

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
30. Oktober 2014 (30.10.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/173496 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
F25J 3/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/000937

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. April 2014 (08.04.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
13002196.7 25. April 2013 (25.04.2013) EP

(71) Anmelder: LINDE AKTIENGESELLSCHAFT
[DE/DE]; Klosterhofstr. 1, 80331 München (DE).

(72) Erfinder: LOCHNER, Stefan; Breitensteinstr. 63, 85567
Grafing (DE).

(74) Anwalt: LINDE AG; Legal Services Intellectual Property,
Dr.-Carl-von-Linde-Str. 6-14, 82049 Pullach (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

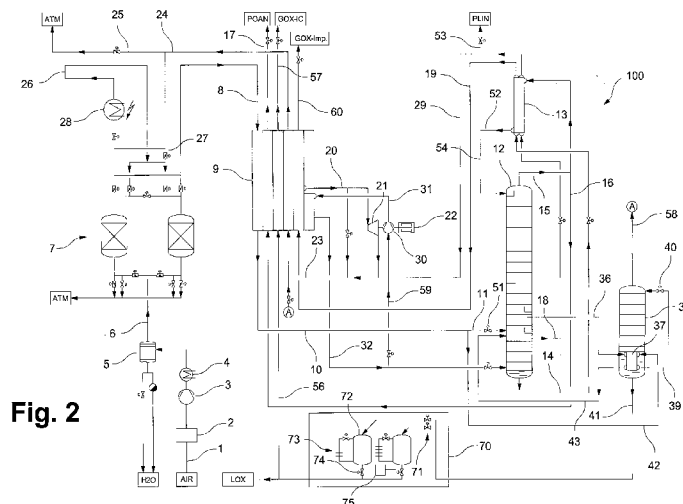
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(54) Title: METHOD FOR OBTAINING AN AIR PRODUCT IN AN AIR SEPARATING SYSTEM WITH TEMPORARY
STORAGE, AND AIR SEPARATING SYSTEM

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR GEWINNUNG EINES LUFTPRODUKTS IN EINER LUFTZERLEGUNGSANLAGE
MIT ZWISCHENSPEICHERUNG UND LUFTZERLEGUNGSANLAGE



(57) Abstract: The invention relates to a method for obtaining an air product (GOX-IC) in an air separating system (100) in which a liquid fraction (41) is obtained from feed air (8) and used to provide the air product (GOX-IC) and in which the liquid fraction (41) is temporarily stored in a tank arrangement (70). A tank arrangement (70) with at least two tanks (72) is used, and the liquid fraction (41) is fed to at least one of the tanks (72) and/or is removed from at least one of the tanks (72) in order to provide the air product (GOX-IC). In the process, the liquid fraction is not fed to and removed from any one of the tanks (72) at the same time, and the composition of the liquid fraction (41) in a tank (72) is ascertained prior to each removal of the liquid fraction (41) from the tank (72). The invention likewise relates to an air separating system (100).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/173496 A2



Es wird ein Verfahren zur Gewinnung eines Luftprodukts (GOX-IC) in einer Luftzerlegungsanlage (100), in der aus Einsatzluft (8) eine Flüssigfraktion (41) gewonnen und zur Bereitstellung des Luftprodukts (GOX-IC) verwendet wird, wobei die Flüssigfraktion (41) in einer Tankanordnung (70) zwischengespeichert wird, vorgeschlagen, wobei eine Tankanordnung (70) mit wenigstens zwei Tanks (72) verwendet wird, wobei die Flüssigfraktion (41) zumindest einem der Tanks (72) zugeführt und/oder zumindest einem der Tanks (72) zur Bereitstellung des Luftprodukts (GOX-IC) entnommen wird und dieses dabei keinem der Tanks (72) gleichzeitig zugeführt und entnommen wird, und wobei jeweils vor dem Entnehmen der Flüssigfraktion (41) aus einem Tank (72) die Zusammensetzung der Flüssigfraktion (41) in dem Tank (72) ermittelt wird. Eine Luftzerlegungsanlage (100) ist ebenfalls Gegenstand der vorliegenden Erfindung.

Beschreibung

Verfahren zur Gewinnung eines Luftprodukts in einer Luftzerlegungsanlage mit Zwischenspeicherung und Luftzerlegungsanlage

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Gewinnung eines Luftprodukts in
5 einer Luftzerlegungsanlage und eine zur Durchführung eines derartigen Verfahrens
eingerichtete Luftzerlegungsanlage.

Stand der Technik

10 Die Herstellung von Sauerstoff oder von entsprechenden Gemischen in flüssigem oder
gasförmigem Zustand erfolgt üblicherweise durch Tieftemperaturzerlegung von Luft in
Luftzerlegungsanlagen mit an sich bekannten Destillationssäulensystemen. Diese
können beispielsweise als Ein- oder Zweisäulensysteme, insbesondere als klassische
Doppelsäulensysteme, aber auch als Drei- oder Mehrsäulensysteme ausgebildet sein.
15 Im Rahmen dieser Erfindung kommt dabei insbesondere ein Destillationssäulensystem
zum Einsatz, das eine Stickstoffsäule in Form eines Einsäulenapparats mit einer
zusätzlichen Säule zum Erzeugen von Sauerstoff umfasst. Ferner können in den
genannten Destillationssäulensystemen Vorrichtungen, beispielsweise Säulen, zur
Gewinnung weiterer Luftkomponenten, insbesondere der Edelgase Krypton, Xenon
20 und/oder Argon, vorgesehen sein.

Für eine Reihe industrieller Anwendungen wird Drucksauerstoff benötigt, zu dessen
Gewinnung Luftzerlegungsanlagen mit sogenannter Innenverdichtung zum Einsatz
kommen können. In derartigen Luftzerlegungsanlagen wird eine flüssig auf Druck
25 gebrachte Flüssigfraktion, insbesondere Flüssigsauerstoff, gegen einen Wärmeträger
verdampft und schließlich als gasförmiges Druckprodukt abgegeben. Die
Innenverdichtung hat, unter anderem, energetische Vorteile im Vergleich zu einer
nachträglichen Verdichtung eines bereits gasförmig vorliegenden
Sauerstoffproduktstroms.

30 Bei überkritischem Druck findet dabei kein Phasenübergang im eigentlichen Sinne
statt, die Flüssigfraktion wird "pseudoverdampft". Gegen die (pseudo-)verdampfende
Flüssigfraktion wird der unter hohem Druck stehende Wärmeträger verflüssigt (oder

ggf. pseudoverflüssigt, wenn er unter überkritischem Druck steht). Der Wärmeträger wird häufig durch einen Teil der der Luftzerlegungsanlage zugeführten Luft gebildet.

Die Innenverdichtung ist beispielsweise in folgenden Druckschriften beschrieben:

- 5 DE 830 805 B, DE 901 542 B (entspricht US 2 712 738 A/US 2 784 572 A),
DE 952 908 B, DE 1 103 363 B (US 3 083 544 A), DE 1 112 997 B (US 3 214 925 A),
DE 1 124 529 B, DE 1 117 616 B (US 3 280 574 A), DE 1 226 616 A (US 3 216 206 A),
DE 1 229 561 B (US 3 222 878 A), DE 1 199 293 B, DE 1 187 248 B (US 3 371 496 A),
DE 1 235 347 B, DE 1 258 882 A (US 3 426 543 A), DE 1 263 037 A (US 3 401 531 A),
10 DE 1 501 722 A (US 3 416 323 A), DE 1 501 723 A (US 3 500 651 A),
DE 25 351 32 B2 (US 4 279 631 A), DE 26 46 690 A1, EP 0 093 448 B1
(US 4 555 256 A), EP 0 384 483 B1 (US 5 036 672 A), EP 0 505 812 B1
(US 5 263 328 A), EP 0 716 280 B1 (US 5 644 934 A), EP 0 842 385 B1
(US 5 953 937 A), EP 0 758 733 B1 (US 5 845 517 A), EP 0 895 045 B1
15 (US 6 038 885 A), DE 198 03 437 A1, EP 0 949 471 B1 (US 6 185 960 B1),
EP 0 955 509 A1 (US 6 196 022 B1), EP 1 031 804 A1 (US 6 314 755 B1),
DE 199 09 744 A1, EP 1 067 345 A1 (US 6 336 345 B1), EP 1 074 805 A1
(US 6 332 337 B1), DE 199 54 593 A1, EP 1 134 525 A1 (US 6 477 860 B2),
DE 100 13 073 A1, EP 1 139 046 A1, EP 1 146 301 A1, EP 1 150 082 A1,
20 EP 1 213 552 A1, DE 101 15 258 A1, EP 1 284 404 A1 (US 2003/051504 A1),
EP 1 308 680 A1 (US 6 612 129 B2), DE 102 13 212 A1, DE 102 13 211 A1,
EP 1 357 342 A1, DE 102 38 282 A1, DE 103 02 389 A1, DE 103 34 559 A1,
DE 103 34 560 A1, DE 103 32 863 A1, EP 1 544 559 A1, EP 1 585 926 A1,
DE 102005 029 274 A1, EP 1 666 824 A1, EP 1 672 301 A1, DE 10 2005 028 012 A1,
25 WO 2007/033838 A1, WO 2007/104449 A1, EP 1 845 324 A1,
DE 10 2006 032 731 A1, EP 1 892 490 A1, DE 10 2007 014 643 A1, EP 2 015 012 A2,
EP 2 015 013 A2, EP 2 026 024 A1, WO 2009/095188 A2 und
DE 10 2008 016 355 A1.

- 30 Die vorliegenden Erläuterungen gelten in entsprechender Weise auch für andere
Luftprodukte wie beispielsweise Stickstoff oder Argon, die ebenfalls unter Verwendung
der Innenverdichtung in gasförmigem Zustand erhalten werden können und zuvor als
Flüssigfraktionen vorliegen. Die Erfindung eignet sich aber auch für alle anderen in
einer entsprechenden Luftzerlegungsanlage flüssig vorliegenden und insbesondere

flüssig auf Druck gebrachten oder flüssig auf Druck zu bringenden Fraktionen. Diese können der Anlage auch flüssig entnommen werden.

Zur Erhöhung des Drucks von Luftprodukten in Luftzerlegungsanlagen ist die

5 sogenannte Druckaufbauverdichtung bekannt und beispielsweise in der DE 676 616 C, und der EP 0 464 630 A1 beschrieben. Wie beispielsweise in der US 6 295 840 B1 offenbart, kann ein Luftprodukt auch mittels eines Teilstroms verdichteter Einsatzluft in einer Tankanordnung auf Druck gebracht werden.

10 Für bestimmte industrielle Anwendungen werden Luftprodukte, z.B. Drucksauerstoff, mit hohem und insbesondere mit spezifiziertem Reinheitsgrad benötigt. Diese Anforderungen können insbesondere in herkömmlichen Luftzerlegungsanlagen mit Innenverdichtung nur unter beträchtlichem Aufwand oder gar nicht erfüllt werden.

15 Es besteht daher der Bedarf nach verbesserten Möglichkeiten zur Erzeugung von entsprechenden Luftprodukten, insbesondere mit spezifiziertem Reinheitsgrad, in Luftzerlegungsanlagen, insbesondere in Luftzerlegungsanlagen mit Innenverdichtung.

Offenbarung der Erfindung

20

Die vorliegende Erfindung schlägt vor diesem Hintergrund ein Verfahren zur Gewinnung eines Luftprodukts in einer Luftzerlegungsanlage und eine zur Durchführung eines derartigen Verfahrens eingerichtete Luftzerlegungsanlage mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche vor. Bevorzugte Ausgestaltungen sind

25 Gegenstand der abhängigen Patentansprüche sowie der nachfolgenden Beschreibung.

Vorteile der Erfindung

Die Erfindung geht von einem bekannten Verfahren zur Gewinnung von Luftprodukten

30 aus. Beispielsweise kann die Erfindung bei der eingangs erläuterten Innenverdichtung zum Einsatz kommen, sie eignet sich jedoch generell für alle Verfahren zur Gewinnung von Luftprodukten, bei denen diese zumindest zeitweise flüssig vorliegen und in entsprechenden Tanks zwischengespeichert werden können. Wie erläutert, wird bei der Innenverdichtung aus Einsatzluft eine Flüssigfraktion gewonnen, die in flüssiger

35 Form auf einen Zieldruck druckerhöht, anschließend gegen einen Wärmeträger

verdampft, und schließlich als Luftprodukt in gasförmigem Zustand abgegeben wird. Dies entspricht im Regelfall dem Kundenwunsch. Es profitieren jedoch auch Anlagen von dem erfindungsgemäßen Verfahren, in denen ein Luftprodukt in flüssigem Zustand abgegeben wird. Im letzteren Fall entspricht das Luftprodukt der Flüssigfraktion, bei der
5 Innenverdichtung wird die Flüssigfraktion zu dem Luftprodukt verdampft.

Es ist vorgesehen, die Flüssigfraktion, insbesondere vor dem Verdampfen bei der Innenverdichtung, in einer Tankanordnung mit wenigstens zwei Tanks zwischenzuspeichern. Die Flüssigfraktion wird dabei im Wechselbetrieb in die wenigstens zwei Tanks eingespeist und aus diesen entnommen.

10

Mit einem "Wechselbetrieb" der wenigstens zwei Tanks ist hier gemeint, dass die Flüssigfraktion zumindest einem der Tanks zugeführt und/oder zumindest einem der Tanks entnommen und dabei keinem der Tanks gleichzeitig zugeführt und, zumindest nicht zur Bereitstellung des Luftprodukts, entnommen wird. Die Einspeisung und die
15 Entnahme aus jeweils einem Tank erfolgt damit niemals zeitgleich, wenn die entsprechende Flüssigfraktion anschließend (z.B. nach Verdampfung) als Luftprodukt abgegeben werden soll. Der Tank wird also in einem Produktionsbetrieb stets entweder befüllt oder entleert oder weder befüllt noch entleert (d.h. die Flüssigfraktion wird immer entweder in den Tank eingespeist oder aus diesem entnommen). Hieraus
20 ergibt sich eine Reihe von Vorteilen, die im Rahmen der Erläuterung der bevorzugten Ausführungsformen noch näher erläutert werden.

Im vereinfachten Fall von nur zwei Tanks kann dabei die Flüssigfraktion einem ersten Tank zugeführt und einem zweiten Tank entnommen werden oder umgekehrt. Die
25 Flüssigfraktion kann jedoch auch einem der Tanks entnommen bzw. zugeführt werden, während sie dem anderen Tank nicht zugeführt bzw. entnommen wird. Die Flüssigfraktion kann auch beiden Tanks gleichzeitig zugeführt, jedoch nicht zeitgleich entnommen, oder beiden Tanks gleichzeitig entnommen, jedoch nicht zeitgleich zugeführt werden. Dies gilt jeweils sinngemäß auch für mehr als zwei Tanks.

30

Erfindungsgemäß ist es vorgesehen und durch den Wechselbetrieb möglich, jeweils vor dem Entnehmen der Flüssigfraktion zur Bereitstellung des Luftprodukts ihre Zusammensetzung, also beispielsweise einen Gehalt an wenigstens einer Komponente, in dem jeweiligen Tank zu ermitteln. Da aufgrund der
35 Zwischenspeicherung eine entsprechende Flüssigfraktion niemals direkt zur

Bereitstellung des Luftprodukts verwendet wird, kann dieses stets mit verifizierter Zusammensetzung, beispielsweise mit definierter Reinheit, zur Verfügung gestellt werden. Das üblicherweise erwünschte Gasprodukt selbst kann i.d.R. nicht kontinuierlich auf seine Reinheit überprüft werden; dies ermöglicht jedoch die hier
5 vorgeschlagene Zwischenspeicherung.

Das erfindungsgemäß vorgeschlagene Verfahren entfaltet besondere Vorteile, wenn die Flüssigfraktion zur Bereitstellung des Luftprodukts in flüssigem Zustand auf einen Zieldruck druckerhöht, anschließend gegen einen Wärmeträger verdampft, und
10 schließlich als das Luftprodukt in gasförmigem Zustand abgegeben wird, also bei sogenannten Innenverdichtungsverfahren. Die Verdampfung erfolgt hier insbesondere im Hauptwärmetauscher der Luftzerlegungsanlage. Die Innenverdichtung wird als Alternative zur gasförmigen Produktverdichtung (Außenverdichtung) angewendet, wenn das gasförmige Produkt unter Druck gewonnen werden soll. Hierbei wird die
15 kontinuierlich anfallende Flüssigfraktion allerdings herkömmlicherweise ohne die erfindungsgemäße Zwischenspeicherung in den wenigstens zwei Tanks abgegeben. Die Abgabe ggf. verunreinigter Luftprodukte, die nicht den jeweiligen Anforderungen entsprechen, kann daher nur mit beträchtlichem Zusatzaufwand verhindert werden. Erfindungsgemäß ist hingegen stets die Abgabe eines Luftprodukts mit definierter und
20 spezifizierbarer Zusammensetzung möglich.

Ist im Rahmen dieser Anmeldung von einem "Hauptwärmetauscher" die Rede, wird hierunter vorzugsweise ein einziger Wärmetauscherblock verstanden. Bei größeren Anlagen kann es jedoch auch vorteilhaft sein, den Hauptwärmetauscher durch mehrere
25 hinsichtlich ihres Temperaturverlaufs parallel geschaltete Stränge zu realisieren, die durch voneinander getrennte Bauelemente gebildet werden. Grundsätzlich ist es möglich, den Hauptwärmetauscher, bzw. jeden seiner Stränge, durch zwei oder mehrere seriell verbundene Wärmetauscherblöcke auszubilden.

Der Begriff "Verdampfen" schließt hier, wie eingangs erläutert, eine
30 Pseudoverdampfung unter überkritischem Druck ein. Der Druck, unter dem die Flüssigfraktion, beispielsweise Reinsauerstoff, in einen Wärmetauscher zur Verdampfung (z.B. den Hauptwärmetauscher) eingeleitet wird, kann also auch über dem kritischen Druck liegen. Dies gilt in entsprechender Weise für den Druck des Wärmeträgers, beispielsweise die Einsatzluft, der gegen die Flüssigfraktion verflüssigt
35

(oder pseudoverflüssigt) wird. Entscheidend kann hierbei auch sein, dass die Menge so gering ist, dass kein zusätzlicher Boosterverdichter benötigt wird.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann die Flüssigfraktion, beispielsweise
5 Reinsauerstoff (aber auch beispielsweise Wasserstoff, Argon, Helium und/oder Neon, auch aus externen Quellen), wie in herkömmlichen Luftzerlegungsanlagen mit Innenverdichtung auch, im flüssigem Zustand auf einen erhöhten Druck gebracht ("druckerhöht") werden. Hierdurch kann ein warmer Verdichter für ein entsprechendes Luftprodukt entfallen oder zumindest relativ klein ausgeführt werden. Durch einen
10 Wegfall einer zusätzlichen Verdichtereinheit verbessert sich i.d.R. die Reinheit des erhaltenen gasförmigen Luftprodukts, weil Kontaminationen durch Diffusion durch Dichtungen usw. vermieden werden.

Besonders reine Luftprodukte können erhalten werden, wenn die Flüssigfraktion mittels
15 der erfindungsgemäß ausgebildeten Tankanordnung durch Druckaufbauverdampfung druckerhöht wird. Die Druckaufbauverdampfung ist grundsätzlich bekannt. Hierbei wird einem entsprechenden Tank jeweils ein Teil seines Inhalts entnommen und verdampft. Durch die Expansion während der Verdampfung erhöht sich der Druck. Hierbei wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung vorteilhafterweise ein Verfahrensdruck von 8 bis
20 16 bar verwendet. Die Verwendung zusätzlicher Pumpen, die ebenfalls Kontaminationen verursachen können, kann entfallen oder diese können kleiner ausgebildet werden. Eine entsprechende Anlage erweist sich damit als sehr viel wartungsärmer als herkömmliche Anlagen mit entsprechenden Pumpen. Erfindungsgemäße Anlagen ermöglichen bei Einsatz der Druckaufbauverdampfung
25 eine Energieersparnis von ca. 0,8 bis 1 kW pro Normkubikmeter und Stunde Sauerstoffprodukt bei Reinheiten von beispielsweise unter 10 pbb Ar. Die jeweils erzielbaren Werte richten sich zu einem wesentlichen Anteil nach den Gewinnungsparametern.

30 Die Druckaufbauverdampfung schließt die Verwendung von Pumpen nicht aus, diese können vor oder nach einer entsprechenden Tankanordnung vorgesehen sein. Wird keine Druckaufbauverdampfung verwendet, kann mittels entsprechender Pumpen vor, während oder nach der erfindungsgemäßen Zwischenspeicherung der Druck der Flüssigfraktion erhöht werden. Die Erfindung eignet sich insbesondere auch bei der
35 drucklosen Zwischenspeicherung in der Tankanordnung, insbesondere dann, wenn die

Flüssigfraktion der Anlage drucklos als Luftprodukt entnommen oder erst stromab der Tankanordnung druckerhöht wird. Üblicherweise werden jedoch Drücke, beispielsweise bis zu 5 bar, verwendet, die es erlauben, das Luftprodukt auch ohne Pumpe zu entnehmen. Von Vorteil kann in diesem Zusammenhang auch sein, das vor
5 der Wiederbefüllung eines entsprechenden Tanks zum Druckabbau abgelassene Gas (sogenanntes Blowoffgas) in eine hierfür geeignete Säule des verwendeten Destillationssäulensystems zurückzuführen.

Im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens wird jeweils die Flüssigfraktion nur
10 dann zur Bereitstellung des Luftprodukts verwendet, wenn ihre in der Tankanordnung bestimmte Zusammensetzung einem Vorgabewert, beispielsweise einer Mindestreinheit von maximal 10 ppm Restargon oder vorzugsweise maximal 500 ppm Stickstoff entspricht. Ist dies nicht der Fall, kann die Flüssigfraktion verworfen oder der Luftzerlegungsanlage an geeigneter Stelle, beispielsweise einer Reinsauerstoffsäule,
15 erneut zugeführt werden.

Vorteilhafterweise wird die Zusammensetzung der Flüssigfraktion kontinuierlich oder in Intervallen ermittelt. Dies kann zumindest vor der Entnahme zur Bereitstellung des Luftprodukts, jedoch auch wiederholt, erfolgen, insbesondere wenn ein Tank erst
20 teilgefüllt ist, um eine übermäßige Produktion einer nicht spezifikationsgemäßen Flüssigfraktion zu vermeiden. Die Gaschromatographie eignet sich dabei in besonderer Weise zur Ermittlung einer Zusammensetzung der Flüssigfraktion, weil sie besonders niedrige Nachweisgrenzen aufweist.

25 Die vorliegende Erfindung eignet sich in besonderer Weise zur Verwendung mit dem sogenannten SPECTRA-Verfahren der Anmelderin. Hierbei kann eine Trennsäule einen Kopfkondensator aufweisen, in dem Dampf aus dem oberen Bereich der Trennsäule zumindest teilweise kondensiert werden kann. Hierbei handelt es sich um ein Stickstoffprodukt, das anschließend in flüssiger Form der Anlage entnommen
30 werden kann. Zumindest ein Teil des in dem Kopfkondensator gewonnenen Kondensats kann auch als Rücklauf auf die Trennsäule aufgegeben werden.

Ferner wird Fluid der Trennsäule entnommen und in dem Kopfkondensator gegen das zu kondensierende Fluid erwärmt. Das Fluid kann der Trennsäule in Form eines oder
35 zweier Fluidströme entnommen oder erst nach der Erwärmung in zwei Fluidströme

aufgeteilt werden. Getrennt der Trennsäule entnommene Fluidströme werden dieser vorzugsweise in unterschiedlicher Entnahmehöhe entnommen und weisen daher unterschiedliche Zusammensetzungen auf. Einer der zwei Fluidströme kann dabei vorzugsweise am Sumpf der Trennsäule abgezogen werden. In bestimmten Fällen

5 kann es sich als günstig erweisen, wenn ein erster Fluidstrom einen höheren Stickstoffgehalt aufweist als ein zweiter Fluidstrom. In diesem Fall wird der zweite Fluidstrom von einer Zwischenstelle der ersten Trennsäule abgezogen, die oberhalb des Sumpfs angeordnet ist, insbesondere oberhalb der Stelle, an der der erste Fluidstrom entnommen wird.

10

Einer der zwei Fluidströme wird, z.B. im Hauptwärmetauscher der Luftzerlegungsanlage, weiter erwärmt und in einer Entspannungsmaschine entspannt. Der andere Fluidstrom kann in einem mit der Entspannungsmaschine gekoppelten Verdichter auf den Druck der entsprechenden Trennsäule (rück)verdichtet und

15 anschließend im Hauptwärmetauscher auf eine entsprechende Temperatur abgekühlt werden. Hierbei ist es besonders günstig, zur Rückverdichtung einen Kaltverdichter zu verwenden. Unter einem "Kaltverdichter" wird hier ein Verdichter verstanden, der bei einer Eintrittstemperatur von weniger als 200 K, insbesondere weniger als 150 K, vorzugsweise zwischen 90 und 120 K, betrieben werden kann.

20

Das SPECTRA-Verfahren ist energetisch besonders günstig, weil die Entspannung in der erläuterten Entspannungsmaschine arbeitsleistend erfolgt. Die hierbei erzeugte mechanische Energie kann zumindest teilweise zur Rückverdichtung, wie zuvor erläutert, genutzt werden. Die Übertragung der mechanischen Energie von der

25 Entspannungsmaschine auf den Rückverdichter erfolgt unmittelbar mechanisch, beispielsweise über eine gemeinsame Welle der Entspannungsmaschine und des Rückverdichters. Insbesondere dann, wenn der Rückverdichter als Kaltverdichter ausgebildet ist, wird vorzugsweise nur ein Teil der von der Entspannungsmaschine erzeugten mechanischen Energie auf den Rückverdichter übertragen, der Rest wird in

30 einer warmen Bremsenrichtung, z.B. einem Bremsgebläse, einem Generator oder einer dissipativen Bremse, "vernichtet".

35

Das Grundkonzept der vorliegenden Erfindung ist also, die Flüssigfraktion nicht kontinuierlich und ohne weitere Kontrollmöglichkeit als Luftprodukt abzugeben sondern diese in wenigstens zwei Tanks zwischenzuspeichern. Hierdurch ist es möglich, den

Tankinhalt jeweils auf seine chemische Zusammensetzung, insbesondere auf Restverunreinigungen, zu überprüfen. Dies kann diskontinuierlich, beispielsweise alle zehn Minuten erfolgen. Nur wenn das enthaltene Produkt den jeweils vorgegebenen Reinheitsanforderungen entspricht, wird es beispielsweise im Hauptwärmetauscher
5 verdampft und als gasförmiges Luftprodukt abgegeben.

In besonderer Weise eignet sich die vorliegende Erfindung bei einem Verfahren, bei dem die Einsatzluft in einem Hauptwärmetauscher abgekühlt und in eine erste Trennsäule eingespeist wird. Hierbei wird aus einem sauerstoffangereicherten Strom
10 aus der ersten Trennsäule in einer zweiten Trennsäule Reinsauerstoff als die Flüssigfraktion gewonnen. Der Reinsauerstoff wird nach der Zwischenspeicherung und Druckerhöhung in dem Hauptwärmetauscher gegen zumindest einen Teil der Einsatzluft als Wärmeträger verdampft.

15 Die Erfindung betrifft in gleicher Weise eine Luftzerlegungsanlage, die zur Durchführung eines zuvor erläuterten Verfahrens eingerichtet ist und über entsprechende Mittel verfügt. Die Luftzerlegungsanlage profitiert von den zuvor erläuterten Vorteilen in gleicher Weise. Auf diese wird verwiesen.

20 Ist hier davon die Rede, dass in einer solchen Luftzerlegungsanlage Ströme, Fraktionen, Luftprodukte usw. "entnehmbar", "einspeisbar", "erwärmbar", "abkühlbar", "verdichtbar", "entspannbar" usw. sind, bedeutet dies, dass entsprechende Entnahme- bzw. Einspeisemittel (z.B. Ventile oder Pumpen), Mittel zur Erwärmung bzw. Abkühlung (z.B. Heizer oder Wärmetauscher) und Mittel zur Verdichtung bzw.
25 Entspannung (z.B. Verdichter bzw. Entspannungsventile oder -maschinen) usw. vorgesehen sind, die in geeigneter Weise ausgebildet sind.

Eine besonders vorteilhaft ausgebildete Luftzerlegungsanlage weist dabei ein Trennsystem auf, dem die Flüssigfraktion an einer Entnahmestelle entnehmbar ist, die
30 geodätisch oberhalb einer Einspeisestelle in die Tankanordnung liegt. Die Flüssigfraktion kann auf diese Weise energiesparend in die Tankanordnung abfließen. Dies wird jedoch i.d.R. durch eine Druckbeaufschlagung unterstützt. Mit "geodätisch oberhalb" ist dabei gemeint, dass ein Höhenunterschied zwischen der Entnahmestelle aus dem Trennsäulensystem und der Einspeisestelle in die Tankanordnung besteht,
35 nicht jedoch, dass diese in einer Falllinie übereinander angeordnet sein müssen. Ein

lateral Versatz kann also vorliegen. In größeren Anlagen befinden sich die Tanks jedoch i.d.R. auf einer Höhe, durch die sichergestellt ist, dass das Luftprodukt unter ausreichendem Druck bereitgestellt wird.

- 5 Die Erfindung sowie weitere Einzelheiten der Erfindung werden im Folgenden anhand eines in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels gegenüber dem Stand der Technik näher erläutert.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

10

Figur 1 zeigt eine Luftzerlegungsanlage gemäß dem Stand der Technik und

Figur 2 zeigt eine Luftzerlegungsanlage gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

- 15 In den Figuren sind gleiche oder einander entsprechende Elemente mit identischen Bezugszeichen angegeben. Auf eine wiederholte Erläuterung wird der Übersichtlichkeit halber verzichtet.

Ausführungsform(en) der Erfindung

20

In Figur 1 ist eine Luftzerlegungsanlage mit Innenverdichtung gemäß dem Stand der Technik, wie er beispielsweise aus der EP 1 995 537 A2 bekannt ist, schematisch in Form eines Anlagendiagramms dargestellt. Die zur Innenverdichtung eingerichtete Luftzerlegungsanlage ist insgesamt mit 110 bezeichnet. Wie erwähnt, eignet sich die

- 25 Erfindung jedoch auch zum Einsatz in Luftzerlegungsanlagen ohne Innenverdichtung.

Atmosphärische Luft 1 (AIR) wird über ein Filter 2 von einem Luftverdichter 3 angesaugt und dort auf einen Absolutdruck von 6 bis 20 bar, vorzugsweise etwa 9 bar, verdichtet. Nach Durchströmen eines Nachkühlers 4 und eines Wasserabscheiders 5 zum Abscheiden von Wasser (H₂O) wird die verdichtete Luft 6 in einer
30 Reinigungsvorrichtung 7 gereinigt, die ein Paar von mit Adsorptionsmaterial, vorzugsweise Molekularsieb, gefüllten Behältern aufweist. Die gereinigte Luft 8 wird in einem Hauptwärmetauscher 9 auf etwa Taupunkt abgekühlt und teilweise verflüssigt. Ein erster Teil 11 der abgekühlten Luft 10 wird über ein Drosselventil 51 in eine

Einzelsäule 12 eingeleitet. Die Einspeisung erfolgt vorzugsweise einige praktische oder theoretische Böden oberhalb des Sumpfs.

Der Betriebsdruck der Einzelsäule 12 (am Kopf) beträgt 6 bis 20 bar, vorzugsweise etwa 9 bar. Ihr Kopfkondensator 13 wird mit einem ersten Fluidstrom 14 und einem zweiten Fluidstrom 18 gekühlt. Der erste Fluidstrom 14 wird vom Sumpf der Einzelsäule 12 abgezogen, der zweite Fluidstrom 18 von einer Zwischenstelle einige praktische oder theoretische Böden oberhalb der Luftzuspeisung oder auf gleicher Höhe wie diese.

Als Hauptprodukt der Einzelsäule 12 wird gasförmiger Stickstoff 15, 16 am Kopf der Einzelsäule 12 abgezogen, im Hauptwärmetauscher 9 auf etwa Umgebungstemperatur angewärmt und schließlich über Leitung 17 als gasförmiges Druckprodukt (PGAN) abgezogen. Weiterer gasförmiger Stickstoff wird durch den Kopfkondensator 13 geführt. Ein Teil 53 des in dem Kopfkondensator 13 erhaltenen Kondensats 52 kann als Flüssigstickstoffprodukt (PLIN) gewonnen werden; der Rest 54 wird als Rücklauf auf den Kopf der Einzelsäule 12 aufgegeben.

Der erste Fluidstrom 14 wird im Kopfkondensator 13 unter einem Druck von 2 bis 9 bar, vorzugsweise etwa 4 bar verdampft und strömt gasförmig über eine Leitung 19 zum kalten Ende des Hauptwärmetauschers 9. Aus diesem wird sie bei einer Zwischentemperatur entnommen (Leitung 20) und in einer Entspannungsmaschine 21, die in dem Beispiel als Turboexpander ausgebildet ist, arbeitsleistend auf etwa 300 mbar über Atmosphärendruck entspannt. Die Entspannungsmaschine 21 ist mechanisch mit einem Kaltverdichter 30 und einer Bremsenrichtung 22 gekoppelt, die in dem Ausführungsbeispiel durch eine Ölbremse gebildet wird. Der entspannte Fluidstrom 23 wird im Hauptwärmetauscher 9 auf etwa Umgebungstemperatur angewärmt. Der warme Fluidstrom 24 wird in die Atmosphäre (ATM) abgeblasen (Leitung 25) und/oder als Regeneriergas 26, 27 in der Reinigungsvorrichtung 7 eingesetzt, gegebenenfalls nach Erwärmung in der Heizeinrichtung 28.

Der zweite Fluidstrom 18 wird im Kopfkondensator 13 unter einem Druck von 2 bis 9 bar, vorzugsweise etwa 4 bar verdampft und strömt gasförmig über eine Leitung 29 zu dem Kaltverdichter 30, in dem er auf etwa den Betriebsdruck der Einzelsäule rückverdichtet wird. Der rückverdichtete Fluidstrom 31 wird im Hauptwärmetauscher 9

wieder auf Säulentemperatur abgekühlt und schließlich über Leitung 32 der Einzelsäule 12 am Sumpf wieder zugeführt.

Ein sauerstoffangereicherter Strom 36, der im Wesentlichen frei von schwerer
5 flüchtigen Verunreinigungen ist, wird von einer Zwischenstelle der Einzelsäule 12 in flüssigem Zustand abgezogen, die 5 bis 25 theoretische oder praktische Böden oberhalb der Luftzuspeisung angeordnet ist. Der sauerstoffangereicherte Strom 36 wird gegebenenfalls in einem Sumpfverdampfer 37 einer Reinsauerstoffsäule 38 unterkühlt und anschließend über eine Leitung 39 und ein Drosselventil 40 auf den Kopf der
10 Reinsauerstoffsäule 38 aufgegeben. Der Betriebsdruck der Reinsauerstoffsäule 38 (am Kopf) beträgt 1,3 bis 4 bar, vorzugsweise etwa 2,5 bar.

Der Sumpfverdampfer 37 der Reinsauerstoffsäule 38 wird außerdem mittels eines zweiten Teils 42 der abgekühlten Einsatzluft 10 gekühlt. Der Einsatzluftstrom 42 wird
15 dabei mindestens teilweise, beispielsweise vollständig, kondensiert und strömt über eine Leitung 43 zur Einzelsäule 12, wo er etwa auf Höhe der Zuspeisung der übrigen Einsatzluft 11 eingeleitet wird.

Vom Sumpf der Reinsauerstoffsäule 38 wird ein hochreines Sauerstoffprodukt als
20 Flüssigfraktion 41 entnommen, mittels einer Pumpe 55 auf einen erhöhten Druck von 2 bis 100 bar, vorzugsweise etwa 12 bar gebracht, über eine Leitung 56 zum kalten Ende des Hauptwärmetauschers 9 geführt, dort unter dem erhöhten Druck verdampft und auf etwa Umgebungstemperatur angewärmt und schließlich über Leitung 57 als gasförmiges Produkt (GOX-IC) gewonnen.

25 Ein Kopfgas 58 der Reinsauerstoffsäule 38 wird dem zuvor erläuterten entspannten zweiten Fluidstrom 23 zugemischt (vgl. Verknüpfung A). Über eine Bypassleitung 59 wird gegebenenfalls ein Teil der Einsatzluft zur Pumpverhütung des Kaltverdichters 30 zu dessen Eintritt geleitet (sogenannte Anti-Surge Control).

30 Bei Bedarf kann der Anlage stromauf und/oder stromab der Pumpe 55 flüssiger Sauerstoff als Flüssigfraktion entnommen werden (in der Zeichnung mit LOX bezeichnet). Zusätzlich kann eine externe Flüssigkeit, beispielsweise flüssiges Argon, flüssiger Stickstoff oder flüssiger Sauerstoff, auch aus einem Flüssigtank, in dem

Hauptwärmetauscher 9 in indirektem Wärmeaustausch mit der Einsatzluft verdampft werden (in der Zeichnung nicht dargestellt).

In der Figur 2 ist eine Luftzerlegungsanlage gemäß einer besonders bevorzugten

5 Ausführungsform der Erfindung schematisch dargestellt und insgesamt mit 100 bezeichnet. Die in der Figur 2 dargestellte Luftzerlegungsanlage 100 unterscheidet sich von der in der Figur 1 dargestellten Luftzerlegungsanlage 110 im Wesentlichen durch eine Tankanordnung 70 mit mehreren, im dargestellten Beispiel zwei, Tanks 72.

10 Die Tankanordnung 70 umfasst im dargestellten Beispiel zwei gleichartig ausgebildete Tanks 72, von denen hier nur der linke Tank 72 näher erläutert wird. Wie zuvor erwähnt, kann die erfindungsgemäße Luftzerlegungsanlage 100 auch mit mehr als zwei Tanks 72 ausgebildet sein. Die Tanks 72 können stehend oder liegend angeordnet sein und beispielsweise von oben oder unten befüllt werden. Die

15 Tankanordnung 70 umfasst ferner im dargestellten Beispiel ein Ventilpaar 71, mittels dessen die Tanks 72 alternierend oder parallel befüllt werden können. Es versteht sich, dass, wenn eine größere Anzahl von Tanks 72 vorgesehen ist, in entsprechender Weise eine größere Anzahl von Ventilen vorgesehen ist.

20 Die Tankanordnung 70 kann beispielsweise geodätisch unterhalb einer Entnahmestelle aus der Reinsauerstoffsäule 38, hier also unterhalb des tiefsten Punkts der Reinsauerstoffsäule 38 angeordnet sein, um die Überführung der Flüssigfraktion 41 in die Tankanordnung 70 zu unterstützen. I.d.R. wird jedoch die Reinsauerstoffsäule 38 unter einem Druck betrieben, der die Überführung der Flüssigfraktion 41 in die
25 Tankanordnung 70 sicherstellt, beispielsweise 3 bar.

Jedem der Tanks 72 ist im dargestellten Beispiel ein Druckaufbauverdampfer 73 zugeordnet. Die Druckaufbauverdampfer 73 arbeiten in grundsätzlich bekannter Weise.

Aus dem Bodenbereich der Tanks 72 wird jeweils eine geringe Menge des im
30 entsprechenden Tank 72 vorliegenden Sauerstoffprodukts 41, entnommen, erwärmt und kopfseitig in den Tank über ein nicht näher bezeichnetes Ventil eingespeist. Durch die Verdampfung erhöht sich der Druck in den Tanks 72. Die Tankanordnung 70 kann durch die Druckaufbauverdampfung die zuvor erläuterte Pumpe 55 vollständig ersetzen, alternativ dazu jedoch auch zusätzlich zu einer entsprechenden Pumpe 55
35 vorgesehen sein (in der Figur 2 nicht dargestellt).

Wie bereits erläutert werden die Tanks 72 in der erfindungsgemäßen Luftzerlegungsanlage 100 im Wechselbetrieb gefahren, wobei, wie erläutert, die Flüssigfraktion 41 zumindest einem der Tanks 72 zugeführt und/oder zumindest einem
5 der Tanks 72 entnommen aber dabei keinem der Tanks 72 gleichzeitig zugeführt und zur Bereitstellung des Luftprodukts entnommen wird.

Beispielsweise wird hierbei immer nur eines der Ventile des Ventilpaars 71 geöffnet. Der dem entsprechenden Ventil zugeordnete Tank 72 wird auf diese Weise befüllt. Ein
10 entsprechendes bodenseitiges Ventil 74 ist geschlossen. Gleichzeitig hierzu, oder auch erst nach ausreichender Füllung des entsprechenden Tanks 72, wird der Druck in dem jeweiligen Tank 72 durch den Druckaufbauverdampfer 73 erhöht. Ist der entsprechende Tank 72 ausreichend befüllt und steht unter dem gewünschten Druck, wird das entsprechende Ventil des Ventilpaars 71 geschlossen (und das jeweils andere
15 geöffnet) und anschließend ein Ventil 74 bodenseitig des Tanks 72 geöffnet (und das jeweils andere geschlossen). Der im Tank 72 enthaltene Reinsauerstoff kann daher, wie bereits zuvor erläutert, über die Leitung 56 zum kalten Ende des Hauptwärmetauschers 9 fließen und dort unter dem erhöhten Druck verdampft und auf etwa Umgebungstemperatur angewärmt und schließlich über Leitung 57 entnommen
20 werden. Gleichzeitig füllt sich der andere Tank 72.

Die erfindungsgemäße Luftzerlegungsanlage 100 mit der Tankanordnung 70 erweist sich dabei als besonders vorteilhaft, weil der in den entsprechenden Tanks 72 jeweils vorliegende Flüssigsauerstoff nicht direkt, d.h. insbesondere nicht ohne eine weitere
25 Überprüfung, an die Anlagengrenze abgegeben wird. Vielmehr ist es vorgesehen, mittels einer Kontrolleinrichtung 75, die im dargestellten Beispiel nur am rechten Tank 72 veranschaulicht ist, die Reinheit des Sauerstoffs im jeweiligen Tank 72 kontinuierlich oder intermittierend zu überwachen. Das bodenseitig des entsprechenden Tanks 72 angeordnete Ventil 74 wird nur jeweils dann geöffnet, wenn
30 der Sauerstoff im entsprechenden Tank 72 eine ausreichende Reinheit aufweist. Ist dies nicht der Fall, kann der Tankinhalt des Tanks 72 verworfen oder über eine nicht dargestellte Leitung beispielsweise in die Reinsauerstoffsäule 38 zurückgeführt werden. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass an der Anlagengrenze stets Sauerstoff mit hoher und insbesondere spezifizierbarer Reinheit abgegeben wird. Dies

ist in herkömmlichen Anlagen nicht möglich, weil, wie erläutert, mit einer entsprechenden Pumpe 55 kontinuierlich Sauerstoff gefördert wird.

- 5 Eine kontinuierliche Bereitstellung von Drucksauerstoff an der Anlagengrenze über die Leitung 57 ist dennoch gewährleistet, weil, wie erwähnt, die Tanks 72 abwechselnd betrieben werden können. So kann stets aus einem der beiden Tanks 72 Sauerstoff über das bodenseitig angeordnete Ventil 74 entnommen werden, während der jeweils andere Tank 42 befüllt und mittels der Kontrolleinrichtung 75 überprüft wird.
- 10 Zur Reinheitsüberwachung kann jede Kontrolleinrichtung 75 verwendet werden, die aus dem Stand der Technik bekannt ist. Vorzugsweise erfolgt die Reinheitsüberwachung mittels Gaschromatographie.
- 15 Ein weiterer vorteilhafter Aspekt der erfindungsgemäßen Luftzerlegungsanlage 100 ergibt sich dadurch, dass, wie erläutert, der Eintrag von Kontaminationen in der Tankanordnung 70 gegenüber der Verdichtung mittels einer Pumpe 55 deutlich reduziert ist. Als bekannte Kontaminationsquellen bei Pumpen gelten beispielsweise die Pumpendichtungen, die in der Tankanordnung 70 vollständig entfallen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Gewinnung eines Luftprodukts (GOX-IC) in einer Luftzerlegungsanlage (100), in der aus Einsatzluft (8) eine Flüssigfraktion (41) gewonnen und zumindest teilweise zur Bereitstellung des Luftprodukts (GOX-IC)
5 verwendet wird, wobei die Flüssigfraktion (41) in einer Tankanordnung (70) mit wenigstens zwei Tanks (72) zwischengespeichert wird, wobei die Flüssigfraktion (41) zumindest einem der Tanks (72) zugeführt und/oder zumindest einem der Tanks (72) zur Bereitstellung des Luftprodukts (GOX-IC) entnommen wird und dabei keinem der Tanks (72) gleichzeitig zugeführt und entnommen wird, **dadurch**
10 **gekennzeichnet**, dass jeweils vor dem Entnehmen der Flüssigfraktion (41) aus einem Tank (72) die Zusammensetzung der Flüssigfraktion (41) in dem Tank (72) ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Flüssigfraktion (41) zur Bereitstellung des Luftprodukts (GOX-IC) in flüssigem Zustand auf einen Zieldruck druckerhöht,
15 anschließend gegen einen Wärmeträger (8) verdampft, und schließlich als das Luftprodukt (GOX-IC) in gasförmigem Zustand abgegeben wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Flüssigfraktion (41) in der
20 Tankanordnung (70) durch Druckaufbauverdampfung druckerhöht wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem die Flüssigfraktion (41) zur Bereitstellung des Luftprodukts (GOX-IC) verwendet wird, wenn ihre in dem Tank (72) bestimmte Zusammensetzung einem Vorgabewert entspricht.
25
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die Einsatzluft (8) in einem Hauptwärmetauscher (9) abgekühlt und in eine erste Trennsäule (12) der Luftzerlegungsanlage (100) eingespeist (11, 43) wird, wobei zumindest aus einem sauerstoffangereicherten Strom (36) aus der ersten Trennsäule (12) in einer
30 zweiten Trennsäule (38) Reinsauerstoff als die Flüssigfraktion (41) gewonnen wird, wobei der Reinsauerstoff in der Tankanordnung (70) zwischengespeichert, druckerhöht, in dem Hauptwärmetauscher (9) gegen zumindest einen Teil der Einsatzluft (8) als Wärmeträger verdampft, und als das Luftprodukt (GOX-IC) gasförmig abgegeben wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem Fluid aus der ersten Trennsäule (12) entnommen und in einem Kopfkondensator (13) der ersten Trennsäule (12) erwärmt wird, wovon ein erster Fluidstrom (14) in dem Hauptwärmetauscher (9) weiter erwärmt und anschließend in einer Entspannungsmaschine (21) entspannt wird und ein zweiter Fluidstrom (18) in einem mit der Entspannungsmaschine (21) gekoppelten Verdichter (30) verdichtet, anschließend im Hauptwärmetauscher (9) abgekühlt und schließlich erneut in die erste Trennsäule (12) eingespeist wird.
7. Luftzerlegungsanlage (100), die zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche eingerichtet ist, mit einem Trennsystem (12, 13, 38), das dazu ausgebildet ist, aus der Einsatzluft (8) die Flüssigfraktion (41) zu gewinnen, und mit einem Abgabesystem (70, 9), das dazu ausgebildet ist, unter Verwendung zumindest eines Teils der Flüssigfraktion (41) das Luftprodukt (GOX-IC) bereitzustellen, wobei das Abgabesystem (70, 9) die Tankanordnung (70) mit den wenigstens zwei Tanks (72) umfasst, zum Zwischenspeichern der Flüssigfraktion (41) eingerichtet ist, und derart betreibbar ist, dass die Flüssigfraktion (41) zumindest einem der Tanks (72) zuführbar und/oder zumindest einem der Tanks (72) zur Bereitstellung des Luftprodukts (GOX-IC) entnehmbar ist und dabei keinem der Tanks (72) gleichzeitig zuführbar und entnehmbar ist, und wobei eine Kontrolleinrichtung (75) bereitgestellt ist, mittels derer jeweils vor dem Entnehmen der Flüssigfraktion (41) aus einem Tank (72) zur Bereitstellung des Luftprodukts (GOX-IC) die Zusammensetzung dieser Flüssigfraktion (41) in dem Tank (72) ermittelbar ist.
8. Luftzerlegungsanlage (100) nach Anspruch 7, die dazu ausgebildet ist, einen Druck der Flüssigfraktion (41) in flüssigem Zustand auf einen Zieldruck zu erhöhen und die Flüssigfraktion (41) gegen einen Wärmeträger (8) zu verdampfen und als das gasförmige Luftprodukt (GOX-IC) abzugeben.
9. Luftzerlegungsanlage (100) nach einem der Ansprüche 7 oder 8, mit wenigstens einem Hauptwärmetauscher (9), in dem die Einsatzluft (8) abkühlbar ist, und einer ersten Trennsäule (12), in die die Einsatzluft (8) einspeisbar (11, 43) ist, wobei eine zweite Trennsäule (12) vorgesehen ist, die dazu ausgebildet ist, aus einem sauerstoffangereicherten Strom (36) aus der ersten Trennsäule (12)

Reinsauerstoff als die Flüssigfraktion (41) zu gewinnen, wobei der Reinsauerstoff in dem Hauptwärmetauscher (9) nach der Zwischenspeicherung in der Tankanordnung (70) und nach einer Druckerhöhung gegen zumindest einen Teil der Einsatzluft (8) als Wärmeträger verdampfbar und als Luftprodukt (GOX-IC) in gasförmigem Zustand abgebbar ist.

10. Luftzerlegungsanlage (100) nach Anspruch 9, bei der Fluid aus der ersten Trennsäule (12) entnehmbar und in einem Kopfkondensator (13) der ersten Trennsäule (12) erwärmbar ist, wovon ein erster Fluidstrom (14) in dem Hauptwärmetauscher (9) weiter erwärmbar und anschließend in einer Entspannungsmaschine (21) entspannbar ist und ein zweiter Fluidstrom (18) in einem mit der Entspannungsmaschine (21) gekoppelten Verdichter (30) verdichtbar, anschließend im Hauptwärmetauscher (9) abkühlbar und schließlich erneut in die erste Trennsäule (12) einspeisbar ist.

11. Luftzerlegungsanlage (100) nach einem der Ansprüche 7 bis 10, bei dem die Flüssigfraktion (41) an einer Entnahmestelle aus dem Trennsystem (12, 13, 38), entnehmbar ist, die geodätisch oberhalb einer Einspeisestelle in die Tankanordnung (70) liegt.

1/2

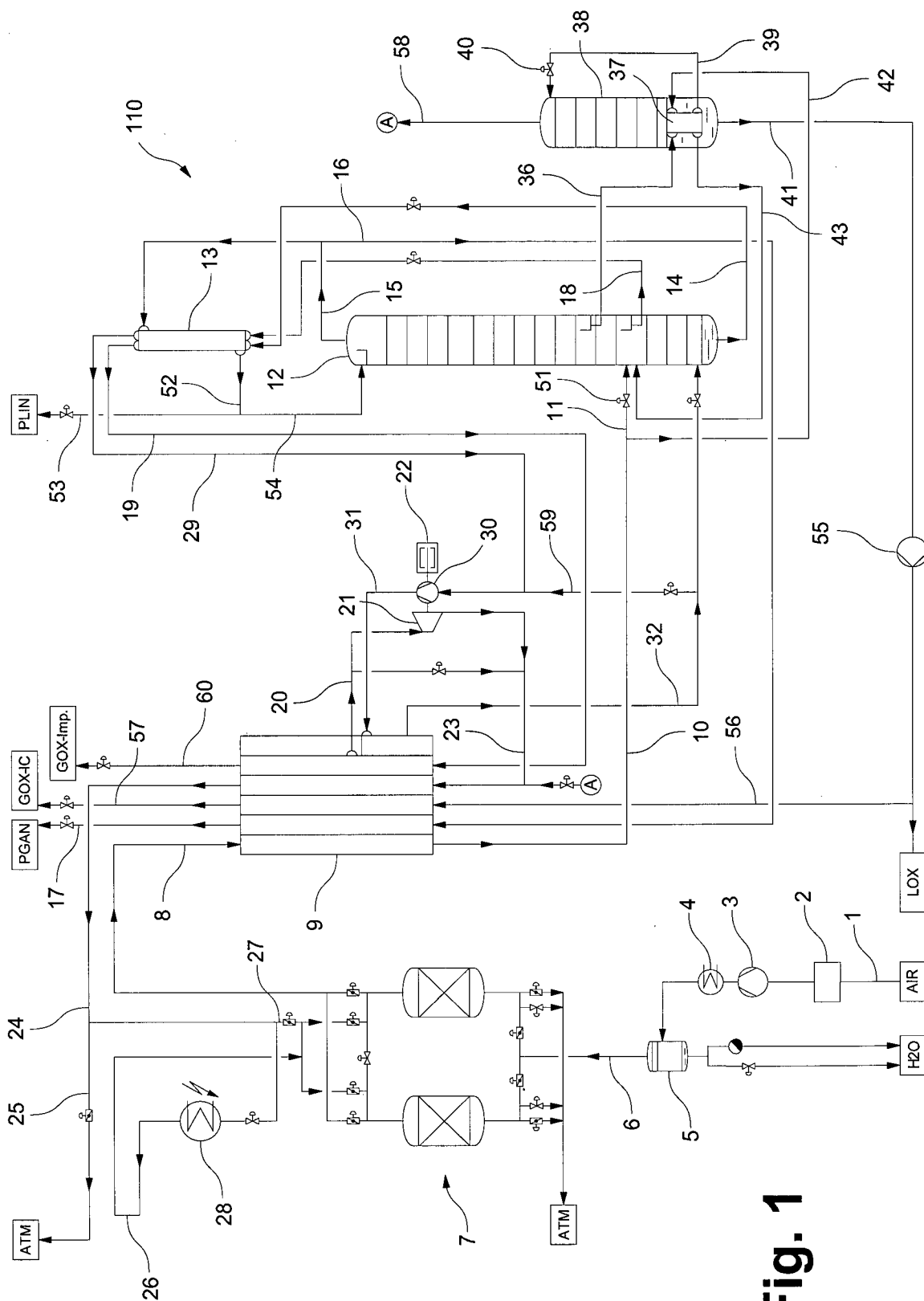


Fig. 1

2/2

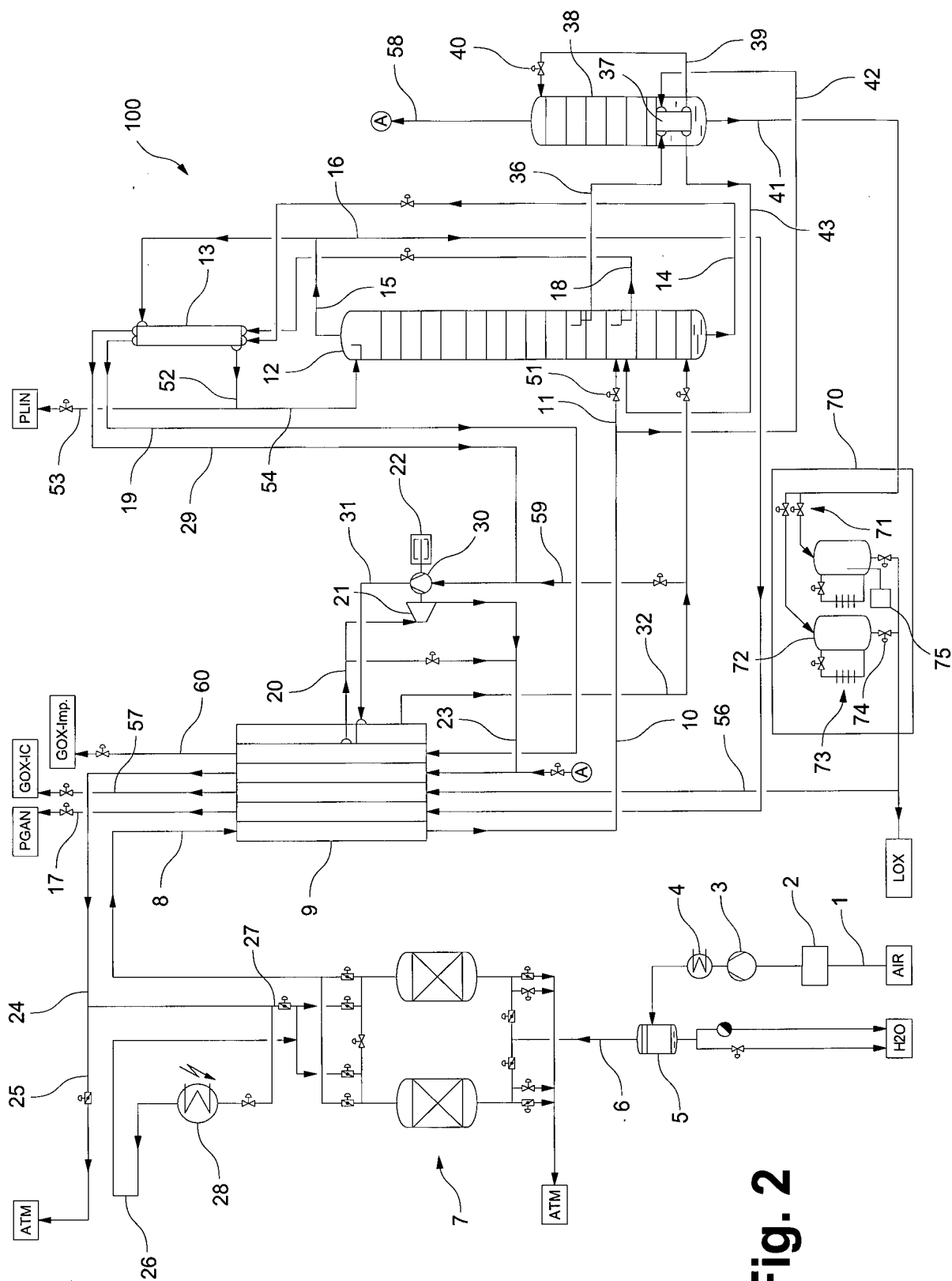


Fig. 2