon-Anreicherungssäule 24 aufgegeben. Im Verflüssigungsraum des Kopfcondensators 21 kondensiert Kopfgas 67 der Reinargonsäule 22 partiell. Dabei erzeugte Rücklaufflüssigkeit 68 wird auf die Reinargonsäule aufgegeben. Restdampf 69 wird in die Atmosphäre abgeblasen.

**[0045]** Der zweite Luftstrom 103 wird in einem turbinen-getriebenen Nachverdichter 85 mit Nachkühler 86 weiter verdichtet, im Hauptwärmetauscher-Block 105 a auf eine Zwischentemperatur abgekühlt und in einer Luftturbine 87 arbeitsleistend entspannt. Die entspannte Luft 88 wird über Leitung 88 in die Krypton-Xenon-Anreicherungssäule 24 eingeblasen.

**[0046]** In dem oben beschriebenen Rohargon-beheizten Sumpfverdampfer 27 wird Dampf erzeugt, der zusätzlich zu dem Gas 25 und der Einblase-Turbinenluft 88 in der Krypton-Xenon-Anreicherungssäule 24 aufsteigt. Als Rücklaufflüssigkeit wird wie ebenfalls bereits erwähnt die Spülflüssigkeit 65 aus dem Verdampfer des

Kopfkondensators 21 der Reinargonsäule 22 auf den Kopf der Krypton-Xenon-Anreicherungsäule 24 aufgegeben. Der aus dem Sumpfordampfer 27 aufsteigende Dampf und das über Leitung 25 eingeführte Gas treten in der Krypton-Xenon-Anreicherungsäule in Gegenstrom-Stoffaustausch mit der Flüssigkeit 65, die ärmer an Krypton und Xenon ist. Dadurch werden diese Komponenten in den Sumpf gewaschen, wogegen Methan teilweise mit dem Kopfgas 84 ausgeschleust werden kann. Letzteres wird in dem Ausführungsbeispiel der Niederdrucksäule 3 an einer geeigneten Zwischenstelle zugespeist. Vom Sumpf der Krypton-Xenon-Anreicherungsäule 24 wird ein Krypton-Xenon-Konzentrat 30 in flüssiger Form entnommen (Roh-KrXe), das beispielsweise einen Krypton-Gehalt von etwa 2400 ppm und einen Xenon-Gehalt von etwa 200 ppm enthält: Im Übrigen besteht das Konzentrat 30 hauptsächlich aus Sauerstoff und enthält noch etwa 10 mol-% Stickstoff sowie Kohlenwasserstoffe. Das Konzentrat 30 kann in einem Flüssigtank gespeichert oder direkt einer Weiterverarbeitung zur Gewinnung von reinem Krypton und/oder Xenon zugeführt werden.

**[0047]** **Figur 3** unterscheidet sich hinsichtlich der Abfolge der Verfahrensschritte nicht von **Figur 2**. Allerdings ist die Anordnung der Krypton-Xenon-Anreicherungsäule 24 verschieden. Während sie in **Figur 2** als separater Behälter oberhalb der ersten Rohargonsäule 18 angebracht ist, befindet sie sich in **Figur 3** zwischen dem Rohargon-Kopfkondensator 17 und dem Stoffaustauschbereich der zweiten Rohargonsäule 19. Krypton-Xenon-Anreicherungsäule 24 und zweite Rohargonsäule 19 bilden damit gewissermaßen eine Doppelsäule mit dem zweiten Kondensator-Verdampfer als "Hauptkondensator". Da die Krypton-Xenon-Anreicherungsäule und die Rohargonsäulen 18, 19 einen ähnlichen Durchmesser aufweisen, kann eine derartige Anordnung apparativ besonders günstig sein.

**[0048]** In den Ausführungsbeispielen der **Figuren 2** und **3** sind die Krypton-Xenon-Anreicherungsäule 24, die zweite Rohargonsäule 19 und die Reinargonsäule 22 sowie deren Kondensatoren 27, 17, 21 so angeordnet, dass die Flüssigkeiten 26, 51, 65, 68 und 123 allein aufgrund des geodätischen Gefälles ihrem Ziel zuströmen. Diese Anordnung ist jedoch aus räumlichen Gründen nicht immer optimal.

**[0049]** Bei **Figur 4** ist die Reinargonsäule 22 niedriger angeordnet als in **Figur 2**, sodass die Flüssigkeit 65 nach oben fließen muss. Dazu wird der Verdampfungsraum des Kopfkondensators 21 der Reinargonsäule 22 unter etwas höherem Druck als in **Figur 2** betrieben, sodass die Spülflüssigkeit 65 aufgrund des entsprechenden Druckgefälles in die Krypton-Xenon-Anreicherungsäule gedrückt wird. Eine entsprechende Druckdifferenz wird in der Gasleitung 66 durch die Regelklappe 294 aufrecht erhalten.

**[0050]** Die Reinargonsäule der **Figur 5** steht ebenfalls niedriger als in **Figur 2**. Allerdings wird hier kein erhöhter Druck im Verdampfungsraum des Kopfkonden-

sators 21 benötigt, da die Spülflüssigkeit 465 aus dem Kopfkondensator 21 der Reinargonsäule 22 direkt bei einer Zwischenstelle 492 in die Niederdrucksäule 3 eingeleitet wird, die tiefer als der Kondensator 21 liegt. Die Einsatzflüssigkeit 493 für die Krypton-Xenon-Anreicherungsäule wird hier bereits stromaufwärts des Kopfkondensators 21 aus der Flüssigkeit 20 abgezweigt, die über die Leitungen 45 und 119 von der zweiten Zwischenstelle der Hochdrucksäule 2 abgezogen wurde. Ein anderer Teil dieser Flüssigkeit 20 strömt in den Verdampfungsraum des Kopfkondensators 21 der Reinargonsäule 22.

**[0051]** Auch die Ausführungsbeispiele der nicht veröffentlichten deutschen Patentanmeldung 10153252 und der dazu korrespondierenden Anmeldungen in weiteren Ländern (zum Beispiel der europäischen Patentanmeldung Nr. 02001356) werden hier einbezogen. Sie stellen - modifiziert durch die Verwendung eines Teils des Rohargons vom Kopf der Rohargonrektifikation als Heizmittel für den Sumpfordampfer der Krypton-Xenon-Anreicherungsäule - Ausführungsformen der Erfindung dar.

**[0052]** Bei allen Ausführungsformen der Erfindung kann als Hauptkondensator statt des in den Zeichnungen dargestellten Fallfilmverdampfers 4 eine Kombination aus Fallfilmverdampfer und Umlaufverdampfer eingesetzt werden, die verdampfungsseitig seriell verbunden sind. In diesem Fall kann die Erfindung einen weiteren Vorteil bewirken: Dadurch dass nur eine äußerst geringe Menge an schwererflüchtigen Bestandteilen der Luft in die Niederdrucksäule gelangt, kann die Umwälzpumpe 36 für den Fallfilmverdampfer eingespart werden.

**[0053]** Bei einem "Fallfilmverdampfer" strömt das zu verdampfende Fluid von oben nach unten durch den Verdampfungsraum und wird dabei teilweise verdampft. Bei einem "Umlaufverdampfer" (auch Flüssigkeitsbadverdampfer) genannt steht der Wärmetauscherblock in einem Flüssigkeitsbad des zu verdampfenden Fluids. Dieses strömt mittels des Thermosiphon-Effekts von unten nach oben durch die Verdampfungspassagen und tritt oben als Zwei-Phasen-Gemisch wieder aus. Die verbleibende Flüssigkeit strömt außerhalb des Wärmetauscherblocks in das Flüssigkeitsbad zurück. (Bei einem Umlaufverdampfer kann der Verdampfungsraum sowohl die Verdampfungspassagen als auch den Außenraum um den Wärmetauscherblock umfassen.)

## 50 Patentansprüche

1. Verfahren zur Gewinnung von Krypton und/oder Xenon durch Tieftemperaturzerlegung von Luft, bei dem

- ein erster verdichteter und gereinigter Einsatzluftstrom (1) in ein Rektifiziersystem zur Stickstoff-Sauerstoff-Trennung eingeleitet wird, das

- mindestens eine Hochdrucksäule (2) und eine Niederdrucksäule (3) aufweist, wobei
- eine krypton- und xenonhaltige Fraktion (26), die eine höhere molare Krypton- und/oder Xenon-Konzentration aufweist als der Einsatzluftstrom, dem unteren oder mittleren Bereich einer Krypton-Xenon-Anreicherungssäule (24) zugeleitet wird,
  - der Krypton-Xenon-Anreicherungssäule (24) ein Krypton-Xenon-Konzentrat (30) entnommen wird und
  - ein zweiter verdichteter und gereinigter Einsatzluftstrom (103) arbeitsleistend entspannt (87) wird,
- dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Einsatzluftstrom (88) stromabwärts seiner arbeitsleistenden Entspannung (87) in die Krypton-Xenon-Anreicherungssäule (24) eingeleitet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- eine argonhaltige Fraktion (48) aus der Niederdrucksäule (2) in eine Rohargonrektifikation (18, 19) eingeleitet wird,
  - eine Flüssigkeit aus dem unteren Bereich der Krypton-Xenon-Anreicherungssäule (24) in einen Sumpfverdampfer (27) eingeleitet wird und dort mindestens teilweise verdampft wird und
  - ein argonangereicherter Dampf (81, 82) aus einem Zwischenbereich der Rohargonrektifikation (18, 19) in dem Sumpfverdampfer (27) in indirekten Wärmeaustausch mit der Flüssigkeit aus dem unteren Bereich der Krypton-Xenon-Anreicherungssäule (24) tritt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohargonrektifikation in einer Mehrzahl  $n$  ( $n \geq 2$ ) seriell verbundenen Rohargonsäulen (18, 19) durchgeführt wird, wobei der argonangereicherte Dampf durch einen Teil (82) des Kopfdampfs (81) der ersten bis  $(n-1)$ -ten Rohargonssäule (18) gebildet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Teil des Kopfdampfs der Rohargonrektifikation beziehungsweise der Kopfdampf (50) der  $n$ -ten Rohargonssäule (19) in den Verflüssigungsraum eines Rohargon-Kopfcondensators (17) eingeleitet und dort durch indirekten Wärmeaustausch mit einer im Verdampfungsraum des Rohargon-Kopfcondensators verdampfenden Fraktion (16a) mindestens teilweise verflüssigt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Spülflüssigkeit (26) aus dem
- Verdampfungsraum des Rohargon-Kopfcondensators (17) abgezogen und als krypton- und xenonhaltige Fraktion der Krypton-Xenon-Anreicherungssäule (24) zugeleitet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Teil des in dem Verdampfungsraum des Rohargon-Kopfcondensators (17) gebildeten Dampfes (25) in die Krypton-Xenon-Anreicherungssäule (24) eingeleitet wird.
7. Vorrichtung zur Gewinnung von Krypton und/oder Xenon durch Tieftemperaturzerlegung von Luft,
- mit einer ersten Einsatzluftleitung (1) zur Einleitung verdichteter und vorgereinigter Einsatzluft in ein Rektifiziersystem zur Stickstoff-Sauerstoff-Trennung, das mindestens eine Hochdrucksäule (2) und eine Niederdrucksäule (3) aufweist,
  - mit einer Zufuhrleitung (26) zur Einführung einer krypton- und xenonhaltigen Fraktion, die eine höhere molare Krypton- und/oder Xenon-Konzentration als der Einsatzluftstrom aufweist, in den unteren oder mittleren Bereich einer Krypton-Xenon-Anreicherungssäule (24), wobei die Krypton-Xenon-Anreicherungssäule (24) eine Produktleitung (30) für ein Krypton-Xenon-Konzentrat aufweist,
  - mit einer zweiten Einsatzluftleitung (103, 88), die durch Mittel (87) zur arbeitsleistenden Entspannung führt,
- dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Einsatzluftleitung (103, 88) stromabwärts der Mittel (87) zur arbeitsleistenden Entspannung mit der Krypton-Xenon-Anreicherungssäule (24) verbunden ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **gekennzeichnet durch**
- eine Rohargonrektifikation (18, 19), die in Strömungsverbindung mit der Niederdrucksäule (2) steht,
  - einen Sumpfverdampfer (27), der einen Verdampfungsraum und einen Verflüssigungsraum aufweist, wobei der Verdampfungsraum des Sumpfverdampfers in Strömungsverbindung mit dem unteren Bereich der Krypton-Xenon-Anreicherungssäule (24) steht und
  - Mittel zur Einleitung eines argonangereicherter Dampfes (81, 82) aus einem Zwischenbereich der Rohargonrektifikation (18, 19) in den Verflüssigungsraum des zweiten Kondensator-Verdampfers (27).



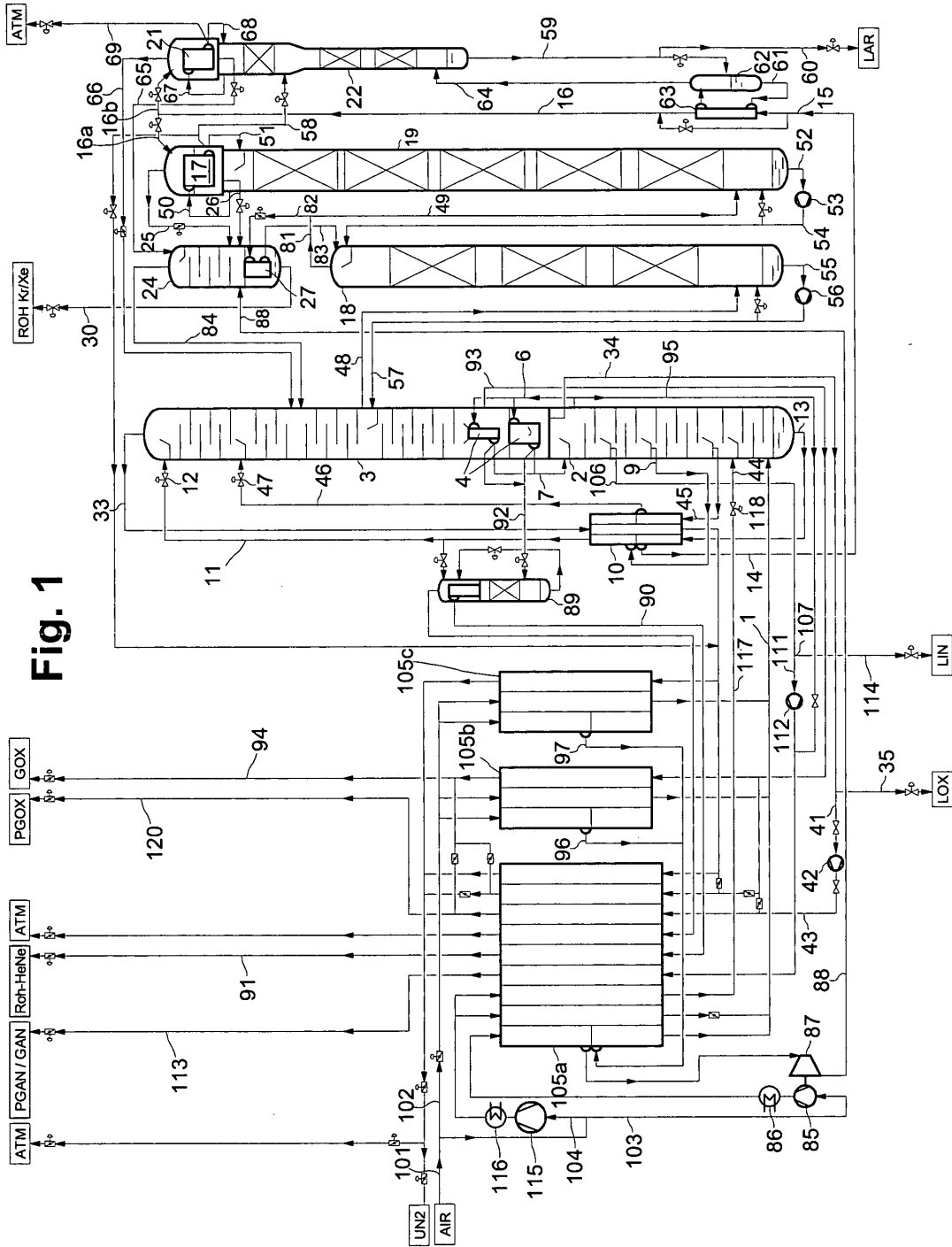


Fig. 1

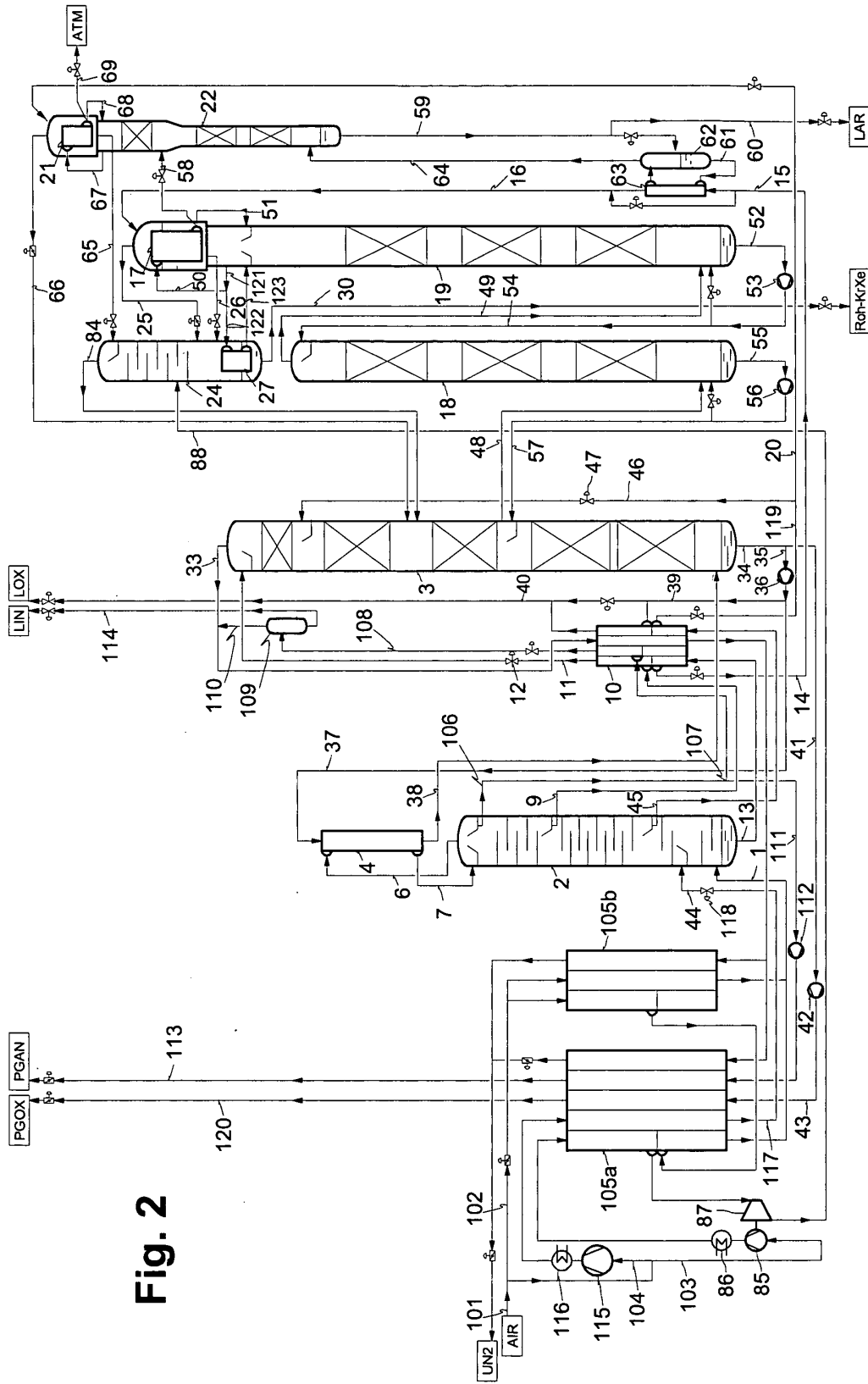


Fig. 2

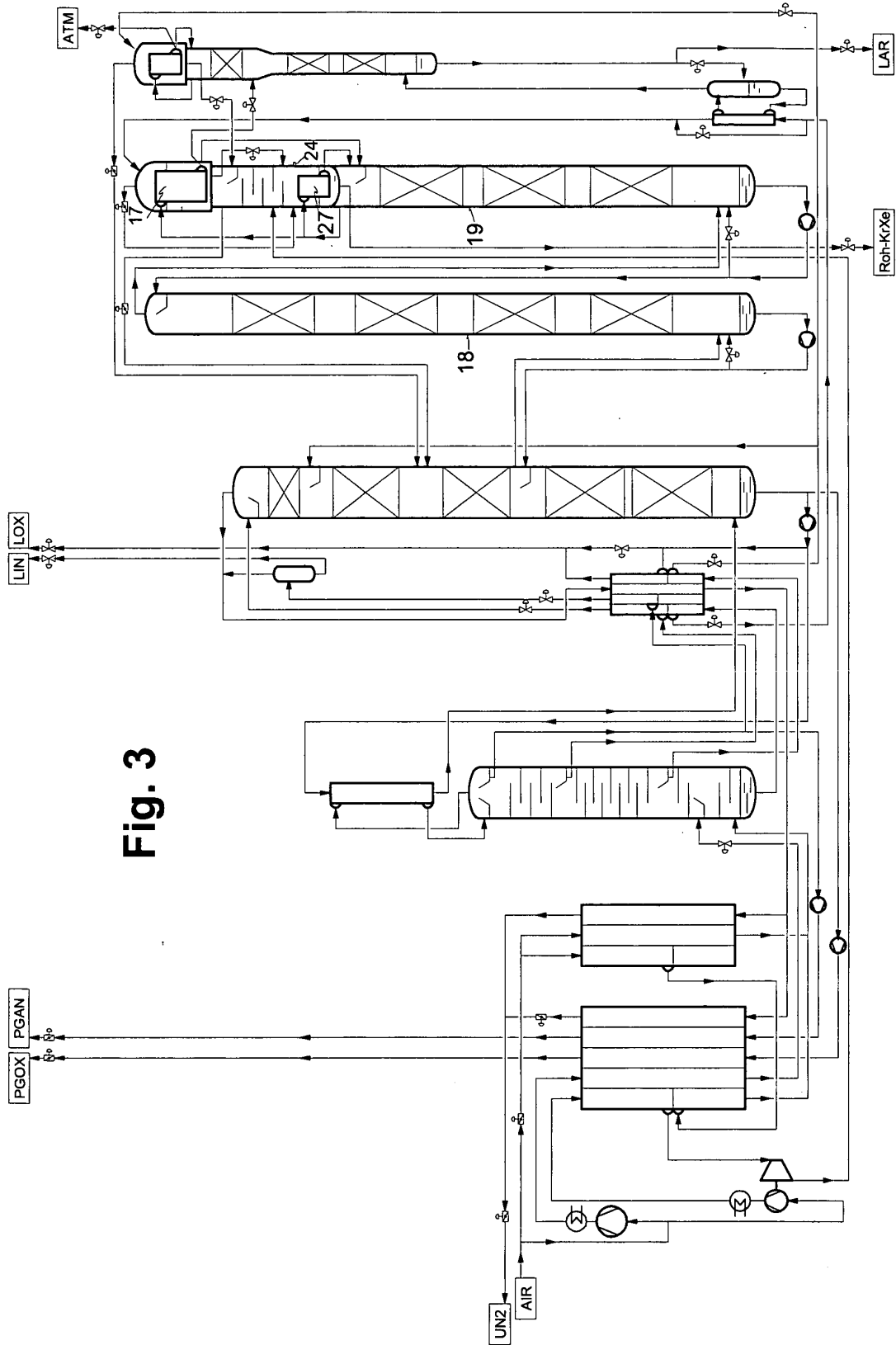


Fig. 3

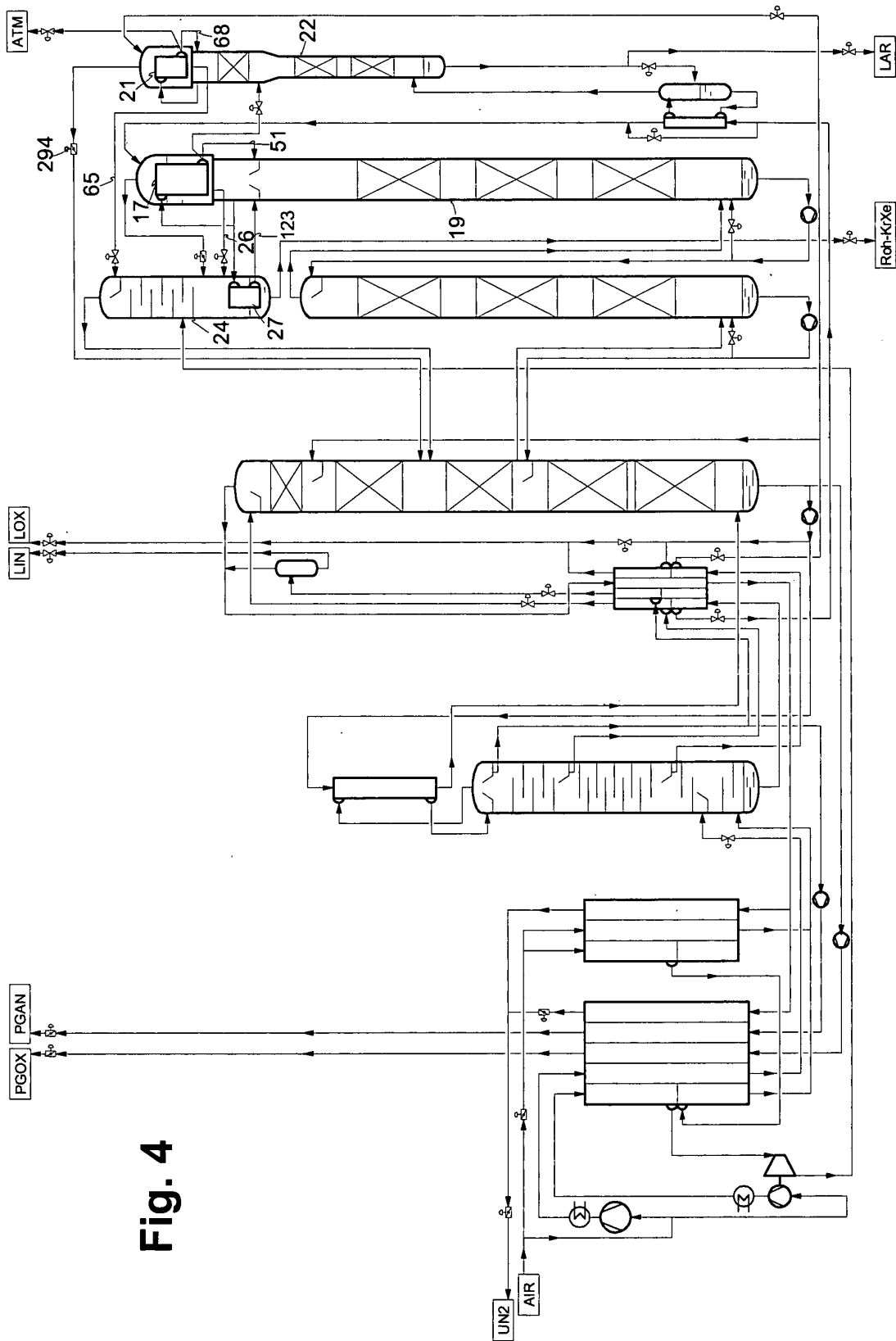


Fig. 4

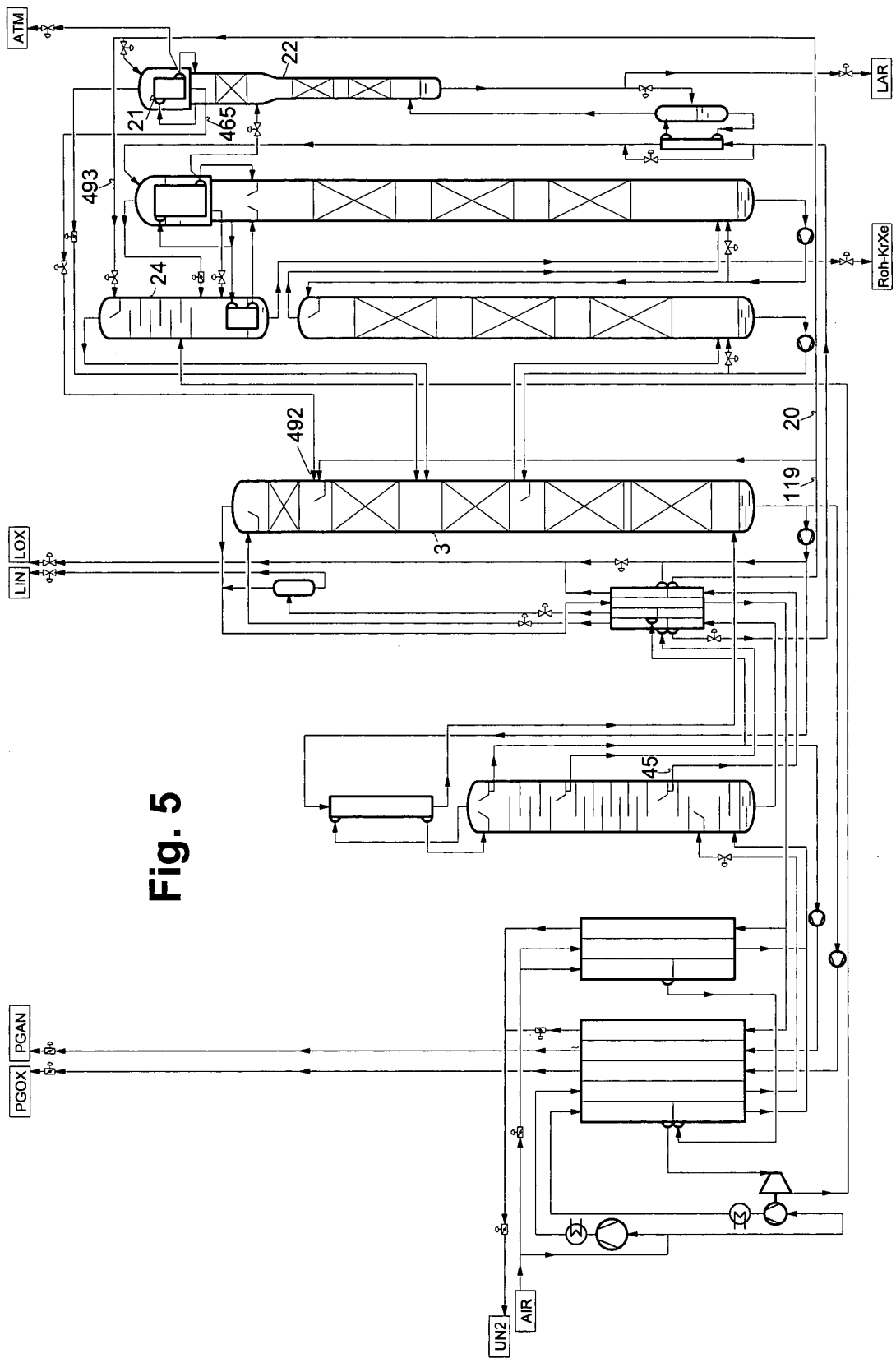


Fig. 5



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 04 01 1942

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X,D	EP 1 308 680 A (LINDE AG) 7. Mai 2003 (2003-05-07)	7	F25J3/04
A	* Absatz [0039] - Absatz [0040]; Abbildungen 3,4 *	1,5,6	
P,X	EP 1 376 037 A (LINDE AG) 2. Januar 2004 (2004-01-02) * Abbildungen *	7	
A,D	DE 26 05 305 A (MESSER GRIESHEIM GMBH) 18. August 1977 (1977-08-18) * Abbildung *	2,4-6,8	
A	"PROCESS FOR KRYPTON AND XENON RECOVERY IN PUMPED-LOX ASU CYCLES", RESEARCH DISCLOSURE, KENNETH MASON PUBLICATIONS, HAMPSHIRE, GB, NR. 425, PAGE(S) 1163-1164 XP000889151 ISSN: 0374-4353 * Absätze [0003],[0005]; Abbildung 3 *	1,7	
A	FR 938 020 A (EGYESU LT IZZOLAMPA ES VILLAMO) 2. September 1948 (1948-09-02) * Seite 2, Zeile 29 - Zeile 48; Abbildung 1 *	1,7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F25J
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
MÜNCHEN	31. August 2004	Göritz, D	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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	
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 04 01 1942

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

31-08-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1308680	A	07-05-2003	DE 10153252 A1	15-05-2003
			EP 1308680 A1	07-05-2003
			CN 1419097 A	21-05-2003
			JP 2003165712 A	10-06-2003
			US 2003110795 A1	19-06-2003
-----				
EP 1376037	A	02-01-2004	DE 10228111 A1	15-01-2004
			CN 1470836 A	28-01-2004
			EP 1376037 A1	02-01-2004
			JP 2004028572 A	29-01-2004
			US 2004007016 A1	15-01-2004
-----				
DE 2605305	A	18-08-1977	DE 2605305 A1	18-08-1977
-----				
FR 938020	A	02-09-1948	KEINE	
-----				

EPO FORM P0461

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