



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**22.06.2005 Patentblatt 2005/25**

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

(21) Anmeldenummer: **04005171.6**

(22) Anmeldetag: **04.03.2004**

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

- **Huppenberger, Markus**  
**83673 Bichl (DE)**
- **Schebesta, Ludwig**  
**82538 Geretsried (DE)**
- **Schmitt, Christoph**  
**80686 München (DE)**

(30) Priorität: **20.12.2003 DE 10360297**  
**09.02.2004 DE 10406283**

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

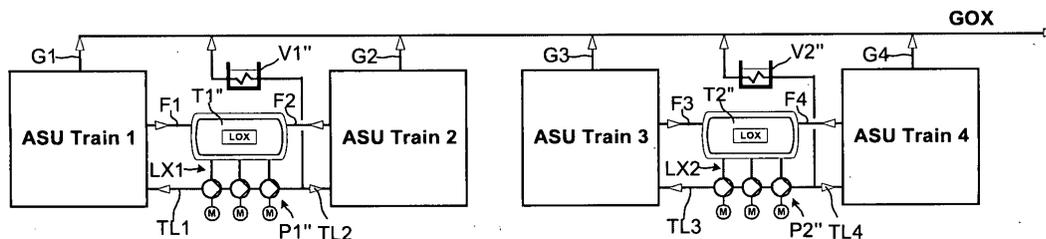
(71) Anmelder: **Linde AG**  
**65189 Wiesbaden (DE)**

(72) Erfinder:  
 • **Brox, Andreas**  
**82538 Geretsried (DE)**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Tieftemperaturzerlegung von Luft**

(57) Das Verfahren und die Vorrichtung dienen zur Erzeugung eines gasförmigen Druckprodukts durch Tieftemperaturzerlegung von Luft. Ein erster Einsatzluftstrom wird einer ersten Tieftemperatur-luftzerlegungsanlage (ASU Train 1), die mindestens eine Trennsäule aufweist, zugeführt. Ein zweiter Einsatzluftstrom wird einer zweiten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage (ASU Train 2), die mindestens eine Trennsäule aufweist, zugeführt. Ein erster Flüssigproduktstrom (F1) wird aus einer Trennsäule der ersten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage entnommen, in flüssigem Zustand auf einen erhöhten Druck gebracht und indirekten Wärmeaustausch mit einem Wärmeträger-Fluid ver-

dampt (V1'') und/oder angewärmt und anschließend als ein erster Teil des gasförmigen Druckprodukts (GOX) gewonnen. Ein zweiter Flüssigproduktstrom (F2) wird aus einer Trennsäule der zweiten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage entnommen, in flüssigem Zustand auf einen erhöhten Druck gebracht und durch indirekten Wärmeaustausch mit einem Wärmeträger-Fluid verdampt (V1'') und/oder angewärmt und anschließend als ein zweiter Teil des gasförmigen Druckprodukts (GOX) gewonnen. Der erste und der zweite Flüssigproduktstrom werden vor der Druckerhöhung mindestens teilweise vermischt.



**Fig. 3**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Tieftemperaturzerlegung von Luft gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Die Grundlagen der Tieftemperaturzerlegung von Luft im Allgemeinen sind in der Monografie "Tieftemperaturtechnik" von Hausen/Linde (2. Auflage, 1985) und in einem Aufsatz von Latimer in Chemical Engineering Progress (Vol. 63, No.2, 1967, Seite 35) beschrieben.

**[0003]** Mehrsträngige Luftzerlegungsanlagen werden bisher so unabhängig wie möglich voneinander betrieben, um ihre Redundanz so hoch wie möglich zu halten.

**[0004]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Prozess der eingangs genannten Art zu finden, der wirtschaftlich besonders günstig ist, insbesondere durch relativ niedrige Anlagekosten.

**[0005]** Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass zwei einander entsprechende Ströme der ersten und der zweiten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage gemeinsam dem gleichartigen Verfahrensschritt zugeleitet werden.

**[0006]** Bei dem gemeinsamen Verfahrensschritt kann es sich um einen oder mehrere der im folgenden beschriebenen Prozess-Stufen handeln:

**[0007]** Zum Beispiel kann ein Teil der Einsatzluft für die erste und die zweite Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage oder auch die gesamte Einsatzluft für beide Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlagen gemeinsam vom Atmosphärendruck aus verdichtet werden.

**[0008]** Stromabwärts einer gemeinsamen oder getrennten Verdichtung kann eine gemeinsame Vorkühlung der Einsatzluft für die erste und die zweite Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage vorgesehen sein, beispielsweise in einem gemeinsamen Wärmetauscher, in einem gemeinsamen Direktkontaktkühler oder auch in getrennten

**[0009]** Direktkontaktkühlern, die von Kühlwasser aus demselben Verdunstungskühler beaufschlagt werden.

**[0010]** In Kombination damit oder unabhängig davon kann eine gemeinsame adsorptive Reinigung der Einsatzluft für die erste und die zweite Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage durchgeführt werden, zum Beispiel in einem Paar von Molekularsieb-Adsorbern, oder auch in mehr als zwei parallelen Adsorber-Behältern.

**[0011]** Wird je ein Strom in der ersten und in der zweiten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage nachverdichtet und/oder im Kreislaufgeführt, kann die entsprechende Nachverdichtung oder Kreislaufverdichtung ebenfalls gemeinsam durchgeführt werden.

**[0012]** Auch die Druckerhöhung im flüssigen Zustand je eines Produkt- oder Zwischenproduktstroms aus der ersten beziehungsweise zweiten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage kann im Rahmen der Erfindung gemeinsam durchgeführt werden.

**[0013]** Wenn je ein Flüssigproduktstrom aus der ersten beziehungsweise zweiten Tieftemperatur-Luftzer-

legungsanlage in einen gemeinsamen Tank eingeführt werden, stellt dies ebenfalls eine Realisierung der Erfindung dar, ebenso wie die Verdampfung je eines Flüssigproduktstroms aus der ersten beziehungsweise zweiten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage in einem gemeinsamen Verdampfer.

**[0014]** Eine weitere Realisierung der Erfindung wäre die gemeinsame Nutzung eines Hauptwärmetauschers für die Abkühlung von Einsatzluft für beide Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlagen. Dies wäre insbesondere bei der Verwendung von Regeneratoren sinnvoll, zum Beispiel solchen mit Stahlhorden, wie sie in WO 99/42773 beschrieben sind.

**[0015]** Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erzeugung eines gasförmigen Druckprodukts durch Tieftemperaturzerlegung von Luft gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 3 beziehungsweise des Anspruchs 9.

**[0016]** Die Gewinnung eines gasförmigen Druckprodukts durch Druckerhöhung im flüssigen Zustand und anschließende Verdampfung (bei unterkritischem Druck) oder Pseudo-Verdampfung (bei überkritischem Druck) wird auch als Innenverdichtung bezeichnet. Dabei wird mindestens eines der Produkte flüssig aus einer der Trennsäulen einer Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage oder aus einem mit einer dieser Säulen verbundenen Kondensator abgezogen. (Bei einem Zwei-Säulen-System kann es sich zum Beispiel um Stickstoff aus der Hochdrucksäule eines Zwei-Säulen-Systems oder um Sauerstoff aus der Niederdrucksäule handeln.) Dieses Flüssigprodukt wird nun in flüssigem Zustand auf einen erhöhten Druck gebracht, in indirektem Wärmeaustausch mit einem Wärmeträger-Fluid verdampft beziehungsweise (bei überkritischem Druck) pseudo-verdampft und schließlich als gasförmiges Druckprodukt gewonnen. Als Wärmeträger-Fluid können beispielsweise Einsatzluft oder Stickstoff eingesetzt werden.

**[0017]** Die Druckerhöhung in der Flüssigkeit kann durch jede bekannte Maßnahme durchgeführt werden, beispielsweise mittels einer Pumpe, der Ausnutzung eines hydrostatischen Potentials und/oder der Druckaufbauverdampfung an einem Tank. Am häufigsten werden Pumpen eingesetzt. Die "Mittel zur Druckerhöhung" können in einfachsten Fall durch eine einzelne Tieftemperatur-Pumpe gebildet werden. In aller Regel setzt man jedoch zwei oder mehr parallel geschaltete und/oder umschaltbare Pumpen ein, um eine gewisse Redundanz und somit eine deutlich erhöhte Ausfallsicherheit zu erreichen. Üblich sind beispielsweise Pumpen-Paare, bei denen im Normalbetrieb nur eine Pumpe in Betrieb ist. Bei dem Einsatz dreier paralleler Pumpen kann jede der Pumpen auf eine Kapazität von 50 % ausgelegt sein, wobei sich im Normalbetrieb immer zwei der drei Geräte in Betrieb befinden.

**[0018]** Derartige Innenverdichtungsverfahren sind zum Beispiel bekannt aus DE 830805, DE 901542 (= US 2712738/US 2784572), DE 952908, DE 1103363 (= US 3083544), DE 1112997 (= US 3214925), DE

1124529, DE 1117616 (= US 3280574), DE 1226616 (= US 3216206), DE 1229561 (= US 3222878), DE 1199293, DE 1187248 (= US 3371496), DE 1235347, DE 1258882 (= US 3426543), DE 1263037 (= US 3401531), DE 1501722 (= US 3416323), DE 1501723 (= US 3500651), DE 2535132 (= US 4279631), DE 2646690, EP 93448 B1 (= US 4555256), EP 384483 B1 (= US 5036672), EP 505812 B1 (= US 5263328), EP 716280 B1 (= US 5644934), EP 842385 B1 (= US 5953937), EP 758733 B1 (= US 5845517), EP 895045 B1 (= US 6038885), DE 19803437 A1, EP 949471 B1 (= US 6185960 B1), EP 955509 A1 (= US 6196022 B1), EP 1031804 A1 (= US 6314755), DE 19909744 A1, EP 1067345 A1 (= US 6336345), EP 1074805 A1 (= US 6332337), DE 19954593 A1, EP 1134525 A1 (= US 6477860), DE 10013073 A1, EP 1139046 A1, EP 1146301 A1, EP 1150082 A1, EP 1213552 A1, DE 10115258 A1, EP 1284404 A1 (= US 2003051504 A1), EP 1308680 A1 (= US 6612129 B2), DE 10213212 A1, DE 10213211 A1, EP 1357342 A1 oder DE 10238282 A1.

**[0019]** Die Erfindung betrifft insbesondere mehrsträngige Innenverdichtungsprozesse, also solche, bei denen zwei oder mehrere Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlagen parallel am gleichen Ort betrieben werden. In vielen Fällen sind die verschiedenen Stränge (trains) untereinander identisch, es ist aber auch möglich, unterschiedliche Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlagen auf diese Weise parallel zu betreiben. Die Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlagen der Erfindung können zum Beispiel jeweils als klassisches Doppelsäulensystem ausgebildet sein, aber auch als Ein-, Drei- oder Mehrsäulensystem. Sie können zusätzlich zu den Kolonnen zur Stickstoff-Sauerstoff-Trennung weitere Vorrichtungen zur Gewinnung anderer Luftkomponenten, insbesondere von Edelgasen aufweisen, beispielsweise eine Argongewinnung.

**[0020]** Ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art sind aus WO 03016804 A2 bekannt. Hier wird Sauerstoff als Druckprodukt gewonnen. Das flüssige Sauerstoffprodukt jeder einzelnen Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage wird separat mittels einer Pumpe flüssig auf Druck gebracht und verdampft. Das gasförmige Druckprodukt des mehrsträngigen Systems wird schließlich zusammengeführt.

**[0021]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen derartigen Prozess und eine entsprechende Vorrichtung zu finden, die wirtschaftlich besonders günstig sind, insbesondere durch relativ niedrige Anlagekosten und besonders hohe Ausfallsicherheit.

**[0022]** Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass der erste und der zweite Flüssigproduktstrom vor der Druckerhöhung mindestens teilweise vermischt werden. Vorzugsweise werden die beiden Flüssigprodukte vollständig gemeinsam auf einen erhöhten Druck gebracht. Hierdurch wird ein Pumpensatz eingespart. Obwohl der Pumpensatz nun die doppelte Kapazität aufweisen muss, ist er kostengünstiger als zwei Sätze einfacher

Kapazität. Außerdem wird - bei gleich bleibender Redundanz - die Anzahl sich drehender Maschinen vermindert; dies führt zu erhöhter Ausfallsicherheit und zu verringertem Instandhaltungs- und Wartungsaufwand.

**[0023]** Die Erfindung kann selbstverständlich auch auf Systeme mit mehr als zwei Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlagen angewandt werden. Bei einer viersträngigen Anlage kann zum Beispiel das innenzuverdichtende Produkt aus allen vier Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlagen zusammengeführt und durch ein gemeinsames Mittel auf erhöhten Druck gebracht werden. Alternativ können sich jeweils zwei Anlagen ein Mittel zur Druckerhöhung teilen.

**[0024]** Im einfachsten Fall werden die beiden Flüssigproduktströme nach ihrem Abzug aus der Trennsäule der jeweiligen Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage in einer Gesamtproduktleitung zusammengeführt und durch diese Gesamtproduktleitung zur Druckerhöhung im flüssigen Zustand geleitet.

**[0025]** Alternativ oder zusätzlich werden die beiden Flüssigproduktströme vor der Druckerhöhung in ein gemeinsames Flüssigkeitsreservoir eingeleitet und von dem aus die Druckerhöhung im flüssigen Zustand beschickt wird.

**[0026]** In vielen Fällen weist das System ohnehin ein derartiges Flüssigkeitsreservoir auf, um bei Ausfall der oder einer der Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlagen kurzfristig Produkt durch externe Verdampfung liefern zu können (Notversorgung, Backup-System). In diesem Fall ist es günstig, das für die Innenverdichtung genutzte Mittel zur Druckerhöhung auch für diese Notversorgung zu nutzen. Neben einer besonders hohen Verfügbarkeit bei relativ niedrigen Kosten für Apparatur und Instandhaltung ist dadurch ein kontinuierlicher Betrieb der Pumpen beim Umschalten auf die Notversorgung möglich, und es ergibt sich eine Verringerung der Ansprechzeit der Notversorgung sowie ein geringerer Verschleiß der Pumpen.

**[0027]** Stromabwärts der Druckerhöhung kann das Hochdruckprodukt beispielsweise in separaten Wärmetauschern, beispielsweise in zwei je einer der beiden Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlagen zugeordneten Hauptwärmetauscher-Systemen verdampft werden. Hierzu werden aus dem gemeinsamen Produktstrom stromabwärts der Druckerhöhung im flüssigen Zustand ein erster Teilstrom und ein zweiter Teilstrom abgezweigt. Der erste Teilstrom wird in indirekten Wärmeaustausch mit einem ersten Wärmeträger-Fluid-Strom gebracht, der stromabwärts des indirekten Wärmeaustauschs mindestens teilweise in eine Trennsäule der ersten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage eingeleitet wird. Der zweite Teilstrom wird in indirekten Wärmeaustausch mit einem zweiten Wärmeträger-Fluid-Strom gebracht, der stromabwärts des indirekten Wärmeaustauschs mindestens teilweise in eine Trennsäule der zweiten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage eingeleitet wird.

**[0028]** Alternativ oder zusätzlich kann das Hochdruckprodukt in einem Wärmetauscher verdampft wer-

den, der beiden Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlagen zugeordnet ist, indem der gemeinsame Produktstrom stromabwärts der Druckerhöhung im flüssigen Zustand mindestens teilweise in indirekten Wärmeaustausch mit einem gemeinsamen Wärmeträger-Fluid-Strom gebracht wird, ein erster Teil des gemeinsamen Wärmeträger-Fluid-Stroms stromabwärts des indirekten Wärmeaustauschs in eine Trennsäule der ersten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage eingeleitet wird und ein zweiter Teil des gemeinsamen Wärmeträger-Fluid-Stroms stromabwärts des indirekten Wärmeaustauschs in eine Trennsäule der zweiten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage eingeleitet wird.

**[0029]** Die Erfindung sowie weitere Einzelheiten der Erfindung werden im Folgenden anhand der Zeichnungen näher erläutert. Hierbei zeigen:

Figur 1 eine erste viersträngige Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage,

Figur 2 eine zweite viersträngige Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage und

Figur 3 ein Ausführungsbeispiel der Erfindung.

**[0030]** Figur 1 zeigt ein System mit vier Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlagen (ASU Train 1 bis ASU Train 4; ASU = air separation unit). Jeder dieser vier Stränge weist eine komplette Anlage mit Coldbox, Hauptwärmetauscher, Rektifiziersystem, Leitungen, Maschinen und Ventilen auf. In dem Beispiel sind alle vier Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlagen in ihrem Inneren identisch aufgebaut. Das Rektifiziersystem besteht vorzugsweise jeweils aus zwei Trennsäulen, einer Hochdrucksäule und einer Niederdrucksäule, die über einen Hauptkondensator in wärmetauschender Verbindung stehen. Jede der vier Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlagen weist ihren eigenen Pumpensatz P1 bis P4 auf. Jeder Pumpensatz weist in den Beispielen drei separate Pumpen auf, die von flüssigem Sauerstoff ("Flüssigproduktstrom") aus der Niederdrucksäule des jeweiligen Strangs gespeist werden. Jede dieser Pumpen hat einen Nenndurchsatz, welcher der Hälfte der Nennproduktmenge an innenverdichtetem Sauerstoff des jeweiligen Strangs entspricht. Im Normalbetrieb laufen pro Pumpensatz P1 bis P4 jeweils zwei Pumpen; die dritte wird eingeschaltet, wenn eine der beiden anderen ausfällt. Alternativ könnten einer, mehrere oder alle Pumpensätze beispielsweise aus jeweils zwei Pumpen bestehen.

**[0031]** Der Austritt jedes Pumpensatzes ist mit dem Hauptwärmetauscher-System der jeweiligen Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage verbunden. Dort wird der auf hohen Druck gepumpte Sauerstoff auf die bekannte Weise entweder verdampft und angewärmt (bei unterkritischem Druck) oder angewärmt (bei überkritischem Druck) und schließlich über die Leitungen G1 bis G4 als gasförmiges Druckprodukt (GOX-gaseous oxygen) abgezogen. Als Wärmeträger-Fluid wird ein Teil der Einsatzluft, Hochdruck-Stickstoff oder ein anderes geeig-

netes Fluid eingesetzt.

**[0032]** Mindestens zeitweise wird ein Teil des flüssigen Sauerstoffs aus den Niederdrucksäulen der vier Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlagen nicht den Pumpensätzen P1 bis P4 zugeleitet, sondern über die Leitungen L1 bis L4 als Flüssigprodukt (LOX - liquid oxygen) abgezogen. Diese Flüssigkeit wird in dem Beispiel der Figur 1 in ein als doppelter Sauerstofftank T1/T2 ausgebildetes Flüssigkeitsreservoir geleitet, das Teil eines Notversorgungssystems (backup system) ist. Das Notversorgungssystem weist außerdem einen weiteren Pumpensatz P5 und einen dampfbeheizten Wasserbadverdampfer V auf. Fällt eine oder mehrere der Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlagen ganz oder teilweise aus, wird die fehlende GOX-Produktmenge ergänzt durch Verdampfung von flüssigem Sauerstoff in dem Notversorgungssystem.

**[0033]** In Figur 2 werden nur vier Pumpensätze benötigt an Stelle der fünf Pumpensätze von Figur 1. Dies wird dadurch erreicht, dass Innenverdichtung und Notversorgung in jeder der 4 Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlagen integriert sind. Hier wird in jedem Strang der gesamte flüssige Sauerstoff aus der Niederdrucksäule in einen Sauerstofftank T1' bis T4' eingeleitet. Dieser ist mit dem Eintritt des jeweiligen Pumpensatzes P1' bis P4' verbunden. Der Austritt des Pumpensatzes ist einerseits mit dem Innenverdichtungs-Wärmetauscher zur Verdampfung des Drucksauerstoffs gegen das Wärmeträger-Fluid im Normalbetrieb verbunden. Andererseits ist der Austritt jedes Pumpensatzes auch mit je einem Wasserbadverdampfer V1' bis V4' verbunden, mit dessen Hilfe analog zu Figur 1 eine Notversorgung sichergestellt werden kann. Durch diese Integration des Notversorgungssystems in die einzelnen Stränge wird die Zahl der Pumpensätze von fünf auf vier reduziert und die Länge der Flüssigkeitsleitungen stark verkürzt.

**[0034]** Bei dem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel der Figur 3 werden demgegenüber nur zwei Pumpensätze P1" und P2" benötigt. Im Folgenden werden die beiden in der Zeichnung links angeordneten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlagen beschrieben, die beiden rechts dargestellten sind jedoch identisch aufgebaut. Die Bezugszeichen sind demgemäß bis auf die Indizes identisch.

**[0035]** Der gesamte flüssige Sauerstoff, der in der Niederdrucksäule der ersten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage (ASU Train 1) von Figur 1 gewonnen wird, strömt über eine erste Flüssigproduktleitung F1 in einen Sauerstofftank T1", der als gemeinsames Flüssigkeitsreservoir für die erste und die zweite Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage genutzt wird. Demgemäß wird auch der flüssige Sauerstoff aus der zweiten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage über eine zweite Flüssigproduktleitung F2 in den Tank T1" eingeführt. Direkt aus diesem Tank wird nun der Pumpensatz P1" über eine oder (wie dargestellt) mehrere Flüssigleitungen LX1 beschickt, der gemäß der Erfindung gemeinsam für die erste und die zweite Tieftemperatur-Luftzerlegungsanla-

ge genutzt wird. Im Normalbetrieb wird der Hochdrucksauerstoff, der aus dem Pumpensatz P1" austritt, jeweils zur Hälfte über die Teilstromleitungen TL1 und TL2 zu der jeweiligen Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage zurückgeführt um dort gegen das Wärmeträger-Fluid verdampft und/oder angewärmt zu werden. Das dabei gewonnene gasförmige Druckprodukt verlässt die Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlagen über die Leitungen G1 beziehungsweise G2.

**[0036]** Im Notbetrieb wird mindestens eine der Leitungen TL1 oder TL2 geschlossen. Die entsprechende Menge an Hochdrucksauerstoff fließt dann zu dem Wasserbadverdampfer V1" und stellt damit die Notversorgung sicher.

## Patentansprüche

### 1. Verfahren zur Tieftemperaturzerlegung von Luft, bei dem

- ein erster Einsatzluftstrom einer ersten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage, die mindestens eine Trennsäule aufweist, zugeführt wird,
- ein zweiter Einsatzluftstrom einer zweiten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage, die mindestens eine Trennsäule aufweist, zugeführt wird,
- mindestens ein erster Prozess-Strom, welcher der ersten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage zugeordnet ist und mindestens ein zweiter Prozess-Strom, welcher der zweiten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage zugeordnet ist, einem gleichartigen Verfahrensschritt unterzogen werden und
- der erste und der zweite Prozess-Strom mindestens durch mindestens einen Teilstrom der Einsatzluft, eines Produktstroms oder eines Zwischenproduktstroms der ersten beziehungsweise zweiten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage gebildet werden, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- die beiden Ströme gemeinsam dem gleichartigen Verfahrensschritt zugeleitet werden.

### 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der gleichartige Verfahrensschritt durch mindestens einen der folgenden Schritte gebildet wird:

- gemeinsame Verdichtung mindestens eines Teils der Einsatzluft für die erste und die zweite Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage,
- gemeinsame Vorkühlung mindestens eines Teils der Einsatzluft für die erste und die zweite Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage stromabwärts einer gemeinsamen oder getrennten Verdichtung,
- gemeinsame adsorptive Reinigung minde-

stens eines Teils der Einsatzluft für die erste und die zweite Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage,

- gemeinsame Nachverdichtung mindestens eines Teils der Einsatzluft für die erste und die zweite Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage stromabwärts einer gemeinsamen oder getrennten Verdichtung,
- gemeinsame Verdichtung je eines Produkt- oder Zwischenproduktstroms aus der ersten beziehungsweise zweiten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage, der als Kreislaufstrom geführt wird,
- gemeinsame Druckerhöhung im flüssigen Zustand je eines Produkt- oder Zwischenproduktstroms aus der ersten beziehungsweise zweiten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage,
- Einführung je eines Flüssigproduktstroms aus der ersten beziehungsweise zweiten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage in einen gemeinsamen Tank,
- Verdampfung je eines Flüssigproduktstroms aus der ersten beziehungsweise zweiten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage in einem gemeinsamen Verdampfer,
- Abkühlung von Einsatzluft für die erste und die zweite Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage in einem gemeinsamen Hauptwärmetauscher.

### 3. Verfahren zur Erzeugung eines gasförmigen Druckprodukts durch Tieftemperaturzerlegung von Luft, bei dem

- ein erster Einsatzluftstrom einer ersten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage, die mindestens eine Trennsäule aufweist, zugeführt wird,
- ein zweiter Einsatzluftstrom einer zweiten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage, die mindestens eine Trennsäule aufweist, zugeführt wird,
- ein erster Flüssigproduktstrom aus einer Trennsäule der ersten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage entnommen, in flüssigem Zustand auf einen erhöhten Druck gebracht und durch indirekten Wärmeaustausch mit einem Wärmeträger-Fluid verdampft und/oder angewärmt und anschließend als ein erster Teil des gasförmigen Druckprodukts gewonnen wird,
- ein zweiter Flüssigproduktstrom aus einer Trennsäule der zweiten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage entnommen, in flüssigem Zustand auf einen erhöhten Druck gebracht und durch indirekten Wärmeaustausch mit einem Wärmeträger-Fluid verdampft und/oder angewärmt und anschließend als ein zweiter Teil des gasförmigen Druckprodukts gewonnen wird, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- der erste und der zweite Flüssigproduktstrom

vor der Druckerhöhung mindestens teilweise vermischt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- der erste Flüssigproduktstrom über eine erste Flüssigproduktleitung aus der Trennsäule der ersten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage abgezogen wird,
- der zweite Flüssigproduktstrom über eine zweite Flüssigproduktleitung aus der Trennsäule der ersten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage abgezogen wird,
- die erste und die zweite Flüssigproduktleitung in eine Gesamtproduktleitung einmünden und
- der erste und der zweite Flüssigproduktstrom gemeinsam über die Gesamtproduktleitung zur Druckerhöhung im flüssigen Zustand geführt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste und der zweite Flüssigproduktstrom in ein gemeinsames Flüssigkeitsreservoir eingeleitet und von dem Flüssigkeitsreservoir aus der Druckerhöhung im flüssigen Zustand zugeführt werden.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Notversorgungssystem zur Verdampfung von Flüssigprodukt aus dem Flüssigkeitsreservoir unabhängig von dem indirekten Wärmeaustausch mit dem Wärmeträger-Fluid vorgesehen ist, wobei dieses Notversorgungssystem über eine stromabwärts der Druckerhöhung im flüssigen Zustand angeordnete Verzweigung mit Flüssigprodukt beschickbar ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- aus dem gemeinsamen Produktstrom stromabwärts der Druckerhöhung im flüssigen Zustand ein erster Teilstrom und ein zweiter Teilstrom abzweigt werden,
- der erste Teilstrom in indirekten Wärmeaustausch mit einem ersten Wärmeträger-Fluid-Strom gebracht wird, der stromabwärts des indirekten Wärmeaustauschs mindestens teilweise in eine Trennsäule der ersten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage eingeleitet wird und
- der zweite Teilstrom in indirekten Wärmeaustausch mit einem zweiten Wärmeträger-Fluid-Strom gebracht wird, der stromabwärts des indirekten Wärmeaustauschs mindestens teilweise in eine Trennsäule der zweiten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage eingeleitet wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- der gemeinsame Produktstrom stromabwärts der Druckerhöhung im flüssigen Zustand mindestens teilweise in indirekten Wärmeaustausch mit einem gemeinsamen Wärmeträger-Fluid-Strom gebracht wird,
- ein erster Teil des gemeinsamen Wärmeträger-Fluid-Stroms stromabwärts des indirekten Wärmeaustauschs in eine Trennsäule der ersten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage eingeleitet wird und
- ein zweiter Teil des gemeinsamen Wärmeträger-Fluid-Stroms stromabwärts des indirekten Wärmeaustauschs in eine Trennsäule der zweiten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage eingeleitet wird.

9. Vorrichtung zur Erzeugung eines gasförmigen Druckprodukts durch Tieftemperaturzerlegung von Luft, mit

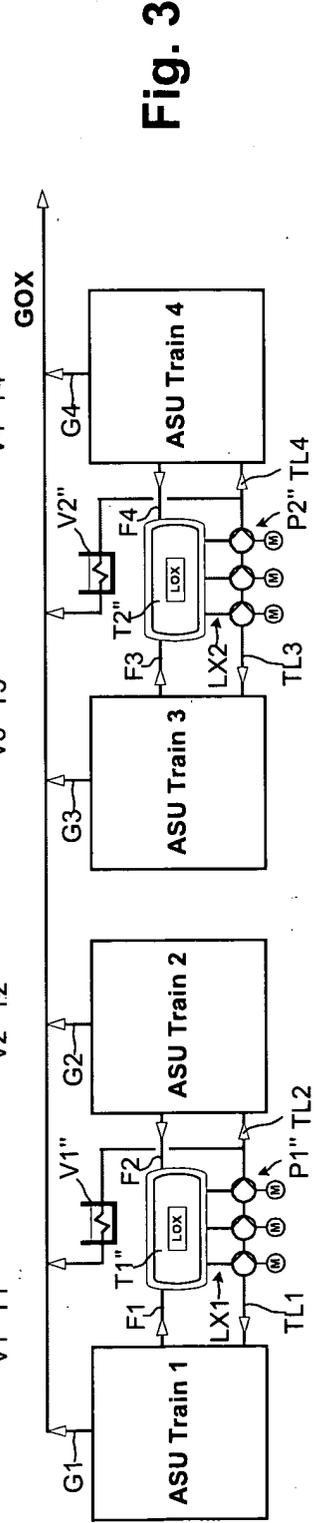
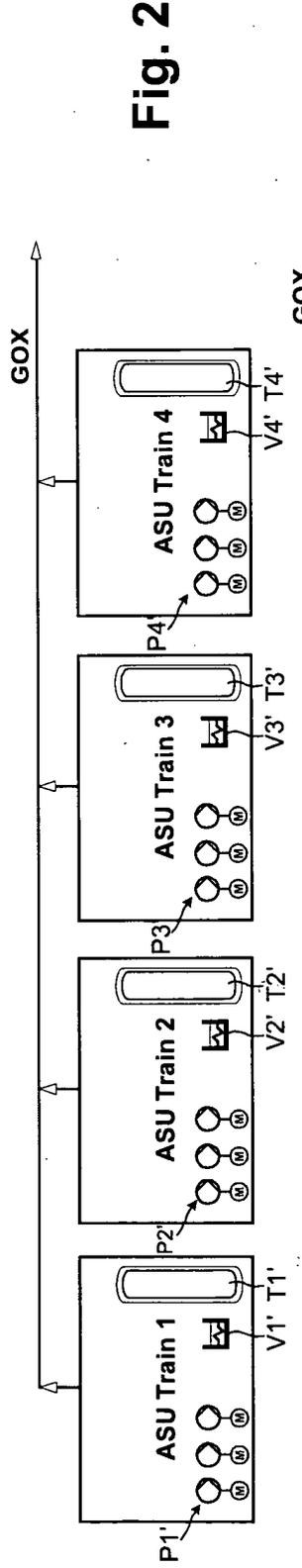
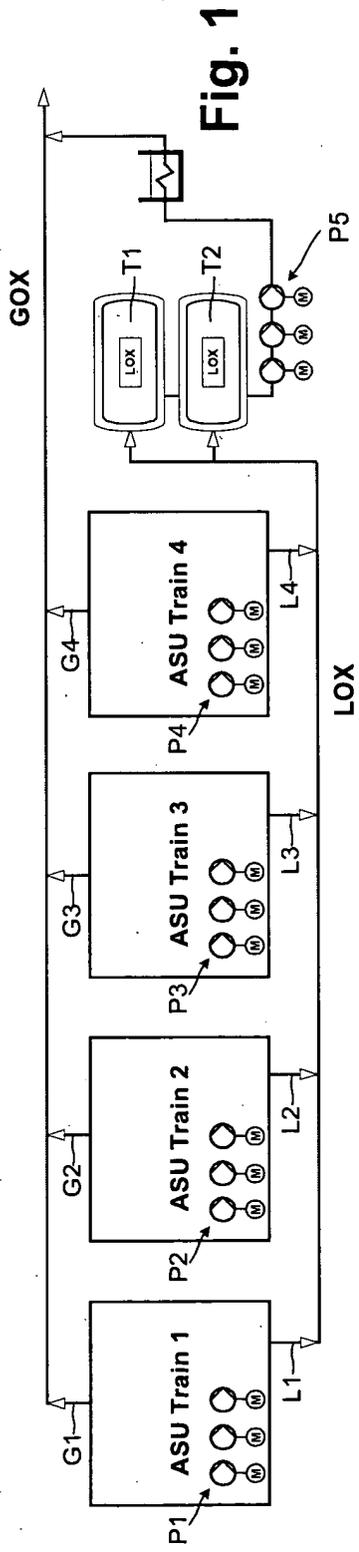
- einer ersten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage, die mit einer ersten Einsatzluftleitung verbunden ist und mindestens eine Trennsäule aufweist,
- einer zweiten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage, die mit einer zweiten Einsatzluftleitung verbunden ist und mindestens eine Trennsäule aufweist,
- einer ersten Flüssigproduktleitung zur Entnahme eines Flüssigprodukts aus einer Trennsäule der ersten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage, wobei die erste Flüssigproduktleitung über Mittel zur Druckerhöhung im flüssigen Zustand mit einem Wärmetauscher zur Verdampfung und/oder Anwärmung des flüssig auf einen erhöhten Druck gebrachten Produktstroms durch indirekten Wärmeaustausch mit einem Wärmeträger-Fluid verbunden ist,
- einer zweiten Flüssigproduktleitung zur Entnahme eines Flüssigprodukts aus einer Trennsäule der zweiten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage, wobei die zweite Flüssigproduktleitung über Mittel zur Druckerhöhung im flüssigen Zustand mit einem Wärmetauscher zur Verdampfung und/oder Anwärmung des flüssig auf einen erhöhten Druck gebrachten Produktstroms durch indirekten Wärmeaustausch mit einem Wärmeträger-Fluid verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- die erste und die zweite Flüssigproduktleitung mit denselben Mitteln zur Druckerhöhung verbunden sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste und die zweite Flüssigpro-

duktleitung in eine Gesamtproduktleitung einmünden und über diese Gesamtproduktleitung mit dem Eintritt der Mittel zur Druckerhöhung verbunden sind.

- 5
11. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste und die zweite Flüssigproduktleitung mit einem gemeinsamen Flüssigkeitsreservoir verbunden sind und dass das Flüssigkeitsreservoir über eine weitere Flüssigleitung mit dem Eintritt der Mittel zur Druckerhöhung verbunden ist. 10
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **gekennzeichnet durch** ein Notversorgungssystem mit Mitteln zur Verdampfung von Flüssigprodukt aus dem Flüssigkeitsreservoir unabhängig von dem indirekten Wärmeaustausch mit dem Wärmeträger-Fluid, wobei dieses Notversorgungssystem mit dem Austritt der Mittel zur Druckerhöhung im flüssigen Zustand verbindbar ist. 15
- 20
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** 25
- der Austritt der Mittel zur Druckerhöhung mit einer ersten und mit einer zweiten Teilstromleitung verbunden ist,
  - die erste Teilstromleitung zu Mitteln zum indirekten Wärmeaustausch mit einem ersten Wärmeträger-Fluid-Strom führt und Mittel zur Einleitung des ersten Wärmeträger-Fluid-Stroms stromabwärts des indirekten Wärmeaustauschs in eine Trennsäule der ersten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage vorgesehen sind, und 30
  - die zweite Teilstromleitung zu Mitteln zum indirekten Wärmeaustausch mit einem zweiten Wärmeträger-Fluid-Strom führt und Mittel zur Einleitung des ersten Wärmeträger-Fluid-Stroms stromabwärts des indirekten Wärmeaustauschs in eine Trennsäule der zweiten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage vorgesehen sind. 35
- 40
- 45
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- der Austritt der Mittel zur Druckerhöhung mit einer gemeinsamen Produktstromleitung verbunden ist, 50
  - die gemeinsame Produktstromleitung zu Mitteln zum indirekten Wärmeaustausch mit einem gemeinsamen Wärmeträger-Fluid-Strom führt und 55
  - sowohl Mittel zur Einleitung eines Teils des gemeinsamen Wärmeträger-Fluid-Stroms stromabwärts des indirekten Wärmeaustauschs in

eine Trennsäule der ersten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage als auch Mittel zur Einleitung eines Teils des gemeinsamen Wärmeträger-Fluid-Stroms stromabwärts des indirekten Wärmeaustauschs in eine Trennsäule der zweiten Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage vorgesehen sind.





Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 04 00 5171

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
E	EP 1 435 497 A (L AIR LIQUIDE SA ADIRECTOIRE E) 7. Juli 2004 (2004-07-07) * Absatz [0019]; Abbildung 5 *	1,2	F25J3/04
E	EP 1 398 585 A (AIR LIQUIDE) 17. März 2004 (2004-03-17) * Abbildungen 1-3 *	1-5,7-13	
X	US 5 896 755 A (BONAQUIST DANTE PATRICK ET AL) 27. April 1999 (1999-04-27) * das ganze Dokument *	1,2	
Y		3-6, 8-12,14	
Y	US 5 596 885 A (GRENIER MAURICE) 28. Januar 1997 (1997-01-28) * Abbildung 1 *	3-5, 8-11,14	
X	SCHARLE W J ET AL: "OXYGEN FACILITIES FOR SYNTHETIC FUEL PROJECTS" TRANSACTIONS OF THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS, SERIES B: JOURNAL OF ENGINEERING FOR INDUSTRY, ASME. NEW YORK, US, Bd. 103, November 1981 (1981-11), Seiten 409-417, XP009026023 ISSN: 0022-0817 * Abbildungen 7,9 *	1,2	
Y		6,12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F25J
Y		3-5,9-11	
Y	US 6 128 921 A (GUILLARD ALAIN ET AL) 10. Oktober 2000 (2000-10-10) * Abbildungen 3,4 *	3-5,9-11	
X	EP 1 043 558 A (AIR LIQUIDE) 11. Oktober 2000 (2000-10-11) * Abbildungen 5,6 *	1,2	
	-/--		
4 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>MÜNCHEN</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>4. August 2004</b>	Prüfer <b>Göritz, D</b>
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)



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 6 550 234 B2 (GUILLARD ALAIN) 22. April 2003 (2003-04-22) * Abbildungen *	1,2	
X	FR 2 831 953 A (AIR LIQUIDE) 9. Mai 2003 (2003-05-09) * Abbildungen *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>MÜNCHEN</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>4. August 2004</b>	Prüfer <b>Göritz, D</b>
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 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	

4

EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)

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

EP 04 00 5171

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

04-08-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1435497	A	07-07-2004	US 2004083756 A1 EP 1435497 A2	06-05-2004 07-07-2004
EP 1398585	A	17-03-2004	FR 2844344 A1 EP 1398585 A1	12-03-2004 17-03-2004
US 5896755	A	27-04-1999	BR 9901142 A CA 2270507 A1 EP 0971188 A1 ID 23243 A KR 2000011251 A	14-12-1999 10-01-2000 12-01-2000 30-03-2000 25-02-2000
US 5596885	A	28-01-1997	FR 2721383 A1 CA 2152010 A1 CN 1120652 A ,B DE 69511013 D1 DE 69511013 T2 EP 0689019 A1 ES 2136259 T3 JP 8175806 A ZA 9505051 A	22-12-1995 21-12-1995 17-04-1996 02-09-1999 20-01-2000 27-12-1995 16-11-1999 09-07-1996 15-02-1996
US 6128921	A	10-10-2000	FR 2774753 A1 AU 738523 B2 AU 1472499 A BR 9904194 A CZ 9900409 A3 DE 19904527 A1 GB 2334084 A ,B JP 11264658 A	13-08-1999 20-09-2001 26-08-1999 01-08-2000 17-11-1999 12-08-1999 11-08-1999 28-09-1999
EP 1043558	A	11-10-2000	US 6202442 B1 US 6276171 B1 AU 3666100 A CA 2303668 A1 EP 1043558 A2 EP 1169609 A1 WO 0060294 A1 JP 2002541421 T	20-03-2001 21-08-2001 23-10-2000 05-10-2000 11-10-2000 09-01-2002 12-10-2000 03-12-2002
US 6550234	B2	18-07-2002	FR 2819584 A1 EP 1223395 A1 EP 1406052 A2 JP 2002243361 A US 2002092306 A1	19-07-2002 17-07-2002 07-04-2004 28-08-2002 18-07-2002

EPO FORM P0481

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

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

EP 04 00 5171

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.

04-08-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 2831953      A	09-05-2003	FR      2831953 A1	09-05-2003
		WO      03040634 A1	15-05-2003
-----			

EPO FORM P 0461

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