



(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
28.04.2004 Patentblatt 2004/18

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

(21) Anmeldenummer: 03002838.5

(22) Anmeldetag: 07.02.2003

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

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

(72) Erfinder: Pompl, Gerhard
92339 Beilngries (DE)

(30) Priorität: 23.10.2002 DE 10249383

(54) Verfahren und Vorrichtung zur variablen Erzeugung von Sauerstoff durch Tieftemperatur-Zerlegung von Luft

(57) Das Verfahren und die Vorrichtung dienen zur variablen Erzeugung von Sauerstoff durch Tieftemperatur-Zerlegung von Luft. Einsatzluft (1, 2, 4) wird in ein Destilliersäulen-System eingeleitet, das mindestens eine Mitteldrucksäule (6) und eine Niederdrucksäule (7) umfasst. Dort wird eine flüssige Sauerstoff-Fraktion (30) erzeugt, die mindestens zeitweise in einen Sauerstofftank (36) eingeleitet (34, 35) wird. Außerdem wird in dem Destilliersäulen-System eine flüssige Stickstoff-Fraktion (15, 46) erzeugt und mindestens zeitweise in einen Stickstofftank (24) eingeleitet (17, 18, 23, 48, 49). Bei erhöhtem Sauerstoffbedarf wird flüssiger Sauerstoff

(57, 59) aus dem Sauerstofftank (36) entnommen, durch indirekten Wärmeaustausch (8) verdampft und als gasförmiges Sauerstoffprodukt (61, 62, 63, 64) gewonnen. Das Destilliersäulen-System weist außerdem eine Hochdrucksäule (5) auf, die unter höherem Druck als die Mitteldrucksäule (6) betrieben wird. Mindestens ein Teil (37, 40, 41) der Einsatzluft (1) wird in die Hochdrucksäule (5) eingeleitet. Bei dem indirekten Wärmeaustausch (8) zur Verdampfung des flüssigen Sauerstoffs aus dem Sauerstofftank wird eine stickstoffreiche Fraktion (44, 45) aus der Hochdrucksäule (5) verflüssigt.

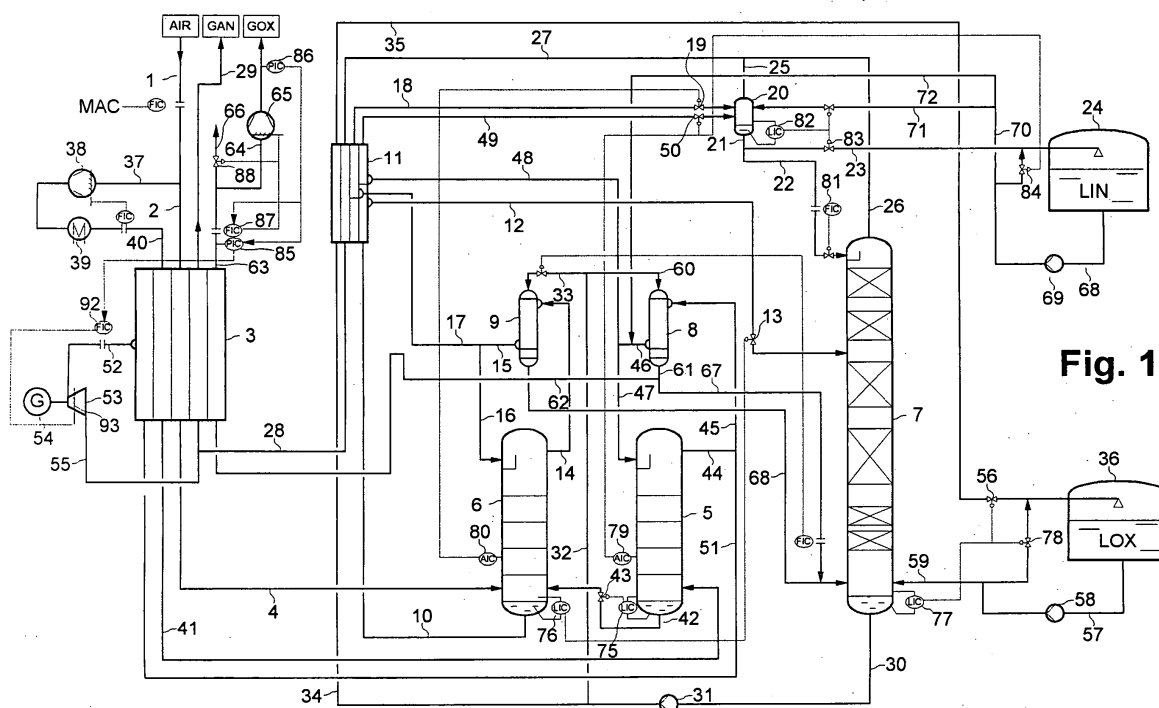


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur variablen Erzeugung von Sauerstoff durch Tieftemperatur-Zerlegung von Luft, bei dem Einsatzluft in ein Destilliersäulen-System eingeleitet wird, das mindestens eine Mitteldrucksäule und eine Niederdrucksäule umfasst, in dem Destilliersäulen-System eine flüssige Sauerstoff-Fraktion erzeugt und mindestens zeitweise in einen Sauerstofftank eingeleitet wird, in dem Destilliersäulen-System eine flüssige Stickstoff-Fraktion erzeugt und mindestens zeitweise in einen Stickstofftank eingeleitet wird und bei dem bei erhöhtem Sauerstoffbedarf flüssiger Sauerstoff aus dem Sauerstofftank entnommen, durch indirekten Wärmeaustausch verdampft und als gasförmiges Sauerstoffprodukt gewonnen wird.

[0002] Ein derartiges Wechselspeicherverfahren und seine Funktionsweise sind in dem Artikel "Luftzerlegungsanlage mit Wechselspeicherung für variable Sauerstofflieferung" von Wilhelm Rohde in Linde-Berichte aus Technik und Wissenschaft, 54/1984, Seiten 18 bis 20 beschrieben. Hier wird eine konventionelle Linde-Doppelsäule mit konstantem Durchsatz betrieben und erzeugt dabei eine mittlere Menge an Sauerstoffprodukt. Bei erhöhtem Sauerstoffbedarf wird flüssiger Sauerstoff aus einem Sauerstofftank in den Hauptkondensator geleitet und dort gegen Stickstoff aus der Mitteldrucksäule verdampft, der zusätzlich anfallende Flüssigstickstoff wird in einem Stickstofftank gespeichert. Umgekehrt wird bei vermindertem Sauerstoffbedarf flüssiger Sauerstoff aus der Niederdrucksäule in den Sauerstofftank geleitet; die fehlende Rücklaufmenge wird durch flüssigen Stickstoff aus dem Stickstofftank gedeckt. Dieser Prozess ist sehr flexibel hinsichtlich der Produktmenge an Sauerstoff.

[0003] Andere Wechselspeicherverfahren sind aus EP 842385 B1 oder US 5082482 bekannt.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Flexibilität eines derartigen Verfahrens noch weiter zu erhöhen.

[0005] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass das Destilliersäulen-System außerdem eine Hochdrucksäule aufweist, die unter höherem Druck als die Mitteldrucksäule betrieben wird und in die mindestens ein Teil der Einsatzluft eingeleitet wird, und dass bei dem indirekten Wärmeaustausch zur Verdampfung des flüssigen Sauerstoffs aus dem Sauerstofftank eine stickstoffreiche Fraktion aus der Hochdrucksäule verflüssigt wird.

[0006] Hierdurch kann die Flexibilität der Sauerstoffgewinnung erheblich erhöht werden, insbesondere hinsichtlich des Produktdrucks. Der Druck beim Verdampfen des Sauerstoffs ist nicht mehr an den Betriebsdruck der Niederdrucksäule gebunden, sondern kann unabhängig davon eingestellt werden mit Hilfe einer entsprechenden Auswahl des Betriebsdrucks der Hochdrucksäule. Bei dieser Verdampfung wird eine stickstoffreiche Flüssigkeit gewonnen, die zur Verbesserung der Trennleistung in dem Destilliersäulen-System eingesetzt wer-

den kann.

[0007] Als Heizmittel ("stickstoffreiche Fraktion") zur Verdampfung des flüssigen Sauerstoffs kann grundsätzlich jede Fraktion aus der Hochdrucksäule eingesetzt werden, deren Stickstoffgehalt größer als derjenige der Luft ist. Vorzugsweise wird das Kopfgas der Hochdrucksäule verwendet.

[0008] Die Verdampfung flüssigen Sauerstoffs auf diese Weise ist an sich aus US 4604116 bekannt. Allerdings wird dieser flüssige Sauerstoff hier ausschließlich durch unmittelbares Produkt des Destilliersäulen-Systems gebildet.

[0009] Vorzugsweise wird der Druck des flüssigen Sauerstoffs aus dem Sauerstofftank stromaufwärts seiner Verdampfung erhöht. Hierdurch kann ein höherer Produktdruck im Sauerstoffgas erzielt werden. Entsprechend muss die in die Hochdrucksäule eingeführte Luft einen Druck aufweisen, der höher als der Betriebsdruck der Mitteldrucksäule ist. Hierzu kann entweder die Gesamtluft auf den hohen Druck verdichtet oder - Energie sparender - der Luftstrom, der den Einsatz der Hochdrucksäule bildet, entsprechend nachverdichtet werden.

[0010] Die stickstoffreiche flüssige Fraktion, die bei der Verdampfung des flüssigen Sauerstoffs entsteht, wird vorzugsweise mindestens teilweise in eine oder mehrere Säulen des Destilliersäulen-Systems eingeleitet und dort als Rücklauf genutzt.

[0011] Es ist günstig, wenn bei dem erfindungsgemäßen Verfahren Stickstoffgas aus der Hochdrucksäule arbeitsleistend entspannt wird. (Dabei kann es sich beispielsweise um ein Gas handeln, das dieselbe Zusammensetzung und denselben Ursprung wie die oben erwähnte stickstoffreiche Fraktion aufweist.) Dabei wird insbesondere die Menge des arbeitsleistend entspannten Stickstoffgases mit dem Sauerstoffbedarf variiert. Auf diese Weise kann die Kälteproduktion an die jeweilige Betriebssituation angepasst werden. Das genaue Muster der Steuerung einer Stickstoffturbine in Abhängigkeit vom Sauerstoffbedarf ist in dem oben zitierten Artikel von Rohde ausführlich erläutert und wird bei dem Verfahren der Erfindung analog angewendet.

[0012] Die oben beschriebene Druckerhöhung im flüssigen Sauerstoff (eine Art Innenverdichtung) kann durch eine Außenverdichtung ergänzt werden, indem das gasförmige Sauerstoffprodukt in einem Gasverdichter weiter verdichtet wird. Hierdurch können höhere Sauerstoffproduktdrücke erreicht werden.

[0013] Die Kombination aus Druckverdampfung und Außenverdichtung kann insbesondere zu einer automatischen Regelung der Anlage in Abhängigkeit vom Sauerstoffbedarf (Pipeline following) genutzt werden, indem der Druck in der Produktleitung (Pipeline) hinter dem Gasverdichter gemessen und die durch den Gasverdichter strömende Menge an gasförmigem Sauerstoffprodukt in Abhängigkeit von diesem Druck eingestellt wird.

[0014] Eine Erhöhung des Sauerstoffbedarfs macht

sich durch das Absinken des Drucks in der Produktleitung bemerkbar. Als Reaktion wird der Durchsatz durch den Gasverdichter und damit die Menge des verdampften flüssigen Sauerstoffs erhöht. Entsprechend tendiert der Flüssigkeitsstand im Verdampfungsraum des Kondensator-Verdampfers, in dem die Sauerstoff-Verdampfung durchgeführt zum Sinken. Dieser Tendenz wird mit Hilfe einer Flüssigkeitsstandregelung entgegengewirkt, welche eine entsprechende Menge an Flüssigkeit aus dem Sauerstofftank ergänzt. Ist der Gasverdichter an seiner Schluckgrenze, wird weiterhin automatisch der Sollwert des Saugdruckreglers erhöht und damit der Verdichter-Durchsatz erhöht. Bei Verringerung des Sauerstoffbedarfs wirkt der Regelkreis in der umgekehrten Richtung.

[0015] Die Erfindung betrifft außerdem eine Vorrichtung zur Tieftemperaturzerlegung von Luft gemäß Patentanspruch 7.

[0016] Die Erfindung sowie weitere Einzelheiten der Erfindung werden im Folgenden anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Hierbei zeigen:

- Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer Entspannungsturbine und
 Figur 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel, das als Zwei-Turbinen-Verfahren ausgebildet ist.

[0017] Verdichtete und gereinigte Luft tritt über Leitung 1 in das Verfahren von Figur 1 ein. Ein erster Teilstrom 2 strömt unter diesem Druck zum kalten Ende eines Hauptwärmetauschers 3. Dort wird er auf etwa Taupunkt abgekühlt und anschließend über Leitung 4 ohne druckverändernde Maßnahmen in eine Mitteldrucksäule 6 eingeleitet.

[0018] Die Mitteldrucksäule 6 ist Teil eines Destilliersäulen-Systems, das außerdem eine Hochdrucksäule 5 und eine Niederdrucksäule 7 aufweist, sowie zwei Kondensator-Verdampfer, einen Kopfkondensator 8 der Hochdrucksäule und einen Kopfkondensator 9 der Mitteldrucksäule. (Die beiden Kondensator-Verdampfer 8, 9 sind in dem Beispiel als Fallfilmverdampfer ausgebildet. Alternativ kann einer oder jeder von beiden als Umlaufverdampfer [Thermosiphonverdampfer] ausgebildet sein.) Die Mitteldrucksäule 6, der Kopfkondensator (Hauptkondensator) 9 und die Niederdrucksäule 7 sind analog zu einer konventionellen Linde-Doppelsäule verschaltet. Die in der Zeichnung dargestellte räumliche Anordnung ist nicht wesentlich für die Erfindung; beispielsweise könnten die drei Bauteile auch übereinander angeordnet sein.

[0019] Im Sumpf der Mitteldrucksäule 6 fällt flüssiger Rohsauerstoff an und wird über Leitung 10, Unterkühlungs-Gegenströmer 11, Leitung 12 und Drosselventil 13 in die Niederdrucksäule 7 eingeführt. Gasförmiger Kopfstickstoff 14 der Mitteldrucksäule 6 wird im Kopfkondensator 9 praktisch vollständig verflüssigt. Das hierbei gebildete Kondensat 15 wird zu einem ersten

Teil 16 als Rücklauf auf die Mitteldrucksäule 6 aufgegeben. Der Rest wird über Leitung 17 abgezogen, unterkühlt (in 11) und über Leitung 18 und Drosselventil 19 in einen Abscheider (Phasentrenner) 20 eingespeist, der unter etwa dem gleichen Druck wie die Niederdrucksäule 7 steht. Der flüssige Stickstoff 21 fließt über Leitung 22 zum Kopf der Niederdrucksäule und gegebenenfalls über Leitung 23 zu einem Stickstofftank 24. Flashgas wird über Leitung 25 abgezogen.

[0020] Als Kopfprodukt verlässt gasförmiger Stickstoff 26 die Niederdrucksäule und strömt gemeinsam mit dem Flashgas 25 aus dem Abscheider 20 über Leitung 27, Unterkühlungs-Gegenströmer 11 und Leitung 28 zum kalten Ende des Hauptwärmetauschers 3. Nach Anwärmung auf etwa Umgebungstemperatur wird der Stickstoff 29 als gasförmiges Produkt (GAN) abgezogen. Das Sauerstoffprodukt 30 wird dem Sumpf der Niederdrucksäule 7 in flüssiger Form entnommen, in einer Pumpe 31 auf einen erhöhten Druck gebracht und zu einem ersten Teil 32 - 33 in den Verdampfungsraum des Kopfkondensators 9 der Mitteldrucksäule 6 eingeleitet. Ein anderer Teil des gepumpten Flüssigsauerstoffs strömt gegebenenfalls über die Leitungen 34 und 35 durch den Unterkühlungs-Gegenströmer 11 in einen Sauerstofftank 36.

[0021] Ein zweiter Teilstrom 37 der verdichteten und gereinigten Einsatzluft 1 wird in einem Nachverdichter 38 mit Nachkühler 39 weiter komprimiert. Die Hochdruckluft 40 wird im Hauptwärmetauscher 3 abgekühlt und über Leitung 41 in die Hochdrucksäule 5 eingespeist. Diese wird bei einem höheren Druck als die Mitteldrucksäule 6 betrieben. Rohsauerstoff 42 vom Sumpf der Hochdrucksäule 5 wird über ein Drosselventil 43 in die Mitteldrucksäule 6 übergeleitet. Gasförmiger Kopfstickstoff 44 der Hochdrucksäule 5 wird zu einem Teil 45 im Kopfkondensator 8 praktisch vollständig verflüssigt. Das hierbei gebildete Kondensat 46 wird zu einem ersten Teil 47 als Rücklauf auf die Hochdrucksäule 5 aufgegeben. Der Rest wird über Leitung 48 abgezogen, unterkühlt (in 11) und über Leitung 49 und Drosselventil 50 in den Abscheider (Phasentrenner) 20 eingespeist, der auch den flüssigen Stickstoff 18 vom Kopfkondensator der Mitteldrucksäule 6 sammelt. Der Kopfkondensator 8 der Hochdrucksäule 5 wird mit einem weiteren Teil 60 des in 31 gepumpten flüssigen Sauerstoffs 30 aus der Niederdrucksäule 7 gekühlt. Der Druck am Austritt der Pumpe 31 wird so eingestellt, dass der Sauerstoff 60 im Kondensator 8 gegen den kondensierenden Stickstoff aus der Hochdrucksäule 5 verdampft. Der verdampfte Sauerstoff 61 wird mindestens zu einem ersten Teil 62 unter dem erhöhten Druck dem Hauptwärmetauscher 3 zugeführt und dort auf etwa Umgebungstemperatur angewärmt. Der warme Sauerstoff 63 - 64 kann in einem Gasverdichter (Sauerstoffverdichter) 65 weiter auf den gewünschten Produktdruck verdichtet oder über Leitung 66 abgezogen werden. Der restliche gasförmige Sauerstoff 67 wird gemeinsam mit demjenigen aus dem Kopfkondensator 9 der Mitteldrucksäule 6 in

den unteren Bereich der Niederdrucksäule 7 eingeführt und dient dort als aufsteigender Dampf.

[0022] Ein anderer Teil 51 des gasförmigen Kopfstickstoffs 44 der Hochdrucksäule 5 wird im Hauptwärmetauscher 3 auf eine Zwischentemperatur angewärmt. Er strömt unter dieser Zwischentemperatur über Leitung 52 einer Entspannungsmaschine (Stickstoffturbine) 53 zu und wird dort arbeitsleistend entspannt, die mittels eines Generators 54 gebremst wird. Der entspannte Stickstoff 55 wird schließlich dem aus der Niederdrucksäule 7 abgezogenen Stickstoffprodukt 28 zugemischt.

[0023] Die beiden Flüssigtanks 24, 36 und die Stickstoffturbine 53 erfüllen dieselbe Funktion, wie sie in dem oben erwähnten Artikel von Rohde ausführlich beschrieben wurde, nämlich dem Ausgleich von Schwankungen im Sauerstoffbedarf bei gleichbleibender Belastung der Säulen des Destilliersäulen-Systems mittels Pufferung von Flüssigkeit.

[0024] Im Sauerstofftank 36 wird bei vermindertem Sauerstoffbedarf der überschüssige Sauerstoff gespeichert; eine entsprechende Menge Sauerstoffs strömt in diesem Betriebszustand über Leitung 35 in den Tank 36. Bei erhöhtem Sauerstoffbedarf, wird die Leitung 35 verspermt (Ventil 56) und die fehlende Sauerstoffmenge wird über die Leitungen 57 und 59 und Pumpe 58 in die Niederdrucksäule 7 eingeleitet und erhöht damit die Produktmenge im benötigten Umfang.

[0025] Bei der Verdampfung von Sauerstoff aus dem Tank wird überschüssige Kälte frei in Form von flüssigem Stickstoff, der bei erhöhtem Sauerstoffbedarf zusätzlich in den Kondensator-Verdampfern 8, 9 erzeugt wird. Die zusätzliche Stickstoffmenge wird währenddessen über Leitung 23 in den Stickstofftank 24 geleitet und dort gespeichert. Umgekehrt wird bei vermindertem Sauerstoffbedarf wird flüssiger Stickstoff über Leitung 68, Pumpe 69 und die Leitungen 70, 71 und/oder 72 in das Destilliersäulen-System eingeleitet. Über eine Veränderung des Durchsatzes der Stickstoffturbine 53 erfolgt die Anpassung des Wärmeumsatzes am Kondensator-Verdampfer 8 der Hochdrucksäule 5.

[0026] In Figur 1 sind auch die Mess- und Steuereinrichtungen dargestellt, die für die Durchführung der Wechselspeicherung benötigt werden. Die entsprechenden Regelstrecken (in der Zeichnung durch unterbrochene Striche symbolisiert) sind im Allgemeinen in ein integriertes digitales Betriebsleitsystem integriert.

[0027] In Leitung 1 wird die Gesamtmenge der zu zerlegenden Luft gemessen (FIC - Flow Indication and Control 73) und am nicht dargestellten Hauptluftverdichter (MAC - Main Air Compressor) eingestellt. Die Aufteilung der Luftmenge auf den ersten und zweiten Teilstrom 2, 37 wird in Leitung 40 gemessen (FIC 74) und kann durch Verstellung der Leitschaukeln des Nachverdichters 38 verändert werden.

[0028] Der Flüssigkeitshaushalt der Säulen wird durch Flüssigkeitsstandmeseinrichtungen (LIC - Liquid Indication and Control 75, 76, 77) überwacht. Zum Beispiel wird bei ansteigendem Flüssigkeitsspiegel im je-

weiligen Säulensumpf die Abfuhr 42, 10 - 12-13 bzw. 30 - 34 - 35 von sauerstoffangereicherter Flüssigkeit erhöht (Ventile 43, 13, 56 für Hochdrucksäule, Mitteldrucksäule bzw. Niederdrucksäule) und/oder die Zufuhr 57, 59 von flüssigem Sauerstoff 59 in die Niederdrucksäule vermindert (durch Öffnen des Ventils 78). Konzentrationsmessungen (AIC - Analysis Indication and Control 79, 50) in mittlerer Höhe von Hochdrucksäule und Mitteldrucksäule ermitteln den Rücklaufbedarf. Zur Erhöhung des Rücklaufs in Mitteldrucksäule bzw. Hochdrucksäule wird der Durchsatz durch Ventil 19 bzw. 50 und/oder der Durchsatz durch Ventil 84 vermindert. Die Rücklaufmenge für die Niederdrucksäule wird konstant gehalten (FIC 81). Flüssigkeitsstandregler 82 wirkt auf Ventil 83 und sorgt dafür, dass überschüssiger flüssiger Stickstoff in den Tank 24 strömt.

[0029] Zur Regelung der Produktmenge an gasförmigem Sauerstoff wird der Druck stromaufwärts und stromabwärts des Sauerstoffverdichters 65 gemessen (85, 86), sowie die Gesamtmenge des Sauerstoffprodukts (87). Die entsprechenden Stellanrichtungen wirken auf die Leitschaukeln des Sauerstoffverdichters 65 und auf Ventil 88. Außerdem wird der Durchfluss durch die Stickstoffturbine 52 gemessen (93) und mittels der Leitschaukeln dieser Turbine eingestellt (94).

[0030] Diese Mess- und Stellanrichtungen ermöglichen eine automatische Regelung der Anlage in Abhängigkeit vom Sauerstoffbedarf (Pipeline following) bei erhöhtem Druck im gasförmigen Sauerstoffprodukt. Wenn sich der Sauerstoffbedarf erhöht, sinkt der Pipeline-Druck, was das Betriebsleitsystem durch die Druckmessung 86 registriert. Die Mengenregelung erhöht den Durchsatz durch Verdichter 65. Gleichzeitig wird die Stickstoffturbine 53 zurückgefahren, was den Umsatz am Kopfkondensator 8 der Hochdrucksäule erhöht, wodurch der zusätzlich benötigte Sauerstoff verdampft wird. Die Flüssigkeitsstandregler 75, 76, 77 und die Analysemessungen 79, 80 sorgen dafür, dass der Betrieb der Säulen konstant bleibt, indem sie fehlende und überschüssige Flüssigkeiten aus den Puffertanks 24, 36 ergänzen beziehungsweise dorthin ableiten. Ist der Verdichter an seiner Schluckgrenze und der Pipelinedruck sinkt immer noch, wird automatisch der Sollwert des Saugdruckreglers erhöht und damit der Verdichterdurchsatz erhöht. Bei sinkendem Sauerstoffbedarf verläuft die Regelung analog in umgekehrter Richtung.

[0031] Im Übrigen kann der Sauerstoff-Abgabedruck stromabwärts des Gasverdichters 65 bei Bedarf variiert werden.

[0032] Figur 2 stimmt in weiten Teilen mit Figur 1 überein. Im Folgenden werden lediglich die Unterschiede beschrieben.

[0033] Das zweite Ausführungsbeispiel weist einen dritten Teilstrom 289 der Einsatzluft auf, der gemeinsam mit dem zweiten Teilstrom 41 im Nachverdichter 38 verdichtet wird. Er wird allerdings bei einer Zwischentemperatur aus dem Hauptwärmetauscher 3 herausgeführt und einer zweiten Entspannungsmaschine (Luftturbine)

290 zugeführt und dort arbeitsleistend auf etwa den Druck der Mitteldrucksäule 6 entspannt. Die dabei erzeugte mechanische Energie wird auf einen elektrischen Generator 291 übertragen. Der arbeitsleistend entspannte dritte Teilstrom 292 wird mit dem abgekühlten ersten Teilstrom 4 über Leitung 204 in die Mitteldrucksäule 6 eingespeist. Auf diese Weise lässt sich zusätzliche Kälte gewinnen, die zur Erzeugung von Flüssigprodukten genutzt werden kann, die vorzugsweise aus einem oder beiden Flüssigtanks 24, 36 abgezogen werden (nicht dargestellt). Durch eine Optimierung der Eintrittstemperaturen der beiden Turbinen wird außerdem der Wärmeübergang im Hauptwärmetauscher verbessert.

Patentansprüche

1. Verfahren zur variablen Erzeugung von Sauerstoff durch Tieftemperatur-Zerlegung von Luft, bei dem Einsatzluft (1, 2, 4) in ein Destilliersäulen-System eingeleitet wird, das mindestens eine Mitteldrucksäule (6) und eine Niederdrucksäule (7) umfasst, in dem Destilliersäulen-System eine flüssige Sauerstoff-Fraktion (30) erzeugt und mindestens zeitweise in einen Sauerstofftank (36) eingeleitet (34, 35) wird, in dem Destilliersäulen-System eine flüssige Stickstoff-Fraktion (15, 46) erzeugt und mindestens zeitweise in einen Stickstofftank (24) eingeleitet (17, 18, 23, 48, 49) wird und bei dem bei erhöhtem Sauerstoffbedarf flüssiger Sauerstoff (57, 59) aus dem Sauerstofftank (36) entnommen, durch indirekten Wärmeaustausch (8) verdampft und als gasförmiges Sauerstoffprodukt (61, 62, 63, 64) gewonnen wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Destilliersäulen-System außerdem eine Hochdrucksäule (5) aufweist, die unter höherem Druck als die Mitteldrucksäule (6) betrieben wird und in die mindestens ein Teil (37, 40, 41) der Einsatzluft (1) eingeleitet wird, und dass bei dem indirekten Wärmeaustausch (8) zur Verdampfung des flüssigen Sauerstoffs aus dem Sauerstofftank eine stickstoffreiche Fraktion (44, 45) aus der Hochdrucksäule (5) verflüssigt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck des flüssigen Sauerstoffs aus dem Sauerstofftank stromaufwärts seiner Verdampfung (8) erhöht wird (31).
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die stickstoffreiche Fraktion (46) stromabwärts ihrer Verflüssigung (8) in eine oder mehrere Säulen (5) des Destilliersäulen-Systems eingeleitet wird (47).
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** Stickstoffgas (44,

51, 52) aus der Hochdrucksäule (5) arbeitsleistend entspannt (53) wird, wobei insbesondere die Menge des arbeitsleistend entspannten Stickstoffgases mit dem Sauerstoffbedarf variiert wird (92, 93).

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das gasförmige Sauerstoffprodukt (64) in einem Gasverdichter (65) weiter verdichtet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Austritt des Gasverdichters (65) mit einer Produktleitung (GOX) verbunden ist und dass die durch den Gasverdichter (65) strömende Menge an gasförmigem Sauerstoffprodukt in Abhängigkeit vom Druck (86) in der Produktleitung eingestellt wird.
7. Vorrichtung zur variablen Erzeugung von Sauerstoff durch Tieftemperatur-Zerlegung von Luft mit einem Destilliersäulen-System eingeleitet wird, das mindestens eine Mitteldrucksäule (6) und eine Niederdrucksäule (7) umfasst, mit einer ersten Einsatzluftleitung (2, 4) zur Einleitung eines ersten Luftstroms unter einem ersten Druck in die Mitteldrucksäule (6), mit einer Flüssigsauerstoffleitung (30, 34, 35) zum Abziehen einer flüssigen Sauerstoff-Fraktion aus dem Destilliersäulen-System, die mit einem Sauerstofftank (36) verbunden ist, mit einer Flüssigstickstoffleitung (15, 46, 47, 48) zum Abziehen einer flüssigen Stickstoff-Fraktion aus dem Destilliersäulen-System, die mit einem Stickstofftank (24) verbunden ist und mit einer Zusatzflüssigkeitsleitung (57, 59, 30, 32, 60) zur Einleitung flüssigen Sauerstoffs aus dem Sauerstofftank in einen Kondensator-Verdampfer (8) verdampft und mit einer Sauerstoffproduktleitung (61, 62, 63, 64) zum Abziehen von gasförmigem Sauerstoffprodukt aus diesem Kondensator-Verdampfer (8), **dadurch gekennzeichnet, dass** das Destilliersäulen-System außerdem eine Hochdrucksäule (5) und eine Stickstoffgasleitung (44, 45) zur Einleitung einer stickstoffreichen Fraktion aus der Hochdrucksäule (5) in den Kondensator-Verdampfer (8) aufweist, und dass die Vorrichtung eine zweite Einsatzluftleitung (37, 40, 41) zur Einleitung von Luft unter einem zweiten Druck, der höher als der erste Druck ist, in die Hochdrucksäule (5) aufweist.

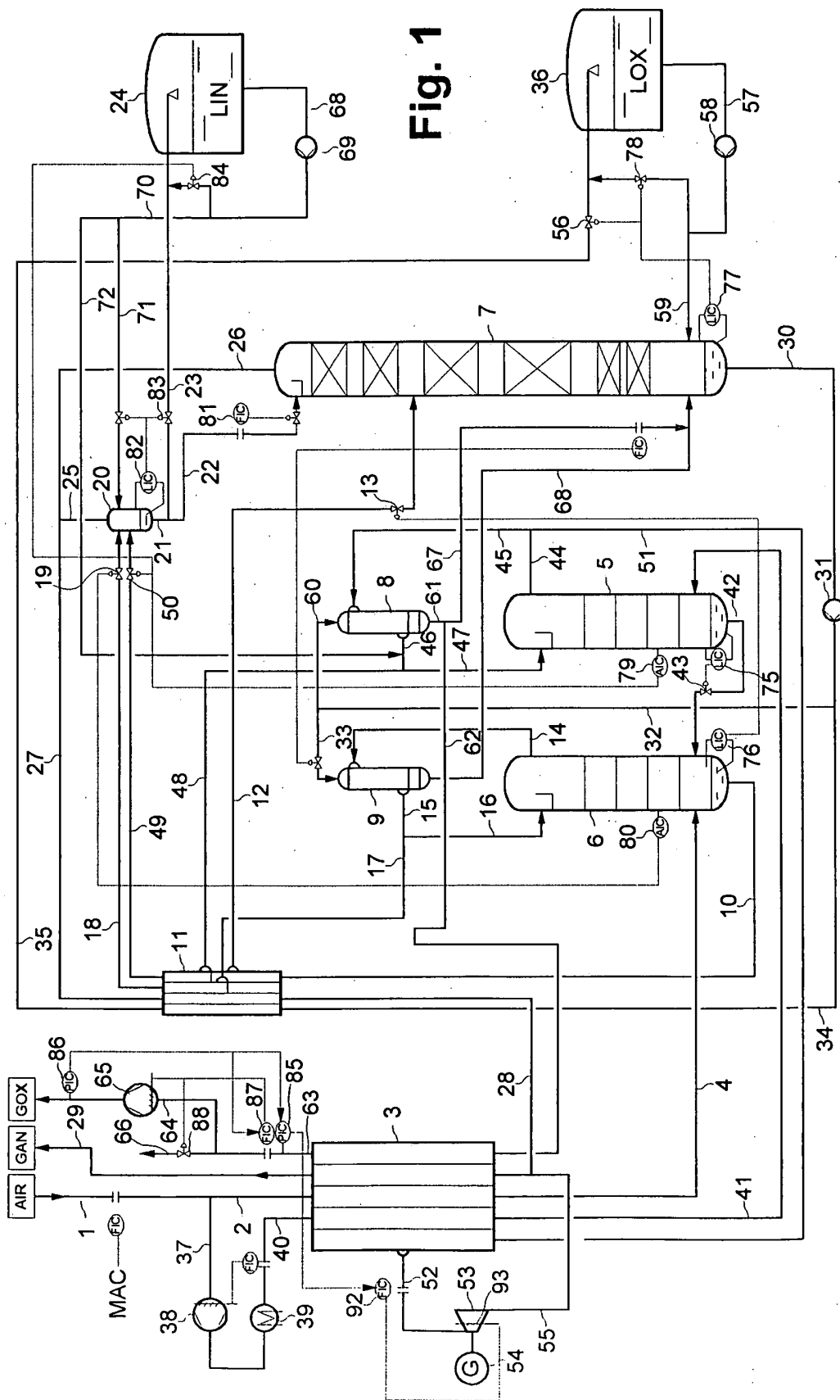
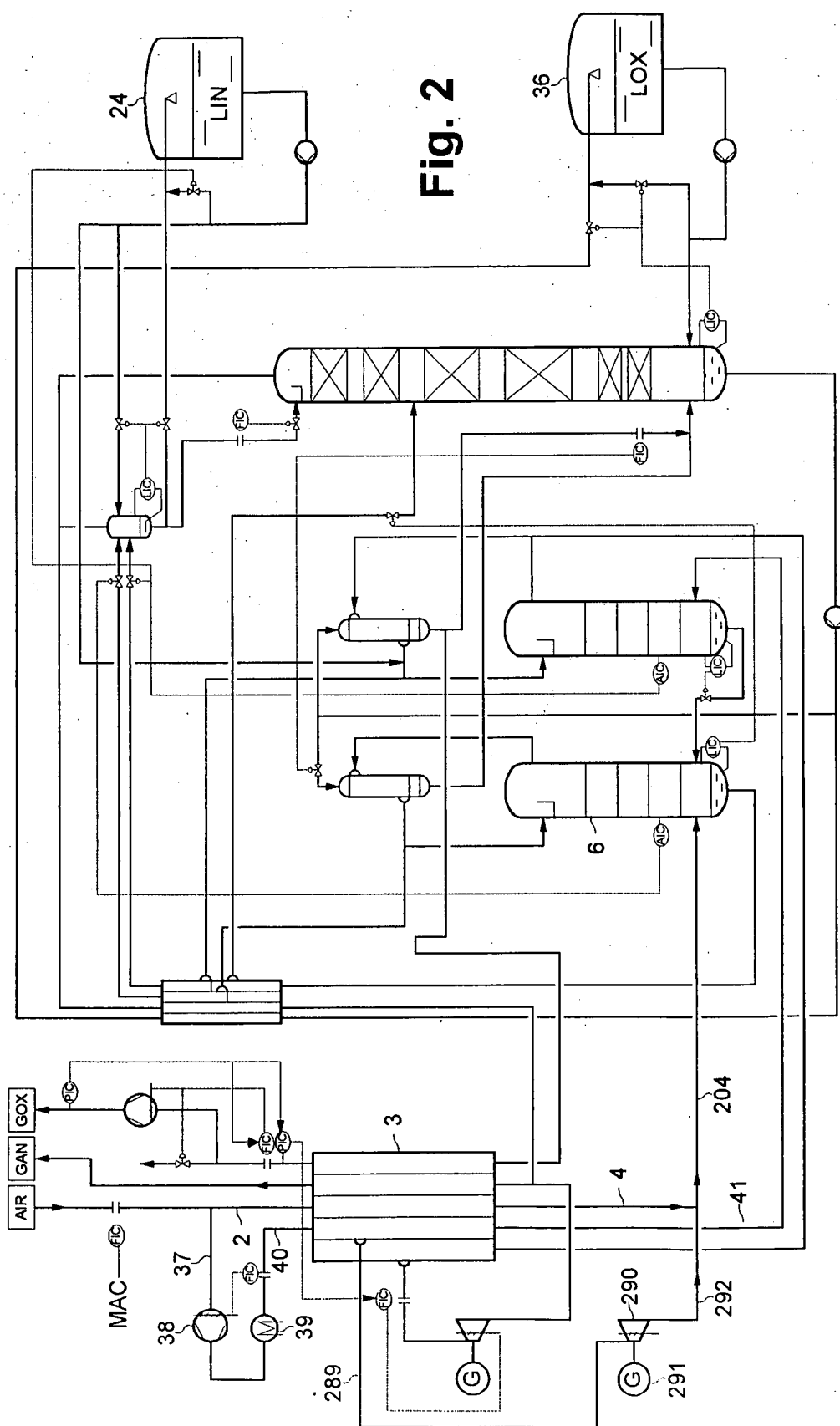


Fig. 1





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 00 2838

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 5 084 081 A (ROHDE WILHELM) 28. Januar 1992 (1992-01-28) * Spalte 7, Zeile 7 - Zeile 10; Abbildung *	1,7	F25J3/04

X	US 5 953 937 A (CORDUAN HORST ET AL) 21. September 1999 (1999-09-21) * Abbildung *	1-4	

Y	US 6 185 960 B1 (VOIT J UUMLR GEN) 13. Februar 2001 (2001-02-13) * Abbildung *	1-7	

Y	EP 0 524 785 A (BOC GROUP INC) 27. Januar 1993 (1993-01-27) * Abbildung *	1-4,7	

P,Y	WO 02 101216 A (L AIR LIQUIDE SA A DIRECTOIRE ; PEYRON JEAN-MARC (FR)) 19. Dezember 2002 (2002-12-19) * Seite 8, Zeile 19 - Zeile 25; Abbildung 2 *	5,6	

D,A	US 4 604 116 A (ERICKSON DONALD C) 5. August 1986 (1986-08-05) * Abbildung 2 *	1-3,7	

A	US 5 471 843 A (CHRETIEN DENIS) 5. Dezember 1995 (1995-12-05) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	5	

A	US 5 656 557 A (HATA YUICHI ET AL) 12. August 1997 (1997-08-12) * Spalte 7, Zeile 46 - Zeile 58; Abbildung *	6	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 15. September 2003	Prüfer Göritz, D
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 03 00 2838

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.

15-09-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5084081	A	28-01-1992	DE 3913880 A1	31-10-1990
			AT 77687 T	15-07-1992
			AU 627869 B2	03-09-1992
			AU 5398390 A	01-11-1990
			CA 2015458 A1	27-10-1990
			CS 9002111 A2	13-08-1991
			DE 59000177 D1	30-07-1992
			EP 0399197 A1	28-11-1990
			ES 2033556 T3	16-03-1993
			HU 54310 A2	28-02-1991
			JP 3048373 B2	05-06-2000
			JP 3063490 A	19-03-1991
			SU 1838732 A3	30-08-1993
			ZA 9003182 A	24-04-1991
US 5953937	A	21-09-1999	DE 19526785 C1	20-02-1997
			AU 719608 B2	11-05-2000
			AU 6734496 A	18-02-1997
			BR 9609781 A	21-12-1999
			CA 2227050 A1	06-02-1997
			CN 1191600 A	26-08-1998
			DE 59606808 D1	23-05-2001
			DK 842385 T3	06-08-2001
			WO 9704279 A1	06-02-1997
			EP 0842385 A1	20-05-1998
			ES 2158336 T3	01-09-2001
			JP 11509615 T	24-08-1999
			ZA 9606146 A	04-02-1997
US 6185960	B1	13-02-2001	DE 19815885 A1	14-10-1999
			AT 230098 T	15-01-2003
			DE 59903802 D1	30-01-2003
			EP 0949471 A1	13-10-1999
			HU 9900988 A2	28-06-2003
			PL 332409 A1	11-10-1999
EP 0524785	A	27-01-1993	US 5152149 A	06-10-1992
			AT 135457 T	15-03-1996
			AU 644962 B2	23-12-1993
			AU 1615092 A	28-01-1993
			CA 2067427 C	27-06-1995
			CN 1068883 A	10-02-1993
			CZ 9202278 A3	17-02-1993
			DE 69208962 D1	18-04-1996
			DE 69208962 T2	25-07-1996
			EP 0524785 A1	27-01-1993

EPO FORM P0461

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

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

EP 03 00 2838

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.

15-09-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0524785 A		HU 64619 A2	28-01-1994
		IE 922375 A1	27-01-1993
		JP 2073170 C	25-07-1996
		JP 5203344 A	10-08-1993
		JP 7109347 B	22-11-1995
		MX 9202922 A1	01-01-1993
		SG 50506 A1	20-07-1998
		TR 27165 A	10-11-1994
		ZA 9203090 A	31-03-1993
WO 02101216 A	19-12-2002	FR 2825754 A1	13-12-2002
		WO 02101216 A1	19-12-2002
US 4604116 A	05-08-1986	US 4433989 A	28-02-1984
		AU 4069485 A	24-09-1985
		EP 0172247 A1	26-02-1986
		WO 8504000 A1	12-09-1985
US 5471843 A	05-12-1995	FR 2706595 A1	23-12-1994
		CA 2125944 A1	19-12-1994
		DE 69409581 D1	20-05-1998
		DE 69409581 T2	17-12-1998
		EP 0629828 A1	21-12-1994
		ES 2117765 T3	16-08-1998
		US 5437161 A	01-08-1995
US 5656557 A	12-08-1997	JP 3277340 B2	22-04-2002
		JP 6304432 A	01-11-1994
		GB 2283562 A ,B	10-05-1995
		WO 9424501 A1	27-10-1994

EPO FORM P0461

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