

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. Januar 2001 (25.01.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/05653 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B64B 1/58**,
F17B 1/26

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/06865

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. Juli 2000 (18.07.2000)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
199 34 015.3 20. Juli 1999 (20.07.1999) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **LINDE GAS AKTIENGESellschaft** [DE/DE]; Seitnerstr. 70, D-82049 Höllriegelskreuth (DE). **FLYTEX** [DE/DE]; Koch & Sauer GmbH & Co., Buoyancy Membranes KG, Nordstrasse 1, D-83253 Rimsting (DE).

(72) Erfinder; und

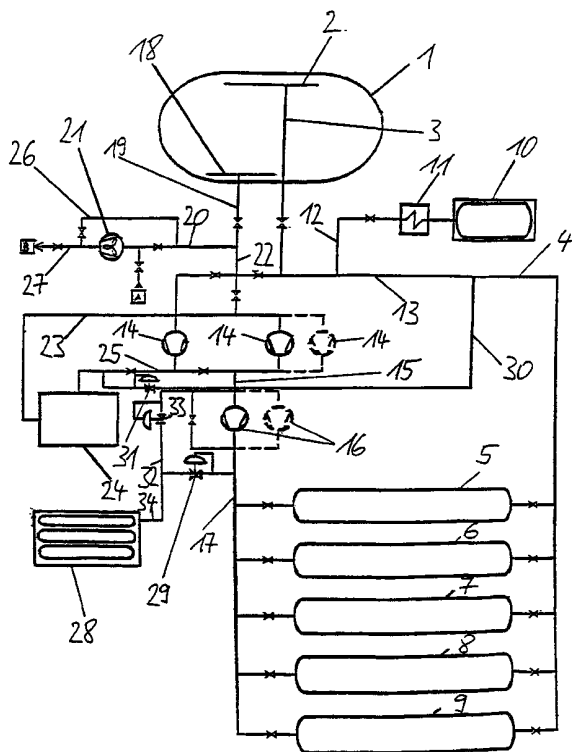
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SILLAT, Diethard** [DE/DE]; Heinrich-Heine-Str. 38, D-82152 Martinsried (DE). **SAUER, Thomas, C.** [DE/DE]; Louis-Pasteur-Str. 17, D-60439 Frankfurt/Main (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AU, BR, CA, MX, RU, UA, US, ZA.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR FILLING, CLEANING AND EMPTYING LARGE VOLUME GAS CONTAINERS, ESPECIALLY AIRSHIPS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BEFÜLLEN, REINIGEN UND ENTLEREEN VON GROSSVOLUMIGEN GASBEHÄLTERN, INSBESONDERE LUFTSCHIFFEN



(57) Abstract: The invention relates to a method that makes it possible to economically fill large volume gas containers (1), for instance airships, having a gas volumetric capacity of, for instance 400,000 m³, with a process gas and to empty said gas. Helium shall henceforth be referred to as an example for a process gas. In order to fill the gas container (1), said container is initially filled completely with an auxiliary gas, the density of said gas differing from that of the process gas. Air will henceforth be referred to as an example for auxiliary gas. The helium is then gently introduced into the upper area (2) of the gas container (1) in such a way that no substantial mixing with the air occurs while air is simultaneously being suctioned out in the lower area (18) of the gas container (1). In order to clean the gas container, cleaned or new pure helium is gently introduced into the upper area (2) of the gas container (1) in such a way that no substantial mixing with the contaminated helium located in the gas container (1) occurs while the contaminated helium in the lower area (18) of the gas container (1) is simultaneously being suctioned out. To empty the gas container (1), the process described above is inversely carried out, that is, in the upper area (2) of the gas container (1), helium is suctioned out while air is being gently introduced into the gas container (1) in the lower area (18) in such a way that no substantial mixing with the helium occurs. In order to rapidly change the filling of the gas container (1), the gas is preferably stored in several compressed gas tanks (5, 6, 7, 8, 9).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/05653 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

- Mit internationalem Recherchenbericht.
- Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.

(57) **Zusammenfassung:** Es wird eine Methode vorgeschlagen, mit der auch grossvolumige Gasbehälter (1), z.B. Luftschiffe mit einem Gasfassungsvermögen von z.B. 400.000 m³, auf wirtschaftliche Weise mit einem Prozessgas gefüllt, dieses Prozessgas gereinigt und die Gasfüllung entleert werden kann. Im weiteren wird Helium als Beispiel für ein Prozessgas genannt. Zum Befüllen des Gasbehälters (1) wird dieser zunächst vollständig mit einem Hilfsgas gefüllt, dessen Dichte sich von der des Prozessgases unterscheidet. Im weiteren wird Luft als Beispiel für ein Hilfsgas genannt. Anschliessend wird das Helium im oberen Bereich (2) des Gasbehälters (1) derart beruhigt eingebracht, dass keine wesentliche Vermischung mit der Luft erfolgt, und gleichzeitig wird im unteren Bereich (18) des Gasbehälters (1) die Luft abgesaugt. Zum Reinigen des Gasbehälterinhalts wird gereinigtes oder frisches reines Helium im oberen Bereich (2) des Gasbehälters (1) derart beruhigt eingebracht, dass keine wesentliche Vermischung mit dem im Gasbehälter (1) befindlichen verunreinigten Helium erfolgt, und gleichzeitig wird im unteren Bereich (18) des Gasbehälters (1) das verunreinigte Helium abgesaugt. Zum Entleeren des Gasbehälters (1) wird der oben beschriebene Prozess schliesslich umgekehrt, d.h. im oberen Bereich (2) des Gasbehälters (1) wird Helium abgesaugt, während gleichzeitig im unteren Bereich (18) Luft derart beruhigt in den Gasbehälter (1) eingebracht wird, dass keine wesentliche Vermischung mit dem Helium erfolgt. Um einen Schnellaustausch der Füllung des Gasbehälters (1) zu erreichen, wird das Gas vorzugsweise in mehreren Gasdruckspeichern (5, 6, 7, 8, 9) zwischengelagert.

Beschreibung

Verfahren zum Befüllen, Reinigen und Entleeren von großvolumigen Gasbehältern, insbesondere Luftschiffen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Befüllen von großvolumigen Gasbehältern,
5 insbesondere Luftschiffen, mit einem Prozeßgas sowie ein Verfahren zum Reinigen
des in einem solchen Gasbehälter enthaltenen Prozeßgases und ein Verfahren zum
Entleeren solcher Gasbehälter.

10 In jüngster Zeit wird die in den letzten Jahren in Vergessenheit geratene Luftschiffahrt
wieder aktuell. Dabei werden vor allem mit Helium gefüllte Luftschiffe vorgeschlagen,
die für vielfältige Einsatzmöglichkeiten, insbesondere auch zum Transport von schwe-
ren Lasten, eingesetzt werden sollen. Selbstverständlich müssen solche Luftschiffe
zunächst mit dem für den Auftrieb sorgenden Gas, z.B. Helium, gefüllt werden. In der
vorliegenden Patentanmeldung wird dieses für die Befüllung des Gasbehälters vorge-
15 sehene Gas als Prozeßgas bezeichnet. Nach einer gewissen Betriebsdauer treten in
dem im Luftschiff vorhandenen Prozeßgas Verunreinigungen auf, die eine Vermin-
derung des Auftriebs bewirken. Beispielsweise entspricht eine Verunreinigung der
Heliumfüllung mit einem 5 %igen Anteil an Luft einen um 5 % geringeren Auftrieb
gegenüber einer Füllung mit nahezu 100 % reinem Helium. Deshalb muß die Prozeß-
20 gasfüllung des Luftschiffs von Zeit zu Zeit gereinigt werden. Schließlich muß das Luft-
schiff z.B. zu Wartungsarbeiten auch entleert werden. Bei kleinen und mittelgroßen
Luftschiffen mit bis ca. 6.000 m³ Gasfassungsvermögen erfolgt die Füllung oder Wie-
derbefüllung üblicherweise aus Gasflaschentransportfahrzeugen, sog. Flaschentrailern.
Für Großluftschiffe mit einem Gasfassungsvermögen von über 6.000 m³ (z.B.
25 400.000 m³) ist es bisher unmöglich, diese Gasmenge in vertretbar kurzer Zeit zur Ver-
fügung zu stellen. Zu lange Standzeiten für das Füllen, Reinigen und Wiederbefüllen
des Luftschiffs würden aber die Wirtschaftlichkeit dieses Transportsystems möglicher-
weise in Frage stellen.

30 Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Methode zum
Füllen, Reinigen und Entleeren von Gasbehältern zur Verfügung zu stellen, mit der
auch sehr große Gasbehälter in wirtschaftlich vertretbarer Zeit befüllt, gereinigt und
entleert werden können.

Diese Aufgabe wird bezüglich der Befüllung des Gasbehälters dadurch gelöst, daß der Gasbehälter zunächst mit einem Hilfsgas, welches eine höhere oder geringere Dichte als das Prozeßgas aufweist, gefüllt wird und anschließend das eigentlich zu befüllende Prozeßgas derart beruhigt in den Gasbehälter eingebracht wird, daß keine wesentliche Vermischung mit dem Hilfsgas erfolgt, wobei im Falle einer geringeren Dichte des Prozeßgases gegenüber dem Hilfsgas das Prozeßgas im oberen Bereich des Gasbehälters eingebracht und gleichzeitig im unteren Bereich des Gasbehälters das Hilfsgas oder ein Gemisch aus Hilfsgas und Prozeßgas abgesaugt wird, während umgekehrt im Falle einer höheren Dichte des Prozeßgases gegenüber dem Hilfsgas das Prozeßgas im unteren Bereich des Gasbehälters eingebracht und gleichzeitig im oberen Bereich des Gasbehälters das Hilfsgas oder ein Gemisch aus Hilfsgas und Prozeßgas abgesaugt wird.

Wie bereits in der Beschreibungseinleitung erwähnt, wird in der vorliegenden Patentanmeldung das eigentlich zur Befüllung des Gasbehälters vorgesehene Gas als Prozeßgas bezeichnet. Insbesondere für den Einsatz in Luftschiffen wird als Prozeßgas ein Gas oder Gasgemisch mit geringerer Dichte als Luft, vorzugsweise Helium, Wasserstoff oder ein Helium-Wasserstoff-Gemisch verwendet.

Von diesem Prozeßgas ist das Hilfsgas zu unterscheiden, das lediglich den Befüll- oder Entleervorgang unterstützt. Grundsätzlich wird ein Hilfsgas verwendet, das eine höhere oder niedrigere Dichte als das Prozeßgas aufweist, wobei die Differenz der Dichten von Hilfsgas und Prozeßgas vorzugsweise mindestens 15 % beträgt. Insbesondere beim Befüllen oder Entleeren von Luftschiffen wird als Hilfsgas ein Gas oder Gasgemisch mit gleicher oder höherer Dichte als Luft verwendet. Im einfachsten Fall besteht das Hilfsgas aus Luft. Zweckmäßigerweise wird der Gasbehälter mit dem Hilfsgas vollständig gefüllt, bevor das Prozeßgas eingebracht wird.

Unter beruhigtem Einbringen des Prozeßgases ist zu verstehen, daß durch die Gas-einleitung möglichst keine oder nur geringe turbulente Gasströmungen im Gasbehälter erzeugt werden, die eine zusätzlich Vermischung des eingeleiteten Prozeßgases mit dem im Gasbehälter bereits vorhandenen Gas bewirken würden. Strömungsgeschwindigkeit, Einströmquerschnitt und Eintragsort werden so abgestimmt, daß eine Verwirbelung des eingetragenen Prozeßgases weitgehend ausgeschlossen werden kann. Es wird lediglich die beispielsweise im unteren Bereich des Gasbehälters abgezogene

Menge an Hilfsgas durch Zufuhr von Prozeßgas beispielsweise im oberen Bereich des Gasbehälters wieder ersetzt.

Bevorzugt erfolgt der Gasaustausch möglichst schnell, damit die Diffusion der beiden Medien nur unbedeutend bleibt. Zweckmäßigerweise dauert der Gasaustausch weniger als 20 Stunden.

Durch das Einbringen des Prozeßgases in den Gasbehälter bildet sich durch physikalische Effekte (z.B. Diffusion, Konvektion) eine Mischzone aus, in der Prozeßgas und Hilfsgas mit einem Konzentrationsgefälle innerhalb der Mischzone vermischt sind. In dem Fall, daß das Prozeßgas eine geringere Dichte als das Hilfsgas aufweist, wandert diese Mischzone mit zunehmendem Befüllfortschritt nach unten, bis die Mischzone schließlich in den unteren Bereich des Gasbehälters gelangt. Im umgekehrten Fall wandert die Mischzone nach oben. Das Gasgemisch Prozeßgas/ Hilfsgas kann ab einer Mindestprozeßgaskonzentration von 50 % einer Reinigungsanlage zugeführt werden.

Da thermische Effekte die Vermischung von Prozeßgas und Hilfsgas beeinflussen können, sollten Temperaturunterschiede zwischen Prozeßgas und Hilfsgas beachtet werden. Dabei können Temperaturdifferenzen entweder vermieden werden, um zusätzliche Einflüsse auszuschalten, oder gezielt eingesetzt werden, um bewußt Dichteunterschiede aufgrund der Temperaturunterschiede zwischen Prozeßgas und Hilfsgas zu erzeugen.

Nachdem der Befüllvorgang beendet ist und der Betrieb des Gasbehälters aufgenommen wurde, kann mit zunehmender Zeit eine Verunreinigung des Heliums erfolgen, z.B. durch Diffusion von Luft durch die Wandung des Behälters. Zum Reinigen des in dem Gasbehälter befindlichen Prozeßgases wird gereinigtes oder frisches Prozeßgas mit einer höheren Reinheit als das im Gasbehälter bereits enthaltene Prozeßgas derart beruhigt in den Gasbehälter eingebracht, daß keine wesentliche Vermischung mit dem im Gasbehälter befindlichen verunreinigten Prozeßgas erfolgt. Dabei wird im Falle einer zu einer Dichteerhöhung des Prozeßgases führenden Verunreinigung des Prozeßgases das gereinigte Prozeßgas oder frische Prozeßgas im oberen Bereich des Gasbehälters eingebracht und gleichzeitig im unteren Bereich des Gasbehälters verunreinigtes Prozeßgas abgesaugt. Umgekehrt wird im Falle einer zu einer Dichteerniedri-

gung des Prozeßgases führenden Verunreinigung des Prozeßgases das gereinigte Prozeßgas oder frisches Prozeßgas im unteren Bereich des Gasbehälters eingebracht und gleichzeitig im oberen Bereich des Gasbehälters verunreinigtes Prozeßgas abgesaugt.

5

Schließlich wird zum Entleeren des mit Prozeßgas gefüllten Gasbehälters das Prozeßgas aus dem Gasbehälter abgesaugt und gleichzeitig Hilfsgas mit geringerer oder höherer Dichte als das Prozeßgas derart beruhigt in den Gasbehälter eingebracht, daß keine wesentliche Vermischung mit dem Prozeßgas erfolgt.

10

Dabei wird im Falle einer geringeren Dichte des Prozeßgases gegenüber dem Hilfsgas das Prozeßgas im oberen Bereich des Gasbehälters abgesaugt und gleichzeitig im unteren Bereich des Gasbehälters das Hilfsgas eingebracht. Umgekehrt wird im Falle einer höheren Dichte des Prozeßgases gegenüber dem Hilfsgas das Prozeßgas im unteren Bereich des Gasbehälters abgesaugt und gleichzeitig im oberen Bereich des Gasbehälters das Hilfsgas eingebracht.

15

Um das Prozeßgas beruhigt in den Gasbehälter einbringen zu können, wird es bevorzugt über den Querschnitt des Gasbehälters oder an der oberen und unteren Wandung verteilt mit geringer Strömungsgeschwindigkeit eingebracht. Hierzu sind z.B. sog. Plattenbelüfter oder Siebrohre vorgesehen, die sich über einen Großteil des Gasbehälterquerschnitts oder der Gasbehälterlänge erstrecken. Bevorzugt ist die zweckmäßigerweise rund oder flächig ausgebildete Gaseintragseinrichtung an der höchsten bzw. niedrigsten Stelle des Gasbehälters in dessen Innenraum angebracht. Es sind aber auch nicht flächig ausgebildete Gaseintragseinrichtungen denkbar. Entsprechend wird beim Entleeren des Gasbehälters auch das Hilfsgas vorzugsweise über den Querschnitt des Gasbehälters verteilt, mit geringer Strömungsgeschwindigkeit eingebracht. Ebenso wird beim Abzug des Prozeßgases darauf geachtet, daß keine Verwirbelung des im Gasbehälter befindlichen Prozeßgases stattfindet.

20

25

30

Die Erfindung ist insbesondere für sehr große Gasbehälter, z.B. Luftschiffe, mit einem Gasvolumen von mehr als 6.000 m³, vorzugsweise mehr als 50.000, insbesondere 50.000 bis 2.000.000 m³, (z.B. 400.000 m³), vorgesehen. Beim Befüllen derartiger Gasbehälter wird das Prozeßgas vorzugsweise in ca. 10 bis 100 Stunden mit einem Volumenstrom von mindestens 500 m³/h in den Gasbehälter eingebracht. Beim Reinigen

35

des im Gasbehälter enthaltenen Prozeßgases wird das gereinigte Prozeßgas vorteilhafterweise mit einem Volumenstrom von mindestens 500 m³/h in den Gasbehälter eingeleitet und verunreinigtes Prozeßgas abgesaugt.

- 5 Da bei sehr großen Gasbehältern mit Gasfassungsvermögen von z.B. 400.000 m³ die für die Befüllung des Gasbehälters benötigte Gasmenge nicht mehr unmittelbar mittels Gastransportfahrzeugen, z.B. Flaschentrailem bereitgestellt werden kann, ist gemäß einer Weiterentwicklung des Erfindungsgedankens vorgesehen, das Prozeßgas in Gasdruckspeichern zwischenzulagern, welche nach und nach aus Gastransportfahr-
10 zeugen befüllt werden können. Auf diese Weise können über einen längeren Zeitraum verteilt Gastransportfahrzeuge das Prozeßgas anliefern, das mittels Hochdruckkompressoren auf einen Druck von z.B. 80 bar komprimiert wird und in den Gasdruckspeichern gelagert wird. Dadurch steht die für die Befüllung des Gasbehälters notwendige Gasmenge jederzeit zur Verfügung. Somit können auch großvolumige Gas-
15 behälter innerhalb kürzester Zeit mit großen Mengen an Prozeßgas befüllt werden.

- Beim Reinigen des im Gasbehälter enthaltenen Prozeßgases werden vorzugsweise mindestens zwei Gasdruckspeicher verwendet, von denen jeweils mindestens einer mit verunreinigtem Prozeßgas aus dem Gasbehälter gefüllt wird, während aus mindestens
20 einem anderen Gasdruckspeicher gereinigtes Prozeßgas zur Befüllung des Gasbehälters entnommen wird. Dabei wird das im Gasdruckspeicher zwischengelagerte verunreinigte Prozeßgas zweckmäßiger Weise mittels einer Membranreinigungsanlage gereinigt und als gereinigtes Prozeßgas wieder im Gasdruckspeicher zwischengelagert. Die Reinigung des Prozeßgases kann auch z.B. durch Adsorptions- oder Rektifikationsverfahren erfolgen.
25

- Insgesamt wird durch die Verwendung von Gasdruckspeichern die für das Befüllen, Reinigen und Entleeren von großvolumigen Gasbehältern, insbesondere Luftschiffen, benötigte Zeit minimiert. Dies hat bei Luftschiffen zur Folge, daß deren Standzeiten auf
30 eine wirtschaftlich vertretbare Dauer begrenzt werden können.

- Das vorgeschlagene Verfahren eignet sich für alle denkbaren Gase, für den Einsatz in Luftschiffen ist insbesondere die Verwendung von Helium oder Wasserstoff oder einem Helium-Wasserstoff-Gemisch vorgesehen. Die Erfindung kann aber auch z.B. für mit
35 Wasserstoff gefüllte Ballone oder für mit Helium, Wasserstoff oder anderen Gasen

befüllten Großtanks, Gasometer usw. verwendet werden. Beim Einsatz in Großtanks und Gasometern wird zweckmäßigerweise als Hilfsgas anstelle der sonst bevorzugten Luft bevorzugt Stickstoff verwendet.

- 5 Die Erfindung bietet eine ganze Reihe von Vorteilen. Beispielsweise ergibt sich als Folge der erfindungsgemäßen Vorgehensweise, daß der Gasbehälter, insbesondere das Luftschiff, immer prall gefüllt bleibt, so daß Spannungsänderungen in der Gasbehälterhülle minimiert werden. Der wesentliche Vorteil der Erfindung besteht jedoch darin, daß das Befüllen, Reinigen und Entleeren des Gasbehälters sehr schnell erfolgen kann.
- 10 Dadurch wird erst bei großvolumigen Luftschiffen die Wirtschaftlichkeit dieses Transportsystems ermöglicht, da notwendige Standzeiten minimiert werden können.

Im folgenden soll die Erfindung anhand eines in der Figur schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert werden:

15

Das nachstehende Ausführungsbeispiel betrifft das Befüllen, Reinigen und Entleeren von großvolumigen Luftschiffen mit einem Gasfassungsvermögen von 400.000 m³.

- Im vorliegenden Fall wird als Prozeßgas Helium und als Hilfsgas Luft verwendet. Bevor
- 20 das Luftschiff 1 mit Helium gefüllt wird, wird es zunächst mit Luft vollständig gefüllt. Hierzu wird bei A Luft angesaugt und über ein oder mehrere Luftgebläse 21 sowie über Leitungen 26, 20 und 19 in das Luftschiff 1 eingebracht. Erst nach vollständiger Füllung des Luftschiffs mit Luft wird über eine oder mehrere Gasverteileinrichtung(en) 2 Helium in das Luftschiff 1 eingeleitet. Gleichzeitig wird über eine oder mehrere Gasverteileinrichtung(en) 18 und die Leitungen 19, 20 und 27 mittels eines oder mehrerer Gebläse
- 25 (21) die Luft aus dem Luftschiff 1 abgezogen. Da das Luftschiff 1 somit immer kontrolliert prall gefüllt bleibt, sind Spannungsänderungen in der Hülle des Luftschiffs minimiert.

- 30 Zur Befüllung des Luftschiffs 1 mit Helium muß zunächst die notwendige Heliumgasmenge zur Verfügung gestellt werden. Hierfür sind Heliumdruckspeicher 5, 6, 7 und 8 vorgesehen, die nach und nach mit Helium, das mittels Heliumtransportfahrzeugen angeliefert wird, aufgefüllt werden. Ein zusätzlicher Heliumdruckspeicher 9 bleibt für die weiter unten beschriebene Aufnahme von verunreinigtem Helium, welches vom
- 35 Luftschiff 1 zu Reinigungszwecken abgezogen wird, frei.

Für die Anlieferung des Heliums sind im vorliegenden Ausführungsbeispiel vorzugsweise Lastkraftwagen vorgesehen, die Flüssigheliumcontainer 10 mit einem Fassungsvermögen von 40.000 l (11.000 US Gallonen) aufweisen. Bei jeder Lieferung wird der Flüssigheliumcontainer 10 entleert und das flüssige Helium über einen Verdampfer 11 geleitet, worauf hin das gasförmige Helium mittels Leitungen 12 und 13 Niederdruckkompressoren 14 zugeführt wird, die das gasförmige Helium auf einen Druck von mindestens 500 kPa verdichten. Mit einem Fördervolumenstrom von mindestens 100 m³_n/h wird das gasförmige Helium mittels einer Leitung 15 Hochdruckkompressoren 16 zugeführt, die das Helium weiter auf einen Druck von mindestens 1 MPa komprimieren. Schließlich wird das hochverdichtete Helium über Leitung 17 einem der Heliumdruckspeicher 5, 6, 7 oder 8 zugeführt, welcher noch über freie Kapazität verfügt. Alternativ kann die Anlieferung von Helium in Gasflaschentransportfahrzeugen (sog. "Tube Trailern") (28) erfolgen, die üblicherweise einen Anlieferdruck von 2 bis 3 MPa aufweisen; das Helium wird dann über Leitung 34 ggf. über einen Druckminderer 29 auf das Druckniveau der dahinter liegenden Leitung 17 gedrosselt, und das Helium wird entsprechend der angelieferten Reinheitsklasse einem der Heliumdruckspeicher 5, 6, 7 oder 8 zugeführt, welcher noch über freie Kapazität für die angelieferte Reinheitsklasse verfügt. Sobald der Druck aus dem Gasflaschentransportfahrzeug dem Druck in der Druckleitung entspricht, wird über ein Ventil umgeschaltet, so daß dann das Helium über Leitungen 34 und 32 sowie ein Druckregelventil 33 vor den Kompressor 16 geführt wird. Jeder der Heliumdruckspeicher weist ein Gasfassungsvermögen von mindestens 50.000 m³_n auf. Das Heliumgas wird in dem Heliumdruckspeicher bei einem Druck von mindestens 1 MPa gelagert. Zur Befüllung des Luftschiffs 1 mit einem Gasfassungsvermögen von 400.000 m³_n müssen die Heliumdruckspeicher 5, 6, 7 und 8 ausreichend mit Helium gefüllt werden, damit die Befüllung schnell vonstatten gehen kann. Ggf. können die Heliumdruckspeicher auch durch Flüssigheliumcontainer und/oder Gasflaschentransportfahrzeuge ergänzt werden.

30 Während die Befüllung der Heliumdruckspeicher aus Flüssigheliumcontainern oder Gasflaschentransportfahrzeugen über einen längeren Zeitraum erfolgen kann, steht nach der Befüllung der Heliumdruckspeicher die für die Befüllung des Luftschiffes notwendige Heliumgasmenge sofort zur Verfügung.

Über Leitungen 4, 13 und 3 wird das Helium von den Heliumdruckspeichern 5, 6, 7 und 8 einer Gasverteilereinrichtung 2, die im oberen Bereich des Luftschiffs 1 im inneren des Luftschiffs 1 angeordnet ist, zugeführt. Die Gasverteilereinrichtung 2 besteht z.B. aus Siebrohren, die z.B. ca. 40 % der oberen Hüllenlänge des Luftschiffs 1 abdecken. Über

5 die Gasverteilereinrichtung 2 wird das Helium beruhigt in das Luftschiff eingeleitet. Dabei wird darauf geachtet, daß es möglichst zu keinen oder nur geringen turbulenten Gasströmungen im Inneren des Luftschiffs 1 kommt. Gleichzeitig wird über eine Gasverteilereinrichtung 18 im Luftschiff befindliches Gas (Luft, Helium oder ein Helium-Luft-

10 Gemisch aus der Mischzone) aus dem unteren Bereich des Luftschiffs 1 abgezogen, wobei ebenfalls darauf geachtet wird, daß es möglichst zu keiner oder nur zu geringer Verwirbelung im Gasvolumen des Luftschiffs 1 kommt und das Luftschiff 1 prall bleibt. Die über die Gasverteilereinrichtung 18 abgezogene Gasmenge wird über die durch Gasverteilereinrichtung 2 eingebrachte Heliummenge ersetzt, ohne daß eine wesentliche Vermischung des zugeführten Heliums mit dem im Luftschiff 1 befindlichen Gas eintritt.

15 Abgezogene Gasmengen, die überwiegend Luft oder Luft-Helium-Gemische enthalten, die aufgrund niedriger Heliumkonzentration nicht über die Membranreinigungsanlage 24 gefahren werden können, werden über Gasverteilereinrichtung 18, Leitungen 19, 20, Luftgebläse 21 und Leitung 27 in die Atmosphäre abgeblasen. Abgezogene Gasmengen, die eine für den Reinigungsprozeß ausreichende Heliumkonzentration enthalten, können der direkten (über Gasverteilereinrichtung 18, Leitungen 19, 22, Kompressor 14, Leitung 25, Reiniger 24, Leitung 23, Kompressoren 14, Leitung 15, Kompressor 16, Leitung 17 in einen der freien Druckspeicher für reines Helium 5-9) oder über den Umweg der Heliumdruckspeicher einer indirekten Reinigung (über Gasverteilereinrichtung 18, Leitungen 19, 22, Kompressor 14, Leitung 15, Kompressor 16,

20 Leitung 17 in einen freien Druckspeicher für unreines Helium 5-9, dann über Leitung 4, 30, Druckminderer 31, Leitung 25, Reiniger 24, Leitung 23, Kompressoren 14, Leitung 15, Kompressor 16, Leitung 17 in einen der freien Druckspeicher für reines Helium 5-9) zugeführt werden.

30 Im Laufe des Betriebs eines Luftschiffs tritt unter anderem durch Diffusionsvorgänge eine Verunreinigung des Prozeßgases ein, die eine unerwünschte Auftriebsverminderung bewirkt. Bei Erreichen einer maximalen Luftverunreinigung von z.B. 5 % in der Heliumfüllung des Luftschiffs 1, was einer 5 %igen Verringerung des Auftriebs entspricht, muß eine Reinigung des Gasinhalts des Luftschiffs 1 auf z.B. mindestens 98 %

35 Helium erfolgen. Hierzu wird Helium ausreichender Reinheit aus einem der Helium-

druckspeicher 5, 6, 7 oder 8 mit z.B. bis zu 40.000 m³_n/h über die Leitungen 4, 13 und 3 sowie die Gasverteileinrichtung 2 beruhigt im oberen Teil des Luftschiffs 1 eingefüllt und gleichzeitig verunreinigtes Helium über die Gasverteileinrichtung 18 und Leitungen 19 und 22 vom unteren Teil des Luftschiffs 1 mittels der Kompressoren 14 und 16 abgesaugt und in einem leeren Heliumdruckspeicher 9 zwischengelagert. Die Heliumdruckspeicher 5, 6, 7 und 8 werden nach und nach zur Befüllung des Luftschiffs 1 entleert und die Heliumdruckspeicher 9, 8, 7 und 6 werden wieder mit verunreinigtem Helium aus dem Luftschiff 1 befüllt. Auf diese Weise wird der Gasinhalt des Luftschiffs 1 vollständig ausgetauscht, so daß am Ende das Luftschiff 1 völlig mit Helium ausreichender Reinheit gefüllt ist, während vier der Heliumdruckspeicher mit verunreinigtem Helium gefüllt sind und ein Heliumdruckspeicher wieder leer bleibt. Es erfolgt so ein Schnellaustausch der Gasfüllung des Luftschiffs 1, während die eigentliche Reinigung des Heliums durchgeführt werden kann, wenn das Luftschiff 1 wieder im bestimmungsgemäßen Betrieb ist.

Zur Reinigung des Heliums wird das verunreinigte Helium den Heliumdruckspeichern entnommen und über Leitungen 4 und 13 sowie dem Kompressor 14 und Leitung 25 einer Membranreinigungsanlage 24 zugeführt. Die Membranreinigungsanlage ist so ausgelegt, daß sie bei einem Durchsatz von mindestens 100 m³_n/h das Helium von einem Reinheitsgrad von mindestens 50 % auf mindestens 95 % reinigen kann. Das so gereinigte Helium wird über Leitung 23 den Kompressoren 14 und weiter über Leitung 15 den Kompressoren 16 zugeführt, wo es auf einen Druck von mindestens 1 MPa komprimiert wird und schließlich über Leitung 17 in einen freien Heliumdruckspeicher 5, 6, 7 oder 8 eingeleitet wird. Auf diese Weise werden nach und nach die mit verunreinigtem Helium gefüllten Druckspeicher 6, 7, 8 und 9 entleert, das Helium in der Membranreinigungsanlage 24 gereinigt und die Heliumdruckspeicher 5, 6, 7 und 8 wieder mit gereinigtem Helium befüllt. Am Ende enthalten vier der Heliumdruckspeicher gereinigtes Helium, während einer wieder leer ist.

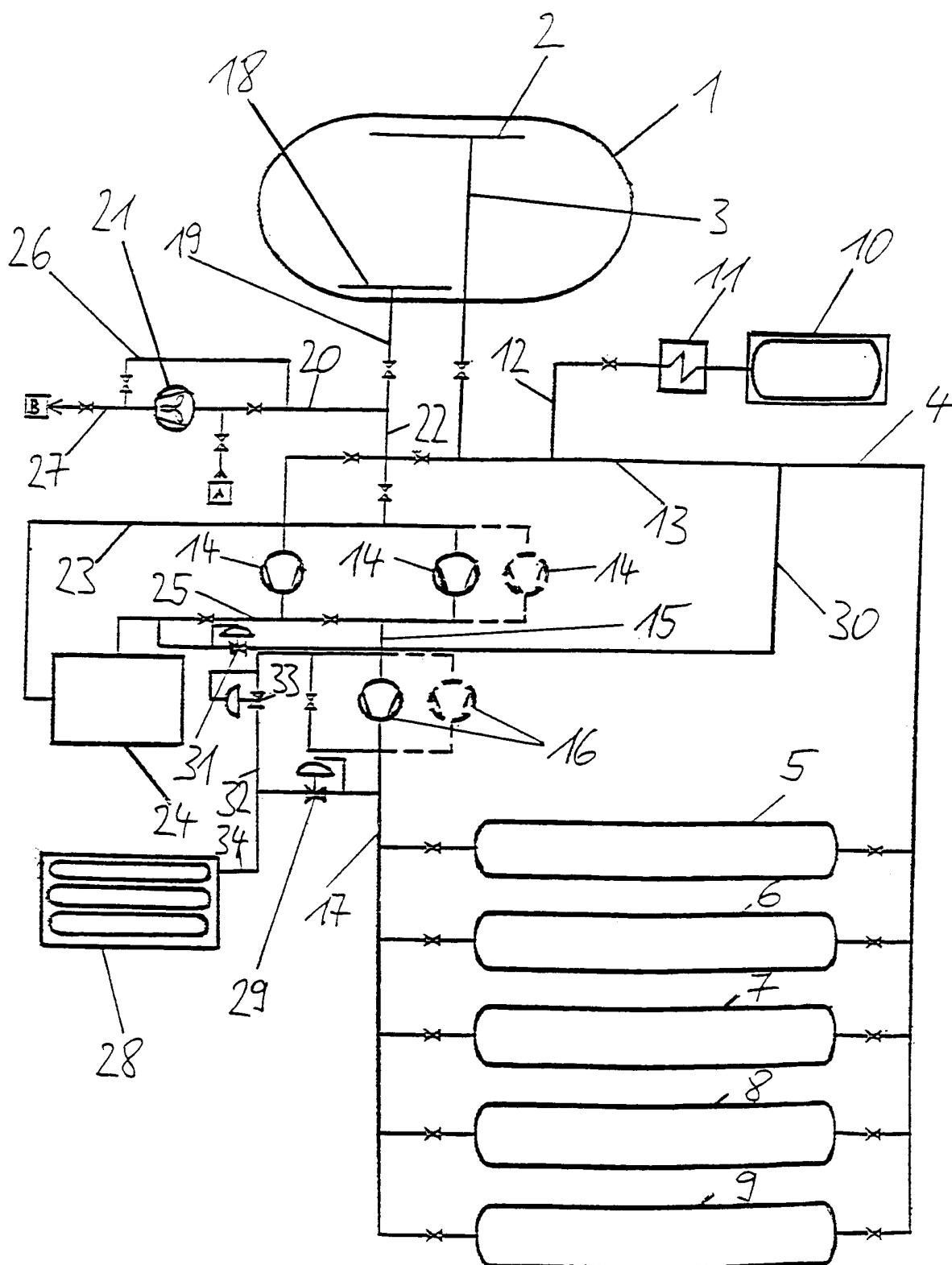
Falls der Gasinhalt des Luftschiffs 1 beispielsweise für Wartungsarbeiten völlig entleert werden soll, wird umgekehrt zu der vorgenannten Vorgehensweise das Helium oben über die Gasverteileinrichtung 2 abgesaugt und gleichzeitig unten über die Gasverteileinrichtung 18 Luft eingespeist. Das über Leitung 3 und die Kompressoren 14 und 16 abgesaugte Helium wird in den Heliumdruckspeichern zwischengelagert.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Befüllen von großvolumigen Gasbehältern, insbesondere Luftschiffen, mit einem Prozeßgas, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Gasbehälter
(1) zunächst mit einem Hilfsgas, welches eine höhere oder geringere Dichte als
5 das Prozeßgas aufweist, gefüllt wird und anschließend das eigentlich zu befüllende Prozeßgas derart beruhigt in den Gasbehälter (1) eingebracht wird, daß keine wesentliche Vermischung mit dem Hilfsgas erfolgt, wobei im Falle einer geringeren Dichte des Prozeßgases gegenüber dem Hilfsgas das Prozeßgas im oberen Bereich (2) des Gasbehälters (1) eingebracht und gleichzeitig im unteren Bereich (18)
10 des Gasbehälters (1) das Hilfsgas oder ein Gemisch aus Hilfsgas und Prozeßgas abgesaugt wird, während umgekehrt im Falle einer höheren Dichte des Prozeßgases gegenüber dem Hilfsgas das Prozeßgas im unteren Bereich (18) des Gasbehälters (1) eingebracht und gleichzeitig im oberen Bereich (2) des Gasbehälters (1) das Hilfsgas oder ein Gemisch aus Hilfsgas und Prozeßgas abgesaugt wird.
15
2. Verfahren zum Reinigen des in einem großvolumigen Gasbehälter, insbesondere Luftschiff, enthaltenen Prozeßgases, dadurch gekennzeichnet, daß Prozeßgas mit einer höheren Reinheit als das im Gasbehälter bereits enthaltene Prozeßgas derart beruhigt in den Gasbehälter (1) eingebracht wird, daß keine wesentliche Ver-
20 mischung mit dem im Gasbehälter (1) befindlichen verunreinigten Prozeßgas erfolgt, wobei im Falle einer zu einer Dichteerhöhung des Prozeßgases führenden Verunreinigung des Prozeßgases das Prozeßgas mit der höheren Reinheit im oberen Bereich (2) des Gasbehälters (1) eingebracht und gleichzeitig im unteren Bereich (18) des Gasbehälters (1) verunreinigtes Prozeßgas abgesaugt wird, wäh-
25 rend umgekehrt im Falle einer zu einer Dichteerniedrigung des Prozeßgases führenden Verunreinigung des Prozeßgases das Prozeßgas mit der höheren Reinheit im unteren Bereich (18) des Gasbehälters (1) eingebracht und gleichzeitig im oberen Bereich (2) des Gasbehälters verunreinigtes Prozeßgas abgesaugt wird.

3. Verfahren zum Entleeren von mit Prozeßgas gefüllten großvolumigen Gasbehältern, insbesondere Luftschiffen, dadurch gekennzeichnet, daß das Prozeßgas aus dem Gasbehälter (1) abgesaugt wird und gleichzeitig Hilfsgas mit höherer oder geringerer Dichte als das Prozeßgas derart beruhigt in den Gasbehälter (1) eingebracht wird, daß keine wesentliche Vermischung mit dem Prozeßgas erfolgt, wobei im Falle einer geringeren Dichte des Prozeßgases gegenüber dem Hilfsgas das Prozeßgas im oberen Bereich (2) des Gasbehälters (1) abgesaugt und gleichzeitig im unteren Bereich (18) des Gasbehälters (1) das Hilfsgas eingebracht wird, während umgekehrt im Falle einer höheren Dichte des Prozeßgases gegenüber dem Hilfsgas das Prozeßgas im unteren Bereich (18) des Gasbehälters (1) abgesaugt und gleichzeitig im oberen Bereich (2) des Gasbehälters (1) das Hilfsgas eingebracht wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Prozeßgas verteilt mit geringer Strömungsgeschwindigkeit eingebracht wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Hilfsgas verteilt mit geringer Strömungsgeschwindigkeit eingebracht wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß Gasbehälter (1) mit einem Gasvolumen von mehr als 50.000 m³ eingesetzt werden.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß beim Befüllen des Gasbehälters (1) das Prozeßgas mit einem Volumenstrom von mindestens 500 m³/h in den Gasbehälter (1) eingebracht wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß beim Reinigen des im Gasbehälter (1) enthaltenen Prozeßgases das Prozeßgas mit der höheren Reinheit mit einem Volumenstrom von mindestens 500 m³/h in den Gasbehälter (1) eingebracht wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Dichten des Hilfsgases und des Prozeßgases eine Differenz von mindestens 15 % besteht.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß als Prozeßgas ein Gas oder Gasgemisch mit geringerer Dichte als Luft, insbesondere Helium, Wasserstoff oder ein Helium-Wasserstoff-Gemisch eingesetzt wird, während als Hilfgas ein Gas oder Gasgemisch mit gleicher oder höherer Dichte als Luft, insbesondere Luft, eingesetzt wird.
- 5
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Prozeßgas in Gasdruckspeichern (5, 6, 7, 8, 9) zwischengelagert wird, so daß für ein schnelles Befüllen des Gasbehälters ausreichende Prozeßgasmengen zur Verfügung stehen.
- 10
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß beim Reinigen des im Gasbehälter (1) enthaltenen Prozeßgases mindestens zwei Gasdruckspeicher (5, 6, 7, 8 und 9) verwendet werden, von denen jeweils mindestens einer (9) mit verunreinigtem Prozeßgas aus dem Gasbehälter (1) oder aus einem Gasflaschen-transportfahrzeug (28) gefüllt wird, während aus mindestens einem anderen (5, 6, 7, 8) gereinigtes Prozeßgas zur Befüllung des Gasbehälters (1) entnommen wird.
- 15
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das in den Gasdruckspeichern (5, 6, 7, 8, 9) zwischengelagerte verunreinigte Prozeßgas mittels Adsorption, Rektifikation oder Membranfiltration gereinigt wird und als gereinigtes Prozeßgas wieder in den Gasdruckspeichern (5, 6, 7, 8, 9) zwischengelagert wird.
- 20



Figure

ERSATZBLATT (REGEL 26)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern 1al Application No

PCT/EP 00/06865

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B64B1/58 F17B1/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B64B B64F F17B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 403 834 C (A.J.J.CHENU) 6 February 1923 (1923-02-06) the whole document ---	1-13
A	US 5 368 067 A (COOK JR JOSEPH S) 29 November 1994 (1994-11-29) abstract column 2, line 18 - line 32 column 4, line 61 -column 5, line 5 column 6, line 52 - line 68 figure 1 ---	1-3
A	US 5 454 408 A (DIBELLA FRANCIS A ET AL) 3 October 1995 (1995-10-03) column 2, line 16 - line 26 column 3, line 51 -column 4, line 56 figure 1 -----	1-3



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 November 2000

Date of mailing of the international search report

15/11/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Estrela y Calpe, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/06865

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 403834	C	NONE	
US 5368067	A	29-11-1994	NONE
US 5454408	A	03-10-1995	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern Sales Aktenzeichen

PCT/EP 00/06865

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B64B1/58 F17B1/26

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B64B B64F F17B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 403 834 C (A.J.J.CHENU) 6. Februar 1923 (1923-02-06) das ganze Dokument ---	1-13
A	US 5 368 067 A (COOK JR JOSEPH S) 29. November 1994 (1994-11-29) Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 18 - Zeile 32 Spalte 4, Zeile 61 - Spalte 5, Zeile 5 Spalte 6, Zeile 52 - Zeile 68 Abbildung 1 ---	1-3
A	US 5 454 408 A (DIBELLA FRANCIS A ET AL) 3. Oktober 1995 (1995-10-03) Spalte 2, Zeile 16 - Zeile 26 Spalte 3, Zeile 51 - Spalte 4, Zeile 56 Abbildung 1 -----	1-3



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

8. November 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

15/11/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Estrela y Calpe, J

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung... , die zur selben Patentfamilie gehören

Intern: ales Aktenzeichen

PCT/EP 00/06865

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 403834	C	KEINE	
US 5368067	A	29-11-1994	KEINE
US 5454408	A	03-10-1995	KEINE