

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 160 526 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
05.12.2001 Patentblatt 2001/49

(51) Int Cl. 7: F25J 3/00

(21) Anmeldenummer: 00115782.5

(22) Anmeldetag: 21.07.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 31.05.2000 DE 10027139

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

(72) Erfinder:

• Wanner, Alfred, Dr. Dipl.-Ing.  
80335 München (DE)

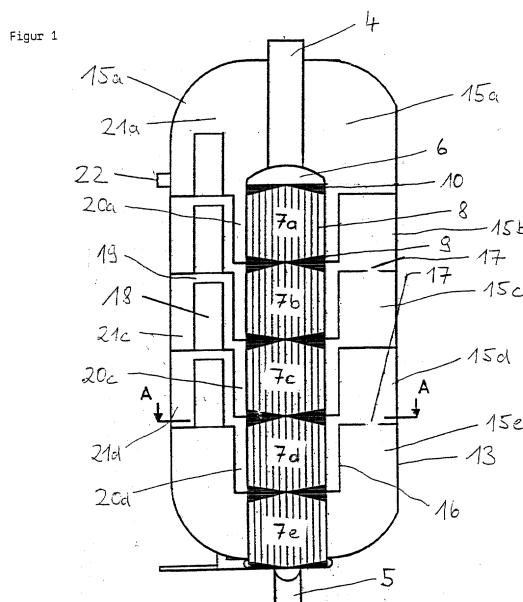
- Schweigert, Karl Heinrich, Dipl.-Ing. (FH)  
81479 München (DE)
- Hecht, Thomas, Dipl.-Phys.  
82131 Gauting (DE)
- Sotzek, Manfred, Dipl.-Phys.  
81477 München (DE)

(74) Vertreter: Imhof, Dietmar  
Linde AG  
Zentrale Patentabteilung  
Dr.-Carl-von-Linde-Strasse 6-14  
82049 Höllriegelskreuth (DE)

### (54) Mehrstöckiger Badkondensator

(57) Die Erfindung betrifft einen Badkondensator mit einem Kondensatorblock (1), der Verdampfungs- passagen (8) für eine Flüssigkeit und Verflüssigungs- passagen (2) für ein Heizmedium besitzt. Der Konden- satorblock (1) weist mindestens zwei übereinander angeordnete Umlaufabschnitte (7) auf, wobei die Ver- dampfungspassagen (8) jeweils am unteren Ende eines

Umlaufabschnittes (7) mindestens eine Eintrittsöffnung (9) für die Flüssigkeit und jeweils am oberen Ende eines Umlaufabschnittes (7) mindestens eine Austrittsöffnung (10) besitzen. Nur Austrittsöffnungen (10) und Eintritts- öffnungen (9), die sich auf derselben Seite (12) des Kon- densatorblocks (1) befinden, sind über Mittel (7,30) zum Führen von Flüssigkeit verbunden.



EP 1 160 526 A1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Badkondensator mit einem Kondensatorblock, der Verdampfungspassagen für eine Flüssigkeit und Verflüssigungspassagen für ein Heizmedium besitzt und mindestens zwei übereinander angeordnete Umlaufabschnitte aufweist, wobei die Verdampfungspassagen jeweils am unteren Ende eines Umlaufabschnittes mindestens eine Eintrittsöffnung für die Flüssigkeit und jeweils am oberen Ende eines Umlaufabschnittes mindestens eine Austrittsöffnung besitzen und Mittel zum Führen von Flüssigkeit von einer Austrittsöffnung eines Umlaufabschnittes zu einer Eintrittsöffnung des darunterliegenden Umlaufabschnittes vorgesehen sind.

**[0002]** Bei einer Tieftemperaturluftzerlegungsanlage mit einer Drucksäule und einer Niederdrucksäule wird flüssiger Sauerstoff aus der Niederdrucksäule gegen gasförmigen Stickstoff aus der Drucksäule in indirektem Wärmeaustausch in einem Wärmetauscher verdampft, wobei der Stickstoff kondensiert.

**[0003]** Der Wärmetauscher wird im wesentlichen in zwei verschiedenen Grundformen realisiert. Bei einem Fallfilmverdampfer wird die zu verdampfende Flüssigkeit über ein Verteilsystem, welches gleichzeitig einen Gasverschluß bildet, oben in die Verdampfungspassagen eingeleitet. Die Flüssigkeit läuft als Flüssigkeitsfilm über die Heizfläche nach unten, wobei sie teilweise verdampft. Das entstehende Gas und die nicht verdampfte Restflüssigkeit treten unten aus dem Fallfilmverdampfer aus. Die Flüssigkeit sammelt sich in dem unter dem Kondensator angeordneten Sammelraum, während der Gasanteil weitergeleitet wird.

**[0004]** Bei einem Badkondensator steht dagegen der Kondensatorblock in dem Flüssigkeitsbad, aus dem Flüssigkeit verdampft werden soll. Die Flüssigkeit tritt von unten in die Verdampfungspassagen des Kondensatorblockes ein und wird teilweise gegen das durch die Verflüssigungspassagen strömende Heizmedium verdampft. Die Dichte des in den Verdampfungspassagen verdampfenden Mediums ist geringer als die Dichte des umgebenden Flüssigkeitsbades, wodurch eine Siphonwirkung entsteht, so daß Flüssigkeit aus dem Flüssigkeitsbad in die Verdampfungspassagen nachströmt. Je größer die Eintauchtiefe des Kondensatorblockes in dem Flüssigkeitsbad ist, desto höher wird der mittlere hydrostatische Druck in den Verdampfungspassagen und desto schlechter verdampft die Flüssigkeit, da die Siedetemperatur der Flüssigkeit entsprechend der Dampfdruckkurve ansteigt.

**[0005]** Der Wirkungsgrad eines Badkondensators kann daher durch Unterteilung des Kondensatorblocks in mehrere übereinander angeordnete Abschnitte, im folgenden Umlaufabschnitte genannt, erhöht werden. Der Vorteil einer derartigen Anordnung liegt darin, daß die Eintauchtiefe bei mehreren Umlaufabschnitten jeweils kleiner ist als bei einem einzigen hohen Kondensatorblock. Damit wird der hydrostatische Druck in den

Verdampfungspassagen geringer und die Flüssigkeit kann leichter verdampfen.

**[0006]** Aus der deutschen Patentanmeldung 199 39 294 ist ein mehrstöckiger Badkondensator bekannt, bei 5 dem zwei Kondensatorblöcke parallel zueinander angeordnet sind und bei dem sich zwischen den Blöcken für jedes Stockwerk Flüssigkeitsvorratsbehälter für die zu verdampfende Flüssigkeit befinden. Die Verdampfungspassagen sind in vertikaler Richtung in mehrere 10 Stockwerke unterteilt, die jeweils einen eigenen Umlaufabschnitt bilden. Die Eintauchtiefe wird so relativ klein gehalten.

**[0007]** In den einzelnen Umlaufabschnitten strömt Flüssigkeit von unten in die Verdampfungspassagen ein 15 und tritt als Flüssigkeit-Gas-Gemisch am oberen Ende des Umlaufabschnittes auf der der Eintrittsseite gegenüberliegenden Seite des Kondensatorblocks wieder aus. Die austretende Flüssigkeit wird über Leitungen um den Kondensatorblock herumgeführt und fließt wieder in den Flüssigkeitsvorratsbehälter zurück. Nachteilig bei dieser Anordnung sind die aufwendige Verrohrung und der hohe Platzbedarf, der sich aufgrund der zwei parallelen Kondensatorblöcke und der notwendigen Verrohrung ergibt.

**[0008]** Aufgabe vorliegender Erfindung ist es daher, einen kompakten mehrstöckigen Badkondensator zu entwickeln.

**[0009]** Diese Aufgabe wird durch einen Badkondensator der eingangs genannten Art gelöst, bei dem die 30 Mittel zum Führen von Flüssigkeit nur Austrittsöffnungen und Eintrittsöffnungen verbinden, die sich auf derselben Seite des Kondensatorblocks befinden.

**[0010]** Erfindungsgemäß besteht der Badkondensator aus mindestens zwei übereinander angeordneten 35 Umlaufabschnitten, die jeweils aus einem eigenen Flüssigkeitsvorratsbehälter mit Flüssigkeit gespeist werden. Durch die vertikale Unterteilung des Badkondensators kann der Flüssigkeitsstand in den Flüssigkeitsvorratsbehältern der jeweiligen Umlaufabschnitte gegenüber 40 dem Flüssigkeitsstand bei einem einzigen, durchgehenden Kondensatorblock deutlich reduziert werden.

**[0011]** Die Flüssigkeit tritt über am unteren Ende eines Umlaufabschnittes befindliche Eintrittsöffnungen in die Verdampfungspassagen ein, strömt nach oben, verdampft teilweise und verläßt die Passagen am oberen Ende des Umlaufabschnittes über geeignete Austrittsöffnungen. Der Flüssiganteil in dem aus den Passagen austretenden Flüssigkeit-Gas-Gemisch strömt zum einen zurück zu den Eintrittsöffnungen dieses Umlaufabschnittes, zum anderen, abhängig vom Flüssigkeitsstand im Flüssigkeitsvorratsbehälter des Umlaufabschnittes, zu den Eintrittsöffnungen des darunterliegenden Umlaufabschnittes, um dort wiederum über die Verdampfungspassagen umgeworfen zu werden.

**[0012]** Die Austritts- und Eintrittsöffnungen, zwischen denen Flüssigkeit fließt, sind bei dem erfindungsgemäß Badkondensator alle auf derselben Seite des Kondensatorblocks angeordnet. Es ist daher keine aufwen-

dige Verrohrung notwendig, um die Flüssigkeit innerhalb eines Umlaufabschnittes mehrfach umzuwerfen oder um sie einem benachbarten Umlaufabschnitt zuleiten.

**[0013]** Vorzugsweise sind höchstens zwei Seiten des Kondensatorblocks mit Eintritts- und / oder Austrittsöffnungen versehen. Erfindungsgemäß sind jedoch die Eintritts- und Austrittsöffnungen, die sich auf unterschiedlichen Seiten des Kondensatorblocks befinden, außerhalb des Kondensatorblocks flüssigkeitsseitig nicht miteinander verbunden, d.h. Flüssigkeit, die aus einer Austrittsöffnung auf der einen Seite des Kondensatorblocks austritt, kann nicht in eine Eintrittsöffnung fließen, die auf der anderen Seite des Kondensatorblocks liegt. Innerhalb des Kondensatorblocks ist jedoch prinzipiell ein Austausch von Flüssigkeit zwischen den Verdampfungspassagen in geringem Maße möglich, da die gewellten Bleche, die die einzelnen Verdampfungspassagen voneinander trennen, häufig perforiert sind. Sind auf zwei Seiten des Kondensatorblocks Ein- bzw. Austrittsöffnungen vorhanden, so besitzt der Kondensatorblock zwei parallele Gruppen von Verdampfungspassagen, zwischen denen keine Flüssigkeit ausgetauscht wird. Die aus den Austrittsöffnungen einer Seite austretende Flüssigkeit wird ausschließlich in Verdampfungspassagen geleitet, deren Eintrittsöffnungen sich ebenfalls auf dieser Seite befinden.

**[0014]** In einer besonders bevorzugten Ausführungsform befinden sich auf zwei gegenüberliegenden Seiten des Kondensatorblocks jeweils Ein- und Austrittsöffnungen zu den Verdampfungspassagen. Besonders günstig ist es in diesem Fall, wenn der Kondensatorblock spiegelsymmetrisch zur Mittelebene zwischen diesen beiden Seiten aufgebaut ist.

**[0015]** Eine noch kompaktere Ausführung des Badkondensators lässt sich dadurch erzielen, daß sich alle Eintritts- und Austrittsöffnungen auf derselben Seite des Wärmetauschers befinden. Leitungen zur Verbindung der Ein- bzw. Austrittsöffnungen miteinander sind nur auf einer Außenseite des Kondensatorblocks notwendig. Die anderen drei seitlichen Begrenzungen des Badkondensators werden durch die Außenwände des Kondensatorblocks gebildet. Sofern sich aus dem Zusammenhang nichts anderes ergibt, beziehen sich die Angaben "oben", "unten" und "seitlich" jeweils auf die beim Betrieb des Badkondensators vorliegende Ausrichtung des Kondensators, bei der die einzelnen Umlaufabschnitte im wesentlichen vertikal übereinander angeordnet sind.

**[0016]** Vorzugsweise wird die Strömungsverbindung zwischen den Eintritts- bzw. Austrittsöffnungen und den Verdampfungspassagen durch horizontal oder schräg verlaufende Kanäle hergestellt. Der Kondensatorblock wird aus mehreren übereinander gestapelten, gewellten Lamellen aufgebaut, die jeweils durch ebene Trennbleche gegeneinander begrenzt sind. Die Lamellen und Trennbleche bilden dabei die Verflüssigungs- und Ver-

dampfungspassagen. Im Bereich der Ein- bzw. Austrittsöffnungen zu den Verdampfungspassagen werden die gewellten Lamellen schräg angeordnet, so daß das in den senkrecht verlaufenden Verdampfungspassagen

5 strömende Fluid zu den in einer Seitenwand des Kondensatorblocks befindlichen Ein- bzw. Austrittsöffnungen umgelenkt wird.

**[0017]** Von Vorteil ist die Seite eines Umlaufabschnittes, in der sich Ein- und / oder Austrittsöffnungen befinden, mit einem Sammler versehen, der eine Flüssigkeitszuleitung und einer Gasableitung besitzt. Ein Umlaufabschnitt besitzt in der Regel rechteckförmige Seitenwände. Der Sammler deckt zumindest die Ein- und Austrittsöffnungen der Seitenwand des Umlaufabschnittes ab, bevorzugt jedoch die gesamte Seitenwand des Umlaufabschnittes. Durch die Wände des Sammlers und die Seitenwand des Umlaufabschnittes wird so ein gegen die Umgebung abgeschirmtes, bis auf die hierfür vorgesehenen Zu- und Ableitungen gas- und flüssigkeitsdichtes Volumen gebildet.

**[0018]** Der Badkondensator wird bei dieser Variante seitlich durch die Seitenwände des Kondensatorblocks bzw. auf den Seiten, auf denen sich Ein- und / oder Austrittsöffnungen befinden, durch die Außenwände 25 der Sammler begrenzt. Es ist keine separater Behälter um den Badkondensator notwendig, wodurch der Kondensator äußerst kompakt wird. Hierdurch wird das Material für die Behälterwand eingespart und die Gesamtlänge der zur Herstellung nötigen Schweißnähte deutlich verringert, wodurch die Produktion vereinfacht wird. Zudem können für die Sammler geringere Wandstärken gewählt werden als für die ansonsten notwendige Behälterwand, da die Durchmesser der Sammler nicht so groß ausgeführt werden müssen wie die eines Behälters um den Kondensatorblock. Dies bringt eine deutliche Kosteneinsparung.

**[0019]** Es hat sich als besonders vorteilhaft herausgestellt, die Seiten von mehreren Umlaufabschnitten, insbesondere die gesamte Seite des Kondensatorblocks, in der sich Ein- und / oder Austrittsöffnungen befinden, mit einem Sammler abzudecken, der mit einer Flüssigkeitszuleitung und einer Gasableitung versehen ist. In diesem Sammler ist für jeden Umlaufabschnitt ein geeigneter Flüssigkeitsvorratsbehälter vorgesehen. 40 Ferner sind in dem Sammler oder an dem Sammler Leitungen oder Öffnungen zur Zu- und Abführung von Flüssigkeit und/oder Gas in und aus dem Umlaufabschnitt vorhanden.

**[0020]** Vorzugsweise ist der Sammler an der Grenze 50 zweier Umlaufabschnitte jeweils in Etagen unterteilt, wobei zwei benachbarte Etagen über eine Flüssigkeits- und eine Gasleitung strömungsseitig miteinander verbunden sind. Der sich über die Höhe von mehreren Umlaufabschnitten, bevorzugt über die gesamte Höhe des Kondensatorblocks erstreckende Sammler ist entsprechend den Umlaufabschnitten in Etagen unterteilt. Die Abgrenzung der Etagen gegeneinander erfolgt vorzugsweise durch ebene Bleche oder gekröpfte Böden. Ins-

besondere ist es günstig, wenn die Abgrenzung der einzelnen Etagen gegeneinander bis auf speziell hierfür vorgesehene Strömungsverbindungen gas- und flüssigkeitsdicht erfolgt, so daß das Volumen einer Etage als Flüssigkeitsvorratsbehälter für den angrenzenden Umlaufabschnitt dienen kann.

**[0021]** Der Flüssigkeitstransport von einer Etage zu der darunter liegenden Etage wird von Vorteil über ein Überlaufrohr sichergestellt. Der Boden einer Etage des Sammlers wird von einem Überlaufrohr durchsetzt, dessen Öffnung oberhalb des Bodens liegt. Die aus dem Umlaufabschnitt in diese Etage einströmende Flüssigkeit sammelt sich am Boden der Etage und fließt erst dann in die darunter befindliche Etage ab, wenn der Flüssigkeitsstand die Höhe der Öffnung des Überlaufrohres erreicht hat. Bei niedrigerem Flüssigkeitsstand wird die Flüssigkeit nur in der oberen der beiden Etagen umgeworfen.

**[0022]** Durch die Aufteilung des Sammlers in mehrere Etagen wird eine Etage im wesentlichen nur von dem Gas durchströmt, welches in dem zugeordneten Umlaufabschnitt verdampft worden ist. Die Gasgeschwindigkeiten in einer Etage sind daher relativ gering, insbesondere deutlich geringer als bei einem Badkondensator, bei dem keine Trennung der Sammelbereiche für das Gas vorhanden ist. Auf diese Weise wird die Gefahr, daß mit dem verdampften Gas so viel Flüssigkeit mitgerissen wird, daß der Flüssigkeitsstand unter die Öffnung zur Strömungsverbindung zur benachbarten Etage, beispielsweise unter die Einlaufkante eines Überlaufrohres, absinkt, vermieden.

**[0023]** Die Gefahr des Mitreißen von Flüssigkeit kann vorteilhaft dadurch weiter reduziert werden, daß sich der Einlaß in die Gasleitung einer Etage oberhalb der Austrittsöffnung der Verdampfungspassagen der Etage befindet. Das in dem Umlaufabschnitt verdampfte Gas muß, bevor es in die Gasleitung eintritt, durch die es aus der Etage abgeführt wird, eine bestimmte Strecke aufsteigen. Das Volumen zwischen der Austrittsöffnung aus dem Umlaufabschnitt und dem Einlaß in die Gasleitung dient als zusätzlicher Abscheideraum, in dem sich mit dem Gas mitgerissene Flüssigkeit aus dem Gasstrom abscheidet.

**[0024]** Es hat sich auch als günstig erwiesen, den Gaseinlaß der Gasleitung auf der der Austrittsöffnung der Verdampfungspassagen abgewandten Seite vorzusehen. Das aus der Austrittsöffnung austretende Gas wird dann in der Etage umgelenkt, bevor es in die Gasleitung eintritt, wodurch die Flüssigkeit ebenfalls leichter vom Gasstrom getrennt wird.

**[0025]** Der bauliche Aufwand für den Sammler kann dadurch niedrig gehalten werden, daß der Sammler in einer Ebene senkrecht zu den Verflüssigungs- und Verdampfungspassagen einen halbkreisförmigen oder halbelliptischen Querschnitt besitzt, d.h. beispielsweise durch ein halbkreisförmig gebogenes Blech realisiert wird, welches mit den beiden Kanten der Kondensatorblockseite verbunden wird, die mit den Ein- bzw. Aus-

trittsöffnungen versehen ist.

**[0026]** Die Flüssigkeits- oder die Gasleitungen, die zwei Etagen miteinander verbinden oder Gas aus einer Etage ableiten, verlaufen vorzugsweise innerhalb des Sammlers. Besonders bevorzugt sind sowohl die Flüssigkeits- als auch die Gasleitung innerhalb des Sammlers untergebracht. Der Badkondensator bleibt so äußerst kompakt und wird nach außen nur durch die Außenwände des Kondensatorblocks und der Sammler begrenzt. Seitlich außerhalb dieser Begrenzungen verlaufen über einen Großteil des Körpers des Badkondensators keine Leitungen. Lediglich mindestens je eine Zu- und eine Ableitung für das zu verdampfende Fluid und das zu kondensierende Fluid sind selbstverständlich notwendig. Diese treten vorzugsweise an der oberen und unteren Stirnseite des Badkondensators aus.

**[0027]** Bevorzugt ist eine Gasleitung vorgesehen, die sich durch alle Etagen erstreckt und in jeder Etage einen Gaseinlaß besitzt.

**[0028]** Der erfindungsgemäße Badkondensator kann insbesondere als Hauptkondensator einer Tieftemperaturluftzerlegungsanlage vorteilhaft eingesetzt werden.

**[0029]** Die Erfindung sowie weitere Einzelheiten der Erfindung werden im folgenden anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Hierbei zeigen:

- Figur 1 einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Badkondensator entlang der Linie B - B in Figur 2,  
 Figur 2 einen Schnitt durch denselben Badkondensator entlang der Linie A - A in Figur 1,  
 Figur 3 eine perspektivische Ansicht einer alternativen Ausführungsform und  
 Figur 4 einen Schnitt durch eine weitere Ausführungsform der Erfindung.

**[0030]** Die Figuren 1 und 2 zeigen zwei Schnitte durch einen erfindungsgemäßen Badkondensator, der als Hauptkondensator einer Doppelsäule einer Luftzerlegungsanlage eingesetzt wird. Der Hauptkondensator kann entweder in der Niederdrucksäule der Doppelsäule angeordnet werden oder, bevorzugt, außerhalb der Doppelsäule stehen. Figur 1 stellt einen Schnitt entlang der Linie B - B in Figur 2 und Figur 2 einen Schnitt entlang der Linie A - A der Figur 1 dar. Der Badkondensator besteht aus einem Kondensatorblock 1, der eine Vielzahl von parallel verlaufenden Wärmeaustauschpassagen 2, 8 beinhaltet, in denen gasförmiger Stickstoff im Wärmeaustausch mit flüssigem Sauerstoff kondensiert wird, wobei der Sauerstoff verdampft.

**[0031]** Die Stickstoffpassagen 2 erstrecken sich über die gesamte Höhe des Kondensatorblocks 1. Gasförmiger Stickstoff wird über eine Zuleitung 4 den Stickstoffpassagen 2 zugeführt und als Flüssigkeit am unteren Ende des Blocks 1 über Leitung 5 abgezogen. Die Verteilung des gasförmigen Stickstoffs auf die Stickstoffpassagen 2 erfolgt über einen mit dem Kondensator-

block 1 verbundenen Sammler/Verteiler 6. Der aus den Wärmeaustauschpassagen des Kondensatorblocks 1 austretende flüssige Stickstoff wird in analoger Weise in die Abzugsleitung 5 zusammengeführt.

**[0032]** Die Sauerstoffpassagen 8 erstrecken sich im Gegensatz zu den Stickstoffpassagen 2 nicht über die gesamte Länge des Kondensatorblocks 1, sondern sind in 5 Umlaufabschnitte 7a bis 7e unterteilt. Jeder Umlaufabschnitt 7a - e ist zur senkrecht verlaufenden Mittelebene des Kondensatorblocks 1 spiegelsymmetrisch aufgebaut. Jede dieser beiden symmetrischen Hälften besteht aus Wärmeaustauschpassagen 8, an die sich am oberen und unteren Ende eines Umlaufabschnittes 7 horizontal verlaufende Passagen 9, 10 anschließen, die zur Zu- und Abführung von Flüssigkeit und Gas in die Sauerstoffpassagen 8 dienen. Die Ein- und Austrittspassagen 9, 10 der beiden symmetrischen Hälften eines Umlaufabschnittes 7 enden jeweils auf derselben Seite des Kondensatorblocks 1.

**[0033]** Die Umlaufabschnitte 7a bis 7e sind alle identisch aufgebaut. Der Kondensatorblock 1 besitzt somit zwei jeweils durch ein Abschlußblech 11 geschlossene Seiten sowie zwei gegenüberliegende Seiten 12, in denen sich für jeden Umlaufabschnitt 7a - e je eine Eintrittsöffnung 9 für flüssigen Sauerstoff und eine Austrittsöffnung 10 für teilverdampften Sauerstoff befindet.

**[0034]** Mit den beiden mit Ein- und Austrittsöffnungen 9, 10 versehenen Seiten 12 des Kondensatorblocks 1 sind Halbzyinderschalen 13 verbunden, die die gesamten Seitenflächen 12 abdecken. Die Halbzyinderschalen 13 schließen mit den senkrechten Kanten des quaderförmigen Kondensatorblocks 1 ab. Die beiden sich auf gegenüberliegenden Seiten des Kondensatorblocks 1 befindlichen, durch die Seitenwände 12 und die Halbzyinderschalen 13 begrenzten Räume 14 sind über den Verlauf der Höhe des Kondensatorblocks 1 nicht miteinander verbunden. Die einzige Verbindung zwischen den beiden Räumen 14 besteht oberhalb des Kondensatorblocks 1, da die Halbzyinderschalen 13 höher als der Kondensatorblock 1 sind und in dem Bereich oberhalb des Kondensatorblocks 1 miteinander verbunden sind. Der Badkondensator besteht also aus einem Kondensatorblock 1, an den sich an den beiden Seiten 12 zwei Halbzyinderschalen 13 anschließen sowie aus einem den Kondensatorblock 1 und die beiden Halbzyinderschalen 13 überspannenden Kopfteil 21a.

**[0035]** Die durch die Halbzyinderschalen 13 begrenzten Räume 14 sind durch Bleche 16 in mehrere Etagen 15 a bis 15 e unterteilt. Die Bleche 16 erstrecken sich von der Grenze zwischen zwei Umlaufabschnitten 7 bis zu der auf dieser Seite des Kondensatorblocks 1 angeordneten Halbzyinderschale 13. In den Blechen 16 befinden sich Ablauföffnungen 17, durch die flüssiger Sauerstoff von einer Etage, z.B. 15b, in die darunterliegende Etage, z.B. 15c, abfließen kann. Ferner sind mit den Blechen 16 Gasschächte 18 verbunden, die von einem Blech 16 bis knapp unterhalb des darüberliegenden Bleches 16 reichen.

**[0036]** Die Gasschächte 18 sind in einer Linie angeordnet und bilden so praktisch eine gemeinsame Gasammelleitung, wobei jedoch zwischen dem oberen Ende jedes Gasschachts 18 und dem darüberliegenden

5 Blech 16 ein Spalt 19 verbleibt, der den Eintritt von Gas aus der jeweiligen Etage 15 in die Gassammelleitung ermöglicht. Die Bleche 16 verlaufen zumindest teilweise nach oben ansteigend, so daß der Ringspalt 19 oberhalb der Austrittsöffnungen 10 der jeweiligen Etage 15 liegt.

**[0037]** In dem in Figur 1 gezeigten Beispiel sind die Bleche 16 zweimal rechtwinklig gefaltet, so daß sich zwischen zwei Blechen 16 eine Etage 15 bildet, die aus zwei miteinander verbundenen Räumen 20, 21 besteht.

15 Der Raum 20c befindet sich auf Höhe des zugehörigen Umlaufabschnittes 7c und dient als Flüssigkeitsvorratsbehälter. Der zweite Raum 21c liegt dagegen fast auf der gleichen Höhe wie der nächsthöhere Umlaufabschnitt 7b und bildet eine Art zum Flüssigkeitsvorratsbehälter 20c eine seitlich und nach oben abgesetzte Zusatzsche.

**[0038]** Im Betrieb des Badkondensators wird über Leitung 22 flüssiger Sauerstoff in die beiden obersten Etagen 15a eingeleitet. Der Sauerstoff sammelt sich zunächst in dem Vorratsbehälter 20a, tritt über die Eintrittspassagen 9 in die Sauerstoffpassagen 8 ein, wird im indirekten Wärmetausch mit Stickstoff teilweise verdampft und verläßt den Kondensatorblock 1 als Flüssigkeits-Gas-Gemisch über die Austrittspassagen 10, um sich wieder im Vorratsbehälter 20a zu sammeln. Wenn der Flüssigkeitspegel in dem Vorratsbehälter bis zur Höhe der Austrittskanäle 10 ansteigt, kann flüssiger Sauerstoff über den Verbindungsspalt in den zweiten Raum 21a, der als Abscheideraum dient, fließen.

30 **[0039]** Der Abscheideraum 21a besitzt in seinem Boden Ablauföffnungen 17, durch die überschüssiger flüssiger Sauerstoff von der Etage 15a in die darunterliegende Etage 15b fließen kann. Die Ablauföffnungen 17 zweier benachbarter Etagen 15 sind dabei versetzt zueinander angeordnet, so daß beispielsweise aus der Etage 15b abtropfender Sauerstoff nicht unmittelbar in die Etage 15 d weiterfließt, sondern zunächst in der Etage 15c verbleibt.

**[0040]** Die Ablauföffnungen 17 sind vorzugsweise 45 mindestens so hoch angeordnet wie die Austrittsöffnungen 10 der zugehörigen Etage 15 liegen. Es hat sich nämlich als vorteilhaft erwiesen, die einzelnen Umlaufabschnitte 7 des Badkondensators mindestens soweit im Flüssigkeitsbad abzutauchen, daß der Flüssigkeitsspiegel im Vorratsbehälter 20 mindestens knapp unterhalb der Unterkante der Austrittsöffnungen 10 liegt. Dadurch wird eine Totalverdampfung in den Verdampfungspassagen 8 ausgeschlossen und eine Verlegung der Passagen 8 durch schwiersiedende Komponenten 50 verhindert.

**[0041]** Der in die Etage 15b abfließende Sauerstoff 55 sammelt sich wieder im Vorratsbehälter 20b, wird im Umlaufabschnitt 7b umgeworfen und teilweise ver-

dampft. Überschüssige Flüssigkeit im Vorratsbehälter 20b läuft über die Ablauföffnung 17 dann in die Etage 15c. Das bei der Verdampfung im Umlaufabschnitt 7 entstehende Sauerstoffgas strömt mit dem flüssigen Sauerstoff aus den Austrittsöffnungen 10 aus und wird über den Gasschacht 18 abgeleitet. Diese Vorgänge wiederholen sich in jeder Etage 15.

**[0042]** Durch die seitlich und nach oben versetzte Anordnung des Abscheideraumes 21 und den ringspaltförmigen Gaseinlaß 19 in den Gasschacht 18 wird das Sauerstoffgas mehrfach umgelenkt, bevor es aus einer Etage 15 abgeführt wird. Bei diesen Umlenkungen wird die Strömungsgeschwindigkeit des gasförmigen Sauerstoffs so stark abgesenkt, daß dieser keinen oder kaum noch flüssigen Sauerstoff mitreißt. In dem Abscheideraum 21 wird also eine sehr gute Flüssigkeit-Gas-Trennung erzielt. Das durch die Gasschächte 18 aufsteigende Sauerstoffgas wird am oberen Ende des Badkondensators über eine in den Zeichnungen nicht zu sehende Sauerstoffabzugsleitung abgeführt.

**[0043]** In Figur 3 ist perspektivisch eine Variante des erfindungsgemäßen Badkondensators dargestellt. Diese Ausführungsform unterscheidet sich von dem anhand der Figuren 1 und 2 erläuterten Kondensator im wesentlichen darin, daß die beiden Halbzylinderschalen 13 keinerlei Strömungsverbindung miteinander besitzen. Die Halbzylinderschalen 13 schließen mit den beiden offenen Seiten 12 des Kondensatorblocks 1 ab. Durch den Verzicht auf das den Kondensatorblock 1 und die beiden Halbzylinderschalen 13 überspannende Kopfteil 21a ist der Kondensator kompakter als der Badkondensator gemäß der Figuren 1 und 2, benötigt jedoch doppelt soviele Anschlußstutzen bzw. Rohre für die Zu- und Ableitung des flüssigen und gasförmigen Sauerstoffs.

**[0044]** Figur 4 zeigt eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Badkondensators, bei dem die Sauerstoffpassagen 8 nur auf einer Seite des Kondensatorblocks 1 Ein- und Austrittsöffnungen 9, 10 haben. Die nicht dargestellten Stickstoffpassagen entsprechen den Passagen 2 in Figur 2 und erstrecken sich ebenfalls über die gesamte Höhe des Kondensatorblocks. Das als Wärmeträger dienende, zu kondensierende Stickstoffgas wird über einen Sammler/Verteiler 6 in die Stickstoffpassagen verteilt und am unteren Ende des Kondensatorblocks 1 in einen Sammler 5 als Flüssigkeit zusammengeführt und abgezogen.

**[0045]** Sauerstoffseitig ist der Kondensatorblock 1 in fünf Umlaufabschnitte 7a-e unterteilt, die jeweils einen Ein- und einen Austrittsbereich 9, 10 mit horizontal verlaufenden Lamellen sowie den eigentlichen Wärmeaustauschbereich 8 mit vertikalen Kanälen besitzen. Alle Eintrittsöffnungen 9 und die Austrittsöffnungen 10 liegen auf derselben Seite des Kondensatorblocks 1.

**[0046]** An der offenen Seite 12 des Kondensatorblocks 1 sind ebenfalls Flüssigkeitsvorratsbehälter 20 und Abscheideräume 21 vorgesehen. Der Flüssigkeitsablauf zwischen den Etagen 15 erfolgt über Überlauf-

rohre 30. Die Oberkante der Überlaufrohre 30 liegt auf einer Höhe mit der Oberkante des dazugehörigen Umlaufabschnittes 7. Dies hat zur Folge, daß die Sauerstoffpassagen 8 und die entsprechenden Ein- und Austrittspassagen 9, 10 sich stets vollständig im Flüssigkeitsbad befinden. Die Verdampfungspassagen 8 sind immer mit Flüssigkeit gefüllt, wodurch eine Verlegung der Passagen 8 durch schwiersiedende Komponenten verhindert wird.

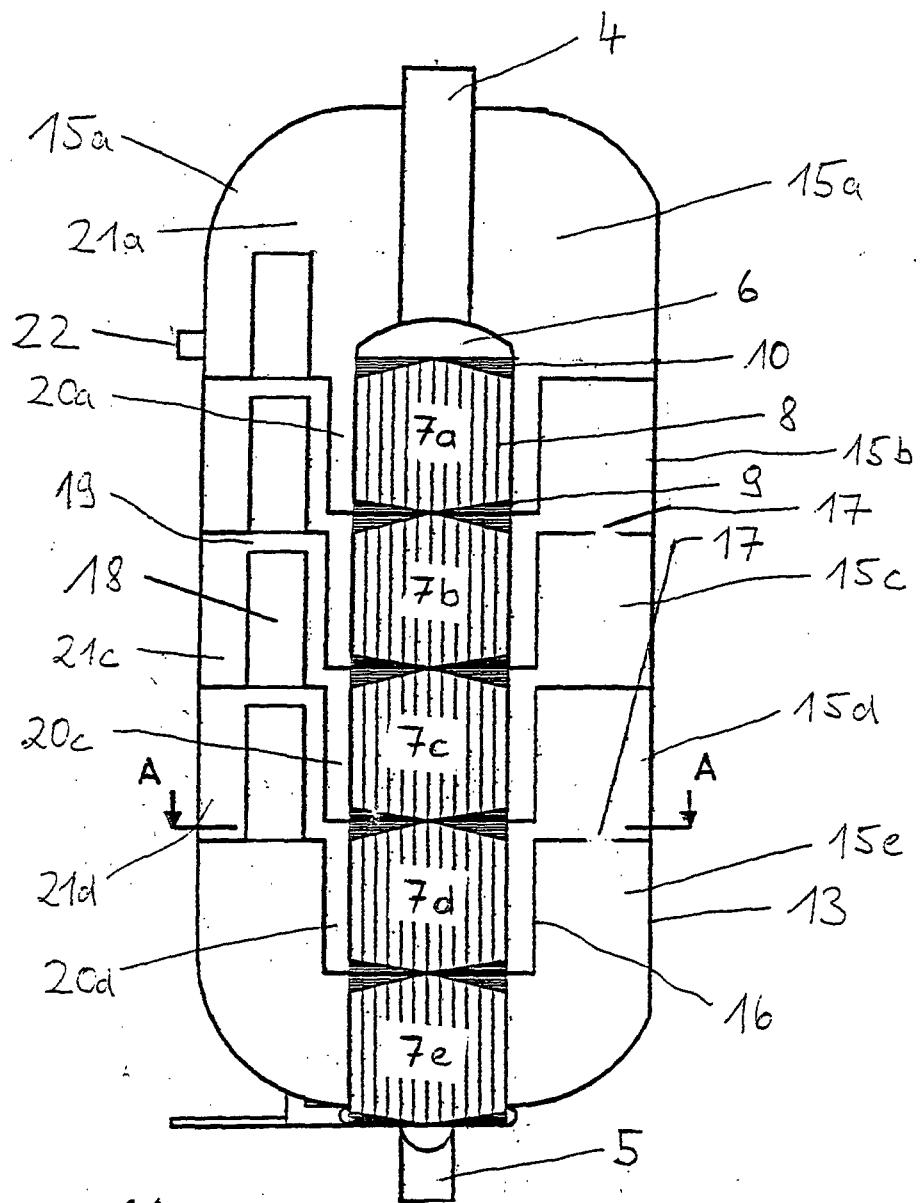
10

## Patentansprüche

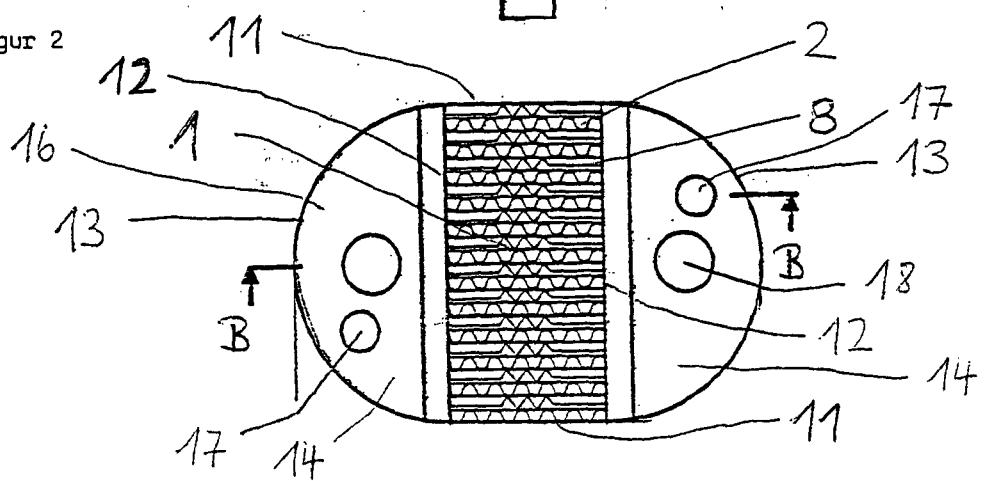
1. Badkondensator mit einem Kondensatorblock, der Verdampfungspassagen für eine Flüssigkeit und Verflüssigungspassagen für ein Heizmedium besitzt und mindestens zwei übereinander angeordnete Umlaufabschnitte aufweist, wobei die Verdampfungspassagen jeweils am unteren Ende eines Umlaufabschnittes mindestens eine Eintrittsöffnung für die Flüssigkeit und jeweils am oberen Ende eines Umlaufabschnittes mindestens eine Austrittsöffnung besitzen und Mittel zum Führen von Flüssigkeit von einer Austrittsöffnung eines Umlaufabschnittes zu einer Eintrittsöffnung des darunterliegenden Umlaufabschnittes vorgesehen sind, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Mittel (17, 30) zum Führen von Flüssigkeit nur Austrittsöffnungen (10) und Eintrittsöffnungen (9) verbinden, die sich auf derselben Seite (12) des Kondensatorblocks (1) befinden.
2. Badkondensator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** höchstens zwei Seiten (12) des Kondensatorblocks (1) mit Eintritts- (9) und / oder Austrittsöffnungen (10) versehen sind.
3. Badkondensator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich alle Eintritts- (9) und Austrittsöffnungen (10) auf derselben Seite (12) des Kondensatorblocks (1) befinden.
4. Badkondensator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Strömungsverbindung zwischen den Eintritts- (9) bzw. Austrittsöffnungen (10) und den Verdampfungspassagen (8) durch horizontal verlaufende Kanäle hergestellt wird.
5. Badkondensator nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** an der Seite eines Umlaufabschnittes (7), in der sich Ein- (9) und / oder Austrittsöffnungen (10) befinden, ein Sammler (13) mit einer Flüssigkeitszuleitung (22) und einer Gasableitung (18) angebracht ist, der die Ein- (9) und / oder Austrittsöffnungen (10) des Umlaufabschnittes (7), bevorzugt die gesamte Seite des Umlaufabschnittes (7), abdeckt.

6. Badkondensator nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** an der Seite (12) des Kondensatorblocks (1), in der sich Ein- (9) und / oder Austrittsöffnungen (10) befinden, ein Sammler (13) mit einer Flüssigkeitszuleitung (22) und einer Gasableitung (18) angebracht ist, der die Seiten von mehreren Umlaufabschnitten (7), bevorzugt die gesamte Seite (12) des Kondensatorblocks (1), abdeckt. 10
7. Badkondensator nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Sammler (13) entlang der Grenze zweier Umlaufabschnitte (7) jeweils in Etagen (15) unterteilt ist, wobei zwei benachbarte Etagen (15) über eine Flüssigkeits- (17, 30) und eine Gasleitung (18) strömungsseitig miteinander verbunden sind. 15
8. Badkondensator nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwei benachbarte Etagen (15) über ein Überlaufrohr (30) strömungsseitig miteinander verbunden sind. 20
9. Badkondensator nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Sammler (13) durch ebene Bleche (16) oder gekröpfte Böden in Etagen (15) unterteilt wird. 25
10. Badkondensator nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich der Einlaß in die Gasleitung (18) einer Etage (15) oberhalb der Austrittsöffnung (10) der Verdampfungspassagen (8) der Etage (15) befindet. 30
11. Badkondensator nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Sammler (13) in einer Ebene senkrecht zu den Verflüssigungs- (2) und Verdampfungspassagen (8) einen halbkreisförmigen oder halbelliptischen Querschnitt besitzt. 35 40
12. Badkondensator nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zwei Etagen (15) verbindende Flüssigkeits- (17, 30) und / oder Gasleitung (18) innerhalb des Sammlers (13) verläuft. 45
13. Badkondensator nach einem der Ansprüche 7 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich der Gaseinlaß der Gasleitung (18) auf der der Austrittsöffnung (10) der Verdampfungspassagen (8) abgewandten Seite befindet. 50
14. Badkondensator nach einem der Ansprüche 7 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich die Gasleitung (18) durch alle Etagen (15) erstreckt. 55
15. Badkondensator nach einem der Ansprüche 1 bis
- 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich die Verflüssigungspassagen (2) über die gesamte Höhe des Kondensatorblocks (1) erstrecken.
- 5 16. Verwendung eines Badkondensators nach einem der Ansprüche 1 bis 15 als Hauptkondensator einer Tieftemperaturluftzerlegungsanlage.

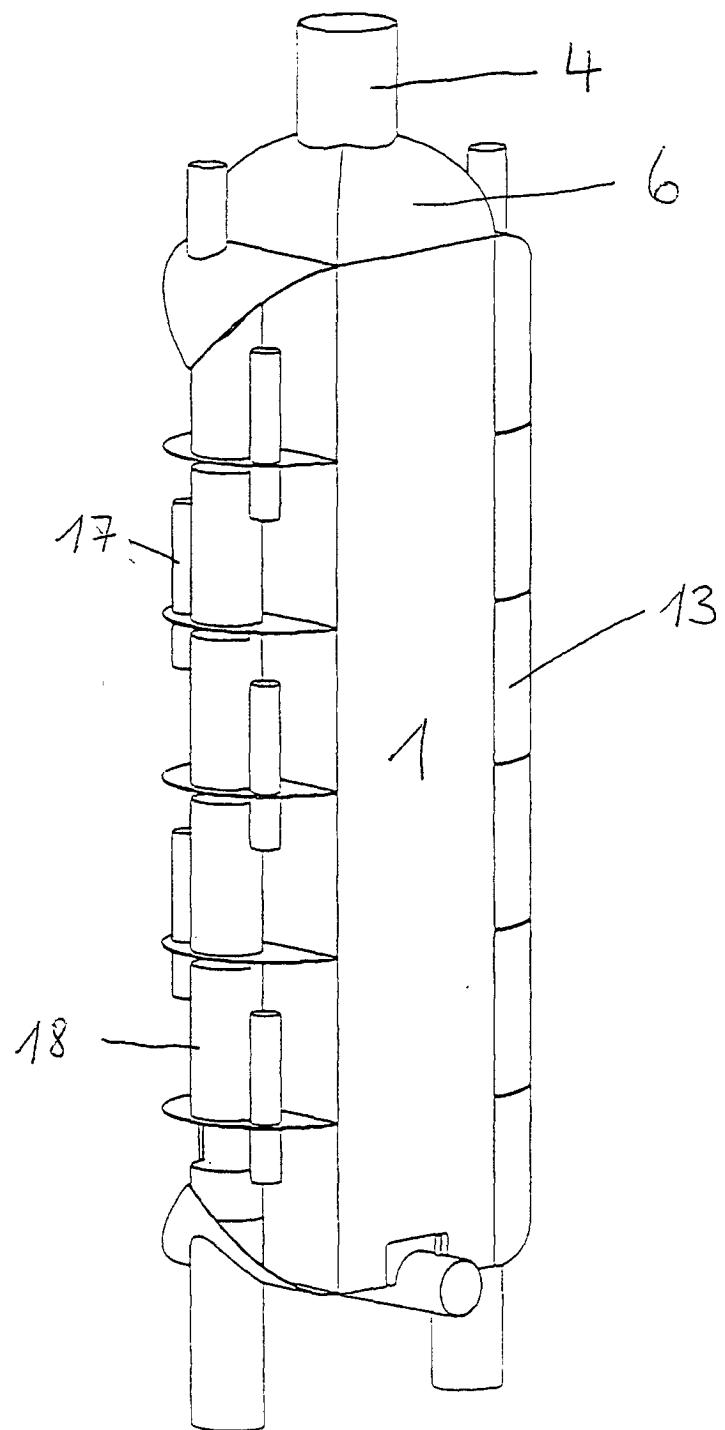
Figur 1



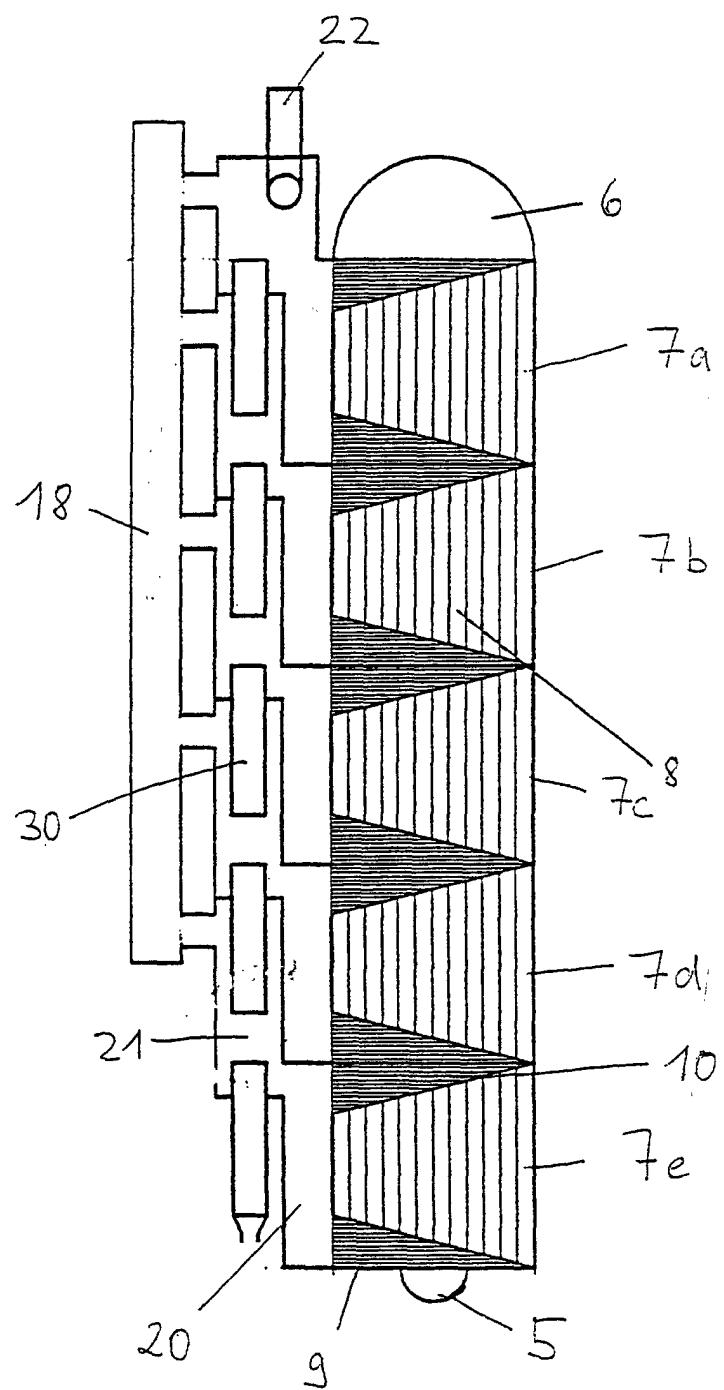
Figur 2



Figur 3



Figur 4





Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 00 11 5782

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	FR 2 064 065 A (LINDE AG) 16. Juli 1971 (1971-07-16) * Seite 7, Zeile 27 – Seite 8, Zeile 20; Ansprüche; Abbildungen *	1-17	F25J3/00
A	FR 2 237 158 A (TEAL PROCEDES AIR LIQUIDE TECH) 7. Februar 1975 (1975-02-07) * Seite 5, Zeile 1 – Zeile 33; Ansprüche; Abbildungen * * Seite 10, Zeile 18 – Zeile 32 * * Seite 13, Zeile 1 – Zeile 18 *	1-17	
A	US 4 606 745 A (FUJITA IKUO) 19. August 1986 (1986-08-19) * das ganze Dokument *	1-17	
A	EP 0 386 248 B (NIPPON OXYGEN CO LTD) 12. September 1990 (1990-09-12) * Spalte 3, Zeile 53 – Zeile 58; Ansprüche; Abbildungen * * Spalte 5, Zeile 5 – Zeile 17 * * Spalte 7, Zeile 12 – Zeile 26 * * Spalte 11, Zeile 50 – Spalte 12, Zeile 10 * * Spalte 14, Zeile 27 – Zeile 32 *	1-17	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.7)</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>F25J</span> <span>F28F</span> </div>
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche		Prüfer
DEN HAAG	29. November 2000		Lapeyrere, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist		
A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument		
P : Zwischenliteratur	S : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		

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

EP 00 11 5782

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 Unterichtung und erfolgen ohne Gewähr.

29-11-2000

im Recherchenbericht angeführtes Patendokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 2064065	A	16-07-1971	DE	1949609 A	08-04-1971
FR 2237158	A	07-02-1975	DE	2430836 A	30-01-1975
			DE	7421870 U	05-05-1977
			JP	50063544 A	30-05-1975
US 4606745	A	19-08-1986	JP	1728840 C	29-01-1993
			JP	4014269 B	12-03-1992
			JP	60253782 A	14-12-1985
EP 0386248	B	12-09-1990	JP	2013636 C	02-02-1996
			JP	2097885 A	10-04-1990
			JP	7030997 B	10-04-1995
			JP	2233985 A	17-09-1990
			JP	2309175 A	25-12-1990
			JP	2787591 B	20-08-1998
			JP	2118392 A	02-05-1990
			JP	2787594 B	20-08-1998
			DE	68904186 D	11-02-1993
			DE	68904186 T	03-06-1993
			EP	0386248 A	12-09-1990
			WO	9000243 A	11-01-1990
			US	5222549 A	29-06-1993