



(10) **DE 10 2014 116 992 A1** 2016.05.25

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 116 992.1**

(22) Anmeldetag: **20.11.2014**

(43) Offenlegungstag: **25.05.2016**

(51) Int Cl.: **F16C 33/10 (2006.01)**

**F16C 17/02 (2006.01)**

**F16C 17/12 (2006.01)**

**F02C 7/06 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**enTec Consulting GmbH, 58675 Hemer, DE**

(72) Erfinder:  
**Flierl, Rudolf, Prof. Dr., 92242 Hirschau, DE**

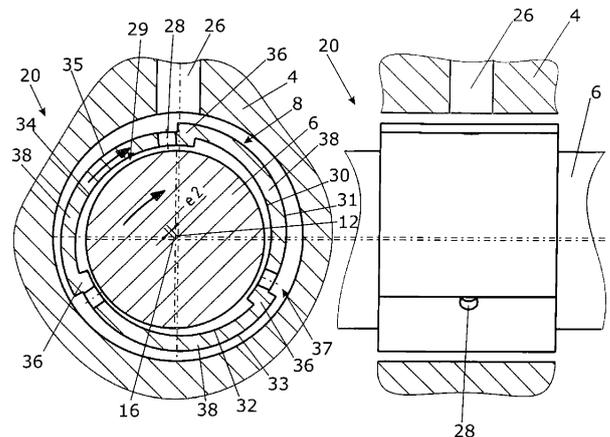
(74) Vertreter:  
**Patentanwälte ter Smitten Eberlein Rütten  
Partnerschaftsgesellschaft, 40549 Düsseldorf, DE**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Gleitlageranordnung für hoch drehende Wellen im KFZ-Bereich**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Gleitlageranordnung für hoch drehende Wellen (6) im KFZ-Bereich mit einem stationären Gehäuse (4), in dem ein rotationsbewegliches Ringelement (8) vorgesehen ist, das seinerseits die Welle (6) rotationsbeweglich aufnimmt, wobei das Ringelement (8) zur Welle (6) gerichtet eine Innenkontur (29) mit mindestens drei Lagerflächen (30, 32, 34) aufweist, wobei die Lagerflächen (30, 32, 34) jeweils in Bezug auf den Mittelpunkt des Ringelementes (8) einen sich in Drehrichtung der Welle (6) stetig verringernden Radius  $r$  aufweisen.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Gleitlageranordnung für hoch drehende Wellen im KFZ-Bereich mit einem stationären Gehäuse, in dem ein rotationsbewegliches Ringelement vorgesehen ist, dass seinerseits die Welle rotationsbeweglich aufnimmt, wobei das Ringelement zur Welle gerichtet eine Innenkontur mit mindestens drei Lagerflächen aufweist.

**[0002]** Bei einer herkömmlichen Gleitlageranordnung für hoch drehende rotierende Wellen, wie zum Beispiel bei einem Abgasturbolader, kommt vorzugsweise eine Lagerung mit einem vollständig schwimmenden Ringelement zwischen der Welle und dem stationären Gehäuse zum Einsatz, die sich ungefähr mit halber Drehzahl der Welle mit dreht. Durch ein Schmiermittel wird während des Betriebs des Abgasturboladers eine hydrodynamische Schmierung an dem sich verengenden Spalt zwischen dem Ringelement und der Welle sowie zwischen dem Ringelement und dem stationären Gehäuse erzeugt. Hierdurch entsteht eine gewünschte Dämpfung der rotierenden Welle an mehreren Stellen.

**[0003]** Durch die geringen radialen Spaltmaßen zwischen dem Ringelement und der Welle und zwischen dem Ringelement und dem stationären Gehäuse führen die viskosen Widerstands- bzw. Verzögerungskräfte zu einem Drehimpuls, wodurch das vollständig schwimmende Ringelement auch in Rotation versetzt wird.

**[0004]** Kommt es in unerwünschter Weise dazu, dass bei einem Abgasturbolader sich die Drehzahl eines schwimmenden Ringelementes der Gleitlageranordnung bei sehr hohen Drehzahlen sich der Welle annähert, ist mit einem erhöhten Verschleiß an den Grenzflächen zwischen dem Ringelement und der Welle und zwischen dem Ringelement und dem Gehäuse zu rechnen. Außerdem ist zu verhindern, dass bei solch hohen Drehzahlen des schwimmenden Ringelementes die Gefahr entsteht, dass gefährliche Schwingungen auftreten, die durch einen Wirbel in dem Schmierfilm und große Lastwechsel am Abgasturbolader hervorgerufen werden können. Durch die damit einhergehende verminderte Dämpfung und Steifigkeit der Wellenbewegung kann es letztlich zu einem erhöhten Verschleiß bzw. Abrieb an der Grenzfläche zwischen dem Ringelement und der Welle kommen.

**[0005]** Zur angemessenen Vermeidung eines solchen Problems weist eine Gleitlageranordnung bei einem Abgasturbolader gemäß der DE 195 39 678 A1 ein vollständig schwimmendes Ringelement auf, welches drehbar zwischen einer Welle und einem stationären Gehäuse angeordnet ist. In einem Ausführungsbeispiel ist ein einzelner Ölspeisedurchlass in dem stationären Gehäuse und eine Anzahl von

radial angeordneten Ölübertragungsdurchlässen in dem vollständig schwimmenden Gleitlager vorgesehen. Der Winkel des Gehäusedurchlasses ist relativ zu den Durchbrüchen derart gewählt, dass zwischen den Durchlässen strömendes Öl einen Drehimpuls bzw. ein Drehmoment an das Ringelement entgegengesetzt zu der Wellendrehung überträgt bzw. erzeugt, um die Drehgeschwindigkeit des Ringelementes zu verlangsamen. Alternativ kann der Gehäusedurchlass radial angeordnet sein und die Durchbrüche können unter einem Winkel relativ zu dem Gehäusedurchlass geneigt sein, um einen Drehimpuls auf das Ringelement in einer Richtung entgegengesetzt zu der Drehrichtung der Welle zu übertragen. Der Gehäusedurchlass als auch die Durchbrüche können aber auch geneigt sein und zwar relativ zueinander, um einen Drehimpuls bzw. ein Drehmoment an das Ringelementes in einer Richtung entgegengesetzt zu der Drehrichtung der Welle zu übertragen bzw. zu erzeugen. Auf diese Weise kann also die Drehgeschwindigkeit des Ringelementes verringert werden, während die Dämpfung und die Steifigkeit der Wellenbewegung aufrechterhalten werden soll, und zwar ohne den Verschleiß an den Grenzflächen zwischen dem Radialgleitlager und der Welle und zwischen dem Radialgleitlager und dem stationären Gehäuse zu erhöhen.

**[0006]** In einem weiteren Ausführungsbeispiel einer Ausgestaltung der Durchbrüche beschreibt die DE 10 2012 108 973 A1, die Kanallängsachse mindestens in einem Bereich der Mündung derart auszurichten, dass eine, mit Hilfe eines virtuellen kartesischen Achsensystems zur Längsachse der ersten Aufnahmeöffnung ausgerichtete Querachse der ersten Aufnahmeöffnung mit einer virtuellen Verlängerung der Kanallängsachse einen Winkel bildet. Der Winkel weist einen Wert auf, welcher um mindestens  $10^\circ$  von einem Wert entsprechend  $90^\circ$  abweicht. Mit anderen Worten heißt das, dass zur Erzeugung der Geschwindigkeitsumfangskomponente, der Schmiermittelkanal zumindest im Bereich der Mündung eine Neigung gegenüber einer Querachse einer Querschnittfläche der ersten Aufnahmeöffnung aufweisen soll. Des Weiteren ist es nicht notwendig, dass die Kanallängsachse über eine Gesamtlänge des Schmiermittelkanals den Winkel aufweisend ausgebildet ist, sondern zur Erzeugung der gewünschten Geschwindigkeitsumfangskomponente ist es ausreichend, wenn die entsprechende Ausgestaltung im Bereich der Mündung vorliegt.

**[0007]** Des Weiteren sind aus dem Stand der Technik schon sogenannte Mehrflächenradiallager bekannt, die im Wesentlichen eine elliptische, Welle gerichtete Lagerfläche aufweisen. Ein solches in einem Getriebe einsetzbares Mehrflächenradiallager beschreibt auch bereits die DE 101 42 303 A1, deren charakteristisches Merkmal sind die von üblichen zylindrischen Gleitlagern abweichende, unrun-

de Form der Lagerbohrung darstellt. Diese Lagerbohrung besteht aus zwei oder mehr Lagerflächen, insbesondere Kreisbögen. Der Radius der Grundflächen ist um einen bestimmten Betrag größer als derjenige der Welle. Durch diese Radien Differenz entsteht in jedem Kreisbogen ein verengender Spalt, der jeweils mit seiner größten Weite an einer axial eingearbeiteten Schmiernut beginnt und dessen engste Stelle meist in der Mitte der Lagerfläche liegt. Bei einsetzender Drehbewegung der Welle wird das Schmiermittel infolge seiner Haftwirkung in den in Drehrichtung verengten Schmierspalt gezogen. Zwischen Welle und Lagerschale baut sich eine Druckzone auf, sodass die Welle von der Lagerschale abhebt und die Welle im Bereich der hydrodynamischen Schmierung läuft. Darüber hinaus ist aus der DE 10 2006 033 397 A1 eine gattungsgemäße Gleitlageranordnung für einen Abgasturbolader bekannt, das besonders zur Lagerung der mit hoher Drehzahl drehenden Welle geeignet sein soll. Hierbei ist ein nach Verformung eine elliptische, zur Welle hin gerichtete Lagerfläche aufweisendes Ringelement vorgesehen, dass in einem stationären Gehäuse beweglich angeordnet ist. Abgesehen von der schwierigen Herstellung weist diese Gleitlageranordnung immer noch nicht die gewünschten Dämpfungseigenschaften bei hohen Drehzahlen auf.

**[0008]** Vor diesem Hintergrund dieser Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Gleitlageranordnung, insbesondere für einen Turbolader zu schaffen die unerwünschte Schwingungen unterbindet. Ferner liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine kostengünstige Lagerung des Turboladers zu schaffen, mit der Verschleiß der Lagerung minimiert wird.

**[0009]** Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass die Lagerflächen jeweils in Bezug auf den Mittelpunkt des Ringelementes einen sich in Drehrichtung der Welle stetig verringernden Radius  $r$  aufweisen.

**[0010]** Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform wird dadurch bereitgestellt, dass das Ringelement eine Außenkontur aufweist, die der Innenkontur entspricht, so dass jede Lagerfläche einem Flächenbereich zugeordnet ist, der eine konstante Wandstärke aufweist und der zum benachbarten Flächenbereich einen Übergangsbereich aufweist. Dabei kann der Übergangsbereich durch Radien gleichmäßig ausgeführt sein. Es ist jedoch auch möglich, wie später im Ausführungsbeispiel dargestellt, dass der Übergangsbereich eine größerer Wandstärke aufweist. Hierdurch ist es möglich, dass das Mehrflächengleitlager in der Innenkontur und Außenkontur jeweils mit drei Lagerflächen ausgeführt ist, wobei die jeweiligen Flächenmitten über den Umfang gleichverteilt sind. Dadurch ist es bei der erfindungsgemäßen Gleitlageranordnung theoretisch möglich, jeweils an drei Stellen, welche zu  $120^\circ$  versetzt sind, zwischen Gehäuse und Ringelement sowie zwischen Ringelement

und Welle einen hydrodynamischen Druck aufzubauen. Hierdurch wird immer alle  $60^\circ$  ein abstützendes Druckpolster erzeugt. Dadurch, dass die Gleitlageranordnung auf eine Drehrichtung beschränkt ist, können durch die besondere Ausführung der Lagerflächen große Kräfte aufgenommen werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass je mehr konstruktiv ausgebildete Lagerflächen ein Mehrflächenlager aufweist, desto zuverlässiger eine zentrische Lage erreicht werden kann. Hierdurch werden die Lagerflächen jedoch kürzer, so dass die Belastbarkeit des Lagers theoretisch verringert wird. Durch das Vorsehen der Übergangsbereiche wird jedoch eine hohe Belastbarkeit gewährleistet und kann die Wandstärke des Ringelementes in den Flächenbereichen konstant bleiben. Durch diese Maßnahmen wird insbesondere eine sehr hohe Laufruhe der Welle möglich, was zu wesentlich vermindertem Verschleiß führt. Dadurch kommt die Welle während Belastung wechseln weniger in Gefahr mit etwas in Kontakt zu kommen wo durch Verschleiß an der Welle entsteht. Gegenüber einer konventionellen Gleitlageranordnung mit einem konstanten Kreisquerschnitt innen und außen, wie in **Fig. 1** dargestellt, lässt sich so die Auswendung der Welle auf ein Minimum beschränken. Damit kann das Gesamtlagerspiel der Gleitlager noch einmal reduziert werden, so dass auch der Ölverbrauch des Lagers minimiert werden kann.

**[0011]** Ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Lageranordnung kann Sintern sein. So kann durch diesen Fertigungsprozess ein hoch präzises Teil gefertigt werden, dass nicht mehr nachbereitet werden muss. Des Weiteren ist es möglich, verschiedene Metalle im Pulverzustand vor dem Sintern des Gleitlagers zu kombinieren. Ein weiteres Verfahren zur Herstellung einer solchen Lageranordnung kann das Stranggießen oder Strangpressen sein.

**[0012]** Ein weiteres Verfahren zur Herstellung einer solchen Lageranordnung kann durch Umformen eines rohrförmigen Querschnitt sein. Durch einen kostengünstigeren Urumformprozess kann das Augenmerk auf eine höhere Präzision bei der Nachbearbeitung gelegt werden.

**[0013]** Dadurch, dass ein Lagersystem mit zwei Gleitlageranordnung als einteiliges Bauteil ausgebildet ist, ist eine höhere Belastung gegenüber einer herkömmlichen Gleitlageranordnung möglich und es ist eine kostengünstigere und kompaktere Ausführung der Gleitlageranordnung möglich. Zusätzlich ist vorteilhaft, dass durch eine einteilige Bauform der Montageaufwand verringert werden kann.

**[0014]** In vorteilhafter Weise weist das Ringelement Durchbrüche auf, durch die das Schmiermittel zwischen Welle und das Ringelement gelangt. Besonders vorteilhaft ist der Einsatz der erfindungsgemäßen Gleitlageranordnung in einem Abgasturbolader.

Hierdurch sind zwischen den Verdichter- und Turbinenlaufrädern und dem Abgasturboladergehäuse noch kleinere Spalte möglich, wodurch der Gesamtwirkungsgrad des Turboladers wesentlich gesteigert werden kann, da über größere Spalte Strömungsverluste im Abgasturbolader entstehen. Durch die bessere Zentrierung der Welle in der Gleitlageranordnung mit innen und außen vorgesehenen Mehrflächen-Lagerflächen wird bei extremen Lastwechseln des Laders auch kein Kontakt des Ringelementes zur Welle oder zum Gehäuse verursacht.

**[0015]** Die Erfindung lässt mehrere Ausführungsformen zu und wird anhand der nachfolgenden Zeichnung näher erläutert. Hierbei zeigt:

**[0016]** Fig. 1 eine Schnittansicht einer herkömmlichen Gleitlageranordnung während des Einsatzes,

**[0017]** Fig. 2 eine Schnittansicht einer ersten erfindungsgemäßen Ausführungsform eines Lagersystems eines Abgasturboladers,

**[0018]** Fig. 3 eine Querschnitts- und eine Seitenansicht der erfindungsgemäßen Gleitlageranordnung,

**[0019]** Fig. 4 eine schematische Ansicht des Ringelementes mit dem innen und außen anliegenden und sich bei Drehung aufbauenden hydrodynamischen Radialdruckverläufen, und

**[0020]** Fig. 5 eine Schnittansicht einer zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsform eines Lagersystems eines Abgasturboladers.

**[0021]** Fig. 1 zeigt eine Gleitlageranordnung 2 gemäß dem Stand der Technik in einem Abgasturbolader 1 (siehe Fig. 2 und Fig. 5). Die Gleitlageranordnung 2 ist vollständig schwimmend ausgebildet mit einem stationären Gehäuse 4, das auf bekannte Weise einen Gehäusedurchlass 26 besitzt) und einer rotationsbeweglich angeordneten Welle 6. Während die Welle 6 im Betrieb eine Drehzahl  $n_1$  besitzt, dreht ein Ringelement 8 mit einer Drehzahl von nur  $n_2$ . Dieser Betriebszustand zeigt auch gut die verengende Spalte 10 und die daraus resultierende Verschiebung  $e_1$  einer Gehäuseachse 12 zu einer Ringelementachse 14 und einer Wellenachse 16.

**[0022]** Fig. 2 zeigt ein Lagersystem eines Abgasturboladers 1. Die Welle 6 ist durch ein Axiallager 18 und zwei erfindungsgemäße radiale Gleitlageranordnungen 20, 22 gelagert, die Gleitlageranordnungen 20, 22 werden durch eine Distanzbuchse 24 auf Abstand gehalten. Durch einen Gehäusedurchlass 26 gelangt Schmiermittel zu dem Axiallager 18 und Gleitlageranordnungen 20, 22. Die Durchbrüche 28 ermöglichen, dass Schmiermittel auch in die Gleitlageranordnungen 20, 22 gelangt.

**[0023]** Fig. 3 zeigt die erfindungsgemäße Gleitlageranordnung 20 für einen Abgasturbolader 1 mit einem stationären Lagergehäuse 4 und einer im Ringelement 8 rotationsbeweglich angeordneten Welle 6 in einer Querschnittsansicht sowie in einer Seitenansicht. Das Ringelement 8 weist eine Innenkontur 29 mit drei nach innen wirkenden Lagerflächen 30, 32, 34 und eine Außenkontur 37 mit drei nach außen wirkenden Lagerflächen 31, 33, 35 auf, die jeweils in Bezug auf den Mittelpunkt des Ringelementes 8 einen sich in Drehrichtung der Welle 6 stetig verringernden Radius  $r$  besitzen. Jede Lagerfläche 30, 31; 32, 33; 34, 35 ist auf einem Flächenbereich 38 mit konstanter Wandstärke angeordnet, wobei jeder Flächenbereich 38 zum benachbarten Flächenbereich 38 einen Übergangsbereich 36 mit größerer Wandstärke aufweist. Betrachtet man hier die mögliche Verschiebung  $e_2$  der Gehäuseachse 12 und der Wellenachse 16 sieht man, dass sie hier im Vergleich zu Fig. 1 wesentlich kleiner ist. In der Gleitlageranordnung 20 befinden sich mehrere Durchbrüche 28, wobei die Durchbrüche 28 es dem Schmiermittel ermöglichen, aus dem Gehäusedurchlass 26 leichter von außen nach innen zur Welle 6 zu fließen. Das Schmiermittel baut sich an den verengenden Spalten 10 einen Schmierfilm auf, wodurch die Welle 6 sowie das Ringelement 8 selbst abgestützt werden.

**[0024]** Fig. 4 zeigt ein im Uhrzeigersinn drehendes, vollständig schwimmendes Ringelement 8. Das Ringelement 8 baut an mehreren Stellen gleichzeitig Radialdruckverläufe 40 auf, um die Belastung durch eine Turbine auf die Welle 6 abzustützen und sie zentriert zu halten. Dabei wirken zwei innere Druckzonen 42 einer äußeren Druckzone 44 entgegen und umgekehrt zwei äußere Druckzonen 44 einer inneren Druckzone 42 entgegen um das Ringelement 8 zu stabilisieren.

**[0025]** Fig. 5 zeigt eine Schnittansicht einer zweiten Ausführungsform eines Lagersystems eines Abgasturboladers. Hier wurden die Gleitlageranordnungen 20, 22 und die Distanzbuchse 24 durch eine kombinierte Variante mit einem einteiligen Gleitlageranordnung 46 ersetzt.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 19539678 A1 [0005]
- DE 102012108973 A1 [0006]
- DE 10142303 A1 [0007]
- DE 102006033397 A1 [0007]

### Patentansprüche

1. Gleitlageranordnung für hoch drehende Wellen (6) im KFZ-Bereich mit einem stationären Gehäuse (4), in dem ein rotationsbewegliches Ringelement (8) vorgesehen ist, dass seinerseits die Welle (6) rotationsbeweglich aufnimmt, wobei das Ringelement (8) zur Welle (6) gerichtet eine Innenkontur (29) mit mindestens drei Lagerflächen (30, 32, 34) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lagerflächen (30, 32, 34) jeweils in Bezug auf den Mittelpunkt des Ringelementes (8) einen sich in Drehrichtung der Welle (6) stetig verringernden Radius  $r$  aufweisen.

2. Gleitlageranordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ringelement (8) eine Außenkontur (37) aufweist, die der Innenkontur (29) entspricht, so dass jede Lagerfläche (30, 31; 32, 33; 34, 35) einem Flächenbereich (38) zugeordnet ist, der eine konstante Wandstärke aufweist und der zum benachbarten Flächenbereich (38) einen Übergangsbereich (36) aufweist.

3. Gleitlageranordnung nach Ansprüche 1 oder 2 **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ringelement (8) als Sinterteil ausgeführt ist.

4. Gleitlageranordnung nach Ansprüche 1 oder 2 **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ringelement (8) als Stranggussteil oder Strangpressteil ausgeführt ist.

5. Gleitlageranordnung nach Ansprüche 1 oder 2 **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ringelement (8) durch Umformen eines rohrförmigen Querschnitt hergestellt ist.

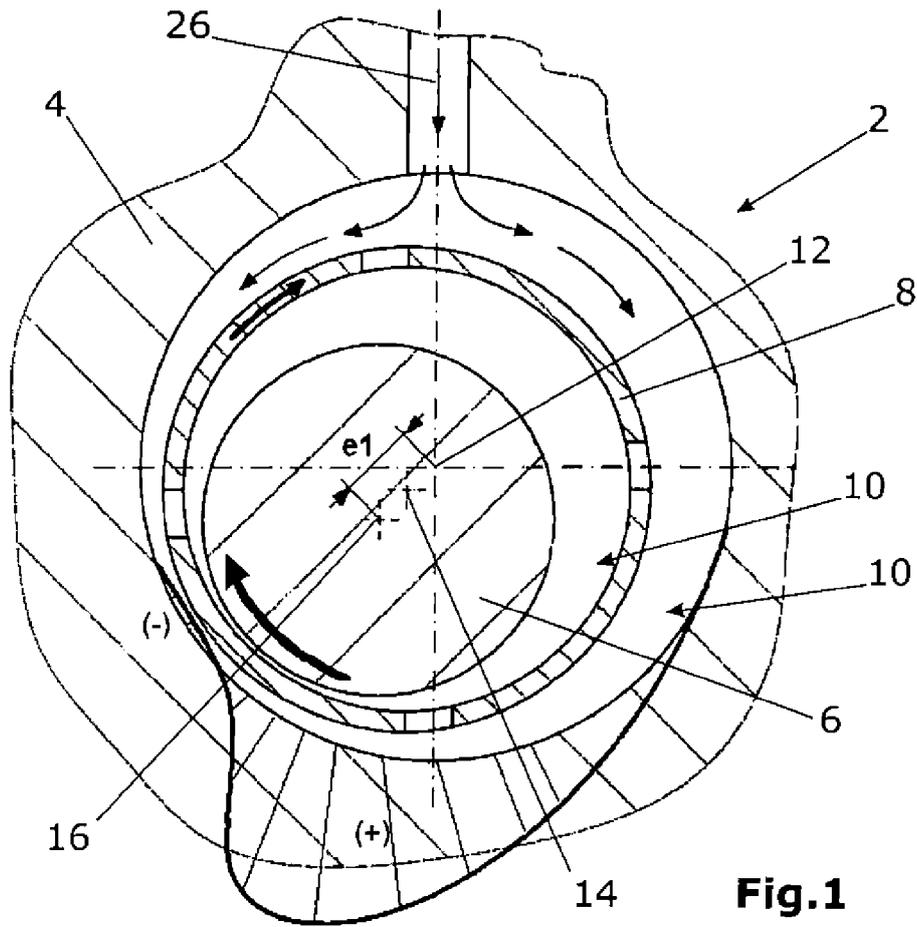
6. Gleitlageranordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ringelement (8) Durchbrüche (28) aufweist, durch die das Schmiermittel zwischen Welle (6) und das Ringelement (8) gelangt.

7. Lagersystem mit zwei Gleitlageranordnungen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zwei Gleitlageranordnungen ein einteiliges Lagersystem (46) bilden.

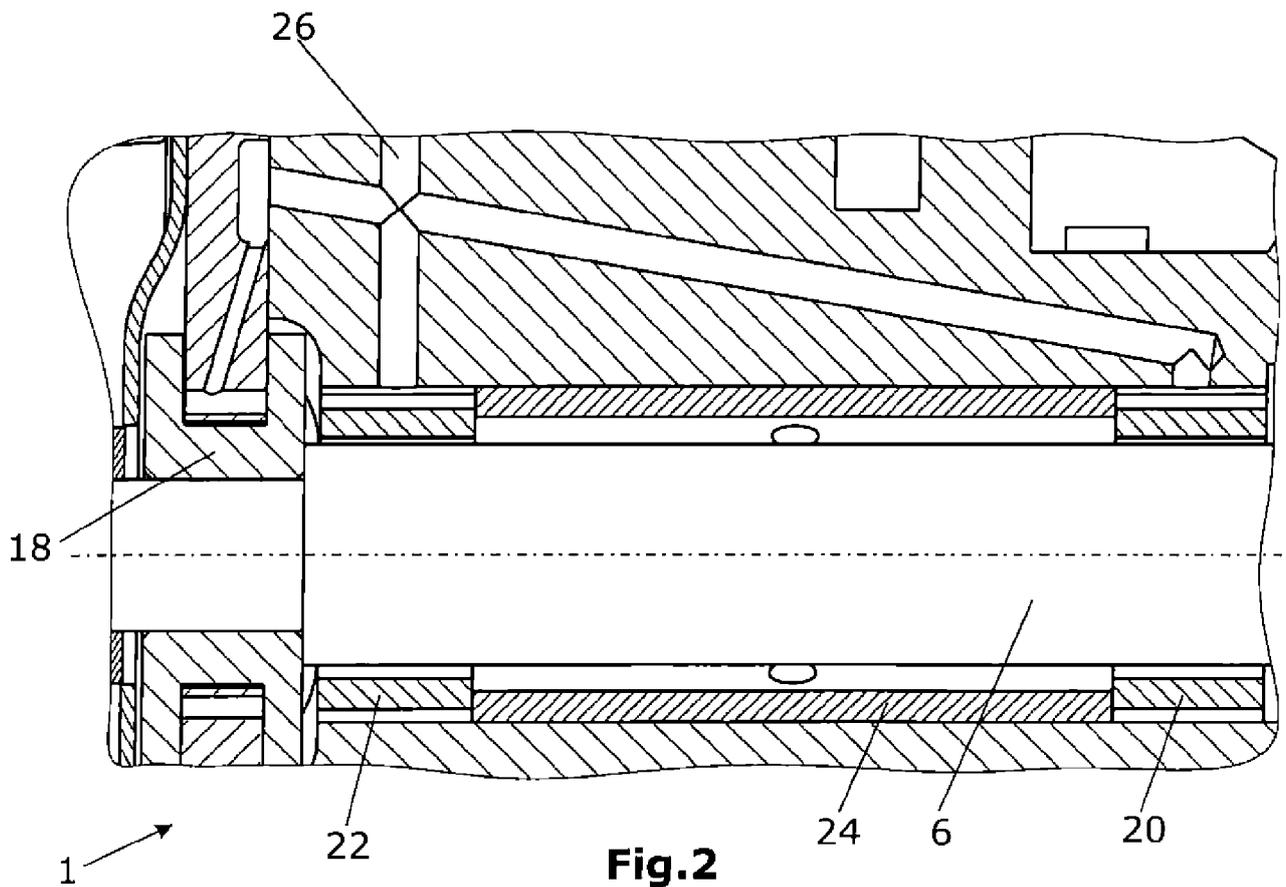
8. Abgasturbolader mit einer Gleitlageranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

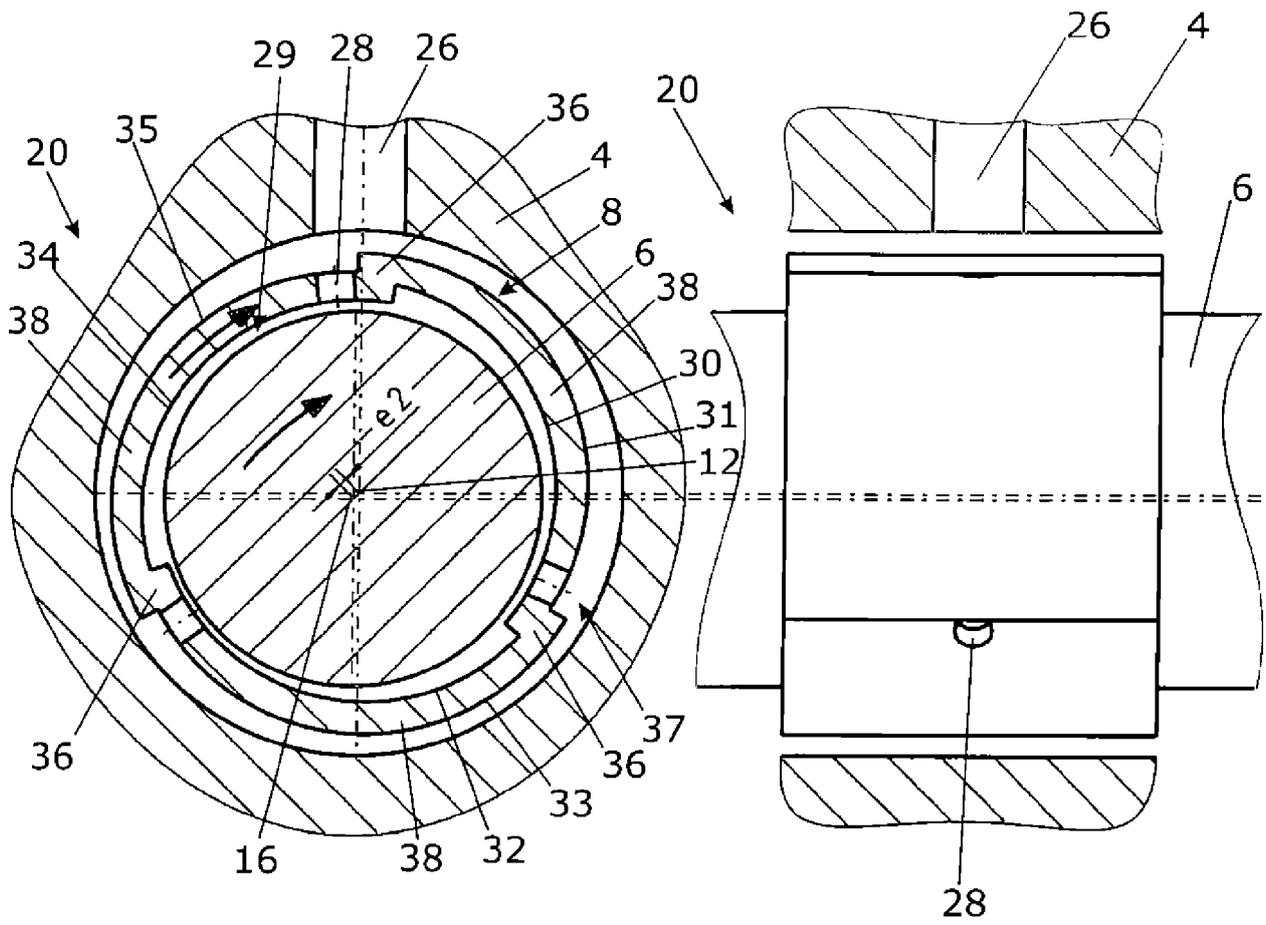
Anhängende Zeichnungen



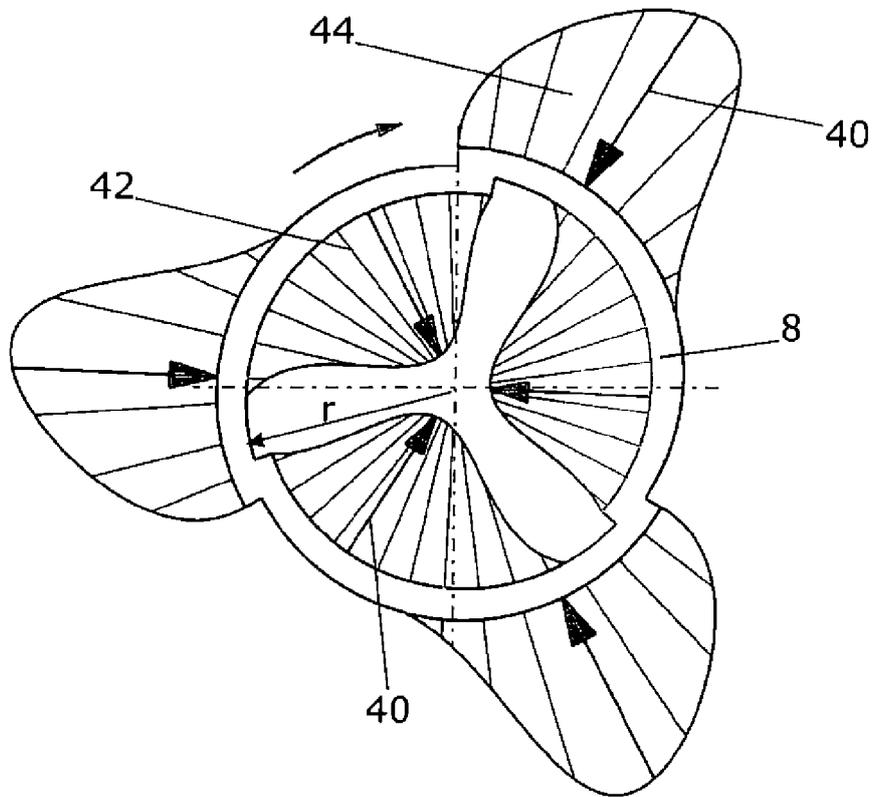
**Fig.1**



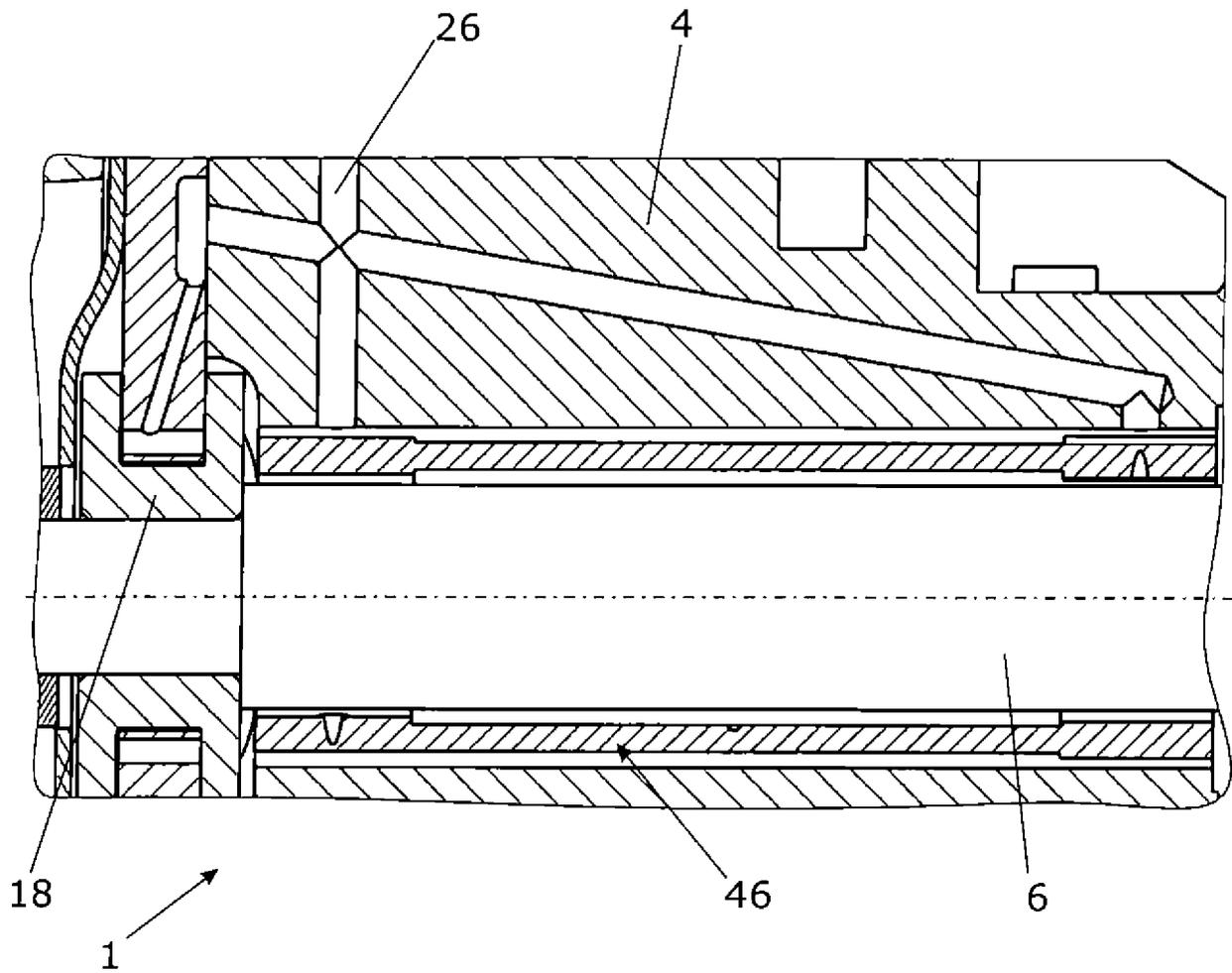
**Fig.2**



**Fig.3**



**Fig.4**



**Fig.5**