



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 195 23 826 A 1**

⑥1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**F 16 C 32/04**

⑲1 Aktenzeichen: 195 23 826.5  
⑲2 Anmeldetag: 30. 6. 95  
⑲3 Offenlegungstag: 2. 1. 97

DE 195 23 826 A 1

⑦1 Anmelder:  
Elektrische Automatisierungs- und Antriebstechnik  
EAAT GmbH Chemnitz, 09120 Chemnitz, DE

⑦2 Erfinder:  
Budig, Peter Klaus, Prof. Dr.sc.techn. Dr.h.c., 09122  
Chemnitz, DE; Werner, Ralf, Dr.-Ing., 09117  
Chemnitz, DE

⑤4 Magnetisches Lager mit Meßsystem zur Verbesserung der Rotordynamik

⑤7 Verbesserung der Rotordynamik magnetisch gelagerter Wellen durch geometrische Vereinigung des magnetischen Radiallagers mit dem radialen Meßsystem zur Messung der Wellenlage im Lagerbereich. Damit werden unterschiedliche Mittenabweichungen ebenso vermieden wie Unterschiede der Phasenlage in beiden Ebenen für den Fall, daß ein Schwingungsknoten zwischen diesen liegt.

DE 195 23 826 A 1

Die Tendenz Aggregate mit immer höheren Drehzahlen zu betreiben wird insofern behindert, als die Drehzahlerhöhung durch die Lebensdauer mechanischer Lager begrenzt wird. Luftlager als Alternative sind einsetzbar haben aber den Nachteil eines hohen Energieverbrauches. Magnetische Lager arbeiten berührungslos. Sie sind damit in der Lebensdauer nicht begrenzt. Ihr Energieverbrauch ist hinreichend gering, so daß sie als Alternative für mechanische Lager in Frage kommen. Hochtourige Wellen führen Biegeeigenschaften aus, die je nach der Ordnung der Eigenschwingungsform durch mehrer Schwingungsknoten und Schwingungsbäuche (Fig. 1) gekennzeichnet sind.

In der üblichen Ausführung magnetisch gelagerter Wellen besteht eine Lagereinheit aus dem die Welle tragendem Magnetsystem (Fig. 2) und dem die Wellenposition oder Schwingschelle erfassendem Meßsystem (Fig. 3). Die Mittelebene beider Baugruppen sind um den Abstand "x" von einander entfernt. Damit ergibt es sich zwangsläufig, daß bei einer Wellendeformation die Abweichung der Wellenmitte gegenüber dem geometrischen Mittelpunkt der Lagerstelle am Ort des tragenden Meßsystems und am Ort des Meßsystems nicht übereinstimmen — liegt ein Schwingungsknoten zwischen den tragenden Magnetsystem und dem Meßsystem, so können nicht nur die Mittenabweichungen von Betrag her unterschiedlich sein, sie sind dann auch in der Abweichung gegenphasig. In diesem Fall führt die Ausregelung der Mittenabweichung der Welle an der Meßstelle dazu, daß die Wellenabweichung im Magnetsystem vergrößert wird. Es tritt ein instabiler Zustand ein. Liegt der Schwingungsknoten in der Mitte des Magnetlagers, d. h. die Welle läuft mittig, so wird durch die Mittenabweichung der Welle im Meßsystem eine Auslenkung der Welle im Magnetlager hervorgerufen.

Liegt der Schwingungsknoten in der Mitte des Meßsystems so steht kein die axial nebeneinander angeordnet sind, bringt erhebliche Schwierigkeiten zur Erzielung eines mittigen Laufes der Welle in der axialen Lagemitte bzw. verhindert diesen.

Dieser Nachteil soll dadurch beseitigt werden, daß das Meßsystem und das Magnetlager zu einer konstruktiven Einheit verschmolzen werden.

Als Meßsysteme kommen in Frage:

1. Wirbelstromsensoren als Abstandsmesser.
2. Induktive Sensoren als Abstandsmesser oder zur Erfassung der Schwingschnelle.
3. Kapazitive Sensoren als Abstandsmesser.

Die unter 1 und 2 genannten Sensoren haben eine runde geometrische Form. Sie sind radial in der Mitte des Blechpaketes des Magnetlagers anzuordnen. Bei einer Ausführung des Magnetkreises des Magnetlagers nach Fig. 4 stößt das insofern auf Schwierigkeiten, als die Sensoren im Bereich der Wicklungen liegen und dort den Wickelraum einschränken. Wird der Sensor außerhalb der Polmitte eingebaut, so weicht die Phasenlage des Meßsignal von der Geometrie der Lager ab, so daß das Meßsignal phasenfalsch zur Verfügung steht.

Diesen Nachteil vermeidet ein kapazitives Meßsystem (Fig. 5) dessen Aufbau so erfolgt, daß in der Mitten der Nord- bzw. Südpole also in den Pollücken die Meßelektroden angeordnet werden. Zu diesem Zweck werden die Meßelektroden (1) die vorzugsweise rechtwinklig sind und auf einen mechanisch stabilen Träger (2)

aufgebracht. Dieser wird über der Wicklung auf der, dem Luftspalt zugewendeten Seite in die Polbrücke (3) eingesetzt. Die Auswertelektronik für das Meßsignal kann dann auf einer ringförmigen Leiterplatte rechts oder links vom Magnetlager (5) angebracht werden. Damit ergeben sich eine kurze Leitungsführung und eine Unterdrückung bzw. Vermeidung von elektromagnetischen Störeinflüssen.

#### Patentansprüche

1. Geometrische Vereinigung eines magnetischen Radiallagers mit dem dazugehörigen Meßsystem zur Erfassung der Wellenposition im Bereich des magnetischen Lagers dadurch gekennzeichnet, daß in den Pollücken eines aus Halbpolen aufgebauten magnetischen Kreises des magnetischen Lagers in der Mitte des Nord- bzw. Südpols kapazitive Meßsensoren eingebaut werden.
2. Magnetisches Lager mit geometrisch vereinigttem Meßsystem nach Anspruch 1 d.g., daß die Sensorelektroden auf einen Trägermaterial aufgebracht sind und der so entstandene mechanisch stabile Sensor über der Wicklung in der Pollücke eingesetzt wird.
3. Magnetisches Lager mit geometrisch vereinigttem Meßsystem nach Anspruch 1 d.g., daß außer der Meßelektroden eine Schirmelektrode auf dem Trägermaterial aufgebracht ist.
4. Magnetisches Lager mit geometrisch vereinigttem Meßsystem nach Anspruch 1 d. g., daß die Auswertelektronik für das Meßsignal axial neben dem Magnetlager angeordnet wird.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

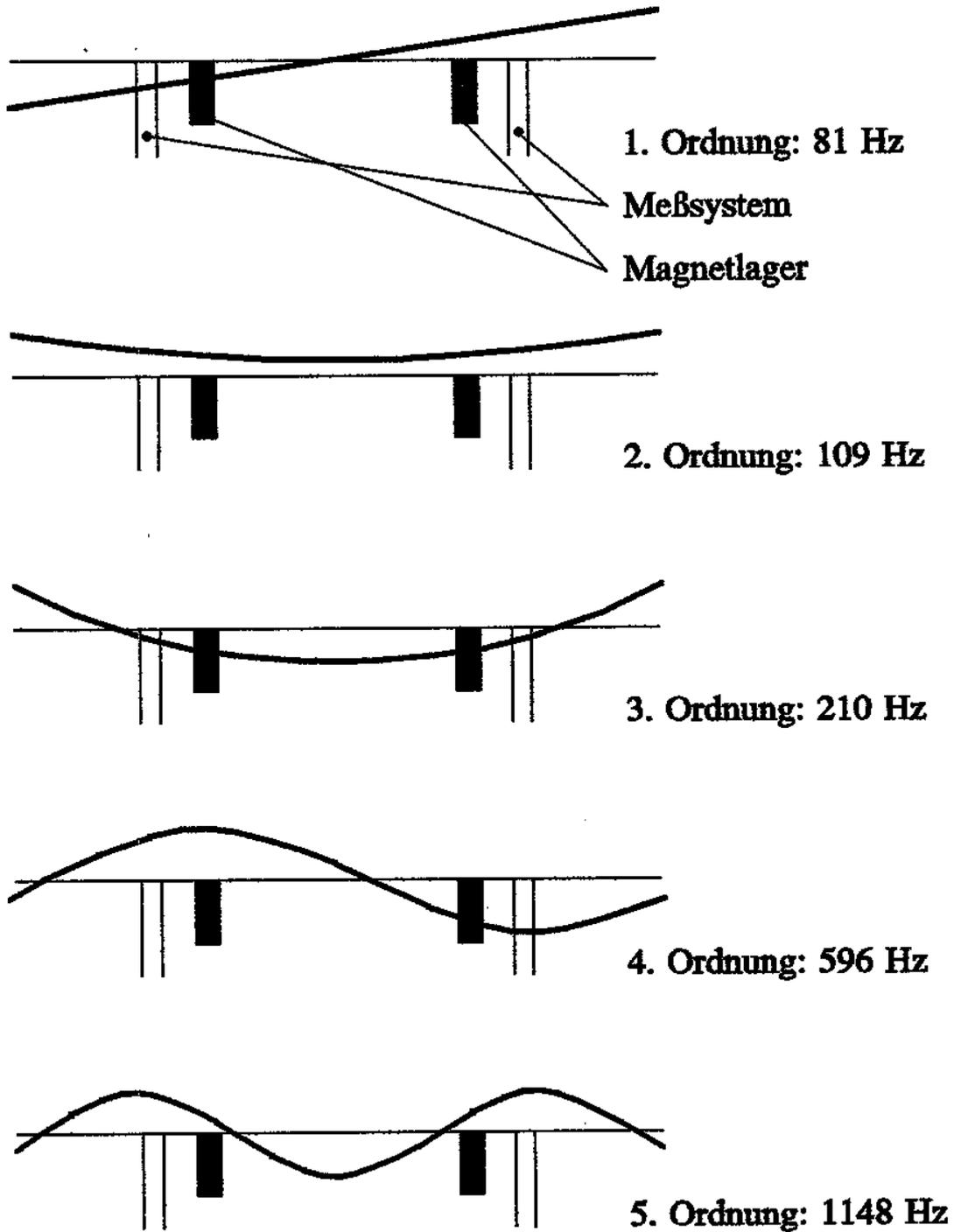


Fig. 1 Eigenmoden einer Welle (Beispiel)

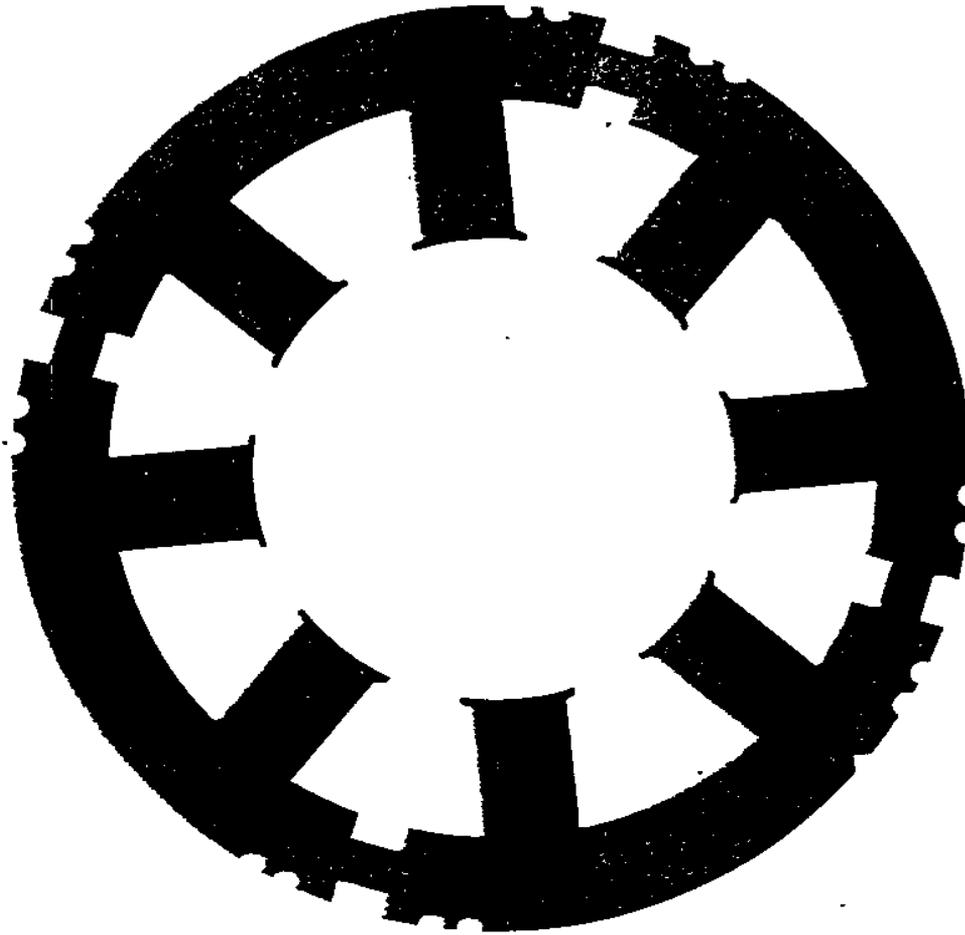


Fig. 2 Statorblech für Magnetlager

1. Stator des Magnetlagers
2. Wicklung im Stator des Magnetlagers
3. Rotor des Magnetlagers
4. stehender Teil des Meßsystems
5. rotierende Meßspindel

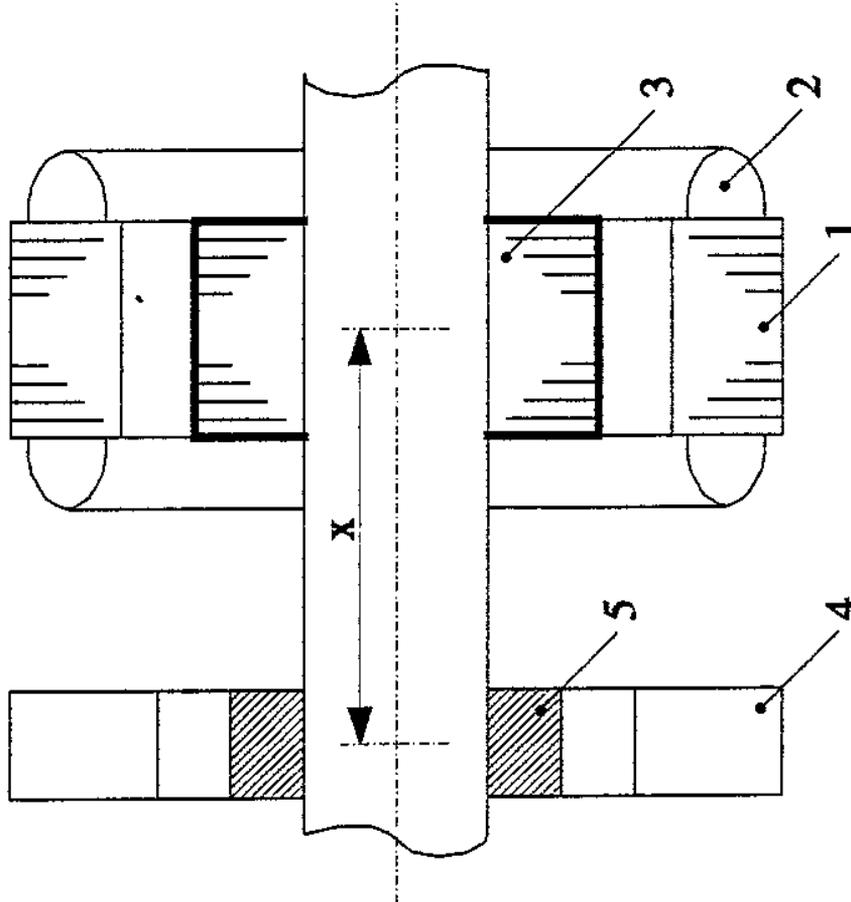


Fig. 3 Magnetlager und Meßsystem

1. induktive Sensoren

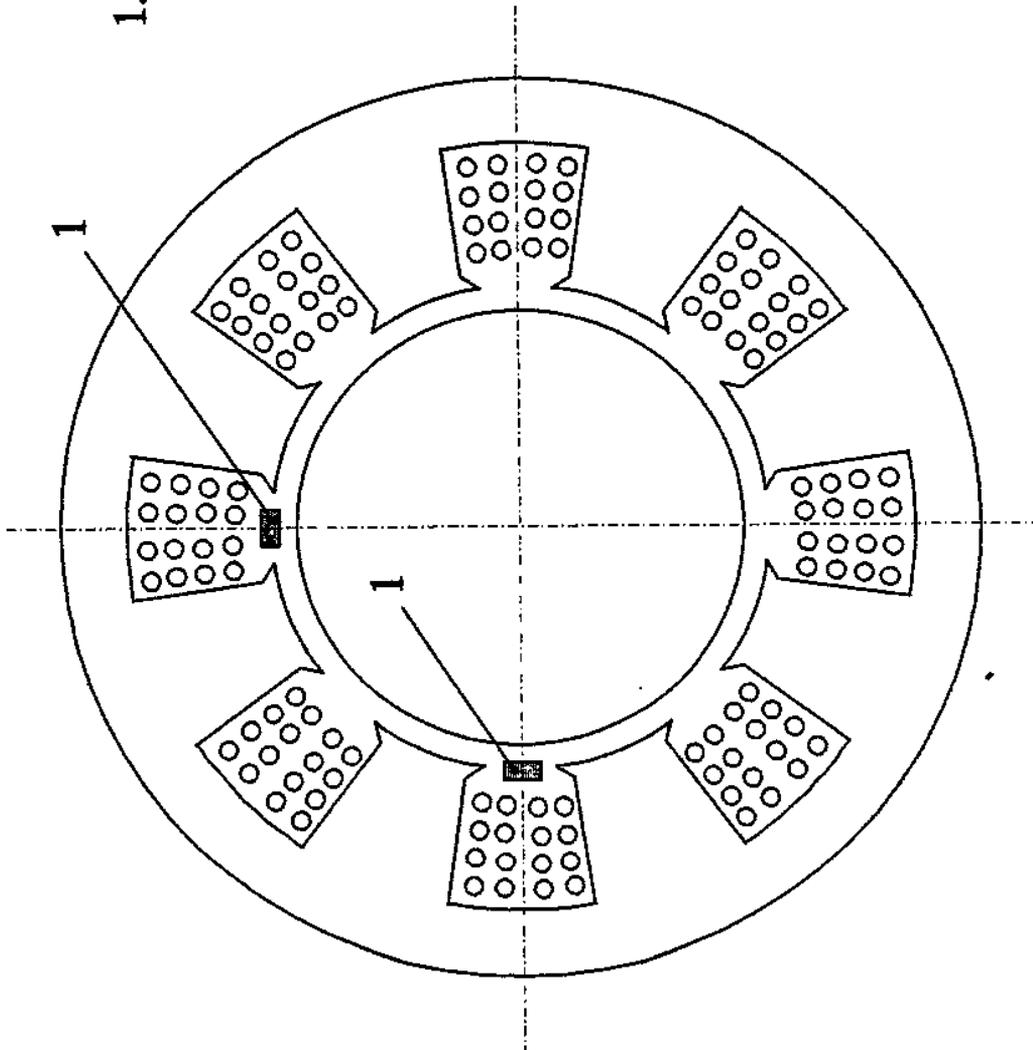


Fig. 4 Einbauort der induktiven Sensoren

- 1. Meßelektronik
- 2. mechanischer Träger
- 3. Pollücke
- 4. Schutzelektrode
- 5. zweite Meßelektronik

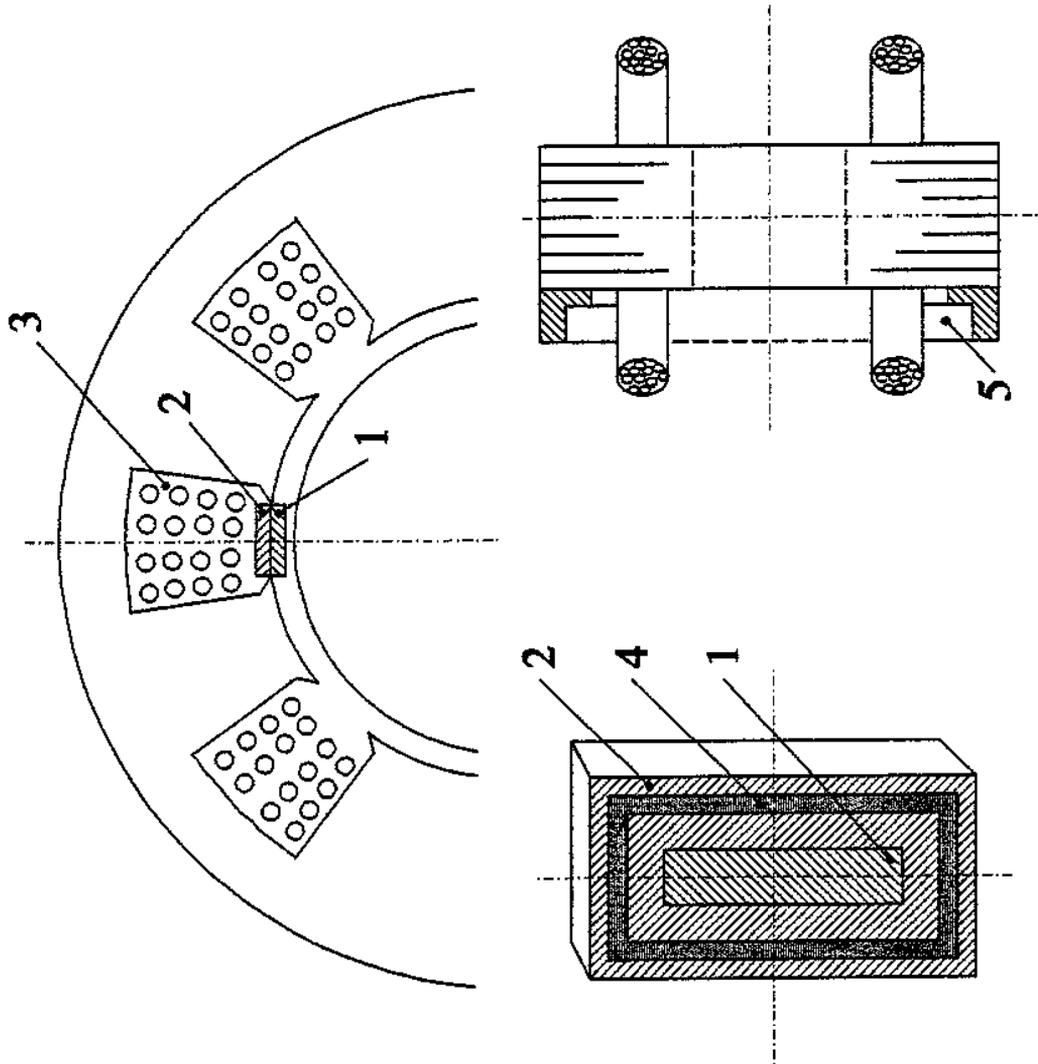


Fig. 5 Einbauort der kapazitiven Sensoren