

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 618 361 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **94250063.8**

(51) Int. Cl.⁵: **F04B 41/00**, **F04B 39/06**,
F04B 35/00

(22) Anmeldetag: **11.03.94**

(30) Priorität: **23.03.93 DE 4310100**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.10.94 Patentblatt 94/40

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR GB IT

(71) Anmelder: **MANNESMANN Aktiengesellschaft
Mannesmannufer 2
D-40213 Düsseldorf (DE)**

(72) Erfinder: **Wenzel, Harald
Hitzkirchener Strasse 2
D-63699 Kefenrod (DE)**

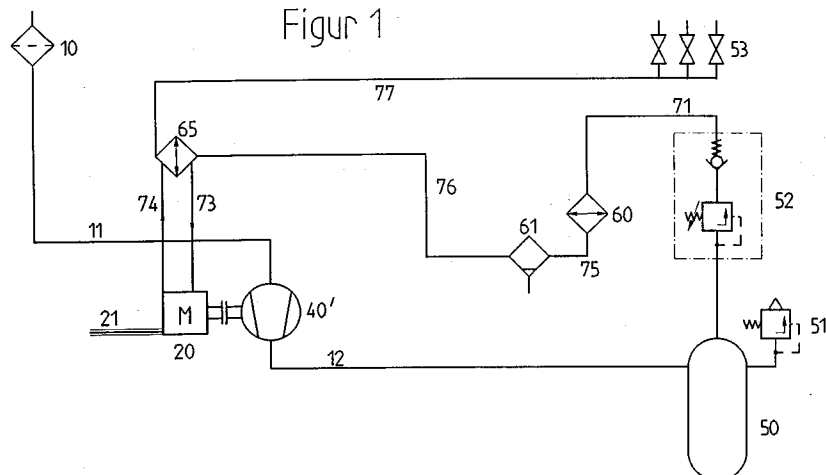
(74) Vertreter: **Meissner, Peter E., Dipl.-Ing. et al
Meissner & Meissner,
Patentanwaltsbüro,
Hohenzollerndamm 89
D-14199 Berlin (DE)**

(54) **Verfahren und vorrichtung zum Verdichten eines gasförmigen Mediums.**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verdichten eines gasförmigen Mediums, insbesondere Luft, bei dem mittels eines durch die Nutzseite einer Wärmekraftmaschine angetriebenen Verdichters angesaugtes Gas von einem niedrigen Ausgangsdruck auf einen vorgegebenen Enddruck verdichtet und vor Abgabe an die Verbrauchsstellen unter Nutzung der thermischen Energie der Wärmekraftmaschine mittels eines Wärmetauschers erwärmt wird. Um ein relativ trockenes Gas zu erzeugen und auf ein auf-

wendiges Überwachungssystem verzichten zu können, wird vorgeschlagen, daß der Wärmetauscher mit der thermischen Energie des Schmieröl- und/oder Kühlkreislaufes der Wärmekraftmaschine beaufschlagt wird. Dabei sind zwischen Wärmetauscher (65) und der Wärmekraftmaschine (20) Verbindungsleitungen (73, 74) vorgesehen, die Teil des Schmier- und/oder Kühlkreislaufes der Wärmekraftmaschine (20) sind.

Figur 1



EP 0 618 361 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verdichten eines gasförmigen Mediums, insbesondere Luft, gemäß dem Gattungsbegriff des Anspruchs 1.

Für den Anwendungsbereich im Baugewerbe werden häufig mobile Kompressoranlagen eingesetzt, deren flüssigkeitsgekühltes oder trockenlaufendes Verdichteraggregat durch die Nutzseite eines Antriebsaggregates beispielsweise Diesel- oder Elektromotor angetrieben wird. Die Druckgasqualität muß hinsichtlich ihrer relativen Feuchte oft als zu nass bezeichnet werden, unabhängig davon, ob die Feuchtigkeit über das angesaugte Gas direkt oder indirekt über die für die Kühlung und Schmierung des Verdichters eingespritzte Flüssigkeit eingebracht wird. Bei Verdichteranlagen für spezielle Anwendungen wird das Gas nach der Verdichtung zurückgekühlt und das ausfallende Kondensat in geeigneten Abscheidesystemen, z.B. Zyklonabscheider getrennt und von dem Druckgas abgeschieden. Das Druckgas hat nach diesem Abscheidvorgang eine relative Feuchte von 100 %, d. h. das Druckgas ist mit Dampfanteilen gesättigt. Wird das Druckgas ohne weitere Behandlung zu den Verbrauchsstellen geleitet und kühlt es sich auf diesem Wege weiter ab, so fällt sofort wieder Kondensat aus. Dieser Kondensatanfall kann in bestimmten Anwendungsfällen störend sein, beispielsweise beim Sandstrahlen zur Bausanierung, weil es dadurch zum Verkleben des Sandes kommt. Das Problem des Anfalls von Kondensat im Bereich der Verbrauchsstelle tritt aber auch dann auf, wenn das verdichtete Gas vor Abgabe nicht rückgekühlt wird. Bei herkömmlichen Verdichteranlagen, wie sie üblicherweise im Baugewerbe genutzt werden, ist in den meisten Fällen das anfallende Kondensat nicht schädlich, solange es nicht zum Vereisen kommt. Insbesondere bei Preßluftwerkzeugen führt eine Vereisung zu einer starken Funktionseinschränkung.

Es sind nun einige Verfahren bekannt, bei denen durch eine nachträgliche Erwärmung des Gases die relative Feuchte abgesenkt wird. Eine der Möglichkeiten besteht darin (DE-GM 75 22 395; DE-GM 86 01 519) das Druckgas mit der thermischen Energie des Abgases einer Wärmekraftmaschine zu beaufschlagen. Diese Lösung ist konstruktiv sehr aufwendig und es werden für die das heiße Abgas führende Bauteile hochwarmfeste Werkstoffe mit guter Korrosionsbeständigkeit benötigt. Diese Werkstoffe sind sehr teuer und schwer zu verarbeiten. Weiterhin ist bei diesem Verfahren ein aufwendiges Überwachungssystem notwendig, welches das Druckgas temperaturmäßig kontrolliert und bei Erreichen einer kritischen Betriebstemperatur regelungstechnisch in das Abgassystem und/oder das Druckgassystem eingreifen muß.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Verdichten eines gasförmigen Mediums, insbesondere Luft, anzugeben, mit dem ein relativ trocknes Gas erzeugt wird und bei dem auf ein aufwendiges Überwachungssystem verzichtet werden kann.

Diese Aufgabe wird mit den im kennzeichnenden Teil angegebenen Merkmalen des Anspruchs 1 oder 3 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen sowie Vorrichtungen zur Durchführung der Verfahren sind Bestandteil von Unteransprüchen.

Das vorgeschlagene Verfahren beruht auf der Idee, die thermische Energie der in einer Verdichteranlage verwendeten Kühlflüssigkeit für die Erwärmung des gekühlten Druckgases zu verwenden. Diese Kühlflüssigkeiten können beispielsweise das Schmieröl bzw. die Kühlflüssigkeit der den Verdichter antreibenden Wärmekraftmaschine sein. Auch die für die Kühlung und Schmierung eines einspritzgekühlten Verdichters verwendete Flüssigkeit, beispielsweise Öl oder Wasser kann dafür genutzt werden. Der Vorteil des Verfahrens ist darin zu sehen, daß die Wärmeübertragung beim Übergang von einer Flüssigkeit auf das Druckgas relativ einfach und recht genau bestimmbar ist. Außerdem kann der für die Wärmeübertragung erforderliche Wärmetauscher einfach und kompakt sein. Vorzugsweise ist dieser als Rohrbündelwärmetauscher ausgebildet. Die Temperaturverhältnisse der genutzten Flüssigkeit liegen in einem günstigen Niveau, so daß im Regelfall keine zusätzlichen Regelungs- und Überwachungssysteme erforderlich sind. Einzige Ausnahme kann im ungünstigsten Fall die Verwendung des Schmieröles der Wärmekraftmaschine sein, da diese bei bis zu etwa 130 Grad Celsius liegen kann. Da die maximal zulässige Verdichtungsendtemperatur für mit Öl gekühlte Verdichter in Deutschland bei 100 Grad Celsius liegt, ist ein einfacher Begrenzungsschalter ausreichend, um auch bei Anlagen mit strenger Auflage hinsichtlich der maximalen Verdichtungsendtemperatur ein Überschreiten dieser Maximaltemperatur zu vermeiden.

Bei der Verwendung der thermischen Energie der rückgeführten Kühl- bzw. Schmierflüssigkeiten bei flüssigkeitsgekühlten Verdichtern zur Erwärmung des Druckgases wird die Flüssigkeit bereits etwas abgekühlt, so daß in der Rückkühlleitung weniger Kühlleistung benötigt wird. Dies hat zur Folge, daß entweder die Kühleinrichtung klein gebaut werden kann oder bei gleichgroßer Kühlerleistung eine Freigabe des Verdichteraggregates für höher liegende Umgebungstemperaturen möglich ist.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist darin zu sehen, daß durch die Kompaktheit des eingesetzten Wärmetauschers eine

große Freiheit hinsichtlich der Platzierung dieser Vorrichtung in der Anlage liegt. Nicht vergessen werden soll auch der daraus sich ergebende Kostenvorteil, da die flüssigkeitsbeaufschlagte Wärmetauscherlösung kostenmäßig weit unterhalb der bisher bekannten Abgaserwärmung liegt.

In der Zeichnung wird anhand einiger Ausführungsbeispiele das erfindungsgemäße Verfahren näher erläutert.

Es zeigen:

Figur 1 in einem Funktionsschaubild eine erste Ausführungsform mit einem trockenlaufenden Verdichteraggregat und einer Wärmekraftmaschine als Antriebsaggregat

Figur 2 wie Figur 1 mit einem flüssigkeitsgekühlten Verdichteraggregat

Figur 3 ähnlich Figur 2, jedoch mit einem in der Rückführleitung angeordneten Wärmetauscher

Figur 4 wie Figur 2, jedoch ohne Nachkühler

In Figur 1 ist in einem Funktionsschaubild eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anlage dargestellt. Gemäß dieser Figur 1 wird das zu verdichtende Gas, insbesondere Luft, über einen Ansaugfilter 10 gereinigt und über eine Ansaugleitung 11 dem trockenlaufenden Verdichteraggregat 40' zugeführt. Als Antrieb des Verdichteraggregates 40' dient hier eine Wärmekraftmaschine 20, beispielsweise ein Dieselmotor. Das verdichtete Gas gelangt aus dem Verdichteraggregat 40' über eine Leitung 12 zum Druckbehälter 50. Dieser Druckbehälter 50 wird durch ein Sicherheitsventil 51 überwacht. Aus dem Druckbehälter 50 gelangt das verdichtete Gas über ein in der Leitung 71 angeordnetes Druckhalte-Rückschlagventil 52 zu einem Nachkühler 60, der mit einem Kondensatabscheider 61 gekoppelt ist. Nach der Kondensatabscheidung beträgt die relative Feuchte im Druckgas 100 %. Um diese Feuchte auf einen vorgegebenen Wert senken zu können, wird das Druckgas über eine Leitung 76 durch einen Wärmetauscher 65 geführt, wo es mittels der dem Wärmetauscher 65 zugeführten thermischen Energie der Wärmekraftmaschine 20 erwärmt wird. Dazu ist die Wärmekraftmaschine 20 über Leitungen 73,74 mit dem Wärmetauscher 65 verbunden. Diese Leitungen 73,74 können Teil des Schmier- und/oder Kühlkreislaufes der Wärmekraftmaschine 20 sein. Nach der Erwärmung wird das Druckgas über eine Leitung 77 den Entnahmehähnen 53 zugeführt.

Figur 2 zeigt in einem gleichen Funktionsschaubild wie Figur 1 eine andere Ausführungsform, wobei für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen verwendet worden sind. Das zu verdichtende Gas wird über einen Ansaugfilter 10 gereinigt und über eine Ansaugleitung 11 einem flüssigkeitsgekühlten Verdichteraggregat 40 zugeführt. Als An-

trieb des Verdichters 40 wird hier ebenfalls eine Wärmekraftmaschine 20 verwendet. Das verdichtete Gas-Flüssigkeitsgemisch gelangt aus dem Verdichter 40 über eine Leitung 12 zum Abscheider 55. Der Abscheider 55 wird druckmäßig durch ein Sicherheitsventil 51 überwacht. Das noch feuchte Druckgas gelangt über eine Leitung 71 und einem darin angeordneten Druckhalte-Rückschlagventil 52 zu einem Nachkühler 60, der mit einem Kondensatabscheider 61 gekoppelt ist. Der weitere Weg des Druckgases entspricht der in der Figur 1 dargestellten Ausführungsform. Die im Abscheider 55 abgeschiedene Flüssigkeit wird aus dem Flüssigkeitsumpf über die Leitung 15,16,18 dem Verdichter 40 wieder rückgeführt. Die Rückführung erfolgt über den im Abscheider 55 herrschenden Systemdruck.

In der Rückführleitung 15,16,18 ist ein Filter 41 und ein Öl- oder Flüssigkeitskühler 44 angeordnet.

In Figur 3 ist in einem vergleichbaren Funktionsschaubild wie Fig. 2 eine weitere Ausführungsform dargestellt. Im Unterschied zu den in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsformen wird in diesem Beispiel die thermische Energie der rückgeführten Kühl- und Schmierflüssigkeit für die Erwärmung des Druckgases genutzt. Dazu ist in der Rückführleitung 15,16,17,18 ein Wärmetauscher 42 zwischen dem Filter 41 und dem Öl- oder Flüssigkeitskühler 44 angeordnet. Auf der Gasseite ist dieser Wärmetauscher 42 über Leitungen 76,77 mit dem Druckgassystem verbunden. Je nach Auslegung der Anlage kann der Öl- oder Flüssigkeitskühler 44 gleich groß gewählt werden wie bei der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform oder alternativ auch kleiner, da ein Teil der erforderlichen Rückkühlung über den in der Rückführleitung 16,17 angeordneten Wärmetauscher 42 erfolgt. Bei der in Figur 3 dargestellten Ausführungsform ist die Art des Antriebsaggregates für den Verdichter 40 frei, da dieses für die Erwärmung des Druckgases nicht genutzt wird. Es kann wie hier dargestellt ein Elektromotor, aber ebenso alternativ ein Dieselmotor entsprechend der Darstellung in den Figuren 1 oder 2 sein bzw. ein anderes Antriebsaggregat.

Figur 4 zeigt eine weitere Variante der Ausführungsform gemäß Figur 2. Im Unterschied dazu ist in der Druckleitung 71 zwischen Druckbehälter 55 und Wärmetauscher 65 kein Nachkühler 60 vorgesehen und das verdichtete Gas wird vor Abgabe an die Verbrauchsstellen 53 durch die Schmier- und/oder Kühlflüssigkeit der Wärmekraftmaschine 20 erwärmt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verdichten eines gasförmigen Mediums, insbesondere Luft, bei dem mittels eines durch die Nutzseite einer Wärmekraftma-

schine angetriebenen Verdichters, angesaugtes Gas von einem niedrigen Ausgangsdruck, insbesondere Atmosphärendruck auf einen in einem Druckbehälter vorgegebenen Enddruck verdichtet und nach Entnahme aus dem Druckbehälter und vor Abgabe an die Verbrauchsstellen unter Nutzung der thermischen Energie der Wärmekraftmaschine mittels eines Wärmetauschers erwärmt wird,

dadurch gekennzeichnet,

daß zur Erzeugung eines Gases mit geringer relativer Feuchte der Wärmetauscher mit der thermischen Energie des Schmier- und/oder Kühlkreislaufes der Wärmekraftmaschine beaufschlagt wird.

5

10

15

2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 mit einem Verdichter, der mit der Nutzseite einer Wärmekraftmaschine und dessen Druckstutzen über eine Leitung mit einem Druckbehälter und einem nachgeschalteten Wärmetauscher mit den Verbrauchsstellen und der Wärmetauscher über eine Leitung thermisch mit der Wärmekraftmaschine verbunden ist,
- dadurch gekennzeichnet,**
- daß die Verbindungsleitungen (73, 74) zwischen Wärmetauscher (65) und der Wärmekraftmaschine (20) Teil des Schmier- und/oder Kühlkreislaufes der Wärmekraftmaschine (20) ist.

20

25

30

3. Verfahren zum Verdichten eines gasförmigen Mediums, insbesondere Luft, bei dem mittels einer durch die Nutzseite eines Antriebsaggregates angetriebenen flüssigkeitsgekühlten Verdichters, angesaugtes Gas von einem niedrigeren Ausgangsdruck, insbesondere Atmosphärendruck auf einen vorgegebenen Enddruck verdichtet und vor Abgabe an die Verbrauchsstellen erwärmt wird, wobei der Erwärmung eine Nachkühlung des verdichteten Gases vorgeschaltet ist und die im Abscheider abgeschiedene Flüssigkeit dem Verdichter rückgeführt und vor der Einspritzung in den Verdichter gekühlt wird,
- dadurch gekennzeichnet,**
- daß das gekühlte verdichtete Gas mit der thermischen Energie der vom Abscheider rückgeführten Flüssigkeit beaufschlagt wird.

35

40

45

50

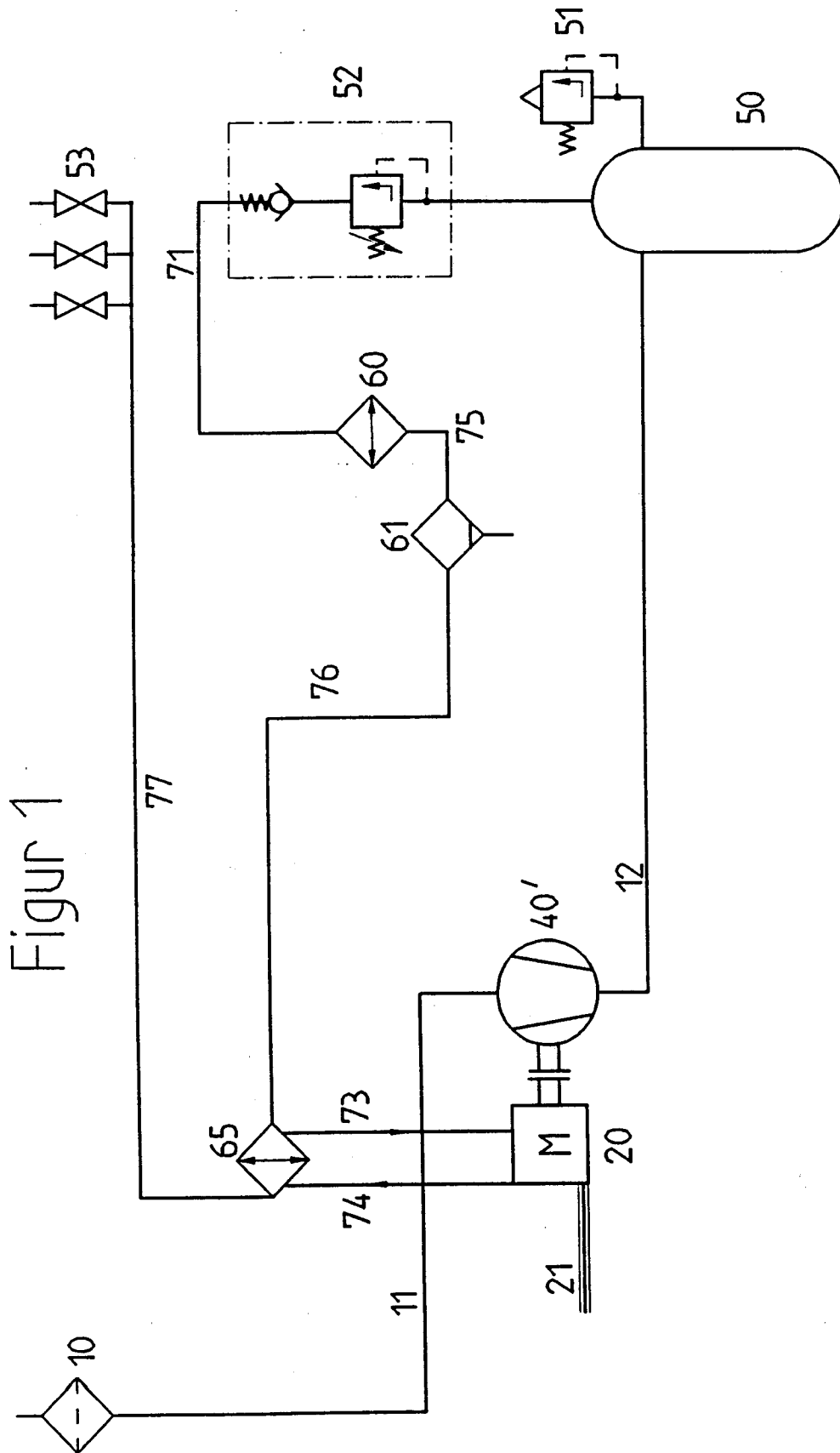
4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 3 mit einem flüssigkeitsgekühlten Verdichter, der mit der Nutzseite eines Antriebsaggregates und dessen Druckstutzen über eine Leitung mit einem Abscheider und der Flüssigkeitssumpf des Abscheiders über eine Rückführleitung, in der ein Filter und ein

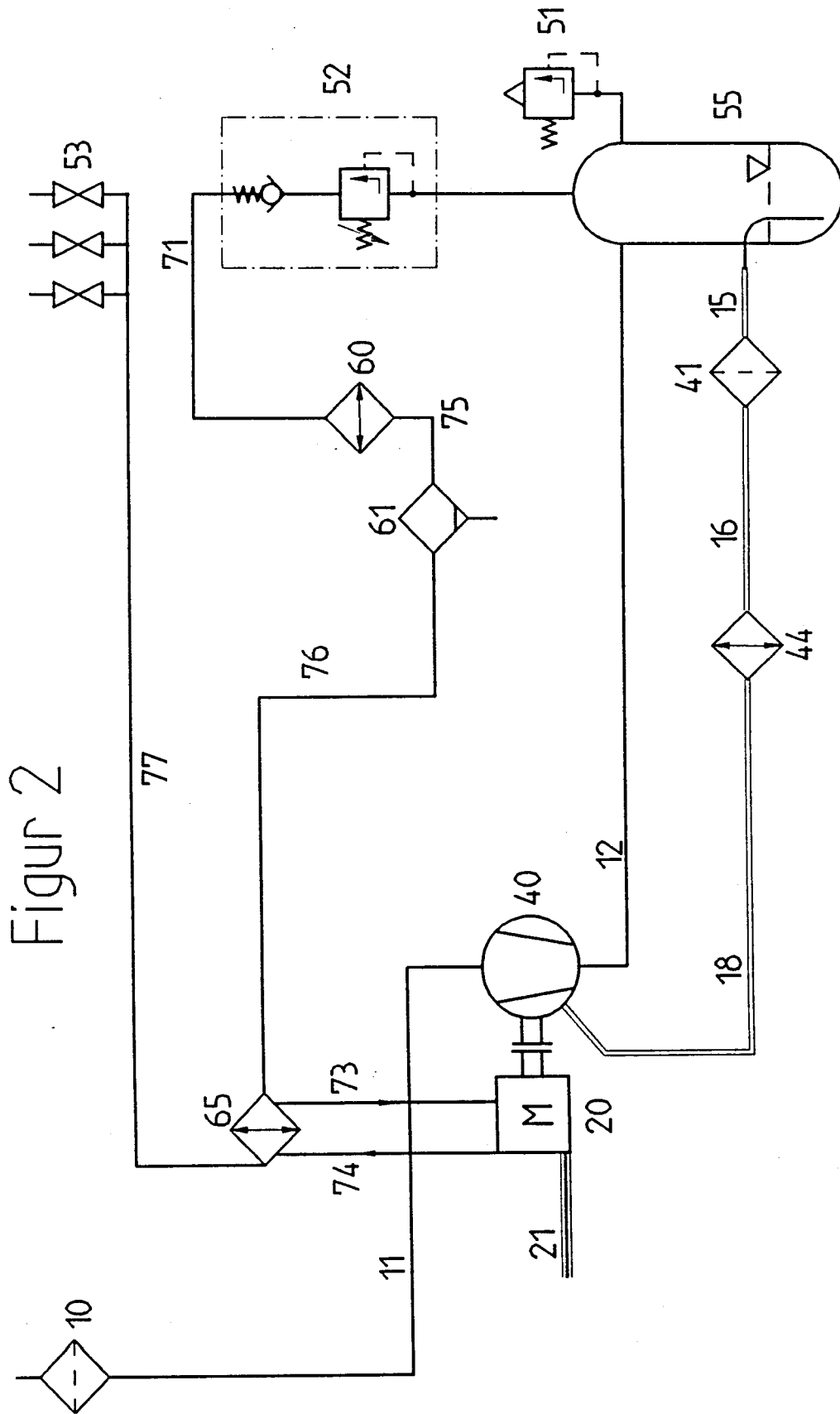
55

Kühler angeordnet sind, mit dem Verdichter verbunden sind und zwischen Abscheider und den Verbrauchsstellen ein Kühler sowie ein Kondensatabscheider und ein Wärmetauscher angeordnet sind,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Wärmetauscher (42) in der Rückführleitung (16, 17) zwischen Filter (41) und Nachkühler (44) angeordnet ist.





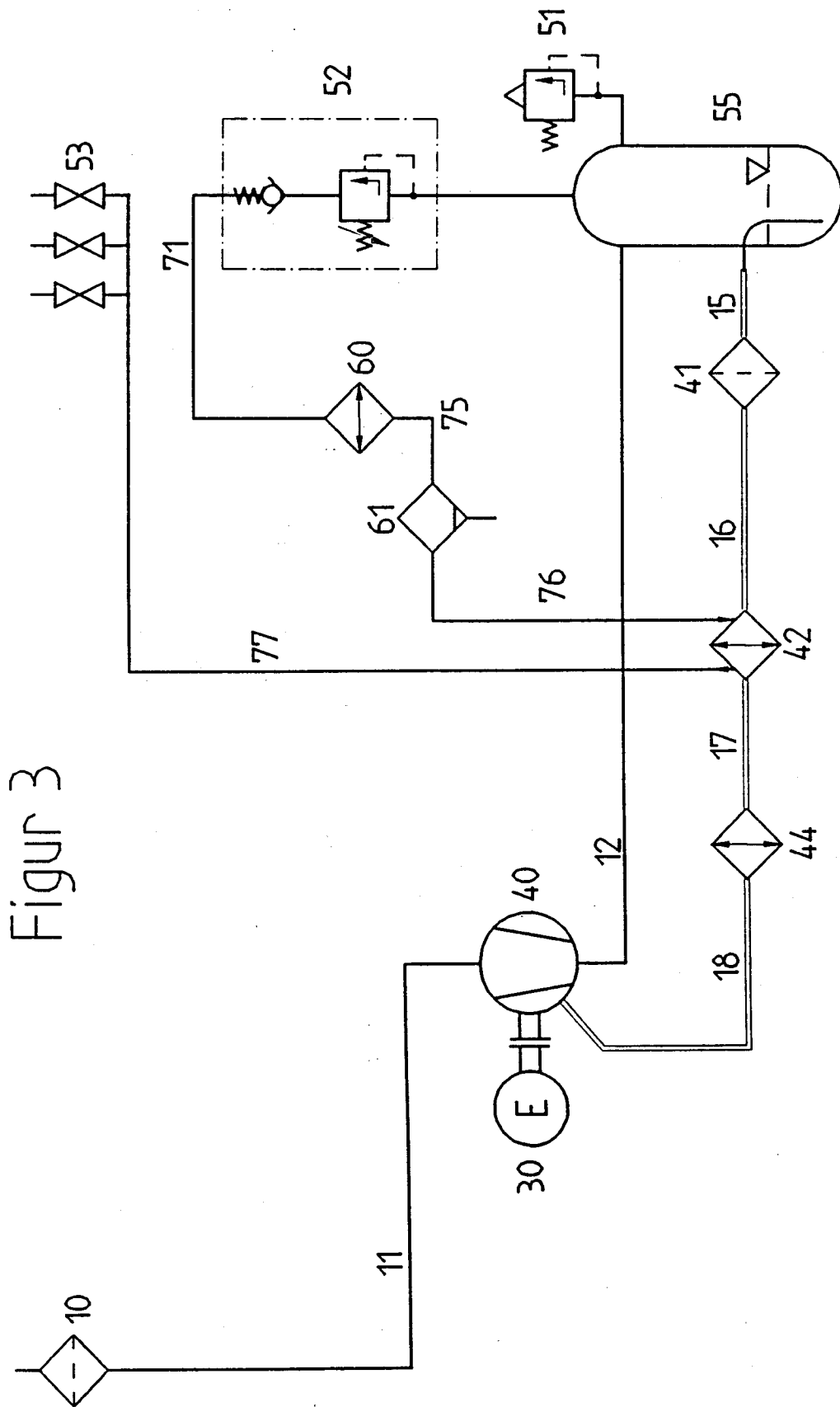
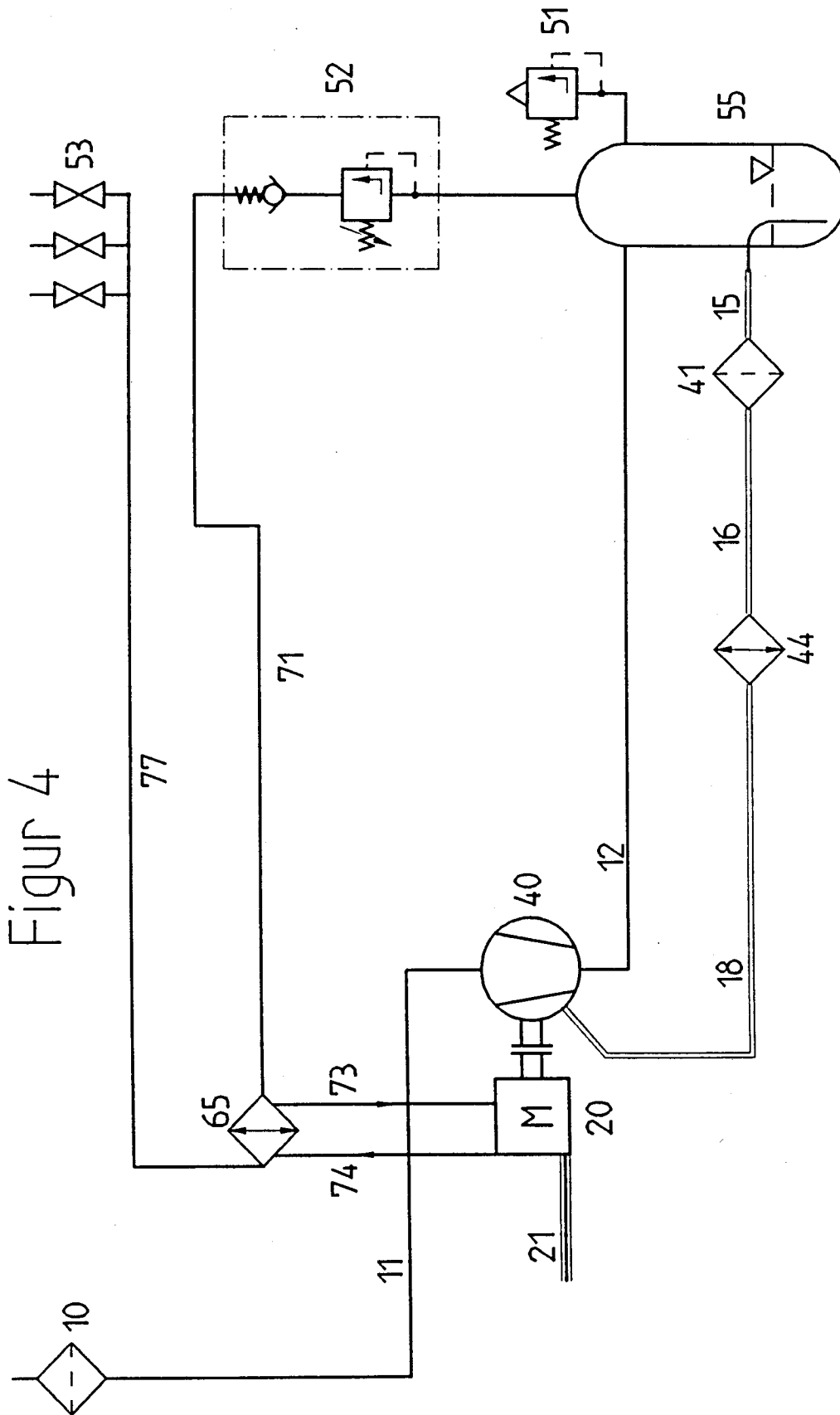


Figure 3





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 94 25 0063

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.5)
A,D	DE-U-86 01 519 (PRESSLUFT-FRANTZ) * Seite 4, Zeile 5 - Seite 5, Zeile 4; Abbildung 2 *	1,3	F04B41/00 F04B39/06 F04B35/00
A	US-A-3 152 753 (ADAMS) * Spalte 3, Zeile 10 - Spalte 4, Zeile 45; Abbildungen *	1,3	
A,D	DE-U-75 22 395 (SULLAIR)		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.5)
			F04B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 1. Juli 1994	Prüfer Narminio, A
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 : nichtschriftliche 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 I : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	