



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Veröffentlichungsnummer:

0 175 639
A1

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑫① Anmeldenummer: 85730119.6

⑫② Anmeldetag: 10.09.85

⑫⑤ Int. Cl.⁴: **F 01 C 21/14**, F 01 C 21/16,
F 01 L 19/00, F 01 L 31/18,
F 01 K 7/00

⑫③ Priorität: 11.09.84 DE 3433762

⑫④ Veröffentlichungstag der Anmeldung: 26.03.86
Patentblatt 86/13

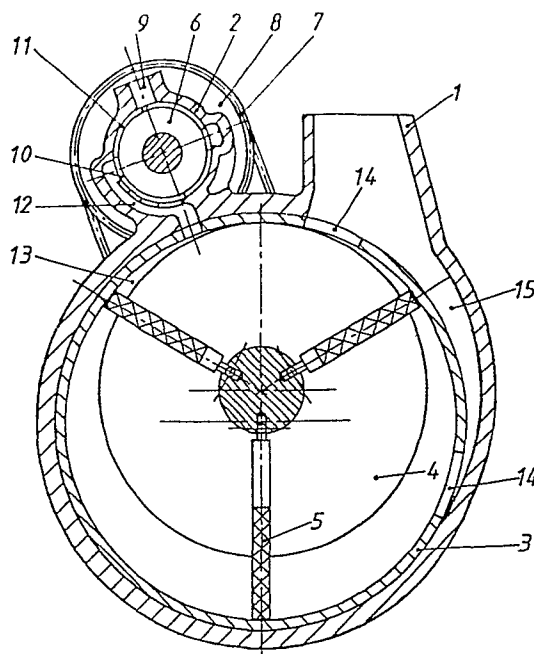
⑫⑧ Benannte Vertragsstaaten: AT BE CH DE FR GB IT LI LU
NL SE

⑫⑦ Anmelder: **ATP Arbeitsgruppe Technische
Photosynthese GmbH & Co. Produktions KG,**
Quastenhornweg 14a, D-1000 Berlin 22 (DE)

⑫⑦ Erfinder: **Schneider, Wolfgang, Dipl.-Ing., Fronhofer
Strasse 4, D-1000 Berlin 41 (DE)**

⑫④ **Thermodynamische Arbeitsmaschine.**

⑫⑦ Die Erfindung betrifft eine thermodynamische Arbeitsmaschine für ein überwiegend gasförmiges Arbeitsmittel nach dem Flügelzellenprinzip. Sie besteht darin, daß die Steuerung der mechanischen Leistung der Maschine abhängig von den Zustandsgrößen des Arbeitsmittels über einen vom Rotor (4) der Arbeitsmaschine angetriebenen Drehschieber (6) erfolgt, daß der Drehschieber von Reaktionskräften, die sich aus dem Gasdruck bzw. den Druckdifferenzen beim Öffnen und Schließen der Ein- und Auslaß-Kanäle ergeben, frei ist und daß die Arbeitsmaschine je nach Drehrichtung als Motor oder als Kompressor arbeitet, d.h. mechanische Arbeit abgibt oder aufnimmt.



EP 0 175 639 A1

ATP-Arbeitsgruppe
Technische Photosynthese
GmbH + Co. Produktions KG

D-1000 Berlin 22
Quastenhornweg 14a

P 34 33 762.8

Thermodynamische Arbeitsmaschine

Die Erfindung betrifft eine thermodynamische Arbeitsmaschine nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

05 Kleine Dampfkraftanlagen mit vorgegebenem Kesseldruck erfordern eine wirtschaftlich herzustellende wartungsarme Kraft- bzw. Arbeitsmaschine ohne zusätzlichen Ölkreislauf mit Trennungsvorrichtungen von Schmieröl und Arbeitsmedium. Ferner sollte eine Leistungsregelung der Maschine durch ein Steuerelement erfolgen, welches keine Drosselung des Ein-
10 bzw. Auslaßquerschnitts bewirkt und so den thermischen Wirkungsgrad der Gesamtanlage verschlechtert. Das Steuerelement darf keine nennenswerten Reaktionskräfte auf die Lager beim Öffnen oder Schließen hervorrufen, da dieses dem mechanischen Wirkungsgrad schaden würde. Ferner sollten die Stellkräfte
15 auf dieses Steuerelement so gering wie möglich sein, damit dem Gesamtprozeß für die Steuerung der Maschine kein Verlust entsteht.

- Es sind bereits nach dem Flügelzellenprinzip arbeitende Maschinen als Druckluftmotoren und Kompressoren bekannt. Es ist ferner bekannt, daß die Druckluftmotoren und der überwiegende Teil der Kompressoren mit Ölschmierung zur Er-
- 05 höhung der Abdichtung und Verschleißminderung versehen sind. Druckluftmotoren verfügen teilweise über Vorrichtungen zur Leistungsregelung. Bei den Kompressoren werden, um die Abdichtung zu verbessern und die Belastung und den Verschleiß zu mindern, Trennschieber teilweise schräggestellt.
- 10 Ölgeschmierte Maschinen können nur dort einfach eingesetzt werden, wo der Schmierstoff nicht als Verunreinigung des Arbeitsmediums aufgefaßt werden muß. Im anderen Falle müßte das Schmieröl, das immer als Verlustöl eingesetzt wird, aus dem Arbeitsmedium herausgefiltert werden, was vollständig
- 15 nicht möglich ist und auch unvollständig zu einem erheblichen technischen Aufwand führt. Ein Schrägstellen der Trennschieber begrenzt den Einsatz der Maschine auf eine Drehrichtung, d.h. in diesem Fall kann nicht nach Bedarf von Motor- auf Kompressorbetrieb oder umgekehrt umgeschaltet werden. Die
- 20 bekannten Vorrichtungen zur Leistungsregelung basieren auf dem Drosselprinzip, d.h. der im Kessel bereitgestellte Druck wird vor dem Druckluftmotor in einem Drosseilventil den Anforderungen entsprechend abgebaut; das setzt den Gesamtwirkungsgrad der Anlage erheblich herab.
- 25 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine thermodynamische Arbeitsmaschine einfacher Bauart für niedrige Leistungen und generatorübliche Drehzahlen bereitzustellen, die ohne Ölschmierung über eine hohe Lebensdauer und gute Abdichtung der Arbeitsräume verfügt und über einen kraft-
- 30 freien Drehschieber nach dem Mengenregelungsprinzip in der Leistungsabgabe gesteuert werden kann. Die Maschine soll auch mit umgekehrter Drehrichtung als Kompressor betrieben werden können, wobei der Drehschieber einen geforderten Auslaßdruck einstellbar macht.

Diese Aufgabe wird nach der Erfindung durch die in den Patentansprüchen angegebenen Maßnahmen gelöst.

Die thermodynamische Arbeitsmaschine nach der Erfindung wird als Kraft- oder Arbeitsmaschine für Solaranlagen und kleine
05 dezentrale Kraft/Wärme-Einheiten eingesetzt. Sie ist eine nach dem Flügelzellenprinzip arbeitende Maschine, bei deren Arbeitsmedium es sich vornehmlich um Dämpfe handelt und bei der die Steuerung der Leistungsabgabe bzw. -aufnahme durch einen allseitig von Reaktionskräften freien Drehschieber erfolgt, der von der Rotorachse mit gleicher Drehzahl
10 oder der Anzahl der Hauptkammern entsprechend untersetzt angetrieben wird. Die Maschine kann als Kraftmaschine (Motor) oder durch Wechsel der Drehrichtung als Arbeitsmaschine (Kompressor) angewendet werden. Um ein Abheben der Trennschieber im Bereich um den Umfangseinlaß bzw. -auslaß zu vermeiden und das als "Hämmern" bekannte Abheben der Trennschieber an bestimmten Stellen der Laufbuchse zu verhindern,
15 werden diese in einem kleinen Sektorbereich während ihres Umlaufs durch den hohlgebohrten Läufer mit dem Druck des Arbeitsmediums beaufschlagt. Dazu werden entsprechend den Kräften an den Trennschiebern die Bohrungen am Läufer als Strömungs-drosseln ausgeführt, wodurch ein übermäßiger Verschleiß der trockenlaufenden Trennschieber vermieden wird. Die Maschine arbeitet intern ohne Ölschmierung, je-
25 doch wird der partiell kondensierende Dampf durch eine entsprechende Materialwahl zur teilweisen Schmierung und Herabsetzung der Reibung herangezogen.

Die Arbeitsmaschine besteht aus einem trommelförmigen Rotor, der radial mit Schlitzten zur Aufnahme der Trennschieber versehen ist. Der Rotor ist angebohrt, so daß unter
30 die Trennschieber durch eine sektorweise Zuführung des im Druck durch eine Dresselbohrung reduzierten Arbeitsmediums die Trennschieber im kritischen Bereich der Laufbuchse angedrückt werden. Die Laufbuchse besteht vorteilhafterweise

aus einer Oxydkeramik, die Trennschieber aus einem Kohle-
fasermaterial. Diese Materialpaarung gewährt von sich aus
eine hohe Lebensdauer und hat zusätzlich den Vorteil, daß
kondensierender Dampf an der Oberfläche filmförmig haftet
05 und so Reibung und Verschleiß vermindert und die Dichtung
zwischen den Kammern verbessert. Der Rotor ist bekannter-
weise im Hauptgehäuse exzentrisch gelagert, wodurch bei
Drehung zwischen den Trennschiebern eine Volumenänderung er-
folgt. Die Steuerung erfolgt über einen mit dem Gehäuse die-
10 ser Maschine verbundenen Drehschieber, der von der Rotor-
welle angetrieben wird. Der Drehschieber selbst besteht aus
zwei zylindrischen Enden, die zur Lagerung und Abdichtung
dienen und einem freigedrehten Mittelteil, dem Dampfvorrats-
raum. Auf einer bestimmten Länge ragen von einem Zylinder-
15 ende ausgehend in diesen Dampfvorratsraum mindestens zwei
gegenüberliegende - oder eine Mehrzahl gleichverteilter -
Zungen axial hinein. Entsprechend der Zungenzahl und -tei-
lung befinden sich im Drehschiebergehäuse radiale Bohrungen
auf einer Ebene, die in Überströmkanälen münden, über die
20 bei Motorbetrieb die Einlaßzelle mit Dampf beaufschlagt wird,
bzw. die umgekehrt bei Kompressorbetrieb den Auslaß dar-
stellen. Die Zungen selber sind auf einer Seite achsparallel,
auf der anderen Seite nach oben verjüngt geformt. Der Dreh-
schieber ist axial verschiebbar. Bei Drehung des Drehschie-
25 bers werden die radialen Gehäusebohrungen durch die achs-
parallel en Steuerkanten in Bezug auf den Hauptrotor definiert
geöffnet. Verschlossen werden diese durch die infolge der
Verjüngung der Zungen schrägen Schließkanten. Durch axiales
Verstellen des Schiebers werden so unterschiedliche Öffnungs-
30 zeiten der Überströmkanäle erreicht.

Die axiale Verstellung des Schiebers kann mechanisch erfolgen
oder pneumatisch dadurch, daß der Verlustdampf, der durch
die beidseitigen Lagerstellen entweicht, vor und hinter dem
Drehschieber in Gehäusehohlräumen gesammelt wird. Öffnet man

nun eines der in beiden Hohlräumen angebrachten Ablaßventile, so hat der Druckabfall ein Hineinbewegen des Drehschiebers in diesen zur Folge. Damit eine stabile Regelung erfolgen kann, ist der Drehschieber in diesem Fall mit einer
05 Dämpfung zu koppeln.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben.

- Fig. 1 zeigt die thermodynamische Arbeitsmaschine mit Drehschiebersteuerung,
10 Fig. 2 den Drehschieber,
Fig. 3 die Anordnung zum Anlegen der Trennschieber.

In Fig. 1 ist der Aufbau und die Wirkungsweise der thermodynamischen Arbeitsmaschine mit Drehschiebersteuerung zu erkennen. Ein Maschinengehäuse¹ ist mit einem Drehschiebergehäuse² fest verbunden. In das Maschinengehäuse 1 ist eine
15 Laubuchse 3 aus Oxydkeramik eingeschrumpft. In dieser rotiert ein exzentrisch gelagerter Läufer 4 mit Trennschiebern 5. Über formschlüssige Übertragungselemente 7, 8 wird ein Drehschieber 6 von der Rotorwelle des Läufers 4 in Drehung
20 versetzt.

Die nachfolgende Funktionsbeschreibung gilt zunächst für den Betrieb als Motor, d.h. Drehung gegen den Uhrzeigersinn. Über den Einlaß 9 gelangt unter Druck stehender Dampf in den Drehschieber 6. Eine gerade Einlaßsteuerkante 10 öffnet die
25 Bohrung zu einem Überströmkanal 12. Durch axiales Verschieben des Drehschiebers 6 bleibt durch eine schräge Zeitsteuerkante 11 der Überströmkanal entsprechend der geforderten Leistungsentnahme lang geöffnet. Der unter Druck stehende Dampf gelangt über den Überströmkanal in die Arbeitskammer 13, wo er expandiert. Dadurch wird über den
30

Trennschieber der Läufer in Drehung versetzt. Der entspannte Dampf wird über Bohrungen 14 in einen Auslaßkanal 15 ausgeschoben.

Als Kompressor funktioniert die Maschine - Drehung im Uhrzeigersinn - wie folgt: Über den Auslaßkanal 15 und die Bohrungen 14 wird das Medium angesaugt und in der Arbeitskammer 13 verdichtet. Entsprechend der axialen Stellung des Drehschiebers öffnet die schräge Zeitsteuerkante 11 früher oder später die Bohrung des Überströmkanals 12 und beendet demgemäß den Verdichtungs Vorgang in der Arbeitskammer. Das Medium gelangt mit einem vorwählbaren Enddruck in den Drehschieberinnenraum und über den Auslaß 9 in einen Kessel o.ä.

In Fig. 2 sind die Einzelheiten des Drehschiebers dargestellt. Durch die Freidrehung im Mittelteil ergibt sich ein Vorratsraum 16 für das Arbeitsmedium, der auf der einen Seite durch das zylindrische Lagerende und auf der anderen Seite von Steuerzungen begrenzt wird. Für die Freiheit von Reaktionskräften sind jede beliebige Anzahl, jedoch mindestens zwei gleichförmige Zungen erforderlich. In dem Drehschiebergehäuse 2 sind die Bohrungen zu den Überstromkanälen so angebracht, daß diese von den Steuerzungen ganz verschlossen und durch axiales Verstellen des Drehschiebers zunehmend länger geöffnet werden können. Dabei öffnet die Einlaßsteuerkante 10 an einem definierten Punkt, der auf die Stellung der Trennschieber zum Ein-/Auslaß abgestimmt ist, während die Zeitsteuerkante 11 die Öffnungszeit und damit die zuströmende Dampfmenge beim Motor bzw. beim Kompressor das Ende der Verdichtung und damit den Enddruck regelt. Über das formschlüssige Kraftübertragungselement 8 und eine formschlüssige Welle 17 wird der Drehschieber angetrieben, der auf dieser Welle axial freibeweglich ist. Die Verstellung des Drehschiebers kann mechanisch oder durch Druck-

differenzen erfolgen. Die an den zylindrischen Lagerstellen des Drehschiebers unvermeidlichen Leckverluste führen zu einem Druckausgleich zwischen der Vorratskammer 16 und nach außen abgedichteten Ausgleichskammern 18. Wird nun auf der
05 einen Seite ein mit einer Strömungsdrössel versehenes Ventil 19 geöffnet, so bewirkt der Druckabfall in der darunter-
gelegenen Ausgleichskammer, daß sich der Drehschieber in diese hineinbewegt. Um bei dieser Art der Verstellung eine stabile Regelung zu gewährleisten, wird der Drehschieber
10 mit einem Dämpfungsglied 20 gekoppelt.

In Fig. 3 ist die Anordnung zum Anlegen der Trennschieber dargestellt. Durch eine Gehäusedeckelbohrung 21 gelangt das unter Druck stehende Arbeitsmedium zu einer Strömungsdrössel 22, wo der Druck gezielt dem erforderlichen Anpreßdruck der
15 Trennschieber entsprechend abgebaut wird. Durch eine Bohrung 23, die so kurz wie möglich ausgeführt sein soll, strömt das im Druck reduzierte Arbeitsmedium durch eine Bohrung des Lagers 24 in den Kanal 25 in dem Wellenstummel bzw. Rotor und expandiert in einem Expansionsraum 26 unter dem Trennschie-
20 ber 5 so weit, daß dieser gezielt an die Lauffläche gedrückt wird. Der Größe und Form der Bohrung im Lager 24 kommt einige Bedeutung zu, da durch eine im Verhältnis zum Kanal 25 größere Bohrung oder z.B. durch ein Langloch eine längere Durchflußzeit des Mediums und damit ein längeres Andrücken des Trenn-
25 schiebers an die Laufbuchse erreicht wird. Umgekehrt bewirkt ein kleinerer Bohrungsdurchmesser eine kürzere Andruckzeit.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen erstens darin, daß eine nach dem Flügelzellenprinzip arbeitende Maschine kombiniert mit einem neuen Drehschieber in der Lei-
30 stung gesteuert werden kann, ohne daß in einem Dröselorgan das Arbeitsmedium vorher entspannt wird. Das verbessert den Gesamtwirkungsgrad der Anlage. Zweitens wird durch das partielle Anlegen der Schieber mit Hilfe des Arbeitsmediums

eine Beschädigung derselben durch Abheben und Hämmern vermieden und ein Überströmen von einer Arbeitskammer in die andere verhindert. Dabei sorgt die Drosselbohrung in der Zuleitung dafür, daß der Verschleiß der Trennschieber nicht
05 durch zu heftigen Anpreßdruck ansteigt. Drittens wird durch die Materialwahl für Laufbuchse und Schieber die Ausbildung eines Kondensatfilms begünstigt, der auf Verschleiß und Abdichtung ähnlich günstige Wirkung hat wie ein Ölfilm bei ölgeschmierten Preßluftmotoren. Viertens ist die Maschine durch
10 die radiale Anordnung der Trennschieber und die Gestaltung des Drehschiebers in beiden Drehrichtungen, also als gesteuerter Motor und als gesteuerter Kompressor, verwendbar. Fünftens wird ^{ein} in allen Richtungen reaktionskräftefreier Drehschieber geschaffen, für dessen Antrieb und Verstellung eine
15 vernachlässigbar geringe Leistungsentnahme erforderlich ist.

ATP-Arbeitsgruppe
Technische Photosynthese
GmbH + Co. Produktions KG

D-1000 Berlin 22
Quastenhornweg 14a

Patentansprüche

1. Thermodynamische Arbeitsmaschine für ein überwiegend gasförmiges Arbeitsmittel nach dem Flügelzellenprinzip, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung der mechanischen Leistung der Maschine abhängig von den Zustandsgrößen des Arbeitsmittels über einen vom Rotor der Arbeitsmaschine angetriebenen Drehschieber erfolgt.
05
2. Thermodynamische Arbeitsmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehschieber von Reaktionskräften, die sich aus dem Gasdruck bzw. den Druckdifferenzen beim Öffnen und Schließen der Ein- und Auslaßkanäle ergeben, frei ist.
10
3. Thermodynamische Arbeitsmaschine nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitsmaschine je nach Drehrichtung als Motor oder als Kompressor arbeitet, d.h. mechanische Arbeit abgibt oder aufnimmt.
15

4. Thermodynamische Arbeitsmaschine nach den Ansprüchen
1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schieber im
Rotor der Arbeitsmaschine über interne Kanäle für das
Arbeitsmittel durch letzteres mit Druck beaufschlagt
05 und somit im kritischen Bereich das Abheben der Schieber
von der Laufbuchse verhindert wird.
5. Thermodynamische Arbeitsmaschine nach den Ansprüchen
1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die gesamte Ma-
schine durch geeignete Kombination von Werkstoffen ohne
10 zusätzliche Schmiermittel betrieben wird.
6. Thermodynamische Arbeitsmaschine nach den Ansprüchen
1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstellung des
Drehschiebers durch interne achsial wirkende Druckdiffe-
renzen auf den Schieber bewirkt wird.
- 15 7. Thermodynamische Arbeitsmaschine nach den Ansprüchen
1 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Reibung durch
Anteile von kondensierter Phase von Teilen des Arbeits-
mittels weiter verringert wird.

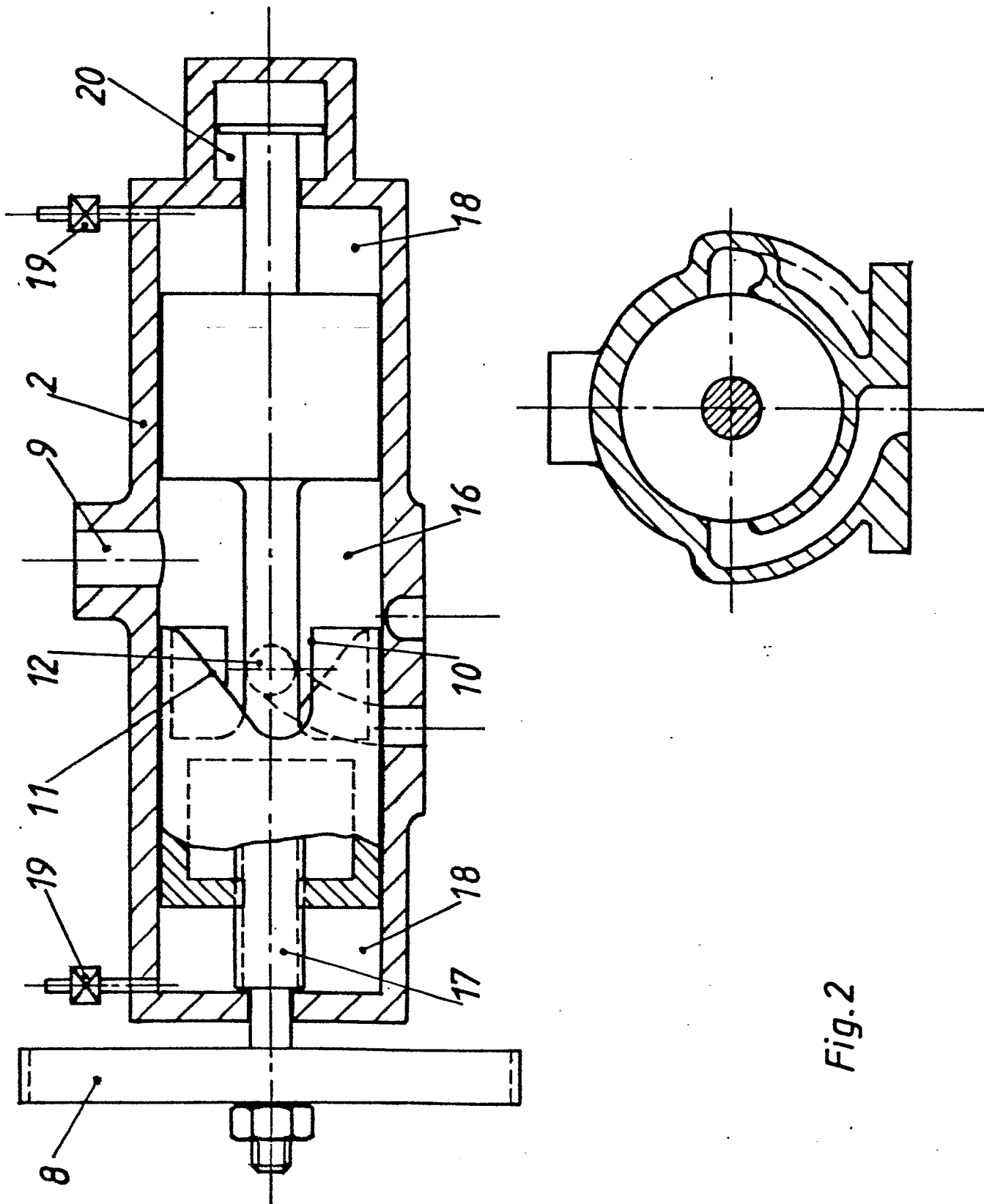


Fig. 2

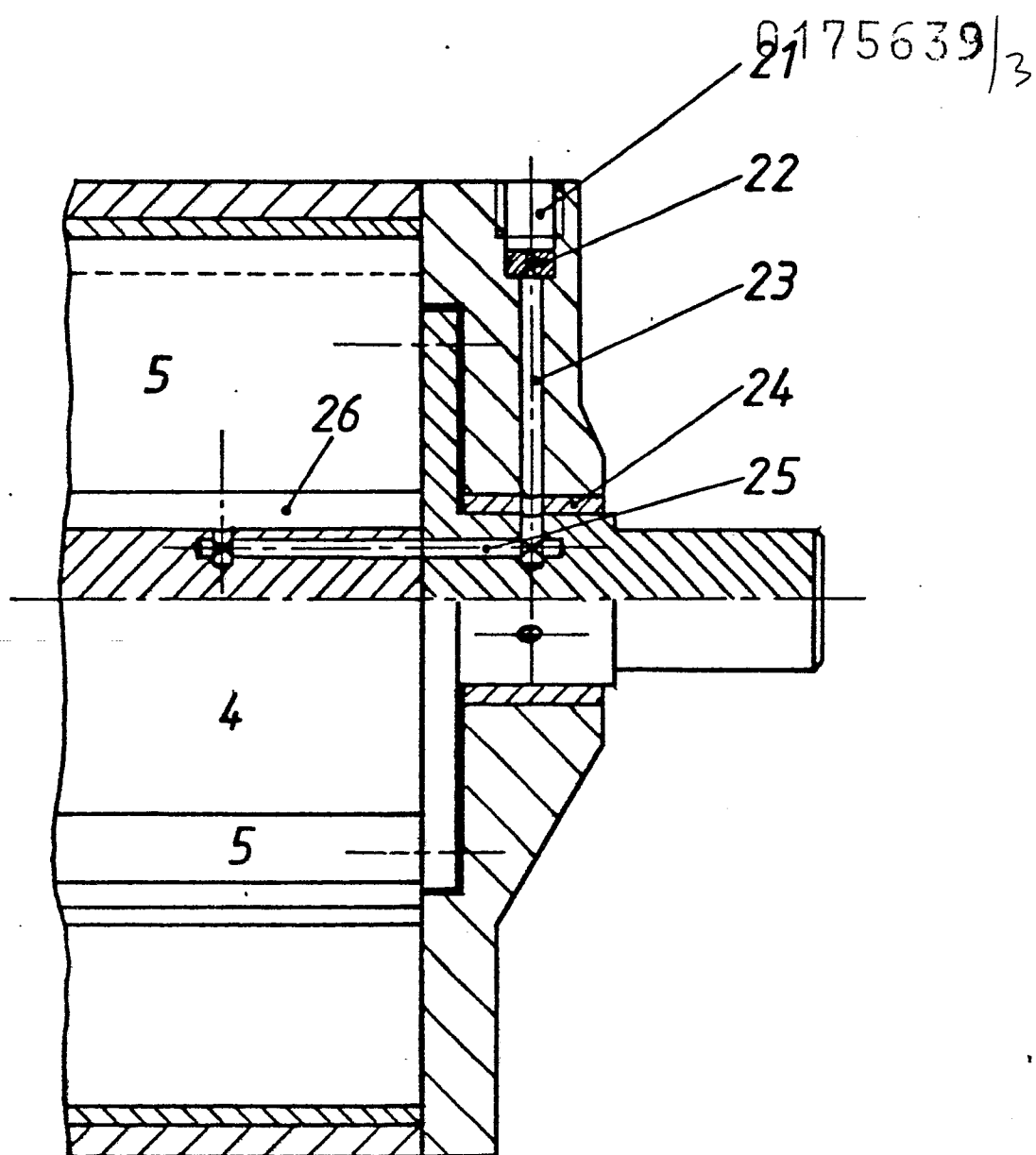


Fig. 3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0175639

Nummer der Anmeldung

EP 85 73 0119

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE																	
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)														
A	BE-A- 434 762 (KIESEL-ARQUINT) * Seite 1, Zeilen 1-4; Seite 5, Zeilen 15-32; Seite 6, Zeilen 1-26; Figuren 11-15 *	1,2	F 01 C 21/14 F 01 C 21/16 F 01 L 19/00 F 01 L 31/18 F 01 K 7/00														
A	--- BE-A- 469 064 (NICOLAS) * Seite 1, Zeilen 1-7; Seite 13, Zeilen 5-14; Ansprüche 6,27 *	1,3,4															
A	--- DE-A- 472 545 (F.W. ELLYSON) * Seite 1, Zeilen 1-8, 43-51; Seite 2, Zeilen 9-15, 43-52; Figuren 1,3,4 *	1															
A	--- FR-A- 399 992 (SANDULIAN et al.) * Seite 1, Zeilen 1-19; Figur 1 *	1															
A	--- FR-A-2 025 154 (THE ARO CORP.) * Seite 1, Zeilen 1-26; Seite 2, Zeilen 1-15; Figuren 2,3 *	4															
A	--- US-A-3 485 179 (BAILEY P. DAWES) * Zusammenfassung; Spalte 1, Zeilen 30-36; Figuren 2,3 *	5															
A	--- DE-A- 25 381 (CHR. WEUSTE) -----																
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.																	
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 13-11-1985	Prüfer ERNST J.L.														
<table border="0"><tr><td>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</td><td>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</td></tr><tr><td>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</td><td>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</td><td>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>A : technologischer Hintergrund</td><td></td></tr><tr><td>O : nichtschriftliche Offenbarung</td><td></td></tr><tr><td>P : Zwischenliteratur</td><td>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</td></tr><tr><td>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</td><td></td></tr></table>				KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN	E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	A : technologischer Hintergrund		O : nichtschriftliche Offenbarung		P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN	E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist																
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument																
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument																
A : technologischer Hintergrund																	
O : nichtschriftliche Offenbarung																	
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument																
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze																	