

2 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 88100363.6

51 Int. Cl.4: **F01D 17/16**

22 Anmeldetag: 13.01.88

30 Priorität: 03.04.87 DE 3711224

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
09.11.88 Patentblatt 88/45

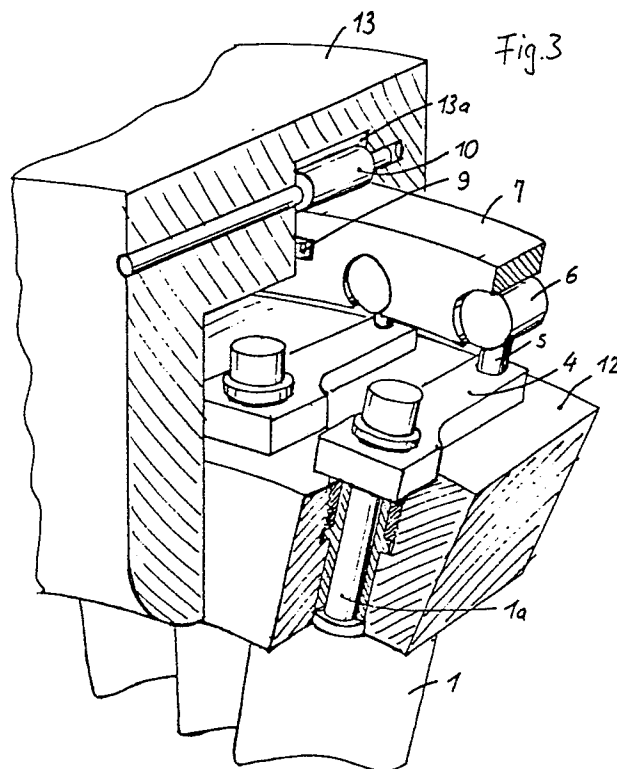
84 Benannte Vertragsstaaten:  
CH DE FR GB IT LI SE

71 Anmelder: **MAN GUTEHOFFNUNGSHÜTTE**  
**GMBH**  
**Bahnhofstrasse, 66 Postfach 11 02 40**  
**D-4200 Oberhausen 11(DE)**

72 Erfinder: **Owsianny, Edmund**  
**Lickumstrasse 41**  
**D-4200 Oberhausen 14(DE)**  
Erfinder: **Wengorz, Wilfried**  
**Strassburger Allee 32**  
**D-4620 Castrop-Rauxel 32(DE)**  
Erfinder: **Aschenbruck, Emil**  
**Obere Sterkrader Strasse 165**  
**D-4100 Duisberg 11(DE)**

54 **Verstelleinrichtung für die Leitschaufeln einer Axialströmungsmaschine.**

57 Die Schäfte der Leitschaufeln (1) einer Axialströmungsmaschine, insbesondere einer Verbrennungsturbine, sind im ringförmigen Leitschaufelträger (12) winkelverstellbar gelagert und in ihrer Achsrichtung schwingungsdämpfend federbelastet. Ein zum Strömungskanal konzentrischer Verstellring (7) ist in der Nut eines Trägerringes (13) mittels radialer und axialer Rollen (9, 10) spielfrei und reibungsarm gelagert. Auf den Leitschaufelschäften (1a) aufgekeilte Hebel (4) sind mit Stiften (5) drehbar im Zylinderbolzen (6) gelagert, die ihrerseits in seitlich offenen Bohrungen des Verstellrings (7) achsparallel zu diesem drehbar und verschiebbar gelagert sind. Hierdurch wird eine weitgehend spielfreie Übertragung der Verstellbewegung auf die Leitschaufelschäfte ohne Punkt-oder Linienberührung erzielt. Der Leitschaufelträger (12) schließt die Nut des Trägerrings (13) ab, so daß der gesamte Verstellmechanismus staubgeschützt ist.



EP 0 289 697 A1

Die Erfindung betrifft eine Verstelleinrichtung für die Leitschaufeln einer Axialströmungsmaschine von der im Oberbegriff des Patentanspruches angegebenen Art.

Eine Verstelleinrichtung dieser Art ist aus der DE-OS 35 19 747 bekannt. Sie ermöglicht es, während des Betriebes der Strömungsmaschine, insbesondere eines Turboverdichters, den Anstellwinkel der Leitschaufeln zu verändern und dadurch das Verhalten der Maschine an unterschiedliche Betriebsbedingungen, wie z. B. Teillast und Vollast, anzupassen und Wirkungsgradverluste zu reduzieren.

Bei der vorbekannten Verstelleinrichtung ist der Verstellring mit den Hebeln der Leitschaufeln durch einfache Scharnierstifte verbunden und wird von ihnen getragen, ist also nicht gesondert am Gehäuse geführt. Die Gelenkverbindungen mittels der Scharnierstifte müssen ein ausreichendes Spiel haben, damit die Verstellbewegungen, bei der sich der Verstellring und die Hebel in verschiedenen Ebenen drehen, möglich ist. Auch die unvermeidlichen Wärmedehnungen setzen ein ausreichendes Spiel in den Gelenkverbindungen voraus.

Auf die Leitschaufeln einer Strömungsmaschine wirken im Betrieb sehr starke Kräfte ein. Soweit sie senkrecht zur Leitschaufelachse oder parallel zu ihr wirken, müssen sie von der Lagerung des Leitschaufelschaftes im Leitschaufelträger aufgenommen werden. Zusätzlich treten aber auch starke Drehmomente um die Leitschaufelachse auf, die über die Hebel auf den Verstellring übertragen werden. Dabei kann es durch das Spiel in der Gelenkverbindung und durch mangelnde Führung des Verstellrings zu starken Schwingungen kommen, wodurch Wirkungsgradverluste eintreten und die Lebensdauer der Leitschaufel herabgesetzt wird.

Es sind auch Verstelleinrichtungen für Leitschaufeln bekannt, bei denen die Leitschaufel über Hebel mit einer in Axialrichtung verschiebbaren Verstellhülse gelenkig verbunden sind, wie z. B. gemäß DE-PS 31 25 639. Axialverschiebbare Verstellhülsen haben den Nachteil, daß benachbarte Leitschaufelkränze nur gemeinsam, aber nicht einzeln verstellt werden können. Auch treten bezüglich der Lagerspiele und der Empfindlichkeit gegen Schwingungsbelastungen ähnliche Probleme auf. Die bekannten Verstelleinrichtungen sind zur Verwendung im Niedertemperaturbereich insbesondere bei Verdichtern oder der Verdichtungsstufe von offenen Gasturbinen, vorgesehen. Eine auch im Hochtemperaturbereich, insbesondere in geschlossenen Gasturbinen, befriedigend einsetzbare Verstelleinrichtung ist nicht bekannt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Verstelleinrichtung der eingangs genannten Art so zu verbessern, daß eine leichtgängige, kompakte

und gegen äußere Einflüsse weitgehend geschützte Konstruktionen geschaffen wird, die auch für den Einsatz im Hochtemperaturbereich ausgelegt werden kann und bei der die auf die Leitschaufeln wirkenden Kräfte weitgehend spielfrei aufgenommen werden, so daß Schwingungen nicht auftreten, andererseits aber die Verstellbewegungen sich leichtgängig und verschleißarm abspielen können.

Die Lösung der Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eines oder mehrere der kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches gelöst.

Eine Ausführungsform der Erfindung wird anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 einen achsenkrechten Schnitt durch einen Teil des Leitschaufelkranzes einer Strömungsmaschine mit zugehöriger Verstelleinrichtung;

Fig. 2 in größerem Maßstab einen Schnitt gemäß der Linie II-II von Fig. 1;

Fig. 3 eine perspektivische Darstellung der Verstelleinrichtung.

Die Leitschaufeln 1 eines Leitschaufelkranzes der Maschine haben Schäfte 1a, die in radialen Lagerbohrungen eines ringförmigen Leitschaufelträgers 12 drehbar gelagert sind und zwar in Lagerbuchsen 2, die einen Außenflansch 2a aufweisen und in der Lagerbohrung mittels einer eingeschraubten Ringmutter 3 festgelegt sind. An der Außenseite des Leitschaufelträgers 12 ist auf dem verlängerten Schaft 1a der Leitschaufel ein Hebel 4 mittels einer Passfeder 17 drehfest aufgesetzt. Der Hebel 4 stützt sich gegen das über den Leitschaufelträger 12 überstehende Ende der Lagerbuchse 2 ab. Auf die Oberseite des Hebels 4 drückt eine Tellerfeder 16, die sich über eine Scheibe 15 gegen eine auf ein Gewindeende 1b des Schaftes 1a aufgeschraubte Kronenmutter 14 abstützt. Die Tellerfeder 16 übt auf den Schaft 1a eine in Fig. 2 nach oben gerichtete Vorspannkraft aus, durch die ein Flansch 1c des Schaftes 1a gegen die untere Stirnfläche der Lagerbuchse 2 gedrückt wird. Dadurch ist der Schaft 1a in der Lagerbuchse 2 axial spielfrei, gegen Wärmedehnungen elastisch und schwingungsdämpfend eingespannt.

Der Leitschaufelträger 12 ist staubdicht in eine ringförmige Ausnehmung eines Trägerringes 13 eingesetzt. In einer Nut 13a des Trägerringes 13 ist ein Verstellring 7 drehbar geführt. Die Führung in Radialrichtung erfolgt über Radialrollen 10, die in der Nut 13a angeordnet und mittels Lagerstiften 11 am Trägerring 13 gelagert sind. Die Führung in Axialrichtung erfolgt durch Axialrollen 8, die am Verstellring 7 mittels Lagerstiften 9 gelagert sind, mit ihren vorzugsweise ballig ausgebildeten Umfangsflächen ein wenig über die Stirnfläche des Verstellrings 7 überstehen und gegen die axialen

Begrenzungsflächen der Nut 3a anliegen. Um Verstellring 7 und Leitschaukelträger einsetzen zu können, ist der Trägerring 13 in einer geeigneten Axialebene in zwei Hälften geteilt und diese durch (nicht dargestellt) Befestigungsmittel miteinander verbunden.

Der Verstellring 7 weist entsprechend der Leitschaukelanzahl eine Anzahl von zylindrischen Axialbohrungen 7a auf, die zur inneren Umfangsfläche des Verstellrings 7 hin offen sind. Darin sind drehbar und axial verschiebbar Zylinderbolzen 6 gelagert. Jeder Zylinderbolzen 6 hat eine achsenkrechte Bohrung, in der ein zum Schaft 1a der Leitschaukel achsparalleler Stift 5 drehbar gelagert ist, der mit dem Hebel 4 verbunden ist.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, ist an dem Verstellring 7 ein Ansatz 19 vorgesehen, der durch eine Ausnehmung des Trägerrings 13 nach außen ragt und an dem mittels eines Zylinderlagers 20 eine Verstellspindel 21 angreift. Diese ist durch eine Durchführung 18a des Außengehäuses 18 der Strömungsmaschine nach außen geführt, wobei eine gas- und staubdichte Abdichtung mittels eines elastischen Balges 22 erfolgt, der mittels eines Flansches 23 an dem Durchführungsstutzen 18a befestigt ist. An dem nicht näher gezeigten Außeneinde der Verstellspindel 21 kann ein beliebiger hand- oder motorbetätigbarer Verstellantrieb angreifen, um die Spindel 21 in ihrer Achsrichtung zu bewegen und dadurch den Verstellring 7 in seiner Umfangsrichtung entsprechend dem Pfeil 24 zu drehen.

Bei Drehung des Verstellrings 7 in Umfangsrichtung werden über die Zylinderbolzen 6 und Stifte 5 die Enden der Hebel 4 mitgenommen, so daß sie sich bezüglich der Leitschaukelachse verdrehen. Da die Hebel 4 drehfest mit den Schäften 1a der Leitschaukeln verbunden sind, werden dadurch auch die Leitschaukeln um ihre Achsen verdreht. Die bei dieser Verstellbewegung notwendigerweise auftretenden Lageveränderungen der Stifte 5 relativ zur Mittelebene und Radialrichtung des Verstellrings 7 werden dabei durch die Drehbarkeit und Axialverschiebbarkeit der Zylinderbolzen 6 ausgeglichen.

Hierdurch werden jegliche Verklemmungen vermieden, obwohl an den relativ zueinander beweglichen Lagerflächen der verschiedenen beweglichen Teile keinerlei Lagerspiele erforderlich sind und die Führung der Leitschaukeln mittels des Verstellrings formschlüssig, spielfrei und ausschließlich über Flächenberührung ohne Punkt- oder Linienkontakt erfolgt.

Der gesamte Verstellmechanismus ist staubdicht in dem vom Trägerring 13 und dem darin eingesetzten Leitschaukelträger 12 umschlossenen Raum eingekapselt.

Die gesamte Verstelleinrichtung ist von kom-

pakter Konstruktion, die in Achsrichtung nicht wesentlich mehr Platz einnimmt, als der Leitschaukelkranz selbst. Es ist deshalb ohne weiteres möglich, auch axial eng benachbarte Leitschaukelkränze jeweils mit einer derartigen Verstelleinrichtung auszurüsten.

Bei geeigneter Materialwahl der Werkstoffe für die miteinander in Gleitberührung stehenden Teile ist die gesamte Verstelleinrichtung schmiermittel- und somit wartungsfrei. Vorzugsweise können für den Leitschaukel schacht 1, den Verstellring 7 und den Stift 5 Spezialstähle, wie z. B.

X21 Cr. Mo V 12.1

X5 Ni Cr Ti 2615

X8 Cr Ni Mo Nb 1810

X8 Cr Ni Mo B Nb 1810

eingesetzt und die Reibflächen dieser Bauteile zusätzlich oberflächengehärtet werden, während für Lagerbuchse 2 und Zylinderbolzen 6 Lagerwerkstoffe mit guten Gleiteigenschaften wie z. B. Stellite 21, Tribaloy T 400 oder Stähle wie GGG-Ni Cr Nb 202 oder GGG 40 verwendet werden.

Die durch den extern angeordneten (nicht dargestellten) Stellantrieb über die Verstellspindel 21 erzeugte Verstellbewegung wird gasdicht sperrgas- und wartungsfrei über den Metallfaltenbalg 22 abgedichtet in das Maschineninnere eingeleitet.

Die gesamte Verstelleinrichtung ist aufgrund ihrer kompakten Bauweise so konzipiert, daß sie sich auch zur Nachrüstung an vorhandenen Maschinen eignet.

Die Auswahl bzw. Werkstoffpaarung unter den vorgenannten bevorzugten Werkstoffen kann gezielt je nach den zu erwartenden Betriebstemperaturen des jeweiligen Einsatzbereiches vorgenommen werden, wobei sich die genannten Werkstoffe insbesondere für den Hochtemperatureinsatz eignen. Für den Hochtemperatureinsatz sind ferner die folgenden vorteilhaften Merkmale der erfindungsgemäßen Verstelleinrichtung hervorzuheben: Die erfindungsgemäße Einrichtung weist keinerlei Punkt- oder Linienberührung zwischen den bewegungsübertragenden Teilen auf, sondern ausschließlich Flächenberührung zwischen Zylinderflächen. Hierdurch in Verbindung mit einer temperaturbezogenen Werkstoffauswahl kann eine definierte Spielqualität über einen äußeren Temperaturbereich und auch über lange Betriebszeiten aufrecht erhalten werden. Punkt- oder Linienberührung würde zwangsläufig zu einer Spielvergrößerung bei längerer Betriebszeit führen. Die erfindungsgemäße Einrichtung ist insbesondere hinsichtlich der besonders kritischen Schaufeldrehschwingungen weitgehend spielfrei und bleibt es auch in einem großen Temperaturbereich und während einer langen Betriebszeit. Sie eignet sich deshalb besonders zur

Verwendung z. B. im Hochtemperaturteil von Verbrennungsturbinen, wo die Betriebstemperaturen z. B. 600°C und mehr betragen können.

Bei extremen Temperaturänderungen im An- und Abfahrbetrieb ist eine gewisse Änderung des Lagerspiels der Leitschaufellagerung unvermeidbar. Die erfindungsgemäß vorgesehene Federbelastung des Leitschaufelschaftes sorgt für eine wirksame Unterdrückung bzw. Dämpfung etwaiger Biegeschwingungen der Leitschaukel.

5

10

### Ansprüche

Verstelleinrichtung für die Leitschaukeln einer Axialströmungsmaschine, mit einem ringförmigen Leitschaukelträger mit radialen Lagerbohrungen, in denen die Schäfte der Leitschaukeln um die Schafachsen drehbar gelagert sind, an den Außenseiten des Leitschaukelträgers angeordneten, auf den Schäften der Leitschaukeln drehfest ausgekeilten Hebeln, einem koaxial zum Leitschaukelträger angeordneten Verstellring, mit dem die Enden der Hebel gelenkig verbunden sind, und einem Verstellantrieb, mit dem der Verstellring in seiner Umfangsrichtung bewegbar ist, **gekennzeichnet** durch eines oder mehrerer der folgenden Merkmale:

15

20

25

1. Der Verstellring (7) ist in einer auf drei Seiten geschlossenen Nut (13a) eines Trägerringes (13) gelagert, die auf der vierten, radial nach innen gerichteten Seite durch den in die Nut eingesetzten Leitschaukelträger (12) abdichtend geschlossen ist, wobei die Hebel (4) und ihre Gelenkverbindungen mit dem Verstellring (7) geschützt innerhalb der Nut liegen;

30

35

2. der Verstellring (7) ist in der Nut (13a) axial und radial mittels Rollen (10, 9) gelagert;

3. die Gelenkverbindung zwischen jedem Hebel (4) und dem Verstellring (7) besteht aus einem Zylinderbolzen (6), der in einer zylindrischen, zur inneren Umfangsfläche hin offenen Ausnehmung des Verstellrings (7) achsparallel zum Verstellring drehbar und axial verschiebbar gelagert ist, und aus einem senkrecht zur Achse des Zylinderbolzens (6) angeordneten Stift (5), der in Bohrungen des Zylinderbolzens (6) und des Hebels (4) eingesetzt und in einer der Bohrungen drehbar gelagert ist;

40

45

4. der Schaft (1a) jeder Leitschaukel (1) ist mittels einer Vorspannfeder (16) gegen eine in der Lagerbohrung des Leitschaukelträgers (12) befestigte Lagerbuchse (2) mit einer radial nach außen wirkenden Vorspannkraft verspannt.

50

55

Fig.1

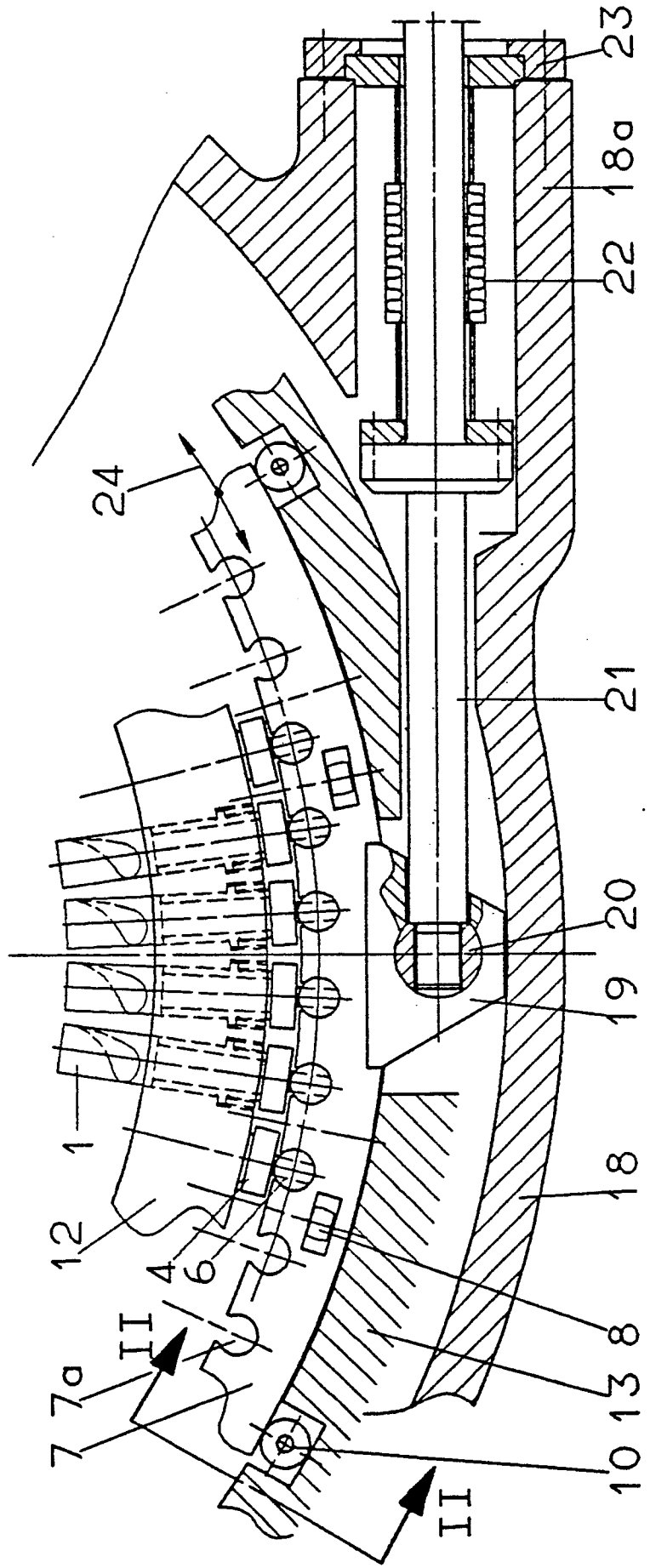
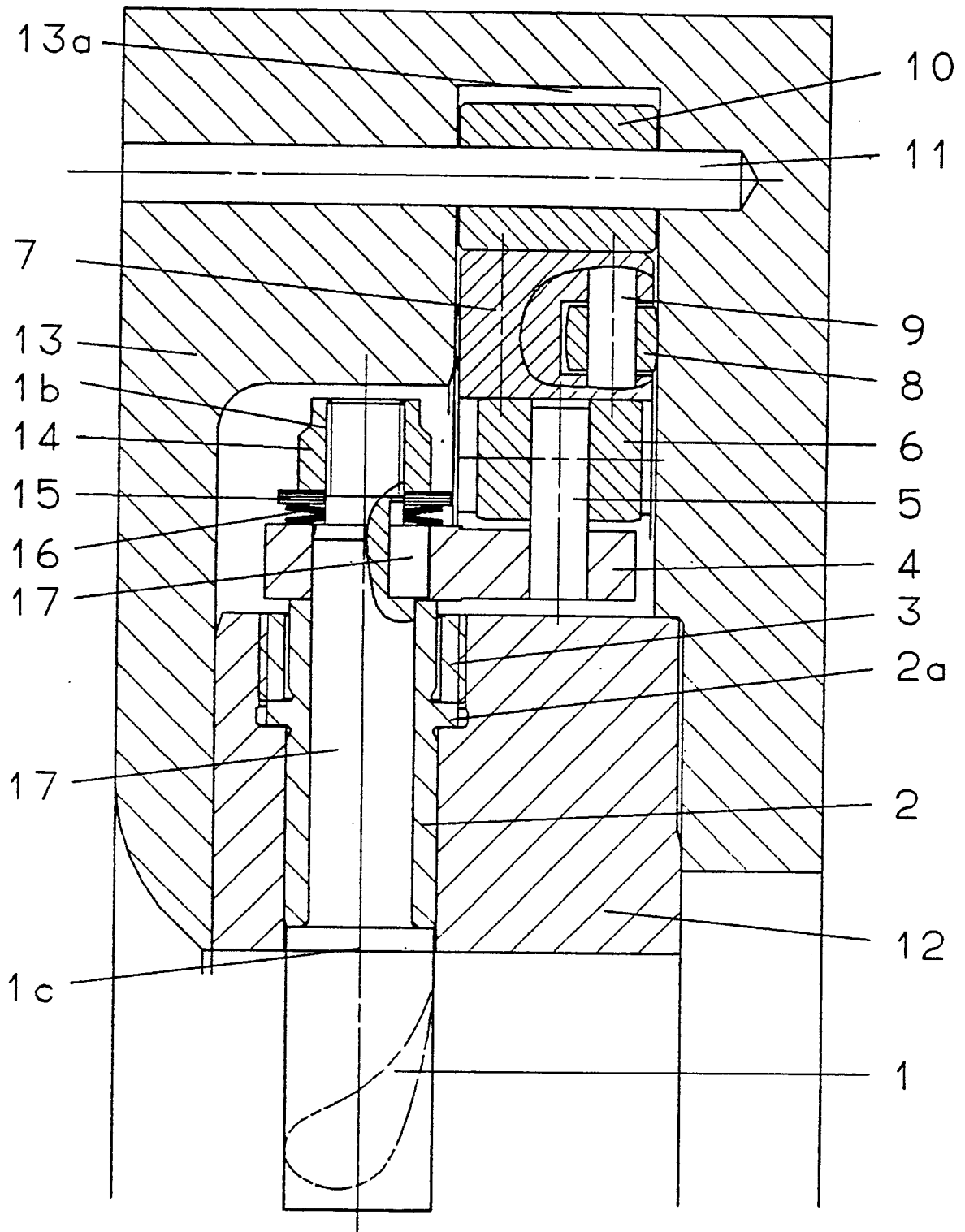
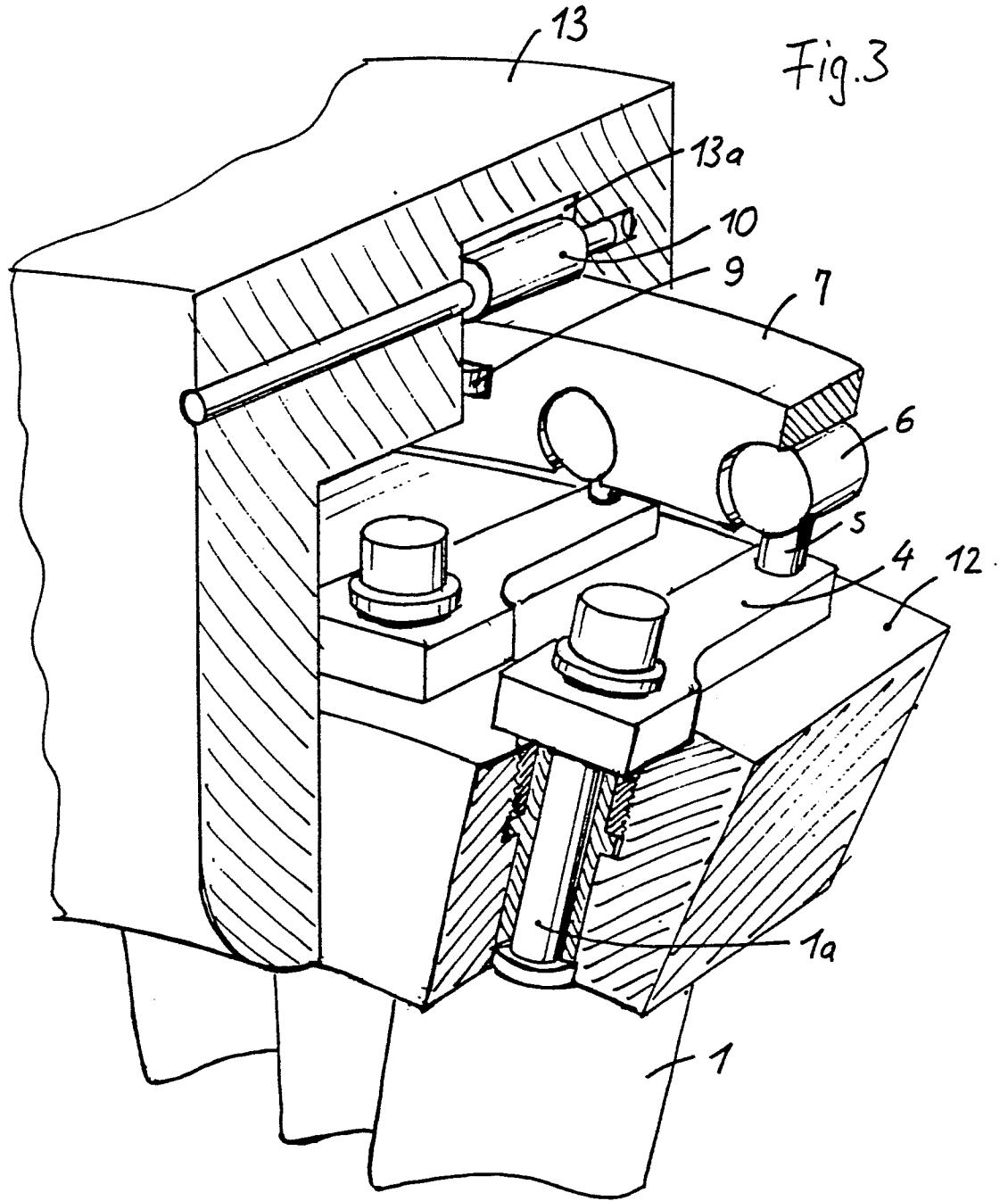


Fig.2







EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
X	US-A-2 671 634 (MORLEY) * Spalte 3, Zeile 5 - Spalte 6, Zeile 22; Figuren 1-6 *	1	F 01 D 17/16
A	DE-A-2 029 859 (ROHRA) * Figur 1 *	1	
A	GB-A- 621 175 (POWER JETS) * Seite 2, Zeile 76 - Seite 4, Zeile 19; Figuren 1-3 *	1	
A	US-A-3 719 427 (DAVIS)		
A	DE-A-2 448 572 (SIGMA LUTIN)		
A	US-A-3 356 288 (CORSMEIER)		
A	US-A-2 933 234 (NEUMANN)		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
			F 01 D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 13-07-1988	Prüfer IVERUS D.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			