

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 538 857 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **92118088.1**

(51) Int. Cl.⁵: **F25J 3/04**

(22) Anmeldetag: **22.10.92**

(30) Priorität: **25.10.91 DE 4135302**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.04.93 Patentblatt 93/17

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI NL PT SE

(71) Anmelder: **Linde Aktiengesellschaft**
Abraham-Lincoln-Strasse 21
W-6200 Wiesbaden(DE)

(72) Erfinder: **Rohde, Wilhelm, Dipl.-Ing.**
Forstenrieder Allee 20
W-8000 München 71(DE)

(74) Vertreter: **Schaefer, Gerhard, Dr.**
Linde Aktiengesellschaft Zentrale
Patentabteilung
W-8023 Höllriegelskreuth (DE)

(54) Anlage zur Tieftemperaturzerlegung von Luft.

(57) Es werden eine Anlage und ein Verfahren zur Tieftemperaturzerlegung von Luft beschrieben. Eine Rektifiziersäule (2) wird über eine Luftleitung (3) mit Zerlegungsluft beschickt. Sie weist eine Stickstoffleitung (14) zum Abzug einer Stickstofffraktion und eine Sauerstoffleitung (10) zum Abzug einer Sauerstofffraktion sowie einen Flüssigtank (1) zur Speicherung von flüssigem Stickstoff oder Sauerstoff auf, der von einem Vakuumbehälter (5) umschlossen wird. Der Flüssigtank (1) ist über eine erste Speiseleitung (11) mit dem oberen Bereich der Rektifiziersäule (2) verbunden. Erfindungsgemäß sind der Flüssigtank (1) und die Rektifiziersäule (2) im Inneren eines gemeinsamen Vakuumbehälters (5) angeordnet.

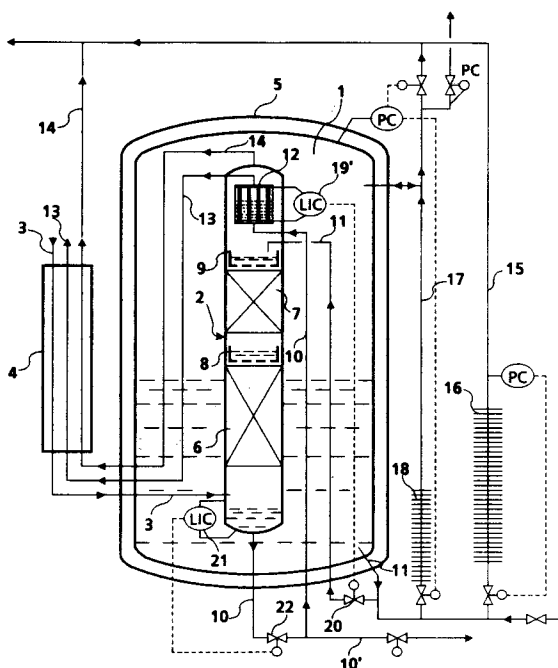


Fig. 1

EP 0 538 857 A1

Die Erfindung betrifft eine Anlage zur Tieftemperaturzerlegung von Luft, mit einer Rektifiziersäule, die mit einer Luftleitung zur Zufuhr von Zerlegungsluft, mit einer Stickstoffleitung zum Abzug einer Stickstofffraktion und mit einer Sauerstoffleitung zum Abzug einer Sauerstofffraktion verbunden ist, sowie mit einem Flüssigtank, der von einem Vakuumbehälter umschlossen wird und der über eine erste Speiseleitung mit der Rektifiziersäule verbunden ist. Außerdem betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Tieftemperaturzerlegung von Luft, bei dem Zerlegungsluft einer Rektifiziersäule zugeführt und eine Stickstofffraktion und eine Sauerstofffraktion aus der Rektifiziersäule abgezogen werden und bei dem der Rektifikation Kälte in Form eines verflüssigten Luftgases aus einem vakuumisolierten Flüssigtank zugeführt wird.

Eine derartige Luftzerlegungsanlage und eine derartiges Verfahren sind aus der EP-B-0 144 430 bekannt. Hier wird flüssiger Stickstoff aus einem Speichertank in den oberen Bereich der Rektifiziersäule eingespeist, um dieser Wärme zu entziehen. Der Speichertank wird dabei aus einer äußeren Quelle mit Flüssigstickstoff beschickt. Speichertank und Rektifiziersäule sind nebeneinander angeordnet. Der Speichertank für flüssigen Stickstoff ist durch einen Vakuumbehälter isoliert, der wie bei Tanks für tiefkalte verflüssigte Gase üblich, die äußere Hülle des Speicherbehälters umgreift.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Anlage der eingangs genannten Art zu verbessern, insbesondere hinsichtlich des apparativen und betriebstechnischen Aufwands und der Flexibilität ihres Einsatzes.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß der Flüssigtank und die Rektifiziersäule im Inneren eines gemeinsamen Vakuumbehälters angeordnet sind.

Die Erfindung ermöglicht eine starke Kosteneinsparung bei der Herstellung der Anlage. Eine getrennt aufgebaute Rektifiziersäule, wie sie dem Stand der Technik entspricht, benötigt wegen der tiefen Temperaturen in jedem Fall eine eigene aufwendige Isolierung (Cold box). Diese ist teuer in der Herstellung, außerdem muß eine Vielzahl von Leitungen (beispielsweise die Speiseleitung für den Flüssigtank) durch sie hindurch geführt werden.

Gemäß der Erfindung wird die Rektifiziersäule im Inneren eines - ohnehin für den Flüssigtank benötigten - Vakuumbehälters angeordnet. Eine eigene Isolierung der Rektifiziersäule entfällt vollkommen. Der Vakuumbehälter muß zwar etwas größer ausgeführt werden, wenn Rektifiziersäule und Tank in ihm nebeneinander aufgestellt sind; dieser gegenüber der üblichen Vakuumbehälter-Tank-Kombination leicht erhöhte Aufwand wird jedoch durch die Einsparung der Cold box weit überwogen. Insgesamt ergibt sich gegenüber einzelste-

henden Apparateteilen eine geringere Oberfläche, so daß der Wärmeeinfall ohne zusätzliche Maßnahmen minimiert wird. Während eines Stillstands der Anlage erwärmt sich die Rektifiziersäule weit weniger stark als eine einzelstehende Kolonne.

Der Vakuumbehälter kann weitere kalte Apparaturen umschließen, beispielsweise einen Wärmetauscher, in dem die Zerlegungsluft gegen Produktströme abgekühlt wird, oder auch weitere Speicherbehälter oder Säulen.

Der Flüssigtank dient zur Aufnahme eines verflüssigten Luftgases; er kann beispielsweise als Sauerstoff- oder als Stickstofftank ausgebildet sein. In der Regel enthält er das Hauptprodukt der jeweiligen Anlage. Allerdings ist es auch möglich, beispielsweise einer Sauerstoffanlage Kälte in Form von Stickstoff aus einem Flüssigtank zuzuführen, oder umgekehrt einer Stickstoffanlage in Form von Flüssigsauerstoff.

Von der speziellen Ausbildung des Flüssigtanks hängt auch die Art der Verbindung der ersten Speiseleitung mit der Rektifiziersäule ab: Falls beispielsweise der Flüssigtank zur Aufnahme von Stickstoff dient, ist die erste Speiseleitung mit dem oberen Bereich der Rektifiziersäule verbunden; umgekehrt mündet sie bei einer Anlage, deren Flüssigtank Sauerstoff enthält, in den Sumpf der Säule, meist der Niederdrucksäule einer zweistufigen Kolonne. Falls der Flüssigtank zur Speicherung verflüssigter Luft ausgebildet ist, wird die erste Speiseleitung wiederum mit dem oberen Bereich der Rektifiziersäule, genauer mit einem dort angeordneten Kondensator-Verdampfer verbunden.

Die Erfindung ist jedoch nicht auf die Verwendung genau eines Flüssigtanks beschränkt. Umfaßt die Anlage beispielsweise zwei Tanks, so können beide die gleiche Fraktion enthalten, beispielsweise Stickstoff oder Sauerstoff; es kann aber auch vorteilhaft sein, verschiedene Fraktionen zu speichern, also beispielsweise je einen Sauerstofftank und Stickstofftank einzusetzen.

In einer besonders günstigen Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Anlage ist die Rektifiziersäule im Inneren des Flüssigtanks angeordnet.

Entgegen vieler Bedenken gegenüber einer derartigen Konstruktion hat sich diese Variante der Erfindung als besonders vorteilhaft erwiesen. Hierbei kann eine übliche Vakuumbehälterkonstruktion, die den Mantel des Stickstofftanks relativ eng umschließt, verwendet werden. Die Säule ist in den im Tank gespeicherten Flüssigstickstoff eingetaucht, wird also auch während Betriebsunterbrechungen auf tiefer Temperatur gehalten. Etwaige Kälteverluste können durch Verdampfen geringer Mengen des Tankinhalts kompensiert werden.

Dies erweist sich als fundamentaler Vorteil beim Anfahren der Anlage: Der Flüssigtank kann frühzeitig - beispielsweise aus einem Tankwagen -

befüllt werden, wobei auch die Säule abgekühlt wird. Die Säule ist also bereits auf ihrer Betriebstemperatur, bevor die Rektifikation überhaupt in Gang gesetzt wird. Falls der Flüssigtank mit Stickstoff gefüllt oder ein zusätzlicher Stickstofftank vorhanden ist, steht außerdem sofort Rücklaufflüssigkeit zur Verfügung: über eine Speiseleitung kann flüssiger Stickstoff unmittelbar in die Säule eingespeist werden. Die Erfindung bewirkt daher einer hohen Flexibilität der Anlage, insbesondere ermöglicht sie ein sehr kurzfristiges Anfahren nach Betriebsunterbrechungen beliebiger Dauer.

Je nach momentan benötigter Produktmenge kann Flüssigprodukt über die Speiseleitung in den Tank zurückgeführt oder umgekehrt Flüssigkeit aus dem Tank entnommen werden, vorzugsweise durch die Speiseleitung auf dem Umweg über die Rektifiziersäule.

Wenn der Inhalt des Flüssigtanks als Kältequelle benutzt wird, kann in der Regel auf andere Mittel zur Kälteerzeugung, beispielsweise Turbinen, verzichtet werden, die teuer in der Anschaffung sind und vor allem sehr hohen Steuer- und Regelaufwand erfordern, im allgemeinen durch hochqualifiziertes Bedienungspersonal. Die erfindungsgemäße Anlage kann dagegen leicht vollautomatisch gefahren werden. Dabei muß lediglich der Flüssigtank in gewissen Zeitabständen von außen aufgefüllt werden.

Bei vielen Luftzerlegungsanlagen muß eine Notversorgung für den Fall von Betriebsunterbrechungen vorgesehen werden. Ein großer Flüssigtank für die Produktfraktion ist daher häufig ohnehin vorhanden, so daß sich für die Erfindung auf natürliche Weise ein weiterer Anwendungsbereich eröffnet.

Der Stoffaustausch im Inneren der Rektifiziersäule kann durch Rektifizierböden, beispielsweise Siebböden bewirkt werden. Besonders vorteilhaft ist jedoch der Einsatz von Packungen oder Füllkörpern, vorzugsweise von geordneten Packungen.

Durch den geringen Flüssigkeitsinhalt von Packungssäulen während des Betriebs kann die Zeitdauer des (Wieder-)Anfahrens der Anlage weiter vermindert werden. Die Flexibilität gegenüber schwankenden Betriebsbedingungen steigt im Vergleich zu einer mit Rektifizierböden ausgestatteten Säule weiter an. Beispielsweise kann die Anlage in einem sehr weiten Lastbereich betrieben werden, zwischen 25% und 100% der Maximallast, wobei der Wirkungsgrad der Rektifiziersäule annähernd konstant bleibt. Selbstverständlich ist es auch möglich, lediglich einen oder mehrere Teilbereiche der Rektifiziersäule mit Packungen zu füllen, während andere beispielsweise konventionelle Böden enthalten.

In einer besonders günstigen Variante wird die Anlage durch einen Zusatztank ergänzt, der über

eine zweite Speiseleitung der Rektifiziersäule verbunden ist. Der Zusatztank ist vorzugsweise im selben Vakuumbehälter wie Flüssigtank und Rektifiziersäule untergebracht. Es fällt damit fast kein zusätzlicher Isolierungsaufwand an.

Die Anlage wird dadurch zu einer echten Wechselspeicheranlage. Bei einer erfindungsgemäßen Anlage zur Gewinnung von Stickstoff, die als Einsäulen-Luftzerleger ausgebildet ist, könnte beispielsweise der Zusatztank als Sumpfflüssigkeitstank betrieben werden; die zweite Speiseleitung wäre in diesem Fall mit dem unteren Bereich der Rektifiziersäule verbunden. Denkbar wären außerdem andere Arten von Wechselspeicherverfahren, auch solche mit Doppelsäule und/oder als Stickstofftank betriebenen Zusatztank. Bei konstant bleibender Luftmenge ist damit ein Lastbereich von etwa 2% bis 180% bezogen auf die Produktmenge erreichbar. Zur allgemeinen Funktionsweise derartiger Verfahren sei auf die DE-B-12 50 848 verwiesen. Dabei ist es bei einer erfindungsgemäßen Anlage mit zwei Tanks nicht notwendig, innerhalb des Verfahrens Kälte (beispielsweise durch arbeitsspendende Entspannung von Prozeßströmen) zu erzeugen. Kälte kann aus einem oder jedem der beiden Tanks zugeführt werden, je nach momentanem Flüssigkeitsstand. Zum Beispiel ist es längere Zeit möglich, eine erhöhte Sauerstoffmenge zu produzieren, dies hängt lediglich von der Kapazität und dem anfänglichen Füllstand des Sauerstofftanks ab; die im flüssigen Sauerstoff enthaltene Kälte wird dabei durch die Verflüssigung von Stickstoff gespeichert. Notfalls kann die Produktfraktion (im Beispiel Sauerstoff) regelmäßig durch von außen nachgefüllt und gleichzeitig die überschüssige Flüssigkeit abtransportiert werden.

Insbesondere bei der Anwendung der Erfindung auf eine Luftzerlegungsanlage zur Gewinnung von Stickstoff ist es günstig, wenn der Flüssigtank als Stickstofftank ausgebildet ist und die erste Speiseleitung mit dem oberen Bereich der Rektifiziersäule verbunden ist.

Vorzugsweise ist die Rektifiziersäule mit einem Kopfkondensator ausgestattet. Dieser enthält zwei Gruppen von Passagen. Die erste Gruppe von Passagen ist eingangsseitig über die Sauerstoffleitung mit dem unteren Bereich der Rektifiziersäule und ausgangssseitig mit einer Sauerstoffprodukteleitung verbunden, die zweite Gruppe von Passagen eingangsseitig wie ausgangssseitig mit dem oberen Bereich der Rektifiziersäule.

Durch indirekten Wärmeaustausch mit entspannter Sumpfflüssigkeit kann damit Stickstoff am Kopf der Rektifiziersäule kondensiert und als Rücklauf der Säule oder zur Speicherung dem Stickstofftank zugeführt werden.

Dieser Kopfkondensator wird vorzugsweise durch einen oberen Flüssigkeitsstandregler gere-

gelt, der ein einstellbares Ventil in der ersten Speiseleitung ansteuert. Falls der Flüssigkeitsstand im Kondensator unter einen vorbestimmten Wert absinkt, wird (eine zusätzliche Menge) Flüssigstickstoff vom Tank in die Säule eingespeist. Umgekehrt kann bei sehr hohem Flüssigkeitsstand, also bei Kälteüberschuß in der Säule, Flüssigkeit über die Speiseleitung in den Stickstofftank eingespeist werden.

Bei einer echten Wechselspeicheranlage mündet in der Regel die mit dem Sumpfflüssigkeitstank verbundene zweite Speiseleitung in die Sauerstoffleitung. In diesem Fall ist es günstig, wenn in der Sauerstoffleitung zwischen Mündung der zweiten Speiseleitung und Kopfkondensator ein einstellbares Ventil angeordnet ist, das von einem oberen Flüssigkeitsstandregler am Kopfkondensator angesteuert wird. Die Kältebilanz am Kopf der Säule wird hier also über den Durchsatz von entspannter und verdampfender Sumpfflüssigkeit im Kopfkondensator geregelt.

Unabhängig von der Regelung am Kopfkondensator weist die Anlage vorzugsweise einen weiteren, unteren Flüssigkeitsstandregler am Sumpf der Rektifiziersäule auf, der ein einstellbares Ventil in der Sauerstoffleitung ansteuert.

Zwei einfache Regelkreise, die vollständig automatisiert werden können, reichen aus, um die erfindungsgemäße Anlage stabil und wirtschaftlich zu betreiben. Für die Regelung am Kopf der Säule sind dabei die beiden oben erwähnten Varianten möglich. Sobald Zerlegungsluft in die Säule einströmt sorgen die beiden Regelkreise dafür, daß sich ohne Eingriff von außen ein stationärer Zustand ausbildet. Auf Schwankungen der Luftzufuhr und/oder der Produktabnahme innerhalb des - sehr weiten - Lastbereichs stellt sich die Anlage selbsttätig in kürzester Zeit ein.

Insbesondere bei einer erfindungsgemäß ausgestalteten Sauerstoffanlage ist es vorteilhaft, wenn der Flüssigtank als Sauerstofftank und die Rektifiziersäule als Doppelsäule, umfassend eine Drucksäule und eine Niederdrucksäule, ausgebildet sind und daß die erste Speiseleitung mit dem unteren Bereich der Niederdrucksäule verbunden ist. Flüssiger Sauerstoff kann damit dem Sumpf der Niederdrucksäule zugeführt und damit Kälte in die Rektifiziersäule eingebracht werden. Geregelt wird die Flüssigkeitszuspeisung aus dem Tank über den Flüssigkeitsstand am Sumpf der Niederdrucksäule: Sinkt aufgrund erhöhten Bedarfs der Flüssigkeitsstand ab, wird die fehlende Flüssigkeit über die ersten Speiseleitung aus dem Flüssigtank ergänzt.

Teil der Erfindung ist außerdem ein Verfahren zur Luftzerlegung gemäß Patentanspruch 12, mit dem die erfindungsgemäße Anlage betrieben wird. Die Ansprüche 13 bis 18 beschreiben besonders vorteilhafte Ausgestaltungen dieses Verfahrens.

Die Erfindung wird im folgenden anhand zweier in den Zeichnungen schematisch dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Hierbei zeigen:

5 Figur 1 eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anlage zur Gewinnung von Stickstoff mit einem einzigen Tank,

10 Figur 2 eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Stickstoffanlage mit zwei Flüssigtanks und

15 Figur 3 ein Ausführungsbeispiel für eine erfindungsgemäße Luftzerlegungsanlage zur Gewinnung von Sauerstoff.

20 Der grundsätzliche Aufbau einer erfindungsgemäßen Anlage ist aus Figur 1 ersichtlich. Sie zeigt einen Flüssigtank 1 zur Aufnahme von Stickstoff, in dessen Innenraum eine - in dem Ausführungsbeispiel einstufige - Rektifiziersäule angeordnet ist. Die Abbildung ist nicht maßstabsgetreu, eine mit Packungen ausgestattete Säule ist in Wirklichkeit wesentlich schlanker als die dargestellte.

25 Verdichtete und gereinigte Luft wird über Leitung 3 herangeführt und in einem Wärmetauscher 4 auf etwa Taupunkttemperatur abgekühlt. Die kalte Luft wird in den unteren Bereich der Rektifiziersäule 2 eingeblasen.

30 Die Rektifiziersäule 2 wird unter einem Druck von 4,5 bis 12 bar, vorzugsweise etwa 6 bar betrieben. Sie ist in dem Ausführungsbeispiel mit zwei Abschnitten 6, 7 von geordneten Packungen ausgestattet. Oberhalb der Packungsabschnitte 6, 7 ist je ein Flüssigkeitssammler 8, 9 angeordnet.

35 Über eine Sauerstoffleitung 10 kann sauerstoffangereicherte Sumpfflüssigkeit entnommen werden. (Die Zweigleitung 10' dient lediglich zur Entleerung von Säule 2 und Kopfkondensator 12 beim Abfahren der Anlage, beziehungsweise zum Spülen des Kopfkondensators.) Eine Stickstoffleitung 14 führt gasförmigen Stickstoff als Produkt durch den Wärmetauscher 4 ab. Im oberen Bereich der Säule 2 mündet außerdem eine erste Speiseleitung 11, und zwar direkt in das Reservoir des oberen Flüssigkeitsverteilers 9. Sie dient zur Zu- und Abfuhr von Flüssigstickstoff und verbindet die Innenräume von Rektifiziersäule 2 und Stickstofftank 1.

40 Ein Kopfkondensator 12 dient zur Verflüssigung von Stickstoff am Kopf der Rektifiziersäule. Die in der Zeichnung angedeuteten Röhren sind zum Innenraum der Säule 2 hin offen und bilden somit die Stickstoffpassagen (zweite Gruppe von Passagen). Im Außenraum der Röhren (erste Gruppe von Passagen) steht sauerstoffangereicherte Flüssigkeit an, die über die Sauerstoffleitung 10 herangeführt wird. Sie verdampft in indirektem Wärmetausch mit kondensierendem Stickstoff. Die verdampfte Fraktion wird über eine Sauerstoffproduktleitung 13 abgeführt und im Wärmetauscher 4 gegen Zerlegungs-

luft 3 angewärmt.

An die Speiseleitung 11 sind zwei weitere Einrichtungen angeschlossen:

Zum einen eine Notversorgungsleitung 15 mit einem beispielsweise luftbeheizten Verdampfer 16. Diese wird geöffnet, sobald der Druck in der Stickstoffleitung 14 unter einen vorbestimmten Wert absinkt. Dann wird Flüssigstickstoff im Verdampfer 16 verdampft und über die Notversorgungsleitung zur Stickstoffleitung 14 geführt.

Außerdem ist zur Aufrechterhaltung eines vom Füllstand unabhängigen Drucks im Stickstofftank ein Druckaufbaukreislauf 17 mit einem Druckaufbauverdampfer 18 vorgesehen.

Zur vollautomatischen Regelung der gesamten Anlage reichen zwei Regelkreise aus. Ein oberer Flüssigkeitsstandregler 19 kontrolliert den Füllstand des Kopfkondensators 12 und wirkt auf ein Ventil 20 in der Speiseleitung 11 für Stickstoff. Der Füllstand des Säulensumpfes wird durch einen unteren Flüssigkeitsstandregler 21 überwacht. Dieser steuert ein weiteres Ventil 22 in der Sauerstoffleitung 10.

Die Wechselspeicheranlage von Figur 2 ist in weiten Teilen identisch mit dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel. Es werden daher nur die abweichenden Merkmale näher erläutert.

Der wesentliche Unterschied besteht in einem weiteren Speichertank, dem Sumpfflüssigkeitstank 23. Dieser ist über eine zweite Speiseleitung 24 mit der Sauerstoffleitung 10 verbunden. Die obere Flüssigkeitsstandregelung 19' stellt in diesem Ausführungsbeispiel nicht den Durchfluß in der Stickstoff-Speiseleitung 11, sondern denjenigen in der Sauerstoffleitung 10. Dazu dient das Ventil 25, das zwischen Mündung der zweiten Speiseleitung 24 von Flüssigsauerstofftank 23 und Eingang des Kopfkondensators 12 angeordnet ist.

Wie bei Wechselspeicherverfahren üblich, wird bei unterdurchschnittlichem Produktbedarf die Luftmenge im wesentlichen konstant gehalten. Die überschüssigen Produkte werden dann in die Tanks 1, 23 geleitet, von wo sie bei überdurchschnittlicher Last wieder in die Säule 2 zurückgespeist werden.

Figur 3 zeigt eine erfindungsgemäße Luftzerlegungsanlage, die auf Sauerstoff als Hauptprodukt ausgerichtet ist. Die Rektifiziersäule 2 ist hier als Doppelsäule mit Drucksäule 201 (Betriebsdruck 5 bis 15 bar, vorzugsweise etwa 6 bar) und Niederdrucksäule 202 (Betriebsdruck 1,2 bis 7 bar, vorzugsweise etwa 1,5 bar) und dazwischenliegendem Kondensator-Verdampfer 203 ausgebildet. Zu zerlegende Luft 3 wird nach Abkühlung in Wärmetauscher 4 in den unteren Bereich der Drucksäule 201 eingespeist und dort vorzerlegt. Die Produkte der Vorzerlegung, sauerstoffangereicherte Flüssigkeit 204 vom Sumpf und flüssiger Stickstoff 205 vom

Kopf der Drucksäule 201 werden in der Niederdrucksäule weiter getrennt. Als Produkte verlassen Sauerstoff (Leitung 10) und Stickstoff (Leitung 14) die Niederdrucksäule durch den Wärmetauscher 4.

Die Anlage kann durch die Betätigung von nur drei Ventilen (20, 206, 207) in der Speiseleitung 11 beziehungsweise 207 in den Verbindungsleitungen 204 und 205 zwischen Druck- und Niederdrucksäule gesteuert werden. Durch die Messung der Flüssigkeitsstände in den Sumpfen von Druck- und Niederdrucksäule wird die Abfuhr (Ventil 206) beziehungsweise Zufuhr (Ventil 20) von Flüssigkeit an der jeweiligen Stelle eingestellt; die Einspeisung von Stickstoff 205 von der Drucksäule 201 in die Niederdrucksäule 202 wird in der Regel durch die Konzentration in der Drucksäule 201 gesteuert, die vorzugsweise am Kopf der Säule gemessen wird. Drei derartige Regelkreise genügen, um die Anlage vollständig zu automatisieren. Selbstverständlich muß dabei zusätzlich sichergestellt werden, daß der Flüssigtank in längeren Zeitabständen nachgefüllt wird.

Für den Wärmetauscher 4 ist hier eine von den vorhergehenden Beispielen abweichende Anordnung gewählt, er ist im Inneren des Vakuumbehälters 5, insbesondere Inneren der Isolierschicht das heißt zwischen Außenwand des Vakuumbehälters und äußerer Hülle des Flüssigtanks) angeordnet. Selbstverständlich ist ein derartiger Einbau des Hauptwärmetauschers in den Vakuumbehälter auch bei den Anlagen der Figuren 1 und 2 möglich.

Analog zu den Figuren 1 und 2 kann auch bei der Anlage von Figur 3 zusätzlich eine Notversorgung angeschlossen sein. Über eine derartige Vorrichtung würde im Bedarfsfall Flüssigkeit aus dem Sauerstofftank 1 verdampft und in die Sauerstoffproduktleitung 10 eingespeist. Ebenso kann ein Druckaufbauverdampfer vorgesehen sein.

Abweichend von der in den Zeichnungen dargestellte Anordnung einer Einzel- oder Doppelsäule innerhalb eines Flüssigtanks, kann auch eine weitere Variante sinnvoll sein. Anstelle eines relativ niedrigen Tanks, der praktisch den gesamten Innenquerschnitt des Vakuumbehälters ausfüllt, werden zwei relativ hohe, aber schlanke Tanks eingebaut, deren Durchmesser kleiner als der halbe Innendurchmesser des Vakuumbehälters ist. Die ohnehin schlanke Rektifiziersäule (die im Falle einer Doppelsäule auch relativ hoch ist), findet ebenso wie der oder die Wärmetauscher ausreichend Platz neben den beiden Tanks. Dabei werden außerdem die konstruktiven Schwierigkeiten mit Zu- und Abfuhrleitungen zu Rektifiziersäule und Wärmetauscher wesentlich verringert.

Auch die Flexibilität der Anlage wird verbessert. Die beiden etwas kleineren Tanks können nämlich sowohl mit der gleichen Flüssigkeit gefüllt und damit praktisch als ein Tank betrieben werden;

andererseits kann man ohne große bauliche Veränderungen dieselbe Anlage so ausstatten, daß die zwei Flüssigtanks zur Aufnahme verschiedener Fraktionen geeignet sind, beispielsweise einer für Stickstoff, der andere für Sauerstoff oder Flüssiglufte.

Patentansprüche

1. Anlage zur Tieftemperaturzerlegung von Luft, mit einer Rektifiziersäule (2), die mit einer Luftleitung (3) zur Zufuhr von Zerlegungsluft, mit einer Stickstoffleitung (14) zum Abzug einer Stickstofffraktion und mit einer Sauerstoffleitung (10) zum Abzug einer Sauerstofffraktion verbunden ist, sowie mit einem Flüssigtank (1), der von einem Vakuumbehälter (5) umschlossen wird und der über eine erste Speiseleitung (11) mit der Rektifiziersäule (2) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Flüssigtank (1) und die Rektifiziersäule (2) im Inneren eines gemeinsamen Vakuumbehälters (5) angeordnet sind. 10 15 20
2. Anlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rektifiziersäule (2) im Inneren des Flüssigtanks (1) angeordnet ist. 25
3. Anlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rektifiziersäule (2) Packungen oder Füllkörper enthält. 30
4. Anlage nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rektifiziersäule (2) geordnete Packungen (6, 7) enthält. 35
5. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **gekennzeichnet durch** einen Zusatztank (23), der über eine zweite Speiseleitung (24) mit der Rektifiziersäule (2) verbunden ist. 40
6. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Flüssigtank (1) als Stickstofftank ausgebildet ist und die erste Speiseleitung (11) mit dem oberen Bereich der Rektifiziersäule (2) verbunden ist. 45
7. Anlage nach Anspruch 6, **gekennzeichnet durch** einen Kopfkondensator (12) mit zwei Gruppen von Passagen, wobei die erste Gruppe von Passagen eingangsseitig über die Sauerstoffleitung (10) mit dem unteren Bereich der Rektifiziersäule (2) und ausgangseitig mit einer Sauerstoffproduktleitung (13) sowie die zweite Gruppe von Passagen eingangsseitig wie ausgangseitig mit dem oberen Bereich der Rektifiziersäule (2) verbunden ist. 50 55

8. Anlage nach Anspruch 7, **gekennzeichnet durch** einen oberen Flüssigkeitsstandregler (19) am Kopfkondensator (12), der ein einstellbares Ventil (20) in der ersten Speiseleitung (11) ansteuert.
9. Anlage nach Anspruch 5 und nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zweite Speiseleitung (24) in die Sauerstoffleitung (10) mündet und daß sie einen oberen Flüssigkeitsstandregler (19') am Kopfkondensator (12) aufweist, der ein einstellbares Ventil (25) ansteuert, welches in der Sauerstoffleitung (10) zwischen Mündung der zweiten Speiseleitung (24) und Kopfkondensator (12) angeordnet ist.
10. Anlage nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **gekennzeichnet durch** einen unteren Flüssigkeitsstandregler (21) am Sumpf der Rektifiziersäule (2), der ein einstellbares Ventil (22) in der Sauerstoffleitung (10) ansteuert.
11. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Flüssigtank (1) als Sauerstofftank und die Rektifiziersäule (2) als Doppelsäule, umfassend eine Drucksäule (201) und eine Niederdrucksäule (202), ausgebildet sind und daß die erste Speiseleitung (11) mit dem unteren Bereich der Niederdrucksäule (202) verbunden ist.
12. Verfahren zur Tieftemperaturzerlegung von Luft, bei dem Zerlegungsluft (3) einer Rektifiziersäule (2) zugeführt und eine Stickstofffraktion (14) und eine Sauerstofffraktion (10) aus der Rektifiziersäule (2) abgezogen werden und bei dem der Rektifikation Kälte in Form eines verflüssigten Luftgases aus einem vakuumisolierten Flüssigtank (1) zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Flüssigtank (1) und die Rektifiziersäule (2) im Inneren eines gemeinsamen Vakuumbehälters (5) angeordnet sind.
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rektifiziersäule (2) im Inneren des Flüssigtanks (1) angeordnet ist.
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Stoffaustausch in der Rektifiziersäule (2) mindestens teilweise durch Packungen und/oder Füllkörper bewirkt wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Stoffaustausch in der Rektifiziersäule (2) mindestens teilweise durch

eine geordnete Packung (6, 7) bewirkt wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zufuhr von verflüssigtem Luftgas aus dem Flüssigtank (1) in Abhängigkeit vom momentanen Kältebedarf des Verfahrens eingestellt wird. 5
17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine gasförmige Fraktion aus der Rektifiziersäule durch indirekten Wärmeaustausch in einem Kondensator-Verdampfer (12, 203) mindestens teilweise kondensiert wird und daß der momentane Kältebedarf durch Messung des Flüssigkeitsstandes auf der Verdampfungsseite des Kondensator-Verdampfers (12, 203) bestimmt wird. 10 15
18. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß das verflüssigte Luftgas aus dem Flüssigtank (1) zur Verdampfungsseite des Kondensator-Verdampfers (12, 203) geführt wird. 20

25

30

35

40

45

50

55

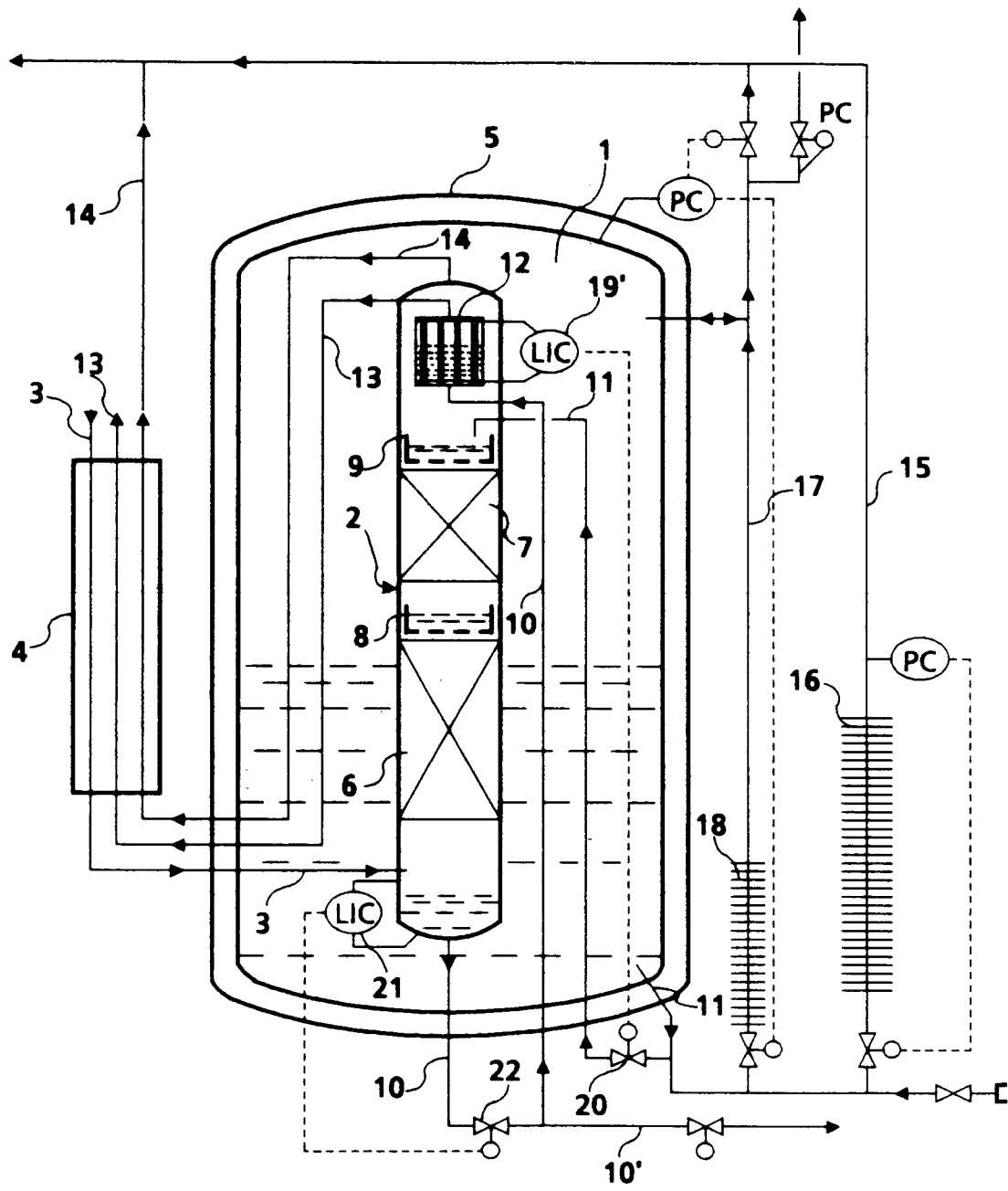


Fig. 1

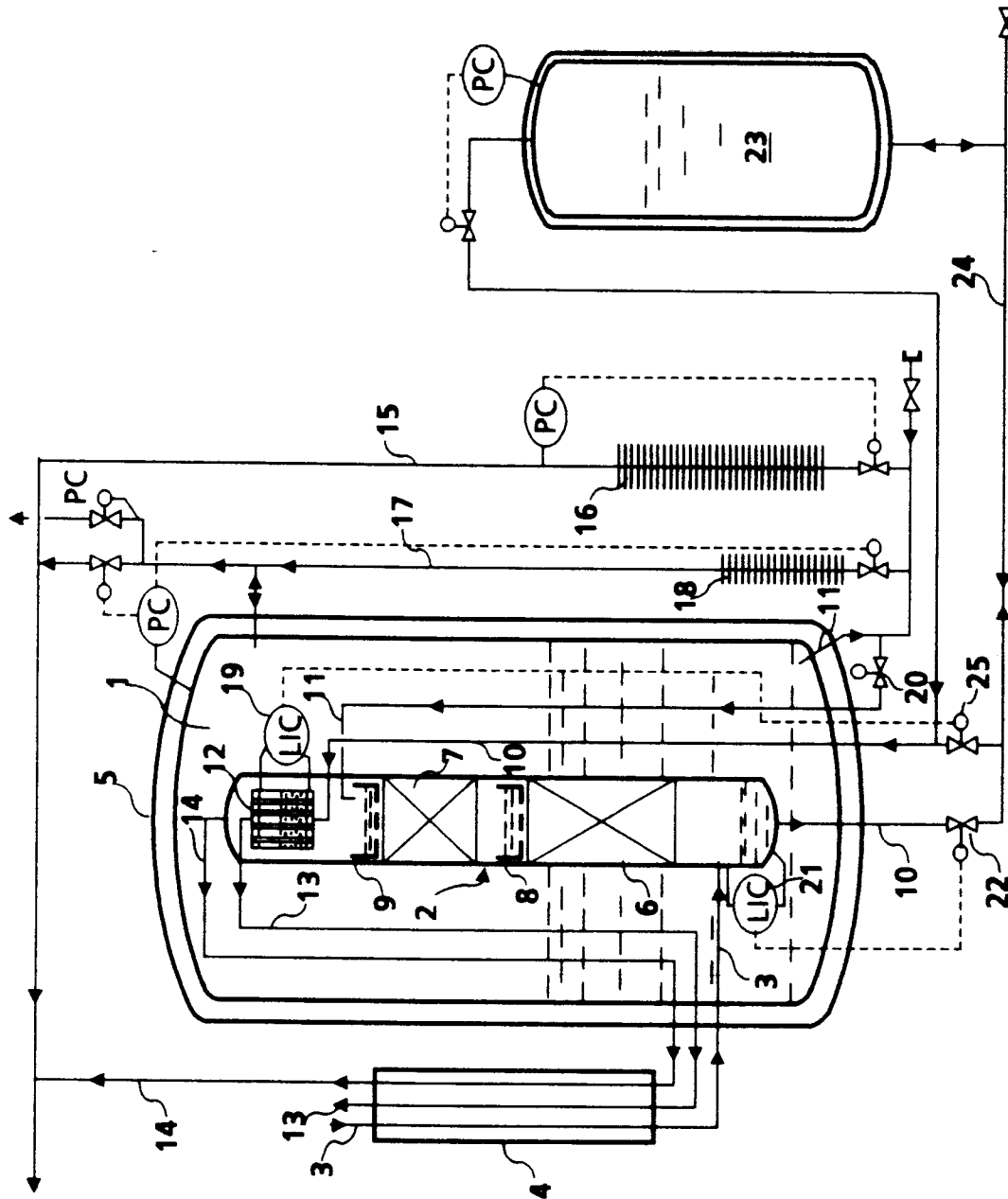


Fig. 2

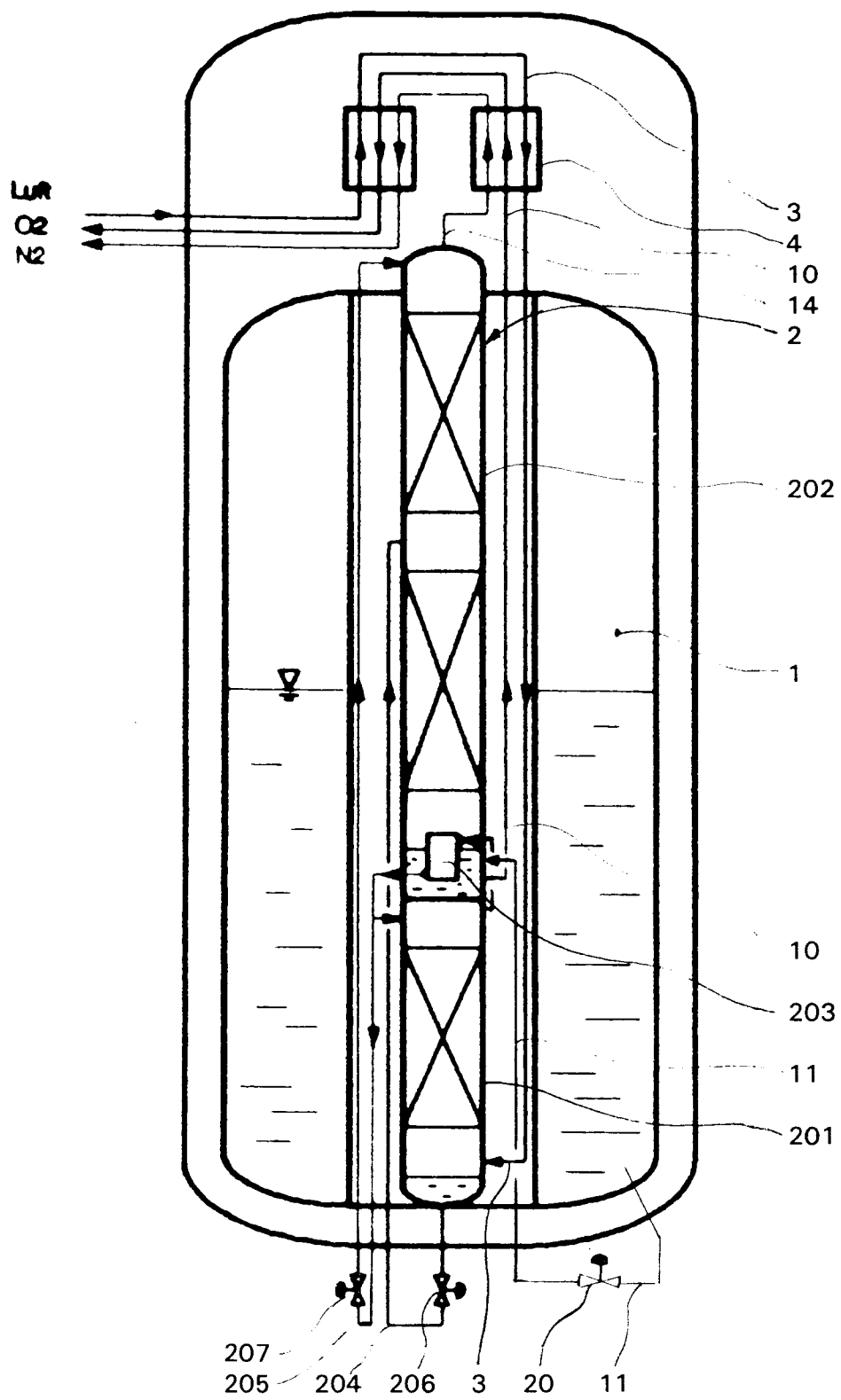


Fig. 3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 11 8088

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
Y	US-A-4 017 284 (GIFFORD)	1,2,5-8, 11-13	F25J3/04
A	* Spalte 3, Zeile 29 - Spalte 3, Zeile 41; Ansprüche 1-10; Abbildung 1 *	9,10, 16-18	
Y,D	EP-A-0 144 430 (DAIDOUSANSO)	1,2,5-8, 11-13	
A	* Ansprüche 1-3; Abbildung 5 *	9,10, 16-18	
A	US-A-3 323 317 (VAN DER STER)	3,4,14, 15	
A	FR-A-2 596 667 (VOEST-ALPINE)	9,10, 16-18	
A,D	DE-B-1 250 848 (LINDE)		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			F25J
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 22 DEZEMBER 1992	Prüfer MEERTENS J.
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 andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			