



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 530 839 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **92115205.4**

(51) Int. Cl. 5: **B01F 3/04**

(22) Anmeldetag: **05.09.92**

(30) Priorität: **06.09.91 DE 4129594**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**10.03.93 Patentblatt 93/10**

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

(71) Anmelder: **Marquardt, Jürgen  
Buschgarten 7  
W-3411 Katlenburg(DE)**

(72) Erfinder: **Marquardt, Jürgen  
Buschgarten 7  
W-3411 Katlenburg(DE)**

(74) Vertreter: **Rehberg, Elmar, Dipl.-Ing.  
Postfach 3162 Am Kirschberge 22  
W-3400 Göttingen (DE)**

(54) **Vorrichtung zum Dispergieren von den in einer Flüssigkeit verteilten Feststoffen.**

(57) Eine Vorrichtung zum Dispergieren von in einer Flüssigkeit verteilten Feststoffen, insbesondere Klär- und Industrieschlämme, weist einen Behälter für die Flüssigkeit, eine in dem Behälter angeordnete, um ihre Drehachse (4) rotierend antreibbare Welle (5) und mit Abstand zu der Welle (5) drehfest an der Welle (5) gelagerte Dispergierwerkzeuge (6) auf. Die Dispergierwerkzeuge (6) umfassen eine in Umlaufrichtung um die Drehachse 4 der Welle (5) durchgehende, randseitig umschlossene Öffnung (7). Die Öffnung (7) weist einen Expansionsbereich (14) auf, in den ihr freier Querschnitt entgegen der Umlaufrichtung ansteigt.

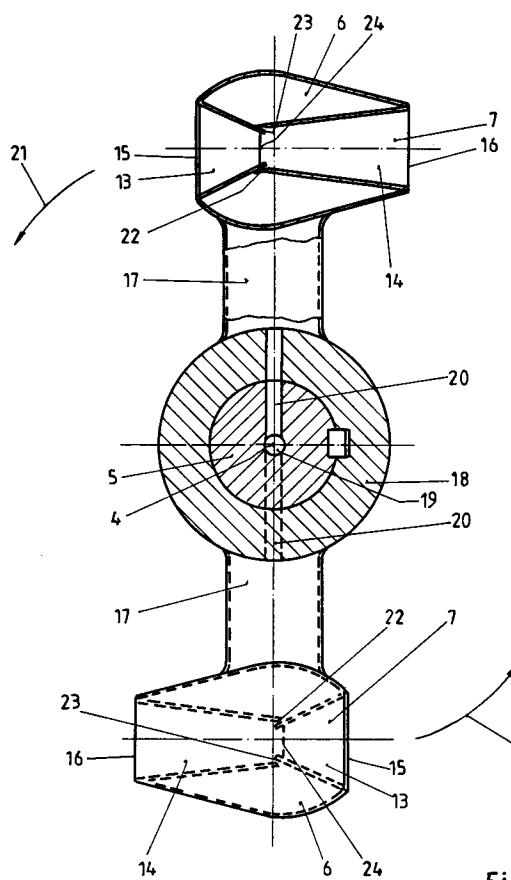


Fig. 3

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Dispergieren von in einer Flüssigkeit verteilten Feststoffen, insbesondere Klär- und Industrieschlämme, mit einem Behälter für die Flüssigkeit, einer in dem Behälter angeordneten, um ihre Drehachse rotierend antreibbaren Welle und mit Abstand zu der Welle drehfest an der Welle gelagerten Dispergierwerkzeugen. Bei der Behandlung verschiedener Abwasser hat sich herausgestellt, daß ein feines Dispergieren der in der Flüssigkeit verteilten Feststoffe die Eigenschaften des Abwassers äußerst positiv beeinflußt. So ist die reaktive Oberfläche der Feststoffe, welche die Geschwindigkeit eines möglichen Zersetzungsprozesses bestimmt, bei feiner Dispersion der Feststoffe am größten. Diese große Oberfläche erlaubt auch die Anlagerung von Gasen, wie beispielsweise Luft, an die Feststoffe, so daß sich diese durch ihr verringertes Gewicht an der Oberfläche der Flüssigkeit absetzen. Durch die Anlagerung von Luft wird ferner eine Zersetzung der Feststoffe durch aerobe Bakterien gefördert, was sich insbesondere bezüglich der Geruchsentwicklung positiv auswirkt. Letztlich wird auch die Wasserbindefähigkeit der Feststoffe mit fortschreitendem Dispersionsgrad erhöht. Dies spielt insbesondere bei der Behandlung von Gülle, eventuell unter zusätzlicher Zugabe von Bindemitteln, eine wesentliche Rolle. Beim Ausbringen von Gülle als Düngemittel besteht nämlich die große Gefahr, daß dünnflüssige Güllebestandteile bis in das Grundwasser vordringen.

Eine Vorrichtung, die weitgehend der eingangs beschriebenen Art entspricht und zur Belüftung von Flüssigkeiten vorgesehen ist, wird in der US-PS 17 79 181 beschrieben. Dabei sind um eine Drehachse rotierend antreibbare Belüftungskörper vorgesehen, die eine in Umlaufrichtung um die Drehachse durchgehende, randseitig geschlossene Öffnung aufweisen. Die randseitig geschlossene Öffnung wird von einem inneren Zylindermantel gebildet, der mit Abstand von einem äußeren Zylindermantel umgeben ist. Die äußere Zylindermantelumgebung bildet die äußere Oberfläche der Belüftungswerkzeuge. Der Raum zwischen dem inneren und dem äußeren Zylindermantel ist in Umlaufrichtung durch eine V-förmige Abdeckung verschlossen. Entgegen der Umlaufrichtung ist der Raum offen ausgebildet, so daß von hier aus in den Raum eingepumpte oder durch Zentrifugalkräfte eingesaugte Luft in die Flüssigkeit eingebracht wird. Zum Dispergieren ist die bekannte, zum Belüften von Flüssigkeiten vorgesehene Vorrichtung nur sehr bedingt geeignet.

Eine Vorrichtung zum Aufmischen einer zähflüssigen Flüssigkeit mit um eine Drehachse rotierend antreibbaren Rührwerkzeugen, die eine in Umlaufrichtung um die Drehachse durchgehende, randseitig geschlossene Öffnung aufweisen, ist aus der GB-OS 22 15 628 bekannt. Auch diese Vorrich-

tung entspricht damit weitgehend der eingangs beschriebenen Art, ist aber nicht zum Dispergieren von in einer Flüssigkeit verteilten Feststoffen vorgesehen. Die Rührwerkzeuge weisen eine kegelmantelabschnittsförmige Form auf, wobei der freie Querschnitt der Öffnung in der Umlaufrichtung abnimmt. Wenn diese Rührwerkzeuge wie in der GB-OS 22 15 628 gefordert mit einer Mindestgeschwindigkeit von etwa 50 km/h um ihre Drehachse umlaufen, wird die zähflüssige Flüssigkeit wie gewünscht stark durchgemischt, hierzu sind aber noch die kegelmantelabschnittsförmigen Rührkörper gegenüber der Ebene in der sie um ihre Drehachse umlaufen, verkippt anzurufen. Auch diese Vorrichtung ist zum Dispergieren von in einer Flüssigkeit verteilten Feststoffen nur sehr bedingt geeignet, da sie für diesen Verwendungszweck auch gar nicht vorgesehen ist.

Eine Vorrichtung zum Dispergieren von in einer Flüssigkeit verteilten Feststoffen ist aus der DE-OS 38 32 600 bekannt. Bei dieser Vorrichtung sind als Dispergierwerkzeuge von der Drehachse der Welle wegstehende, in Form und Anordnung mit den Zähnen eines Kreissägeblatts vergleichbare Schlagflügel vorgesehen. Die einzelnen Schlagflügel sind zu ihrer Umlaufrichtung abgewinkelt ausgerichtet, so daß sie als Strömungsprofile in der Flüssigkeit hinter einer Vorderkante auf ihrer einen Seite einen Überdruck- und auf ihrer anderen Seite einen Unterdruckbereich ausbilden. Beim Eintreten der Flüssigkeit in den Unterdruckbereich wirken auf die Einzelbestandteile der Feststoffe die Feststoffe in kleinere Bestandteile auflösenden Kräfte ein. Bei der bekannten Vorrichtung kann dem die Werkzeuge tragenden, scheibenförmigen Blatt ein zweites Blatt zugeordnet sein. Zwischen den beiden Blättern ist ein Spalt ausgebildet, über den Luft in die durch die Werkzeuge hervorgerufenen Unterdruckbereiche eingebracht werden kann. Für die Zuführung der Luft ist ein sich durch die Welle erstreckender Luftkanal vorgesehen. Beim Einsatz der bekannten Vorrichtung hat sich herausgestellt, daß nur ein mäßiger Dispersionsgrad erzielt werden kann. Über die Auswirkung der mechanischen Zerkleinerung hinaus findet keine nennenswerte Aufspaltung der Feststoffe statt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs beschriebenen Art derart weiterzubilden, daß ein wirkungsvolles Dispergieren des Feststoffs über seine mechanische Zerkleinerung hinaus möglich ist.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß die Öffnung einen Expansionsbereich aufweist, in dem ihr freier Querschnitt entgegen der Umlaufrichtung ansteigt. Der ansteigende freie Querschnitt des Expansionsbereichs führt zu einer beträchtlichen Einwirkung von Unterdruck auf die durch die Öffnung hindurchbewegte Flüssigkeit. Hierbei

hängt der maximal erreichbare Unterdruck sowie das maximal erreichbare Druckgefälle sowohl von der Umlaufgeschwindigkeit des Werkzeugs in der Flüssigkeit als auch von der geometrischen Gestaltung des Expansionsbereichs ab. In jedem Fall scheint es sich jedoch äußerst positiv auszuwirken, daß keine Flüssigkeit seitlich in den Expansionsbereich einströmen kann und so den Aufbau des Unterdrucks verhindert.

Die Öffnung kann einen Kompressionsbereich aufweisen, der in der Umlaufrichtung vor dem Expansionsbereich angeordnet ist und in dem der freie Querschnitt der Öffnung entgegen der Umlaufrichtung abfällt. Als besonders effektiv hat es sich erwiesen, durch die Anordnung eines derartigen Kompressionsbereichs die Flüssigkeit anfangs unter Überdruck zu setzen und erst anschließend den Unterdruck einwirken zu lassen. Der auf diese Weise herbeiführbare Druckunterschied vermag auch durch größere Kräfte zusammengehaltene Feststoffpartikel auseinanderzureißen und resultiert somit in einer besonders guten Dispersion der Feststoffe.

Der maximale freie Querschnitt der Öffnung im Kompressionsbereich kann größer als der maximale freie Querschnitt der Öffnung im Expansionsbereich sein. Hierbei kann das Verhältnis des maximalen freien Querschnitts der Öffnung im Kompressionsbereich zu dem im Expansionsbereich und zu dem dazwischen befindlichen minimalen freien Querschnitts der Öffnung etwa 2,5 : 2 : 1 betragen. Diese Bemaßungen, die sich auf die jeweiligen Durchmesser beziehen und daher für die entsprechenden Flächen zu quadrieren sind, haben sich als besonders vorteilhaft herausgestellt. Überraschend ist hierbei, daß offensichtlich ein wesentlicher Schwerpunkt der Wirkung der Dispergierwerkzeuge auf dem anfänglichen Aufbau des Überdrucks beruht.

Für die Dispergierwerkzeuge können im Querschnitt ellipsen- oder tropfenförmige Tragarme vorgesehen sein. Die Form der Tragarme bestimmt deren Strömungswiderstand in der Flüssigkeit. Ellipsen- und insbesondere tropfenförmige Tragarme weisen einen vorteilhaft geringen Strömungswiderstand auf, der die Dispergierwerkzeuge vorteilhaft und damit effektive Umlaufgeschwindigkeiten um die Welle erreichen läßt.

Die Öffnung in den Dispergierwerkzeugen kann rotationssymmetrisch ausgebildet sein. Derartige Öffnungen sind fertigungstechnisch vorteilhaft; ferner gibt es bei rotationssymmetrischen Öffnungen keine Nischen, in denen sich Feststoff-Teilchen ablagern könnten.

Die Dispergierwerkzeuge können in ihren äußeren Konturen tropfenförmig ausgebildet sein. Hierdurch wird ein geringer Strömungswiderstand, der nicht effektiv zum Dispergieren der Feststoffe ge-

eigneten Flächen der Werkzeuge, erreicht.

Entgegen der Umlaufrichtung am Beginn des Expansionsbereichs kann eine Zuführöffnung für Luft vorgesehen sein, die mit einem sich durch die Welle erstreckenden Luftkanal in Verbindung steht. Der sich in dem Expansionsbereich entwickelnde Unterdruck ist zum Ansaugen und Einmischen von Luft in die Flüssigkeit nutzbar. Zu diesem Zweck sind vorteilhafterweise am Beginn des Expansionsbereichs Zuführöffnungen für Luft vorzusehen. Die Luftbeimischung ist wie bekannt, sinnvoll um die Zersetzung vieler Feststoffe zu fördern oder ihr Abtrennen von der Flüssigkeit zu erleichtern.

Die Zuführöffnung kann über den Luftkanal mit einer Quelle für Druckluft verbindbar sein. Für eine gezielte Anwendung von Druckluft ist die in die Flüssigkeit eingebrachte Luftpumpe stark erhöhbar. Es ist jedoch darauf zu achten, daß nicht so viel Druckluft in den Expansionsbereich gepreßt wird, daß die notwendigen Druckschwankungen, die auf die Flüssigkeit einwirken sollen, nicht mehr auftreten.

Die Dispergierwerkzeuge können zum Erreichen und Einhalten einer Umlaufgeschwindigkeit in der Flüssigkeit um die Drehachse von mehr als 500 km/h, insbesondere von mehr als 580 km/h vorgesehen sein. Bei diesen vergleichsweise sehr hohen Geschwindigkeiten stellt sich ein besonders guter Dispergiereffekt ein. Dies kann nicht allein auf die mechanische Zerkleinerung der Feststoffe durch die Dispergierwerkzeuge zurückgeführt werden, sondern beruht auf der Druckbehandlung der Feststoffe beim Durchlaufen durch die Öffnung in den Dispergierwerkzeugen.

Die Erfindung soll im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert und beschrieben werden. Es zeigt:

Figur 1 einen Längsschnitt durch die Vorrichtung zum Dispergieren,

Figur 2 Dispergierwerkzeuge im Längsschnitt als Detail von Figur 1 und

Figur 3 die Dispergierwerkzeuge gemäß Figur 2 im Querschnitt.

Die in Figur 1 dargestellte Vorrichtung 1 zum Dispergieren von in einer Flüssigkeit verteilten Feststoffen weist einen Behälter 2 für die Flüssigkeit und eine in dem Behälter 2 angeordnete, durch einen Motor 3 um ihre Drehachse 4 rotierend antreibbare Welle 5 auf. Mit Abstand zu, aber drehfest an der Welle sind Dispergierwerkzeuge 6 gelagert. Wenn die Welle 5 von dem Motor 3 angetrieben wird, laufen die Dispergierwerkzeuge 6 also mit der Welle 5 um deren Drehachse 4 um. Die Dispergierwerkzeuge 6 umfassen jeweils eine in Umlaufrichtung um die Drehachse der Welle durchgehende randseitig geschlossene Öffnung 7. Der Behälter 2 weist einen Einlaß 8 für die Flüssigkeit mit den darin verteilten Feststoffen und einen Aus-

laß 9 für die behandelte Flüssigkeit auf. Zumindest in dem Auslaß 9 ist ein absperrbares Ventil 10 vorgesehen.

Der Detaildarstellung gemäß Figur 2 ist zu entnehmen, daß die Dispergierwerkzeuge 6 jeweils rotationssymmetrisch ausgebildet sind. Des weiteren ist eine Struktur der Öffnungen 7 aufzulösen. In Umlaufrichtung der Dispergierwerkzeuge 6 um die Drehachse 4, die hier durch übliche Symbole 11 und 12 wiedergegeben ist, liegt jeweils ein Kompressionsbereich 13 vor einem Expansionsbereich 14. Während der freie Querschnitt der Öffnung in den Kompressionsbereichen 13 entgegen der Umlaufrichtung abfällt, nimmt er in den Expansionsbereichen 14 zu. Hierbei ist der maximale freie Querschnitt 15 in den Kompressionsbereichen 13 größer als der maximale freie Querschnitt 16 in den Expansionsbereichen 14. Die Öffnungen 7 weisen also letztlich eine unsymmetrische Doppeltrichterform auf. Für die Dispergierwerkzeuge 6 sind Tragarme 17 vorgesehen, die über ein Zwischenstück 18 mit der Welle 5 in Verbindung stehen. In der Welle 5 erstreckt sich ein Luftkanal 19, der mit einer außerhalb des Behälters 2 angeordneten Quelle für Druckluft verbindbar ist und über Verzweigungen 20 verfügt, die bis zu den Öffnungen 7 in den Dispergierwerkzeugen 6 führen.

Aus Figur 3 ist der genaue Aufbau der Öffnungen 7 mit den Kompressionsbereichen 13 und den Expansionsbereichen 14, der anhand Figur 2 beschrieben wurde, noch deutlicher zu erkennen. Hierbei deuten Pfeile 21 die Umlaufrichtung der Dispergierwerkzeuge 6 um die Drehachse 4 der Welle 5 an. Nicht offensichtlich ist jedoch die tropfenförmige Ausbildung der Tragarme 17. Die Tragarme 17 sind ebenso wie die Dispergierwerkzeuge 6 aus Metallblech ausgebildet und hohl. Um den Strömungswiderstand der Dispergierwerkzeuge 6 in der Flüssigkeit herabzusetzen, sind auch deren äußere Konturen tropfenförmig ausgeformt. Zuführöffnungen 22, die mit dem Luftkanal 19 in der Welle 5 in Verbindung stehen, sind direkt am Beginn der Expansionsbereiche 14 zum Einmischen von Luft in die zu behandelnde Flüssigkeit vorgesehen. Die Zuführöffnungen 22 sind hierbei als gegen die Umlaufrichtung der Werkzeuge 6 gerichtete Ringdüsen 23 ausgebildet. Auf diese Weise wird eine mit einer Wasserstrahlpumpe vergleichbare Injektoranordnung geschaffen. Das Verhältnis des maximalen freien Querschnitts 15 der Öffnung 7 im Kompressionsbereich 13 zu dem maximalen freien Querschnitt 16 im Expansionsbereich 14 und zu dem dazwischen befindlichen minimalen freien Querschnitt 24 der Öffnung 7 sollte etwa 2,5 : 2 : 1 betragen. Hierbei ist als Maß für den freien Querschnitt jeweils dessen Durchmesser anzusetzen. Im vorliegenden Fall betragen die als vorteilhaft ermittelten Werte 65, 52 und 25 mm. Ein effektives

Dispergieren der in der Flüssigkeit verteilten Feststoffe ist erst bei relativ hohen Umlaufgeschwindigkeiten der Dispergierwerkzeuge 6 um die Drehachse 4 möglich. Eine gute Effektivität hat sich bei einer Geschwindigkeit von 580 km/h, also knapp 600 km/h gezeigt. Die Dispergierwirkung der Dispergierwerkzeuge ist hierbei einmal auf eine mechanische Zerkleinerung beim Auftreffen der Feststoffe auf verschiedene Bereiche des Werkzeugs zurückzuführen. Zum anderen ist der sich in der Öffnung 7 ausbildende Druckgradient insbesondere für das Zerteilen bereits mechanisch vorbehandelter Feststoff-Teilchen ursächlich.

#### Bezugszeichenliste:

1	=	Vorrichtung
2	=	Behälter
3	=	Motor
4	=	Drehachse
5	=	Welle
6	=	Dispergierwerkzeuge
7	=	Öffnung
8	=	Einlaß
9	=	Auslaß
10	=	Ventil
11	=	Symbol
12	=	Symbol
13	=	Kompressionsbereich
14	=	Expansionsbereich
15	=	Querschnitt
16	=	Querschnitt
17	=	Tragarm
18	=	Zwischenstück
19	=	Luftkanal
20	=	Verzweigung
21	=	Pfeil
22	=	Zuführöffnung
23	=	Ringdüse
24	=	Querschnitt

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Dispergieren von in einer Flüssigkeit verteilten Feststoffen, insbesondere Klär- und Industrieschlämme, mit einem Behälter für die Flüssigkeit, einer in dem Behälter angeordneten, um ihre Drehachse rotierend antreibbaren Welle und mit Abstand zu der Welle drehfest an der Welle gelagerten Dispergierwerkzeugen, wobei die Dispergierwerkzeuge eine in Umlaufrichtung um die Drehachse der Welle durchgehende, randseitig geschlossene Öffnung umfassen, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnung (7) einen Expansionsbereich (14) aufweist, in dem ihr freier Querschnitt entgegen der Umlaufrichtung ansteigt.

- 2.** Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnung (7) einen Kompressionsbereich (13) aufweist, der in der Umlaufrichtung vor dem Expansionsbereich (14) angeordnet ist und in dem der freie Querschnitt der Öffnung (7) entgegen der Umlaufrichtung abfällt. 5
- 3.** Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der maximale freie Querschnitt (15) der Öffnung (7) im Kompressionsbereich (13) größer als der maximale freie Querschnitt (16) der Öffnung im Expansionsbereich (13) ist. 10
- 4.** Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis des maximalen freien Querschnitts (15) der Öffnung (7) im Kompressionsbereich (13) zu dem maximalen freien Querschnitt (16) im Expansionsbereich (14) und zu dem dazwischen befindlichen minimalen freien Querschnitt (24) der Öffnung (7) etwa 2,5 : 2 : 1 beträgt. 15  
20
- 5.** Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für die Dispergierwerkzeuge (6) im Querschnitt ellipsen- oder tropfenförmige Tragarme (17) vorgesehen sind. 25
- 6.** Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnung (7) rotationssymmetrisch ausgebildet ist. 30
- 7.** Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Dispergierwerkzeuge (6) in ihren äußeren Konturen tropfenförmig ausgebildet sind. 35
- 8.** Vorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß entgegen der Umlaufrichtung am Beginn des Expansionsbereichs (14) eine Zuführöffnung (22) für Luft vorgesehen ist, die mit einem sich durch die Welle (5) erstreckenden Luftkanal (19) in Verbindung steht. 40  
45
- 9.** Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuführöffnung (22) über den Luftkanal (19) mit einer Quelle für Druckluft verbindbar ist. 50
- 10.** Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Dispergierwerkzeuge (6) zum Erreichen und Einhalten einer Umlaufgeschwindigkeit in der Flüssigkeit um die Drehachse (4) von mehr als 500 km/h, insbesondere von mehr als 580 km/h vorgesehen sind. 55

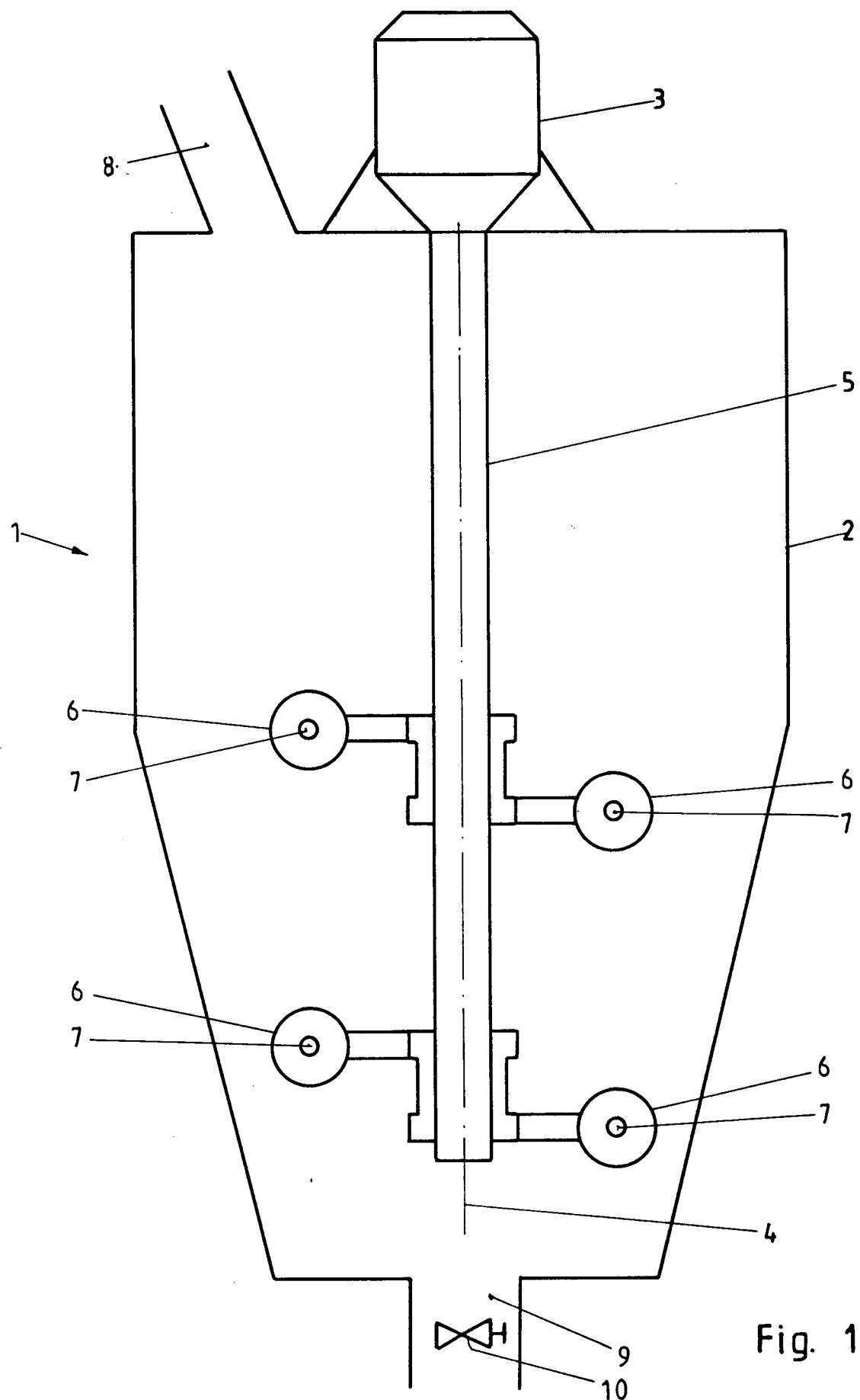
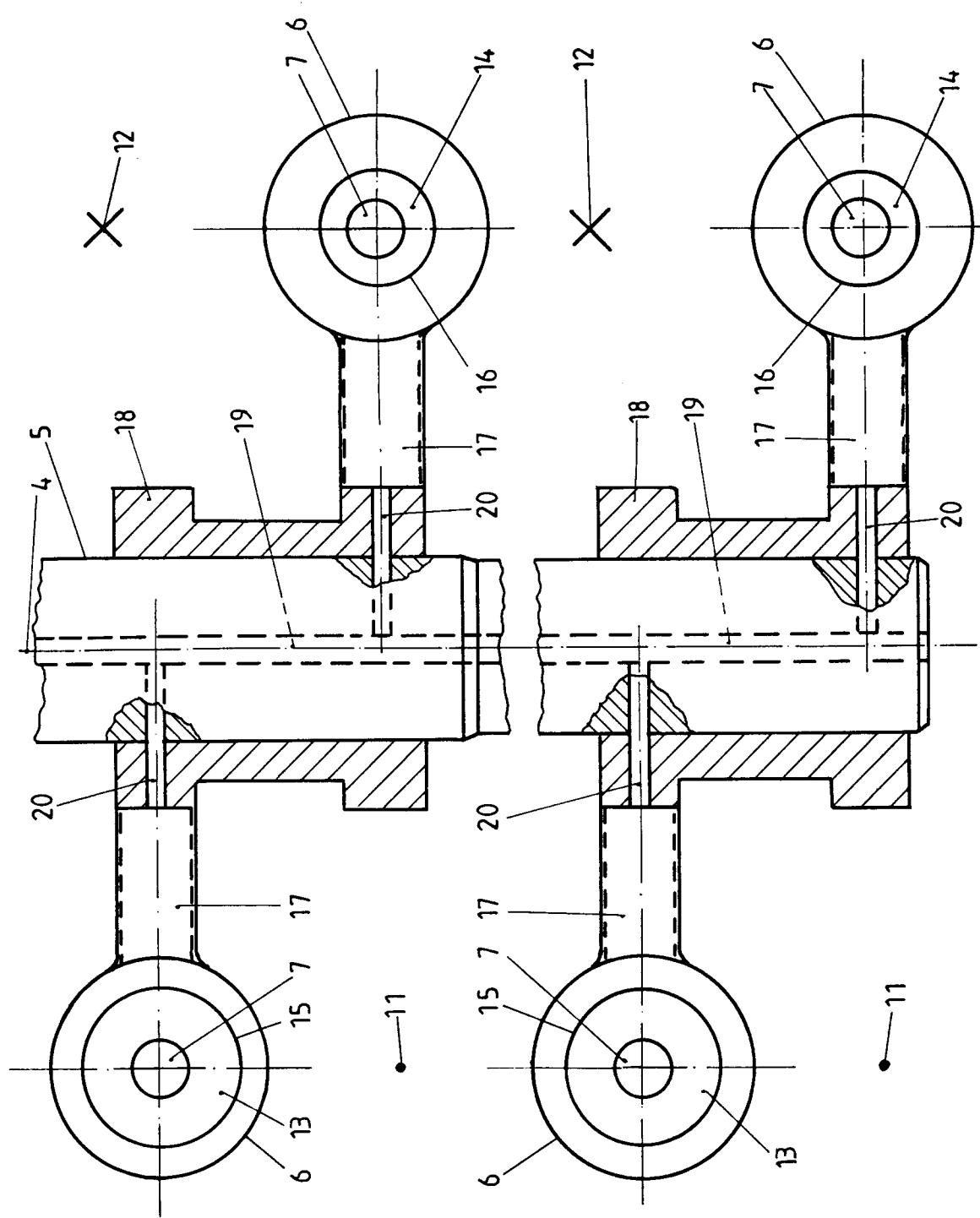


Fig. 1

Fig. 2



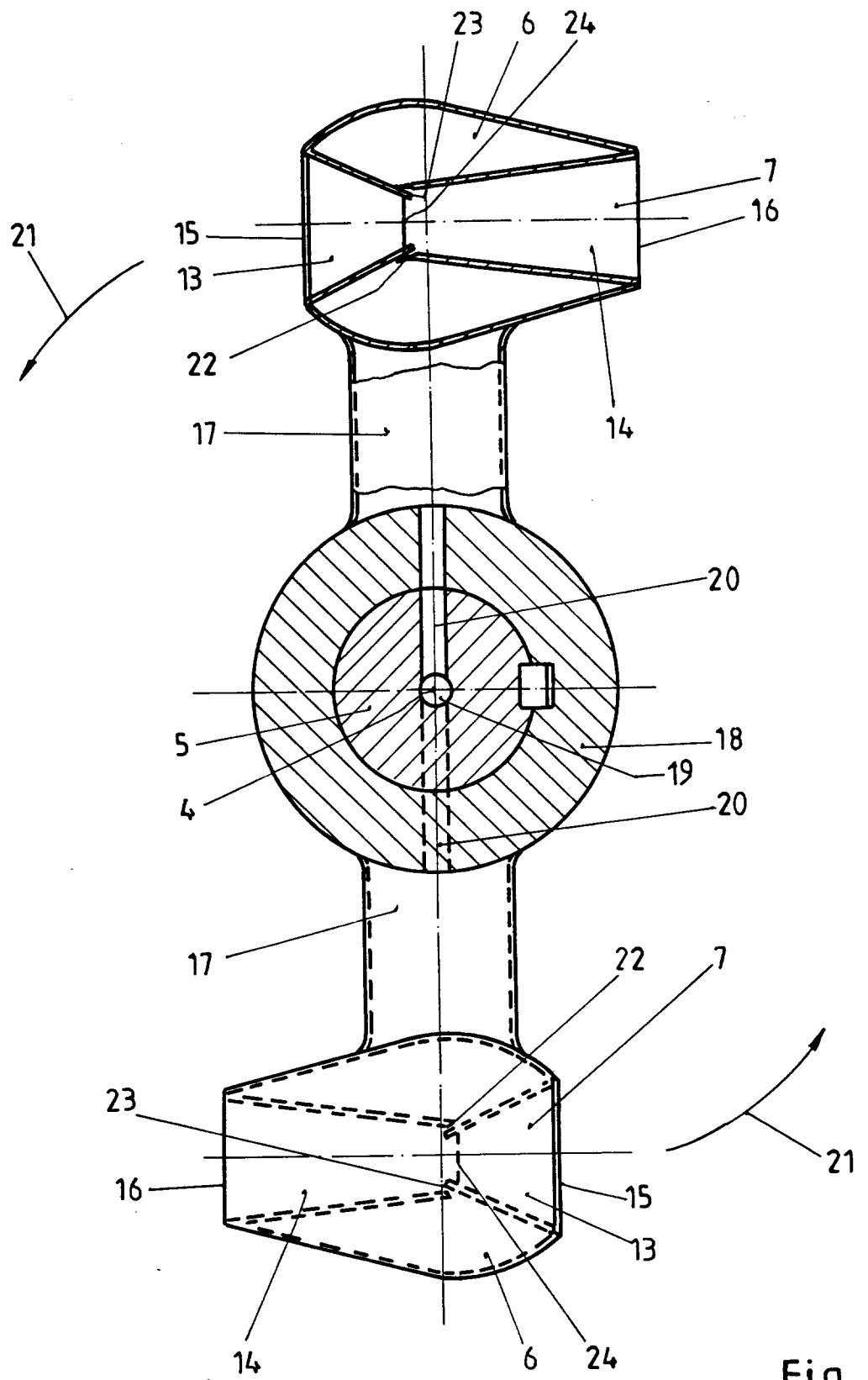


Fig. 3



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 11 5205

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X	FR-E-72 132 (KODAK-PATHE) ---	1-10	B01F3/04
X	WO-A-9 005 582 (SMALL) ---	1-10	
A	WO-A-8 910 185 (ENERGIAGAZDALKODASI) ---		
A	US-A-3 123 651 (GROSS) ---		
A	DE-A-2 500 887 (LINDE) ---		
A	DE-A-1 557 051 (ETA) -----		
RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int. Cl.5)			
B01F			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>	Abschlußdatum der Recherche <b>25 NOVEMBER 1992</b>	Prüfer <b>PEETERS S.</b>	
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b>		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
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			