



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 023 149 A1** 2005.11.24

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 023 149.4**

(22) Anmeldetag: **07.05.2004**

(43) Offenlegungstag: **24.11.2005**

(51) Int Cl.7: **F01D 25/16**
F04D 29/04

(71) Anmelder:
Atlas Copco Energas GmbH, 50999 Köln, DE

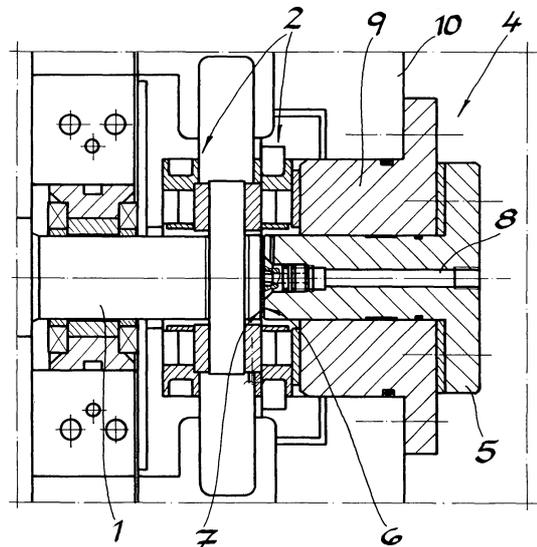
(74) Vertreter:
Andrejewski, Honke & Sozien, 45127 Essen

(72) Erfinder:
Sopper, Alfred, Dipl.-Masch.-Ing., 50169 Kerpen, DE; Leonhard, Martin, Dr.Masch.-Ing., 50321 Brühl, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Turbomaschine**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Turbomaschine mit Rotorwelle (1), die in einer ein hydrodynamisches Axiallager (2) enthaltenden Lageranordnung gelagert ist, und mit auf der Rotorwelle (1) angeordnetem Lauf- rad. Erfindungsgemäß ist in unmittelbarer Nähe des hydrodynamischen Axiallagers (2) zusätzlich ein hydrostatisches Axiallager (4) vorgesehen, welches die im Stillstand auf die Rotorwelle (1) wirkende Axialkraft vollständig aufnimmt, bei Anfahrvorgängen der Rotorwelle (1) das hydrodynamische Axiallager (2) entlastet und im Betrieb bei Nenndrehzahl abgeschaltet wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Turbomaschine mit Rotorwelle, die in einer ein hydrodynamisches Axiallager enthaltenden Lageranordnung gelagert ist, und mit auf der Rotorwelle angeordnetem Laufrad. Mit dem Ausdruck "hydrodynamische Axiallager" sind handelsübliche Axialgleitlager gemeint, welche im Turbomaschinenbau häufig eingesetzt werden.

Stand der Technik

[0002] Bei den in der Praxis bekannten Turbomaschinen mit den eingangs beschriebenen Merkmalen dient das hydrodynamische Axiallager sowohl zur Aufnahme der im Stillstand der Rotorwelle auftretenden Axialkräfte als auch zur Aufnahme der Axialschübe, die während des Betriebes der Turbomaschine auftreten und von den Druckbedingungen am Laufrad, dem Laufradtyp sowie von der Wellenabdichtungsgeometrie abhängen. Insbesondere bei als Verdichter ausgebildeten Turbomaschinen führt der hohe Vordruck des zu verdichtenden Fluids zu hohen Axialschüben im Stillstand und damit auch beim Anfahren der Maschine. Bei der Auslegung des hydrodynamischen Axiallagers besteht daher das Problem, dass dieses sowohl die während des Stillstandes und des Anfahrens der Turbomaschine vorliegenden Axialkräfte als auch die sich während des Betriebes bei Nenndrehzahl einstellenden axialen Kräfte aufnehmen muss. Eine allein auf den Betrieb bei Nenndrehzahl abgestimmte Auslegung des hydrodynamischen Axiallagers ist daher nicht möglich, so dass entsprechende Nachteile hinsichtlich der Verlustleistung des Lagers als auch seiner Dimensionierung in Kauf genommen werden müssen.

Aufgabenstellung

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Turbomaschine mit den eingangs beschriebenen Merkmalen anzugeben, die eine auf die Betriebsbedingungen bei Nenndrehzahl optimal abgestimmte Auslegung und Konstruktion des hydrodynamischen Axiallagers erlaubt.

[0004] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass in unmittelbarer Nähe des hydrodynamischen Axiallagers zusätzlich ein hydrostatisches Axiallager vorgesehen ist, welches die im Stillstand auf die Rotorwelle wirkende Axialkraft ganz oder zumindest größtenteils aufnimmt, bei Anfahrvorgängen der Rotorwelle das hydrodynamische Axiallager entlastet und im Betrieb bei Nenndrehzahl abgeschaltet wird. Erfindungsgemäß erfolgt eine Trennung der den Axial Schub aufnehmenden Komponenten in einen statischen Teil, der während des Stillstandes und des Anfahrvorgangs der Turbomaschine den Axial Schub ganz bzw. größtenteils aufnimmt, und einen hydrodynamischen Teil, dessen Auslegung und Konstruktion

optimal an die während des Betriebs bei Nenndrehzahl herrschenden Bedingungen angepasst werden kann. Dies erlaubt insbesondere eine Reduzierung der Verlustleistung des hydrodynamischen Axiallagers bei Nennbetrieb sowie eine auf die bei Nennbetrieb auftretenden Axialschübe optimal abgestimmte Dimensionierung des hydrodynamischen Axiallagers. Im Stillstand und beim Anfahrvorgang wird das hydrodynamische Axiallager durch das zusätzliche hydrostatische Axiallager weitgehend entlastet. Wenn die Rotorwelle ihre Nenndrehzahl erreicht hat, wird das statische Axiallager abgeschaltet und damit unwirksam, und der Axial Schub wird vollständig von dem hydrodynamischen Axiallager aufgenommen.

[0005] Vorzugsweise sind die beiden Axiallager an einem freien Ende der Rotorwelle angeordnet. Zweckmäßigerweise weist das hydrostatische Axiallager einen feststehenden, die axialen Kräfte aufnehmenden Kolben auf, dessen Stirnfläche auf die Stirnfläche des entsprechenden Rotorwellendendes gerichtet ist, wobei sich während des Stillstandes und des Anfahrvorgangs der Rotorwelle zwischen den beiden Stirnflächen eine unter Druck stehende Lagerflüssigkeit befindet, welche die beiden Flächen zueinander beabstandet. Der Abstand zwischen den beiden Flächen beträgt vorzugsweise ca. 50 µm, wobei eine Abweichung von bis zu 10 µm nach unten akzeptabel ist. Der als Einsatz ausgebildete Kolben kann eine Bohrung für die Zufuhr der Lagerflüssigkeit in den Zwischenraum zwischen den beiden Stirnflächen aufweisen. Vorzugsweise ist der Kolben in eine Hülse eingeschoben und mit dieser verbunden, wobei die Hülse an einem Gehäuse der Turbomaschine befestigt ist und die von dem Kolben aufgenommenen axialen Kräfte auf das Gehäuse überträgt, und wobei das der Rotorwelle zugewandte Ende der Hülse gleichzeitig zur Einleitung der von dem hydrodynamischen Axiallager übertragenen axialen Kräfte in das Gehäuse dient.

[0006] Die Rotorwelle kann einen als Ritzel ausgebildeten Abschnitt aufweisen, der mit einem auf einer zweiten Welle angeordneten Zahnrad eine Getriebeanordnung bildet, wobei an die zweite Welle eine elektrische Maschine angeschlossen ist. Alternativ hierzu ist es jedoch auch möglich, dass die elektrische Maschine direkt an die Rotorwelle angeschlossen ist.

Ausführungsbeispiel

[0007] Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung ausführlich erläutert. Es zeigen schematisch:

[0008] [Fig. 1](#) eine erfindungsgemäße Turbomaschine in Schnittdarstellung und

[0009] [Fig. 2](#) einen vergrößerten Ausschnitt der [Fig. 1](#).

[0010] Die [Fig. 1](#) zeigt eine als Verdichter ausgebildete Turbomaschine mit einer Rotorwelle **1**, die in einer ein hydrodynamisches Axiallager **2** enthaltenden Lageranordnung gelagert ist. An einem Ende der Rotorwelle **1** ist ein Verdichterslaufrad **3** fliegend angeordnet. In unmittelbarer Nähe des hydrodynamischen Axiallagers **2** ist zusätzlich ein hydrostatisches Axiallager **4** vorgesehen, welches die im Stillstand auf die Rotorwelle **1** wirkende Axialkraft vollständig oder zumindest größtenteils aufnimmt. Bei Anfahrvorgängen der Rotorwelle **1** wird das hydrodynamische Axiallager **2** durch das Axiallager **4** entlastet, während im Betrieb bei Nenndrehzahl das Axiallager **4** abgeschaltet wird. Die beiden Axiallager **2**, **4** sind an dem verbleibenden freien Ende der Rotorwelle **1** angeordnet. Insbesondere der [Fig. 2](#) ist zu entnehmen, dass das hydrostatische Axiallager **4** einen feststehenden, die axialen Kräfte aufnehmenden Kolben **5** aufweist, dessen Stirnfläche **6** auf die Stirnfläche **7** des entsprechenden Rotorwellenendes gerichtet ist. Während des Stillstandes und des Anfahrvorgangs der Rotorwelle **1** befindet sich zwischen den beiden Stirnflächen **6**, **7** eine unter Druck stehende Lagerflüssigkeit, welche die beiden Flächen **6**, **7** zueinander beabstandet. Durch das Abschalten des hydrostatischen Axiallagers **4** nach Erreichen der Nenndrehzahl baut sich dieser Druck ab und der Axialschub wird dann vollständig von dem hydrodynamischen Axiallager **2** aufgenommen. Der Kolben **5** weist eine Bohrung **8** für die Zufuhr der Lagerflüssigkeit in den Zwischenraum zwischen den beiden Stirnflächen **6**, **7** auf. Der Kolben **5** ist in eine Hülse **9** eingeschoben und mit dieser verbunden. Die Hülse **9** ist an einem Gehäuse **10** der Turbomaschine befestigt und überträgt die von dem Kolben **5** aufgenommenen axialen Kräfte auf das Gehäuse **10**. Gleichzeitig dient das der Rotorwelle **1** zugewandte Ende der Hülse **9** zur Einleitung der von dem hydrodynamischen Axiallager **2** aufgenommenen axialen Kräfte in das Gehäuse **10**.

[0011] Der [Fig. 1](#) ist zu entnehmen, dass die Rotorwelle **1** einen als Ritzel **11** ausgebildeten Abschnitt aufweist, der mit einem auf einer zweiten Welle **12** angeordneten Zahnrad **13** eine Getriebeanordnung bildet. An einem fliegenden Ende der zweiten Welle **12** ist ein Läufer **14** einer Antriebsmaschine angeordnet.

lich ein hydrostatisches Axiallager (**4**) vorgesehen ist, welches die im Stillstand auf die Rotorwelle (**1**) wirkende Axialkraft aufnimmt, bei Anfahrvorgängen der Rotorwelle (**1**) das hydrodynamische Axiallager (**2**) entlastet und im Betrieb bei Nenndrehzahl abgeschaltet wird.

2. Turbomaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Axiallager (**2**, **4**) an einem freien Ende der Rotorwelle (**1**) angeordnet sind.

3. Turbomaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das hydrostatische Axiallager (**4**) einen feststehenden, die axialen Kräfte aufnehmenden Kolben (**5**) aufweist, dessen Stirnfläche (**6**) auf die Stirnfläche (**7**) des entsprechenden Rotorwellenendes gerichtet ist, wobei sich während des Stillstandes und des Anfahrvorgangs der Rotorwelle (**1**) zwischen den beiden Stirnflächen (**6**, **7**) eine unter Druck stehende Lagerflüssigkeit befindet, welche die beiden Flächen (**6**, **7**) zueinander beabstandet.

4. Turbomaschine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (**5**) eine Bohrung (**8**) für die Zufuhr der Lagerflüssigkeit in den Zwischenraum zwischen den beiden Stirnflächen (**6**, **7**) aufweist.

5. Turbomaschine nach Anspruch 3, oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (**5**) in eine Hülse (**9**) eingeschoben und mit dieser verbunden ist, wobei die Hülse (**9**) an einem Gehäuse (**10**) der Turbomaschine befestigt ist und die von dem Kolben (**5**) aufgenommenen axialen Kräfte auf das Gehäuse (**10**) überträgt, und wobei das der Rotorwelle (**1**) zugewandte Ende der Hülse (**9**) gleichzeitig zur Einleitung der von dem hydrodynamischen Axiallager (**2**) aufgenommenen axialen Kräfte in das Gehäuse (**10**) dient.

6. Turbomaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotorwelle (**1**) einen als Ritzel (**11**) ausgebildeten Abschnitt aufweist, der mit einem auf einer zweiten Welle (**12**) angeordneten Zahnrad (**13**) eine Getriebeanordnung bildet, wobei an die zweite Welle (**12**) eine Antriebsmaschine angeschlossen ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Patentansprüche

1. Turbomaschine mit Rotorwelle (**1**), die in einer ein hydrodynamisches Axiallager (**2**) enthaltenden Lageranordnung gelagert ist, und auf der Rotorwelle (**1**) angeordnetem Laufrad (**3**), **dadurch gekennzeichnet**, dass in unmittelbarer Nähe des hydrodynamischen Axiallagers (**2**) zusätz-

Fig. 1

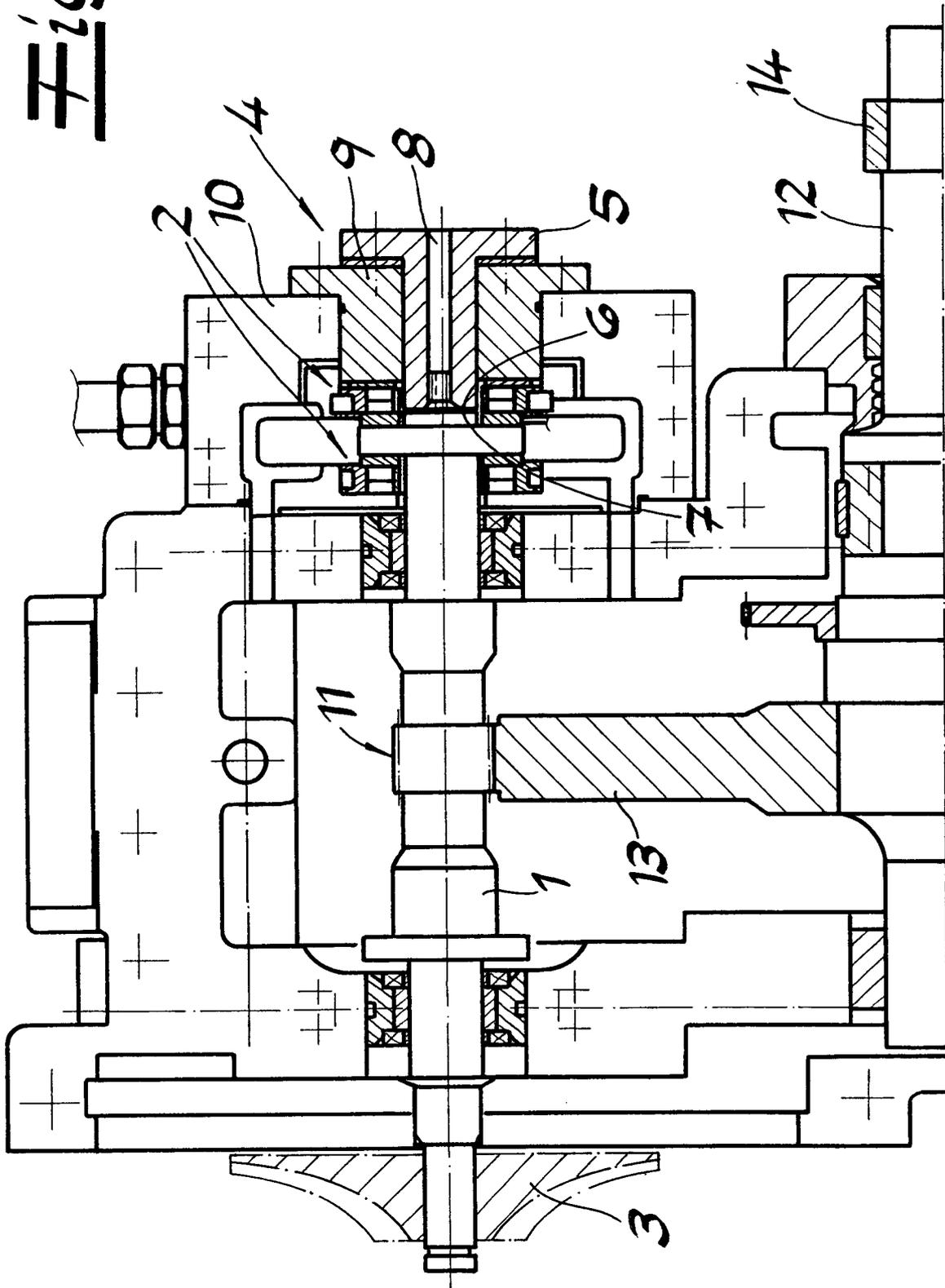


Fig. 2

