(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 211 131 A1**

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
28.07.2010 Patentblatt 2010/30

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

(21) Anmeldenummer: **09151023.0**

(22) Anmeldetag: **21.01.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

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

(72) Erfinder:
- **Jusczyk, Dirk**
  06217 Merseburg (DE)
- **Balczarczyk, Witold**
  04420 Markranstädt (DE)
- **Frohne, Lothar**
  06179 Teutschenthal OT Hohenweiden (DE)

(74) Vertreter: **Patentship**
Patentanwaltskanzlei GbR
Vorhoelzerstraße 21
81477 München (DE)

(54) Verfahren zum Betreiben einer Luftzerlegungsanlage

(57) Bei einem Verfahren zum Betreiben einer Luftzerlegungsanlage (2), welche ein hochreines Sauerstoffprodukt mit einem vorgegebenen Sauerstoffgehalt von beispielsweise mehr als 99% und zumindest ein weiteres Luftzerlegungsprodukt, wie Stickstoff oder Argon bereitstellt, wird Umgebungsluft vorbehandelt und in einen Luftzerlegungsprozess der Luftzerlegungsanlage (2) als druckbeaufschlagte Prozessluft zugeführt. Es erfolgt ferner ein Mischen des hochreinen Sauerstoffprodukts mit der Prozessluft und/oder dem weiteren Luftzerlegungsprodukt zu einem Liefersauerstoffprodukt mit einem vorgegebenen Sauerstoffgehalt von zum Beispiel 90% bis 99% für einen Abnehmer.

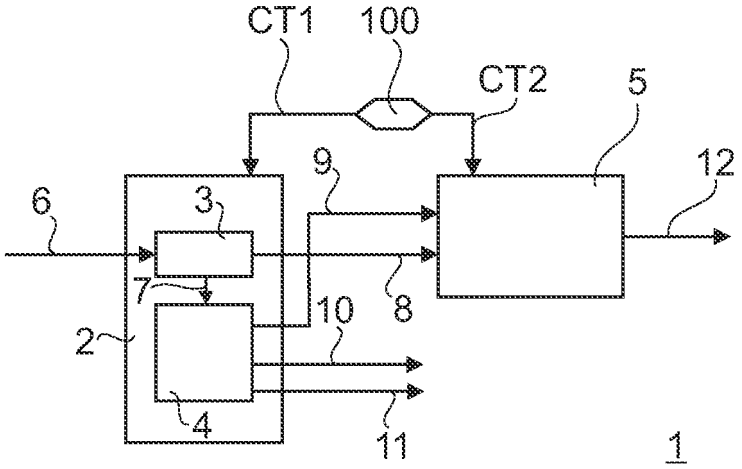


Fig.1

EP 2 211 131 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Luftzerlegungsanlage und eine Vorrichtung mit einer Luftzerlegungsanlage zur Bereitstellung eines Sauerstoffproduktes mit vorgegebener Sauerstoffkonzentration.

[0002] In vielen modernen Industrieanlagen werden Industriegase, wie insbesondere Sauerstoff benötigt. Z. B. werden Hochöfen meist mit Sauerstoff-angereichter Luft betrieben, um eine effizientere Oxidation- und Reduktionsreaktion zu gewährleisten. Dazu wurden in der Vergangenheit Luftzerlegungsanlagen in der Nähe der Hochofenanlagen gebaut, um für den Hochofenprozess geeignete Sauerstoff-angereicherte Luft bereitzustellen.

[0003] In der Regel genügt bei Verbrennungsprozessen mit Sauerstoff-angereichter Luft ein Sauerstoffgehalt von 30% bis 40% aus. Daher hat man in der Vergangenheit nur einfache Luftzerleger, die in der Regel nach dem Einsäulenverfahren Luft rektifizieren und ein Sauerstoffprodukt mit einem Sauerstoffgehalt um die 40% liefern, eingesetzt. Die US 3,143,412 oder US 4,732,597 offenbaren beispielsweise Verfahren und Anlagen, um mittelreine Sauerstoffprodukte für Hochofenanwendungen bereitzustellen.

[0004] Moderne Luftzerlegungsanlagen stellen meist, wenn insbesondere auch Luftbestandteile, wie Argon rektifiziert werden, hochreine Sauerstoffprodukte von einem Molgehalt von über 99% Sauerstoff bereit. Für die meisten industriellen Anwendungen wird jedoch kein entsprechend hochreiner Sauerstoff, beispielsweise in Verbrennungsprozessen, verwendet. Die Bereitstellung von einem derart überreinen Sauerstoffprodukt durch die Luftzerlegungsanlage kann daher ineffizient sein.

[0005] Da oftmals empfindliche Oxidationsvorgänge mit dem von einer Luftzerlegungsanlage gelieferten Sauerstoffprodukt betrieben werden, ist es auch gewünscht, die übrigen Bestandteile des anschließend verwendeten Sauerstoffproduktes gezielt kontrollieren zu können, was bei dem Beispiel der Hochofenbefeuerung nicht nötig ist.

[0006] Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren oder eine Vorrichtung oder Anlage zum aufwandsgünstigen Bereitstellen eines Liefersauerstoffproduktes mit einem vorgegebenen Sauerstoffgehalt zu schaffen.

[0007] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1 und eine Vorrichtung gemäß Patentanspruch 12 gelöst.

[0008] Demgemäß ist ein Verfahren zum Betreiben einer Luftzerlegungsanlage vorgesehen, wobei die Luftzerlegungsanlage ein hochreines Sauerstoffprodukt mit einem vorgegebenen Sauerstoffgehalt und zumindest ein weiteres Luftzerlegungsprodukt bereitstellt. Bei dem Verfahren erfolgt ein Vorbehandeln und Zuführen von Umgebungsluft in einen Luftzerlegungsprozess der Luftzerlegungsanlage als druckbeaufschlagte Prozessluft. Ferner wird das hochreine Sauerstoffprodukt mit der Prozessluft zu einem Liefersauerstoffprodukt mit einem vorgegebenen Sauerstoffgehalt gemischt.

[0009] Übliche Luftzerlegungsanlagen, die auch als ASU (= Air Separation Units) bezeichnet werden, liefern hochreine Sauerstoffprodukte mit einem Sauerstoffgehalt von etwa 99,8 %. Allerdings versteht man auch noch unter einem Sauerstoffprodukt mit einem Sauerstoffgehalt von über 90% ein hochreines Sauerstoffprodukt.

[0010] Als weiteres Luftzerlegungsprodukt kommt insbesondere gasförmiger oder auch flüssiger Stickstoff in Frage. Der einer Luftzerlegungsanlage entnommene hochreine Stickstoff hat in der Regel lediglich 1ppm (parts per million) Sauerstoffgehalt.

[0011] Das Vorbehandeln und Zuführen von Umgebungsluft als druckbeaufschlagte Prozessluft umfasst häufig das Filtern von Umgebungsluft, Verdichten dieser gefilterten Umgebungsluft und insbesondere die Reinigung und Abkühlung z. B. durch Verdunstungskühler und Molekularsiebabsorber, um die Prozessluft zu erzeugen. Die Prozessluft ist im Wesentlichen frei von Staubpartikeln, ferner sind Schwefeloxyde und Ammoniak herausgewaschen und etwaige in der Umgebungsluft vorliegende Kohlenwasserstoffe und CO_2 werden zum Beispiel durch Molekularsiebabsorbern aus der Luft entfernt. Der in der Luftzerlegungsanlage durchgeführte Luftzerlegungsprozess orientiert sich üblicherweise am Linde-Verfahren, kann durch einen Zweisäulenapparat vollzogen werden und erfolgt vorzugsweise nach dem Prinzip der Innenverdichtung.

[0012] Es ist ein Vorteil, das hochreine Sauerstoffprodukt mit der Prozessluft zu dem Liefersauerstoffprodukt zu mischen, da die Prozessluft einerseits bereits gereinigt für die Luftzerlegungsanlage vorliegt und andererseits auch für den Luftzerlegungsprozess auf einen überhöhten Druck von z. B. etwa 4 bis 5 bar gebracht ist. Für Prozessluft sind auch die Bezeichnungen Steuerluft oder Instrumentenluft geläufig. Die Prozessluft wird in der Regel dem Hauptwärmetauscher der Luftzerlegungsanlage zugeführt und kann dort für Mischzwecke abgegriffen oder mit einer Leitung abgezweigt werden.

[0013] Bei einer alternativen Variante eines Verfahren zum Betreiben einer Luftzerlegungsanlage, welche ein hochreines Sauerstoffprodukt mit einem vorgegebenen Sauerstoffgehalt und zumindest ein weiteres Luftzerlegungsprodukt bereitstellt, sind die Schritte vorgesehen: Vorbehandeln und Zuführen von Umgebungsluft in einen Luftzerlegungsprozess der Luftzerlegungsanlage als druckbeaufschlagte Prozessluft, und Mischen des hochreinen Sauerstoffprodukts mit dem weiteren Luftzerlegungsprodukt zu einem Liefersauerstoffprodukt mit einem vorgegebenen Sauerstoffgehalt.

[0014] Das weitere Luftzerlegungsprodukt, wie beispielsweise ein Stickstoffprodukt, kann dem Rektifikationskreislauf der Luftzerlegungsanlage einfach entnommen werden. Da insbesondere Stickstoff in besonders reinem Grad vorhanden ist (mit nur 1 ppm Sauerstoffgehalt) wird eine besonders präzise Einstellung des Sauerstoffgehaltes für das Liefersauerstoffprodukt möglich. Beim Mischen oder Verschneiden des hochreinen Sau-

erstoffproduktes aus dem Luftzerlegungsprozess mit dem Stickstoffprodukt ist daher ein besonders wohldefiniertes Liefersauerstoffprodukt für den Kunden erzielbar.

[0015] Es ist auch denkbar, dass als weiteres Luftzerlegungsprodukt ein Edelgasprodukt, wie Argon, verwendet wird. Sofern Oxidations- oder Verbrennungsprozesse mit dem Liefersauerstoffprodukt der vorgegebenen Sauerstoffkonzentration betrieben werden, kann durch Vermischen des hochreinen oder überreinen Sauerstoffproduktes aus dem Luftzerlegungsprozess mit Argon das Entstehen von schädlichen Stickoxiden praktisch ausgeschlossen werden.

[0016] Es ist auch möglich, das Vermischen mit Prozessluft und einem der weiteren Luftzerlegungsprodukte vorzunehmen. Allerdings kann auch ausschließlich ein Stickstoffprodukt als weiteres Luftzerlegungsprodukt mit dem hochreinen Sauerstoffprodukt gemischt werden, um für den jeweiligen weiteren Kundenprozess notwendige Sauerstoffkonzentration einzustellen.

[0017] Eine Vorrichtung zur Bereitstellung von einem Liefersauerstoffprodukt mit einem vorgegebenen Sauerstoffgehalt umfasst eine Luftzerlegungsanlage, welche ein hochreines Sauerstoffprodukt mit einem vorgegebenen Sauerstoffgehalt und zumindest ein weiteres Luftzerlegungsprodukt bereitstellt. Es ist eine Luftreinigungs- und Trocknungseinrichtung zur Bereitstellung von vorbehandelter Prozessluft und eine Mischeinrichtung zum Mischen des hochreinen Sauerstoffproduktes mit der Prozessluft und/oder dem weiteren Luftzerlegungsprodukt zu einem Liefersauerstoffprodukt mit einem vorgegebenen Sauerstoffgehalt vorgesehen. Eine entsprechende Vorrichtung eignet sich insbesondere zur Durchführung eines der vorstehend beschriebenen Verfahren zum Betreiben einer Luftzerlegungsanlage.

[0018] Die Vorrichtung kann z. B. eine Leitstelleneinrichtung zum Steuern der Luftzerlegungsanlage und der Mischeinrichtung aufweisen, wobei die Leitstelleneinrichtung derart eingerichtet ist, dass ein Verfahren, wie vorstehend erläutert, durchgeführt wird.

[0019] Anders als bei bekannten Verfahren und Anlagen zum Betreiben einer Luftzerlegungsanlage zur Bereitstellung eines Liefersauerstoffproduktes, liefert der hier betrachtete Luftzerlegungsprozess des Luftzerlegers ein hochreines Sauerstoffprodukt, also mit mindestens 99% Sauerstoffgehalt. Bei konventionellen Vorgehensweise, wie es beispielsweise in der JP 2002-286361 beschrieben ist, werden einfache, meist Einsäulen-Rektifikationsanlagen verwendet. Es ist dann auch notwendig, um ein Liefersauerstoffprodukt mit geeignetem Sauerstoffgehalt zu gewinnen, weitere, beispielsweise in Gasflaschen vorliegenden Sauerstoff mittelreinen Prozessprodukt beizumischen. Bisher werden auch keine Lieferprodukte mit einem Sauerstoffgehalt zwischen 90% und 99% betrachtet.

[0020] In einer bevorzugten Variante des Verfahrens zum Betreiben einer Luftzerlegungsanlage oder einer Vorrichtung zur Bereitstellung von einem Liefersauerstoffprodukt hat das Liefersauerstoffprodukt einen Sauerstoffgehalt von 98,5%. Das Sauerstoffprodukt mit 98,5% eignet sich insbesondere zur Verwendung in glastechnischen Anlagen.

[0021] In einer weiteren bevorzugten Variante des Verfahrens zum Betreiben einer Luftzerlegungsanlage oder einer Vorrichtung zur Bereitstellung von einem Liefersauerstoffprodukt beträgt der Sauerstoffgehalt des Liefersauerstoffproduktes zwischen 99% und 99,5%. Dabei hat das hochreine Sauerstoffprodukt vorzugsweise einen Sauerstoffgehalt von 99,8%.

[0022] Weitere mögliche Implementierungen der Erfindung umfassen auch nicht explizit genannte Kombinationen von zuvor oder im Folgenden bezüglich der Ausführungsbeispiele beschriebenen Merkmale, Verfahrensschritte oder Aspekte. Dabei wird der Fachmann auch Einzelaspekte als Verbesserungen oder Ergänzungen zu der jeweiligen Grundform der Erfindung hinzufügen.

[0023] In einer Variante der Erfindung ist ein Computerprogrammprodukt vorgesehen, welches die Durchführung eines entsprechenden Verfahrens zum Betreiben einer Luftzerlegungsanlage auf einer programmgesteuerten Rechner- oder Steuereinrichtung veranlasst. Als programmgesteuerte Rechner- oder Steuereinrichtung kommt zum Beispiel ein PC oder ein Rechner einer Leitwarte zur Steuerung und Regelung von Anlagen, insbesondere Luftzerlegungsanlagen, in Frage, auf dem entsprechende Software installiert ist. Das Computerprogrammprodukt kann beispielsweise in der Art eines Datenträgers wie zum Beispiel USB-Stick, Floppy-Disk, CD-ROM, DVD implementiert werden oder auch auf einer Servereinrichtung als herunterladbare Programmdatei implementiert sein.

[0024] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Aspekte der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiele der Erfindung. Im Weiteren wird die Erfindung anhand von bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigelegten Figuren näher erläutert.

[0025] Es zeigt dabei:

Fig. 1: eine schematische Darstellung einer ersten Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einer ersten Variante zum Bereitstellen von einem Sauerstoffprodukt mit vorgegebenem Sauerstoffgehalt;

Fig. 2: eine schematische Darstellung einer zweiten Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einer zweiten Variante zum Bereitstellen von einem Sauerstoffprodukt mit vorgegebenem Sauerstoffgehalt;

Fig. 3: eine schematische Darstellung einer dritten Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einer dritten Variante zum Bereitstellen von einem Sauerstoffprodukt mit vorgegebenem Sauer-

stoffgehalt;

Fig. 4: eine schematische Darstellung einer Luftzerlegungsanlage mit einer Variante einer Mischeinrichtung zur Bereitstellung von einem Sauerstoffprodukt mit vorgegebenem Sauerstoffgehalt;

Fig. 5: eine Teildarstellung einer Luftzerlegungsanlage mit einer zweiten Variante einer Mischeinrichtung zur Bereitstellung von einem Sauerstoffprodukt mit vorgegebenem Sauerstoffgehalt; und

Fig. 6: ein beispielhaftes Verfahrensfließbild einer Luftzerlegungsanlage, die sich zur Durchführung eines Verfahrens zum Bereitstellen von einem Sauerstoffprodukt mit vorgegebenem Sauerstoffgehalt eignet.

[0026] In den Figuren sind gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit denselben Bezugszeichen versehen worden, sofern nichts anderes angegeben ist.

[0027] In der Fig. 1 ist eine Variante einer Vorrichtung zum Bereitstellen eines Sauerstoffproduktes mit vorgegebenem Sauerstoffgehalt schematisch dargestellt. Die Vorrichtung 1 umfasst eine Luftzerlegungsanlage 2, welche Umgebungsluft rektifiziert bzw. einer Gegenstromdestillation unterzieht. In der Regel umfasst eine Luftzerlegungsanlage 2 eine Luftreinigungs- und Trocknungseinrichtung 3, der über eine Umgebungsluftleitung 6 Umgebungsluft zugeführt wird. Die Luftreinigungs- und Trocknungseinrichtung 3 filtert Staubpartikel und andere für den Luftzerlegungsprozess störende Bestandteile wie Stick- oder Schwefeloxide und Kohlenwasserstoffe aus der Umgebungsluft heraus und kühlt diese auch ab. Die derart vorbehandelte Umgebungsluft wird als Prozessluft einer Prozessluftleitung 7 zugeführt, welche in einem Luftzerlegungsprozess, der in der Fig. 1 mit dem Bezugszeichen 4 bezeichnet ist, und durch eine Code-Box implementiert werden kann.

[0028] Ein Luftzerlegungsverfahren bzw. -Prozess liefert dann bei geeigneter Implementierung ein hochreines Sauerstoffprodukt an einer Sauerstoffleitung 9, ein hochreines Stickstoffprodukt an einer Stickstoffleitung 10 und bei geeigneter Ausgestaltung der Code-Box ferner Argon an einer Argonleitung 11. An der Luftreinigungs- und Trocknungseinrichtung 3 wird weitere Prozessluft abgegriffen und an einer Prozessluftleitung 8 bereitgestellt.

[0029] Für viele Anwendungen ist der höchstreine Sauerstoff, welcher an der Sauerstoffleitung 9 abgegriffen wird, nicht notwendig oder unerwünscht. Beispielsweise liefern handelsübliche Luftzerlegungsanlagen, die auch einen Argonkreislauf haben, ein Sauerstoffprodukt mit 99,8% Sauerstoffgehalt. Beispielsweise bei glasindustriellen Anwendungen wird lediglich eine Reinheit von 98,5% Sauerstoffgehalt benötigt. Daher ist eine Mischeinrichtung 5 vorgesehen, der über die Sauerstoffleitung 9 das hochreine Sauerstoffprodukt von 99,8 % Sauerstoff und der über die Prozessluftleitung 8 vorbehandelte, also gereinigte und getrocknete Prozessluft, die auch für die eigentliche Luftzerlegung geeignet ist, zugeführt. Mit der Mischeinrichtung 5 wird nun durch "Verdünnen" des hochreinen Sauerstoffproduktes aus der Leitung 9 mit der Prozessluft aus der Leitung 8 ein Liefersauerstoffprodukt erzeugt, das die gewünschte Sauerstoffkonzentration von beispielsweise 98,5% Sauerstoff hat. Dieses Liefersauerstoffprodukt wird an einer Ausgabeleitung 12 dem eigentlichen Abnehmer bereitgestellt.

[0030] Um das Mischen der Prozessluft mit dem hochreinen Sauerstoffprodukt zu kontrollieren, ist ein Leitstellenrechner 100 vorgesehen, der über geeignete Steuersignale CT1, CT2 die Bestandteile der Luftzerlegungsanlage 2 und der Mischeinrichtung 5 derart steuert, dass die gewünschten Mengen und Flüsse des hochreinen Sauerstoffproduktes und der Prozessluft miteinander vermischt werden und als Liefersauerstoffprodukt an der Ausgabeleitung 12 vorliegen.

[0031] In der Fig. 2 ist eine zweite Variante einer Vorrichtung zum Bereitstellen von einem Sauerstoffprodukt mit vorgegebenem Sauerstoffgehalt schematisch dargestellt. Die Vorrichtung 101 weist wiederum eine Luftzerlegungsanlage 2 auf, die geeignet ist, Umgebungsluft an einer Rohluftleitung 6 anzunehmen und mittels eines Luftzerlegungsprozesses, beispielsweise einem Linde-Prozess mit Innenverdichtung, einer Sauerstoffleitung 9 ein hochreines Sauerstoffprodukt zu liefern, an einer Stickstoffleitung 10 ein hochreines Stickstoffprodukt zu liefern und an einer Argonleitung 11 ein Argonprodukt zu liefern.

[0032] Von der Stickstoffleitung wird ein Teil des Stickstoffs der Leitung 13 abgezweigt und einer Mischeinrichtung 5 zugeführt. Der Mischeinrichtung 5 ist ferner das hochreine Sauerstoffprodukt durch die Leitung 9 zugeführt. Ferner ist das Stickstoffprodukt an der Leitung 14 abrufbar. Die Mischeinrichtung 5 vermischt das hochreine Sauerstoffprodukt der Leitung 9 mit dem hochreinen Stickstoffprodukt der Leitung 13, um ein gewünschtes Liefersauerstoffprodukt mit der Sauerstoffkonzentration bzw. einem gewünschten Sauerstoffgehalt von beispielsweise 98,5% an der Ausgabeleitung 12 bereitzustellen. Bei der in Fig. 2 dargestellten Variante wird ausschließlich das Stickstoffprodukt der Leitung 13 mit dem Sauerstoffprodukt der Leitung 9 vermischt.

[0033] In der Fig. 3 ist eine dritte Variante einer Vorrichtung zum Bereitstellen von einem Sauerstoffprodukt mit vorgegebenem Sauerstoffgehalt schematisch dargestellt. Die Vorrichtung 102 weist, wie bereits zu den Fig. 1 und 2 erläutert, eine Luftzerlegungsanlage 2 auf, der über eine Rohluftleitung 6 Umgebungsluft zugeführt wird. Die Luftzerlegungsanlage 2 liefert an einer Sauerstoffleitung 9 ein hochreines Sauerstoffprodukt, mit beispielsweise einem Sauerstoffgehalt von 99,8%. An einer Stickstoffleitung 10 ist ein Stickstoffprodukt mit beispielsweise nur 1ppm Sauerstoff abgreifbar, und an einer Argonleitung 11 wird flüssiges Argon mit nur 1ppm Sauerstoff oder einem 1ppm Stickstoff geliefert.

[0034] Der Mischeinrichtung 5 wird über die abge-

zweigte Argonleitung 15 ein Argonprodukt, d. h. ein Edelgas, zugeführt und über die Sauerstoffleitung 9 das hochreine Sauerstoffprodukt. In der Mischeinrichtung 5 wird beispielsweise mittels einem geeigneten Leitstellenrechner gesteuert, der in den Figuren 2 oder 3 nicht dargestellt ist, das hochreine Sauerstoffprodukt mit dem Argonprodukt verdünnt und an der Ausgabeleitung 12 als ein Liefersauerstoffprodukt für den Abnehmer bereitgestellt. Das Liefersauerstoffprodukt hat dann beispielsweise eine Zusammensetzung von 98,5% Sauerstoff und 1,5% Argon.

[0035] Es ist ferner möglich, die in den Fig. 1 bis 3 dargestellten Misch- oder Verdünnungs- oder Verschnittverfahren zu kombinieren. D. h. je nach gewünschtem Sauerstoffgehalt für das Liefersauerstoffprodukt und dessen Verwendung können das hochreine Sauerstoffprodukt mit den weiteren Zerlegungsprodukten in beliebiger Zusammensetzung vermischt werden. Insbesondere kann die Reinheit des Liefersauerstoffproduktes an die Anforderungen des Kunden angepasst werden, die beispielsweise bei Raffinerien, Hochöfen, Glasindustrie oder Erdgasbrennern unterschiedlich ist.

[0036] In der Fig. 4 ist eine schematische Darstellung einer Luftzerlegungsanlage mit einer ersten Variante einer Mischeinrichtung zur Bereitstellung von einem Sauerstoffprodukt mit vorgegebenem Sauerstoffgehalt dargestellt. Die Fig. 4 zeigt eine Vorrichtung 103 mit typischen Elementen einer Luftzerlegungsanlage, welche insbesondere zur kryogenschen Argonerzeugung geeignet ist. Die Anlage oder Vorrichtung 103 umfasst im Wesentlichen eine Kühl- und Wascheinrichtung 20 für angesaugte Umgebungsluft, Molekularsiebabsorber 22 zum Reinigen der abgekühlten und vorgefilterten Luft, einen Hauptwärmetauscher 28, die Cold-Box 29, die eine zweiteilige Kolonne oder Rektifikationssäule 31 aufweist und optional einen Argonkreislauf 30 zur Argonrektifikation mit entsprechenden Säulen 32, 33, 34. Die eigentliche Luftzerlegungsanlage liefer an einer Sauerstoffleitung 9 das hochreine Sauerstoffprodukt mit einer Konzentration von 99,8% gasförmigem Sauerstoff (GOX) und an einer Stickstoffleitung 10 hochreinen gasförmiger Stickstoff (GAN) mit einem Anteil von nur 1ppm Sauerstoff. An der Cold-Box 29, 30 ist ferner an einer Flüssigsauerstoffleitung 37 hochreiner flüssiger Sauerstoff (LOX) ebenfalls mit einer Reinheit von 99,8% abgreifbar, an einer Flüssigstickstoffleitung 36 hochreiner flüssiger Stickstoff (LIN) mit einer Verunreinigung von nur 1ppm Sauerstoff und an einer Flüssigargonleitung 35 flüssiges Argonprodukt (LAR) mit einer Verunreinigung von 1ppm Sauerstoff und/oder 1ppm Stickstoff abgreifbar.

[0037] Es wird Umgebungsluft von einer Rohluftleitung 6 angesaugt und von einem Luftfilter 16 vorgereinigt. Dabei werden Partikel und Staubbestandteile aus der Luft entfernt. Anschließend wird über eine Luftleitung 17 die entsprechend vorgefilterte Luft einem Verdichter 18 zugeführt, und die verdichtete Luft wird über die Leitung 19 der Reinigungs- und Waschanlage 20 zuführt. Die Reinigungsanlage kann beispielsweise Verdunstungskühler, die mit Wasser betrieben werden, umfassen. Die derart vorgekühlte Luft wird über die Luftleitung 21 einem Molekularsiebabsorber 22 zugeführt, um eine Feinsttrocknung zu erzielen und Kohlendioxid- und Kohlenwasserstoffspuren in der Luft zu entfernen. Ausgangsseitig der Molekularsiebabsorber 22 liegt dann die Prozessluft in der Leitung 23 vor. Die Prozessluft wird über die Leitung 25 gefördert, in einem weiteren Kompressor 26 verdichtet und über die Leitung 27 dem Hauptwärmetauscher 28 zugeführt.

[0038] In dem anschließenden Luftzerlegungsprozess nach dem Linde-Verfahren, z. B. mit Innenverdichtung, erfolgt die Rektifikation der Luft in reinen Stickstoff, der am Kopf der jeweiligen Kolonne vorliegt, und es entsteht Sauerstoffangereichertes Fluid am Fuß der Kolonne. Der Rückfluss für die Rektifikation erfolgt durch Kondensation des gasförmigen Stickstoffs in der Kolonne am siedenden Sauerstoff im Kondesorübergang zwischen der unteren Druckkolonne und der oberen Niederdruckkolonne. Ein Teil des flüssigen Stickstoffs wird als Rückfluss in die Druckkolonne verwendet, und der Rest wird unterkühlt und zum Kopf der Niederdruckkolonne geführt.

[0039] Bei der anschließenden Argonrektifikation wird aus der Niederdrucksäule der Hauptkolonne 31 ein Gasstrom mit bereits etwa 4%-iger Argonkonzentration zur weiteren Rektifikation in der Rohargon- und den weiteren Argonsäulen 32, 33, 34 abgeleitet. Entsprechende den Argonsäulen können beispielsweise, wie in der EP 0377117 A1 ausgeführt ist, aufgebaut werden.

[0040] Häufig werden die Luftzerlegungsanlagen, wie sie in der Fig. 4 dargestellt sind, in der Nähe weiterer industrieller Anlagen aufgebaut, die insbesondere ein spezielles Sauerstoffprodukt benötigen. Für bestimmte Gasbrenner in der Glasindustrie werden beispielsweise Liefersauerstoffprodukte mit 98,5% benötigt. Insofern liefert die standardmäßig ausgeführte Luftzerlegungsanlage an der Sauerstoffproduktleitung 9 ein überreines Sauerstoffprodukt. Das hochreine Sauerstoffprodukt liegt beispielsweise bei einem Druck von 1,15 bar vor. Um an einer Ausgangsleitung 49 ein Ausgangs- oder Liefersauerstoffprodukt mit gewünschter Sauerstoffkonzentration bei beispielsweise einem Ausgabedruck von 7,0 bar zu liefern, ist eine Mischeinrichtung vorgesehen.

[0041] Dazu wird Prozessluft hinter dem Molekularsiebadsorber 22 über die Abzweigprozessluftleitung 38 abgegriffen. Die Prozessluft, die auch als Steuer- oder Instrumentenluft bezeichnet wird, liegt dabei bei einem Druck von etwa 4,5 - 5,2 bar vor und wird dem Steuerventil 39 zugeführt. Die Sauerstoffleitung 9 spaltet in zwei Teilleitungen 41, 42 auf. Der Leitung 42 wird einem Verdichter oder einer Turbine 46 zugeführt, der das Sauerstoffprodukt auf einen Ausgabedruck von 7,0 bar bringt. Ferner ist die Sauerstoffleitung 41 in eine Mischkammer 43 geführt, die auch über die Leitung 40 mit dem Regelventil 39 verbunden ist. Die Mischkammer 43 liefert über die Leitung 44 das hochreine mit Steuer- oder Prozessluft verschnittene Sauerstoffprodukt dem Verdichter 45 der

Leitung 47, die das verschnittene Sauerstoffprodukt bereitstellt. Die Leitungen 47, 48 führen zu der gemeinsamen Ausgabeleitung 49. Es ist somit möglich, durch Steuern oder Regeln des Regelventils 39, beispielsweise über die hier nicht dargestellte Leitstellensteuerung, das überreine Sauerstoffprodukt der Leitung 9 mit bereits druckbeaufschlagter Prozessluft zu verschneiden, um die gewünschte Ausgabekonzentration des Liefersauerstoffproduktes mit Sauerstoff zu erzielen.

[0042] Insgesamt ist für den Kunden oder Abnehmer des Liefersauerstoffproduktes mit der gewünschten Konzentration, wie z. B. 98,5%, die Anlage gegenüber herkömmlichen Konfigurationen effizienter, da durch das Verschneiden mit Prozessluft mehr Lieferprodukt an der Ausgabeleitung 49 bereitstehen. Zudem ist bereits die gewünschte Konzentration an Sauerstoff für die weitere Verwendung, beispielsweise für Gasbrenner, vorhanden. Dadurch, dass die Prozessluft bereits mit 4,5 bar für den Zerlegungsprozess vorliegt, ist eine Mischung in der Mischkammer besonders einfach. Ferner können zusätzliche Regelventile, beispielsweise in der Sauerstoffleitung 41, vorgesehen werden.

In der Fig. 5 ist ein Ausschnitt einer Luftzerlegungsanlage mit einer zweiten Variante einer Mischeinrichtung zur Bereitstellung von einem Sauerstoffprodukt mit vorgegebenem Sauerstoffgehalt dargestellt. In dem Ausschnitt der Vorrichtung 104 ist der Hauptwärmetauscher 28 und die Cold-Box 29 dargestellt. Dem Hauptwärmetauscher 28 wird durch die Steuerluftleitung 23, 27 die zu prozessierende Luft zugeführt und anschließend in der Cold-Box 29 mit der Rektifikationssäule 31 einem Luftzerlegungsverfahren unterzogen. Im Wesentlichen werden dieselben Prozessschritte wie hinsichtlich der Fig. 4 erläutert durchgeführt.

[0043] An einer Sauerstoffleitung 9 ist ein überreines Sauerstoffprodukt abgreifbar und an einer Stickstoffleitung 10 hochreines Stickstoffprodukt. Bei der in der Fig. 5 dargestellten Variante einer Vorrichtung 104 zur Bereitstellung von Sauerstoffprodukt mit vorgegebener Konzentration wird keine Mischung mit Steuer- oder Prozessluft vorgenommen, um eine niedrigere Konzentration als das hochreine Sauerstoffprodukt aufweist zu erzielen, sondern das hochreine Stickstoffprodukt wird mit dem überreinen Sauerstoffprodukt zu dem Liefersauerstoffprodukt verschnitten. Dazu wird zunächst die Sauerstoffleitung 9 in Teilzweige 51, 52, 53 aufgespaltet. Die Sauerstoffleitungen 52, 53 werden jeweils Verdichtern 56, 57 zugeführt, welche über weitere Sauerstoffleitungen 58, 59 zu einer gemeinsamen Ausgabeleitung 61 führen. Hochreiner Stickstoff, der auch häufig in die Atmosphäre abgelassen wird, wird einer Verdichtung durch den Verdichter 50 unterzogen und einem Regelventil 39 zugeführt. Der Sauerstoffzweig 51 sowie das verdichtete Stickstoffprodukt werden einer Mischkammer 54 zugeführt, wobei je nach gewünschter Sauerstoffkonzentration in dem Liefersauerstoffprodukt der jeweilige Gasstrom eingestellt wird. Das in der Mischkammer 54 mit dem Stickstoff verschnittene Sauerstoffprodukt wird einem Verdichter 55 zugeführt, der über eine Ausgabeleitung 60 mit der gemeinsamen Ausgabeleitung 61 verbunden ist. An der Ausgabeleitung 61 liegt nun das mit Stickstoff verschnittene hochreine Sauerstoffprodukt in einer Konzentration vor, wie es für die weitere Verarbeitung gewünscht ist.

[0044] Der hochreine Sauerstoff an der Leitung 9 wie auch der hochreine Stickstoff an der Stickstoffleitung 10 liegen üblicherweise mit einem Druck von 1,15 bar vor. Daher erfolgt eine Verdichtung des Stickstoffproduktes durch den Verdichter 40 auf etwa 6 bar. Die Nachverdichter 55, 56, 57 bringen dann das der gemeinsamen Ausgabeleitung 61 zuzuführende Liefersauerstoffprodukt auf einen Ausgabedruck von 7 bar. Als Verdichter bieten sich beispielsweise vier- oder mehrstufige Turboverdichter an.

[0045] Die Fig. 6 zeigt ein beispielhaftes Verfahrensfließbild einer Luftzerlegungsanlage, die neben Sauerstoff weitere Zerlegungsprodukte liefert. Dabei sind in der Fig. 6 Abgriffsstellen 62 für die weiteren Zerlegungsprodukte dargestellt, die zum Mischen des hochreinen Sauerstoffproduktes geeignet sind. Beispielsweise können die Abgriffspunkte 62 entweder einzeln oder auch gemeinsam mit einer Mischeinrichtung gekoppelt werden, um ein Liefersauerstoffprodukt aus dem hochreinen Sauerstoffprodukt an der Leitung 19 mit weiteren Zerlegungsprodukten und/oder Prozessluft zu verschneiden. Die Abgriffspunkte 62 können beispielsweise an der Leitung 8 vorgesehen werden, die Prozessluft, also verdichtete und gereinigte Luft, führt. Es kann ferner ein gasförmiges hochreines Stickstoffprodukt an der Stickstoffleitung 10 zum Mischen mit dem hochreinen Sauerstoffprodukt verwendet werden. Schließlich ist auch die Verschneidung oder Vermischung des hochreinen Sauerstoffproduktes an der Leitung 9 mit dem an der Leitung 35 vorliegenden Argonprodukt denkbar.

[0046] Im Folgenden wird die Luftzerlegungsanlage bzw. das Verfahrensfließbild 105 kursorisch beschrieben. Es wird ein Luftzerlegungsprozess mit Innenverdichtung durchgeführt, wobei ferner eine Argonrektifikation erfolgt. Es wird zunächst rohe Umgebungsluft an der Luftleitung 6 angesaugt und im Filter 16 gefiltert und in einem Turbokompressor bei beispielsweise etwa 6 bar verdichtet. Der Filter 16 entfernt Staubpartikeln vor dem Eintritt in den Verdichter 18. Bei einer weiteren Stufe wird über einen Direktkontaktkühler 20A und Rieselverdunstungskühler 20B die angesaugte Luft gereinigt. In dem Direktkontaktkühler 20A wird die angesaugte und verdichtete Luft ausgewaschen, sodass Verunreinigungen entfernt werden. Das verwendete Wasser in den Leitungen 86, 88 wird in dem Rieselverdunstungskühler 20B gegen getrocknetes Stickstoffrestgas aus dem Rektifikationsprozess gekühlt. In den Molekularsiebabsorbern 22A, 22B, die alternierend verwendet werden, um eine Regeneration der Molekularsiebe zu erlauben, werden Feuchtigkeit, Kohlendioxid oder Kohlenwasserstoffe aus der Luft in der Leitung 21 entfernt. Schließlich steht Prozessluft in den Leitungen 23, 89 bereit.

[0047] Die Luft wird im Wärmetauscher 84 im Gegenstrom zu dem aus der Rektifikation gewonnenen Restsauerstoffgas in der Leitung 83 nahe der Verflüssigungstemperatur gebracht. Der Kreislaufverdichter 24 verdichtet die Prozessluft, welche im Hauptwärmetauscher 28 im Gegenstrom mit dem Sauerstoff aus der Niederdrucksäule 31A und dem Stickstoff aus dem Kondensator 73 mittels der Innenverdichtungspumpen 75, 77 gekühlt wird. Im Haupt- bzw. Hochdruckwärmetauscher 28 verdampft der Sauerstoff und Stickstoff, der dann als jeweiliges Produkt an den Sauerstoff bzw. Stickstoffleitungen 9, 10 abgreifbar ist.

[0048] Die nachverdichtete praktisch flüssige Luft durchläuft einen Flüssigkeitsabscheider 65 und wird in den unteren Teil der Kolonne 31B durch die Leitung 71 zugeführt. Aus der oberen Niederdrucksäule 31A wird der flüssige Sauerstoff über die Leitung 74 und aus der Drucksäule 31B wird der flüssige Stickstoff über die Leitung 76 den Innenverdichtungspumpen 75, 77 zugeführt und in den Hochdruckwärmetauscher 28 gebracht. In der Drucksäule 31B wird die Luft vorzerlegt, sodass sich ein sauerstoffreicher Sumpf bildet und eine praktisch reinen Stickstoff enthaltende Kopffraktion entsteht. Durch die Verdampferkondensator-Kombination 73 wird der verdampfende reine Sauerstoff verflüssigt. Ein Teil des Stickstoffs wird in die Drucksäule 31B als Rückfluss geführt. In der oberen Niederdrucksäule 31A erfolgt eine weitere Zerlegung der Vorfraktionen in reinen Sauerstoff als Sumpfprodukt, welcher an der Leitung 74 abgegriffen wird und reinen Stickstoff als Kopfprodukt der an der Leitung 82 abgreifbar ist.

[0049] In weiteren Rektifikationsschritten kann zudem Reinargon gewonnen werden, wobei aus der Niederdrucksäule 31A entnommenes Sauerstoff-Argon-Gemisch in der Rohargonsäule 32 vorfraktioniert wird. Dabei wird der verbliebene Stickstoff in der Reinargonsäule 33 vollständig entfernt, sodass praktisch reines Argon als Produkt an der Leitung 35 abfällt.

[0050] Ohne auf die Einzelheiten des Rektifikationsprozesses einzugehen, seien die Produktleitungen kurz aufgeführt. An der Rohluftleitung 6 wird Rohluft zur Rektifikation in der Anlage eingesaugt. In der Leitung 91 ist unreiner Stickstoff abgreifbar, der z. B. in die Atmosphäre geblasen wird. An der Sauerstoffleitung 9 ist hochreines Sauerstoffprodukt mit meist etwa 99,8% Sauerstoffgehalt abgreifbar. An der Leitung 10 ist hochreiner Stickstoff gasförmig greifbar. An der Leitung 74 ist flüssiger Sauerstoff in hochreiner Form abgreifbar. An der Leitung 81 ist hochreiner Stickstoff in flüssigem Zustand abgreifbar. An der Leitung 123 wird Stickstoff in hochreiner und gasförmiger Form beispielsweise der Atmosphäre zugeführt. An der Leitung 35 ist flüssiges Argonprodukt abgreifbar.

[0051] Die mit dem Kasten 62 bezeichneten Stellen eignen sich zur Ankopplung an eine Mischeinrichtung, wie sie in den vorhergehenden Figuren beispielhaft erläutert wurde. Damit ist es möglich, das hochreine Sauerstoffprodukt auf eine geeignete Sauerstoffkonzentration für den Abnehmer als Liefersauerstoffprodukt zu verschneiden.

[0052] Die vorgestellten Verfahren und Anlagen eignen sich insbesondere zur Bereitstellung von Sauerstoffprodukten für Raffinerien oder Erdgasbrenner, die mit bestimmten Sauerstoffgemischen zu befeuern sind.

[0053] Die Durchführung des Verfahrens bzw. der angesprochenen Verfahrensschritte lässt sich jeweils durch die in den Verfahrensfließbildern und schematischen Darstellungen der Luftzerlegungsanlagen gezeigten Einrichtungen implementieren. Dabei ist dem Fachmann klar, welche Verfahrenssteile welcher Einrichtung zugeordnet sind. Demgemäß sind die Einrichtungen derart ausgestaltet das jeweilige Verfahrensschritte oder -Teile umgesetzt und durchgeführt werden. Die koordinieren erfolgt dabei zum Beispiel durch einen entsprechenden Leitstellenrechner.

Bezugszeichenliste:

[0054]

1	Vorrichtung zur Bereitstellung von Sauerstoffprodukt
2	Luftzerlegungsanlage
3	Reinigungs- und Trocknungseinrichtung
4	Luftzerlegungsprozess
5	Mischeinrichtung
6	Rohluftleitung
7, 8	Prozessluftleitung
9	Sauerstoffleitung
10	Stickstoffleitung
11	Argonleitung
12	Ausgabeleitung
13, 14	Stickstoffleitung
15	Argonleitung
16	Rohluftfilter
17	Luftleitung
18	Verdichter
19	Luftleitung
20, 20A, 20B	Luftfilter und -Kühler
21	Luftleitung
22, 22A, 22B	Molekularsiebfilter
23	Prozessluftleitung
24	Verdichter
25	Prozessluftleitung
26	Verdichter
27	Prozessluftleitung
28	Hauptwärmetauscher
29	Coldbox
30	Argonrektifikationskreislauf
31	Rektifikationssäule
31A	Niederdrucksäule
31B	Drucksäule
32, 33, 34	Argonrektifikationssäule
35	Flüssigargonleitung
36	Flüssigstickstoffleitung
37	Flüssigsauerstoffleitung

38	Prozessluftleitung
39	Regelventil
40	Prozessluftleitung
41, 42	Sauerstoffleitung
43	Mischeinrichtung
44	Sauerstoffleitung
45, 46	Verdichter
47, 48	Sauerstoffleitung
49	Ausgabeleitung
50	Verdichter
51, 52, 53	Sauerstoffleitung
54	Mischeinrichtung
55, 56, 57	Verdichter
58, 59, 60	Sauerstoffleitung
61	Ausgabeleitung
62	Mischschnittstelle
63	Prozessluftleitung
64	Regelventil
65	Flüssigleitsabscheider
66, 67	Prozessluftleitung
68	Expansionsturbine
69, 70, 71	Prozessluftleitung
72	Stickstoffleitung
73	Kondensator
74	Sauerstoffleitung
75	Innenverdichtungspumpe
76	Stickstoffleitung
77	Innenverdichtungspumpe
78	Unterkühler
79	Stickstoffleitung
80	Regelventil
81	Flüssigstickstoffleitung
82, 83	Stickstoffleitung
84	Wärmetauscher
85	Stickstoffleitung
86	Wasserleitung
87	Pumpe
88	Wasserleitung
89	Prozessluftleitung
90, 91	Stickstoffleitung
92	Sauerstoffsumpfleitung
93	Wärmetauscher
94	Sauerstoffsumpfleitung
95, 96	Regelventil
97	Sauerstoffsumpfleitung
98, 99	Rohargonleitung
100	Leitstellenrechner
101, 102, 103	Vorrichtung zur Bereitstellung von Sauerstoffprodukt
104	Vorrichtungsteilbereich zur Bereitstellung von Sauerstoffprodukt
105	Luftzerlegungsanlage
106	Regelventil
107	Rohargonleitung
108	Abscheider
109	Kondensator
110	Rohargonleitung
111	Sauerstoffsumpfleitung
112	Regelventil
113, 114	Sauerstoffleitung
115	Verdichter
116	Sauerstoffleitung
117, 118	Sauerstoffsumpfleitung
119	Regelventil
120	Sauerstoffsumpfleitung
121	Stickstoffleitung
122	Kondensator
123, 124	Stickstoffleitung
125	Sauerstoffsumpfleitung
126	Regelventil
127, 128	Sauerstoffsumpfleitung
129	Regelventil
130, 131	Sauerstoffsumpfleitung
132, 133	Flüssigargonleitung
134	Regelventil
135	Flüssigargonleitung

CT1, CT2	Steuersignale

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Luftzerlegungsanlage (2), welche ein hochreines Sauerstoffprodukt mit einem vorgegebenen Sauerstoffgehalt und zumindest ein weiteres Luftzerlegungsprodukt bereitstellt, mit den Schritten:

   Vorbehandeln und Zuführen von Umgebungsluft in einen Luftzerlegungsprozess der Luftzerlegungsanlage (2) als druckbeaufschlagte Prozessluft; und
   Mischen des hochreinen Sauerstoffprodukts mit der Prozessluft und/oder dem weiteren Luftzerlegungsprodukt zu einem Liefersauerstoffprodukt mit einem vorgegebenen Sauerstoffgehalt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das hochreine Sauerstoffprodukt mindestens einen Sauerstoffgehalt von 99% hat.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Liefersauerstoffprodukt einen Sauerstoffgehalt zwischen 90% und 99% hat.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 3, wobei ausschließlich ein Stickstoffprodukt als weiteres Luftzerlegungsprodukt mit dem hochreinen Sauerstoffprodukt gemischt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 4, wobei die Luftzerlegungsanlage (2) zur Doppelsäulenrektifikation ausgestaltet ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 5, wobei die Luftzerlegungsanlage (2) geeignet ist, ein Edel-

gasprodukt als weiteres Luftzerlegungsprodukt, insbesondere ein Argonprodukt, bereitzustellen.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 6, ferner umfassend: Nachverdichten des Liefersauerstoffprodukts auf einen vorgegebenen Lieferproduktdruck.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei die Prozessluft und/oder das weitere Luftzerlegungsprodukt zum Mischen mit dem hochreinen Sauerstoffprodukt vor dem Nachverdichten einem Verdichter (50) und einem Regelventil (39) zugeführt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 8, wobei das Vorbehandeln Reinigen, Trocknen, Vorkühlen und Verdichten der Umgebungsluft zum Erzeugen der Prozessluft umfasst.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 9, wobei die Prozessluft einem Hauptwärmetauscher (28) der Luftzerlegungsanlage (103) zugeführt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 10, wobei das hochreine Sauerstoffprodukt und das weitere Zerlegungsprodukt im Wesentlichen bei einem Umgebungsdruck zwischen 1,0 und 1,6 bar vorliegen.

12. Vorrichtung (1) zur Bereitstellung von einen Liefersauerstoffprodukt mit einem vorgegebenen Sauerstoffgehalt mit einer Luftzerlegungsanlage (3), welche ein hochreines Sauerstoffprodukt mit einem vorgegebenen Sauerstoffgehalt und zumindest ein weiteres Luftzerlegungsprodukt bereitstellt, einer Luftreinigungs- und Trocknungseinrichtung (3) zur Bereitstellung von vorbehandelter Prozessluft und einer Mischeinrichtung (5) zum Mischen des hochreinen Sauerstoffprodukts mit der Prozessluft und/oder dem weiteren Luftzerlegungsprodukt zu einem Liefersauerstoffprodukt mit einem vorgegebenen Sauerstoffgehalt.

13. Vorrichtung (1) nach Anspruch 12, wobei eine Leitstelleneinrichtung (100) zum Steuern der Luftzerlegungsanlage (2) und der Mischeinrichtung (5) vorgesehen ist, und die Leitstelleneinrichtung (100) derart eingerichtet ist, dass ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 11 durchgeführt wird.

14. Vorrichtung (1) nach Anspruch 12 oder 13, wobei die Luftzerlegungsanlage (2) zur Innenverdichtung eingerichtet ist.

15. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 11 - 14, wobei die Mischeinrichtung (5) mindestens ein Steuerventil (39) und einen Verdichter (45, 46, 55, 56, 57) umfasst.

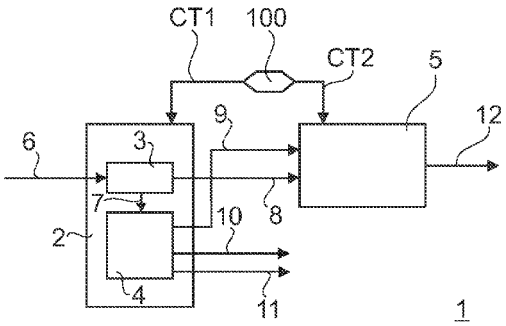


Fig.1

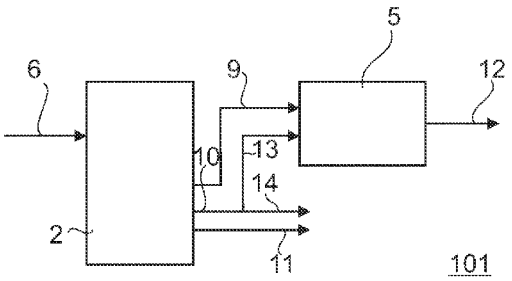


Fig.2

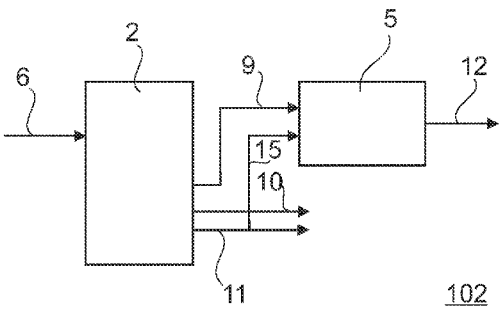


Fig.3

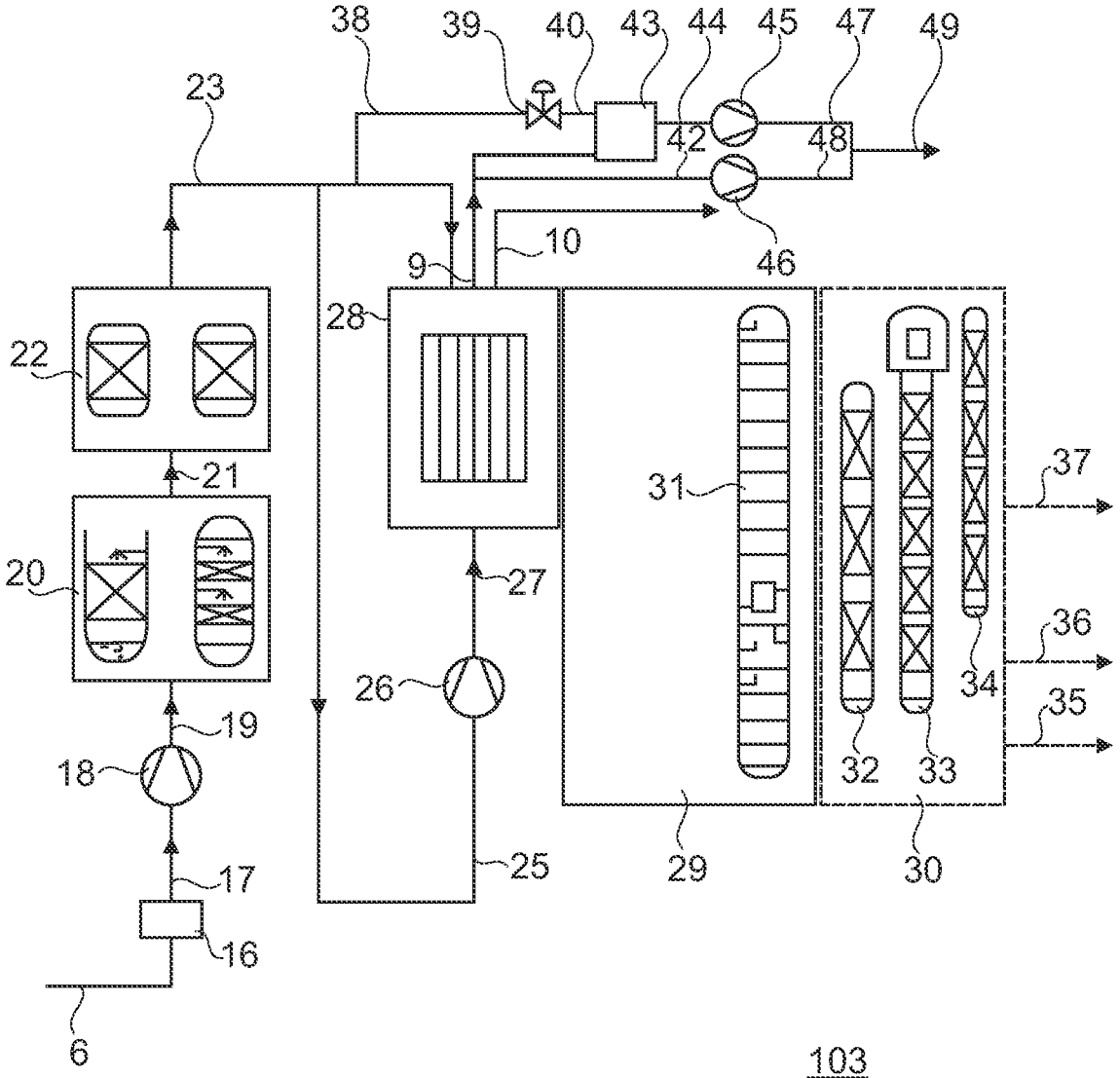

38
39
40
43
44
45
47
49
23
42
48
46
10
9
28
22
21
31
37
20
27
26
36
34
35
19
18
32
33
17
25
29
30
16
6
103

Fig.4

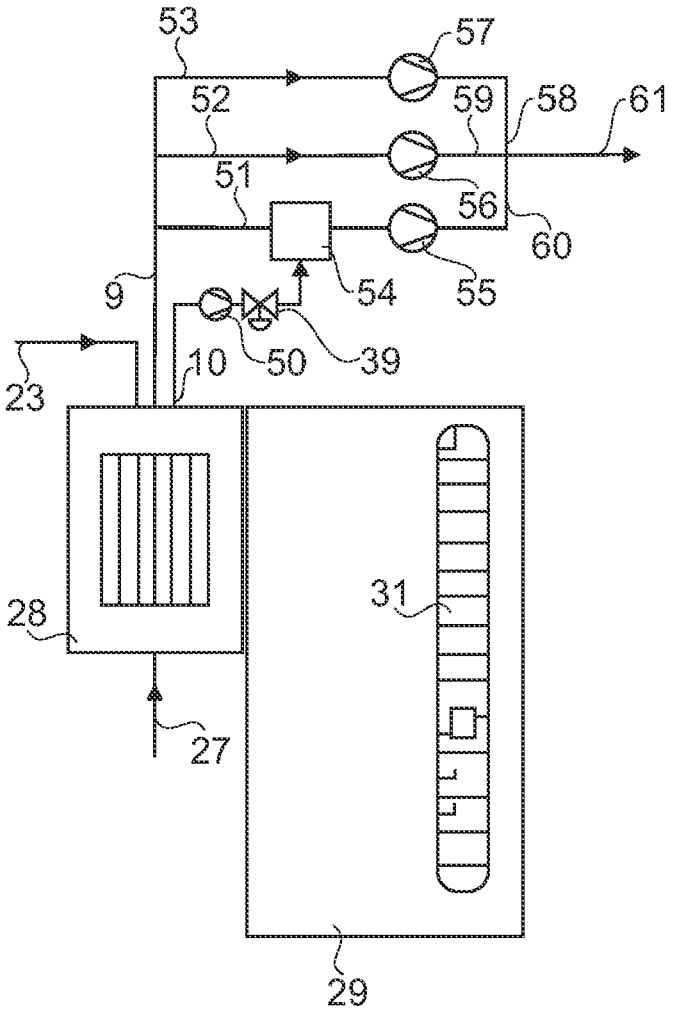


Fig.5

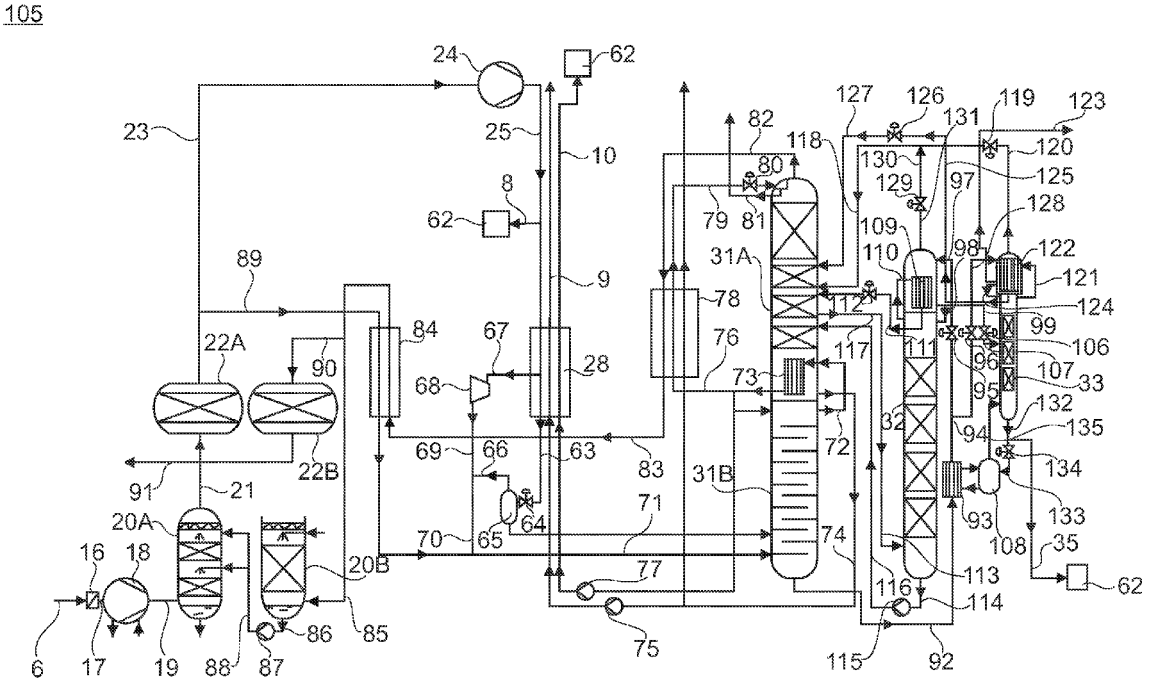

105
24
62
23
25
10
8
62
89
9
22A
90
84
67
28
68
78
76
73
72
69
66
63
83
31B
71
91
21
22B
20A
16
18
20B
70
65
64
74
77
6
17
19
88
87
86
85
75
115
92
82
118
80
79
81
31A
127
126
131
119
123
120
130
125
129
97
128
109
110
98
122
121
124
99
106
107
33
132
135
134
133
108
35
62
117
111
32
95
94
93
113
116
114

Fig. 6

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 09 15 1023

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 5 722 259 A (SORENSEN JAMES CHRISTIAN [US] ET AL) 3. März 1998 (1998-03-03) * Spalte 6, Zeile 45 - Spalte 7, Zeile 22; Abbildung 4 *	1-15	INV. F25J3/04
X	"OXYGEN ENRICHEMENT OF AIR: PROCESS DEVELOPMENTS AND ECONOMIC TRENDS" RESEARCH DISCLOSURE, MASON PUBLICATIONS, HAMPSHIRE, GB, Nr. 417, 1. Januar 1999 (1999-01-01), Seiten 94-101, XP000888462 ISSN: 0374-4353 * Abbildungen 1,11,12 * * Seite 94BIS - Seite 95 * * Seite 100, Absätze 4,5 *	1-15	
X	EP 1 666 824 A (LINDE AG [DE]) 7. Juni 2006 (2006-06-07) * Absätze [0002], [0005], [0027] *	1-3,5-15	
X	US 5 379 599 A (MOSTELLO ROBERT A [US]) 10. Januar 1995 (1995-01-10) * Spalte 5, Zeile 26 - Zeile 28 * * Tabelle *	1-3,5, 7-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F25J
X	DE 345 760 C (WALTER LACHMANN) 16. Dezember 1921 (1921-12-16) * Seite 1, Zeile 1 - Zeile 22 * * Seite 2, Zeile 40 - Zeile 42 * * Abbildung *	1-3,5,6, 9-13	
A	US 2008/011015 A1 (BRUGEROLLE JEAN-RENAUD [FR] ET AL) 17. Januar 2008 (2008-01-17) * das ganze Dokument *	1-3,9, 10,12-15	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München	13. Oktober 2009	Göritz, Dirk

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 09 15 1023

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

13-10-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5722259 A	03-03-1998	CA 2199330 A1	13-09-1997
		EP 0795728 A2	17-09-1997
		ZA 9702138 A	14-09-1998
EP 1666824 A	07-06-2006	KEINE	
US 5379599 A	10-01-1995	AU 670387 B2	11-07-1996
		AU 7029194 A	02-03-1995
		CA 2128054 A1	24-02-1995
		DE 69410038 D1	10-06-1998
		EP 0640802 A1	01-03-1995
		FI 943847 A	24-02-1995
		JP 3652385 B2	25-05-2005
		JP 7174460 A	14-07-1995
		NO 942939 A	24-02-1995
		ZA 9405208 A	24-05-1995
DE 345760 C	16-12-1921	KEINE	
US 2008011015 A1	17-01-2008	EP 1878697 A2	16-01-2008

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 3143412 A **[0003]**
- US 4732597 A **[0003]**
- JP 2002286361 A **[0019]**
- EP 0377117 A1 **[0039]**