

Damit er läuft wie geschmiert

Lüfter-Lagersysteme im Vergleich

Moderne Gleitlager machen den Einsatz von Kugellagern in jedem Fall überflüssig. Eines von vielen Ammenmärchen, das auf dem Markt kursiert. Tatsache ist, dass ein Lagersystem in Lüftern weitgehend deren Zuverlässigkeit und Lebensdauer bestimmt, weshalb der geplante Einsatz, Umgebungsbedingungen, Fehleranfälligkeit, Kosten und Risiken sorgfältig gegeneinander abgewogen werden müssen.

Sinterlager (Abbildung 1) sind wegen ihres großen Öldepots wartungsfrei. Ihre Schmierung folgt dem hydrodynamischen Prinzip, wobei Temperaturbereich sowie Reibungs- und Verschleißverhalten den Schmierstoff bestimmen.

Bei rotierender Welle wird ein Pumpeffekt wirksam, wodurch der Schmierstoff durch das Lager fließt und ein Ölkeil entsteht, auf dem die Welle schwimmt. Neben äußeren Einflüssen können auch die Rautiefe sowie die Formgenauigkeit der Welle diese „reibunglose“ Schmierung stören.

Abweichungen von der Idealform können zu hörbaren Schwingungen führen und unerwünschte Pumpeffekte verursachen unter Umständen einen hohen Ölaustritt. Zu großes oder zu kleines Lagerpiel und Fluchtungsungenauigkeiten können eben-

falls einen frühzeitigen Ausfall des Lagers hervorrufen.

Begrenzter Schutz vor Staub und Gasen

Beim Doppellager (Abbildung 2) werden die zwei Lagerstellen in einem einzigen Sinterformteil hergestellt, wodurch Fluchtungsungenauigkeiten weitgehend vermieden werden.

Bei sehr kurzen Lagersystemen ist der Einsatz eines Doppellagers wegen der zu kleinen Tragfähigkeit aber unmöglich. Ein längeres einstückiges Lager stellt hier einen vertretbaren Kompromiss dar. Allerdings kommt es durch die nicht ideal herstellbare Form und Oberflächenbeschaffenheit von Lager und Welle nicht nur im An- und Auslauf, sondern auch



Abb. 1: Sinterlager erfüllen in nahezu idealer Weise die Anforderungen an ein Gleitlager, denn sie sind nicht nur relativ einfach und genau herzustellen, sondern auch wartungsfrei.

während des Betriebs zu gelegentlicher metallischer Berührung.

Unzureichende Rotorwuchtung und hohes Rotorgewicht verstärken diesen Effekt, sodass sich durch die Mischreibung die Poren an der gesamten Lauffläche allmählich schließen. Auch Umgebungsbedingungen wie Temperatur, Luftverschmutzung und die Betriebsart beeinträchtigen die Lebensdauer.

Zwar lässt sich eine Lagerseite leicht abdichten, das rotorseitige Lager jedoch kann konstruktions-



Abb. 2: Ein Doppellager ist eine Sonderform des Sinterlagers, bei dem sich wesentlich höhere Montagegenauigkeiten erzielen lassen als mit zwei einzelnen, in einem Lagerrohr verpressten Lagern möglich ist.

bedingt nur begrenzt vor Verschmutzung geschützt werden.

Geräuschentwicklung erfordert eine Dämpfung

Ebenfalls wartungsfrei und dauergeschmiert sind Kugellager (Abbildung 3), in denen zwischen Innen- und Außenring fünf bis neun Kugeln laufen. Die Kugeln, deren Position durch einen so genannten Käfig vorgegeben ist, bewegen sich in einem Depot aus Fett, dessen Abfließen durch zwei Deckscheiben verhindert wird. Drehen Innen- und Außenring gegeneinander, entsteht eine sehr reibungsarme Abrollbewegung.

Der Abrollvorgang ist lauter als der Bewegungsvorgang bei einem Sinterlager. Bei Lüftern mit Kunststoffrahmen spielt das Laufgeräusch keine Rolle, da das Luftgeräusch deutlich überwiegt. Anders ist das bei Lüftern mit Metallgehäuse: Hier kann das Laufgeräusch der Kugellager als Körperschall an das Gerätegehäuse übertragen werden und dadurch störend laut werden, werden keine Dämpfungen vorgesehen.

Die Kugellager im Lagersystem müssen durch ein elastisches Element mit einer definierten Kraft verspannt werden. Die Montage in einem sehr genau hergestellten Metall-Lagerrohr vermeidet Fluchtungsfehler und Schrägstellen der Lager. Mit derartigen Konstruktionen werden MTBF-Werte um 280.000 h, bezogen auf

bei einer Betriebstemperatur von 60 °C auf etwa 35.000 h absinken.

Kugellager ist meistens die bessere Lösung

Bei korrektem Einbau sind Kugellager einem Sinterlager technisch weit überlegen. Die Lebensdauererwartung ist zwei bis drei Mal höher, der Betriebstemperaturbereich liegt zwischen -50 und +90 °C. Durch die Viskositätsänderung des Schmierstoffes über die Temperatur ist der typische Betriebstemperaturbereich von Sinterlager auf -10 bis +60 °C begrenzt.

Gegen Schock und Vibration reagieren Kugellager empfindlicher als Sinterlager, was besonders bei großen Lüftern mit schweren Rotoren ein Nachteil der Kugellager ist. Bei Miniaturlüftern mit Rotormassen von wenigen Gramm werden Kugellager im Betrieb mechanisch kaum belastet. Die Lebensdauerwahrscheinlichkeit wird fast ausschließlich durch die Alterung des Schmiermittels bestimmt. Die bessere Abdichtung der Kugellager gegenüber der großen Oberfläche beim Gleitlager lassen schädliche Umwelteinflüsse jedoch nur sehr langsam einwirken.



Abb. 3: Ähnlich wie beim Sinterlager sind auch beim Kugellager hohe Montagegenauigkeiten einzuhalten, wobei die Maßtoleranzen im Bereich von 0,2 bis 5 µm liegen.