

# Es läuft rund

**Wälzlager** – Für maximale Lebensdauer und ›reibungloses‹ Laufen müssen Wälzlager korrekt geschmiert sein. Erst dann erreichen sie ihre maximale Lebensdauer. Konstruktionsingenieure benötigen deshalb fundierte Kenntnisse über die Tribologie der Wälzlager.

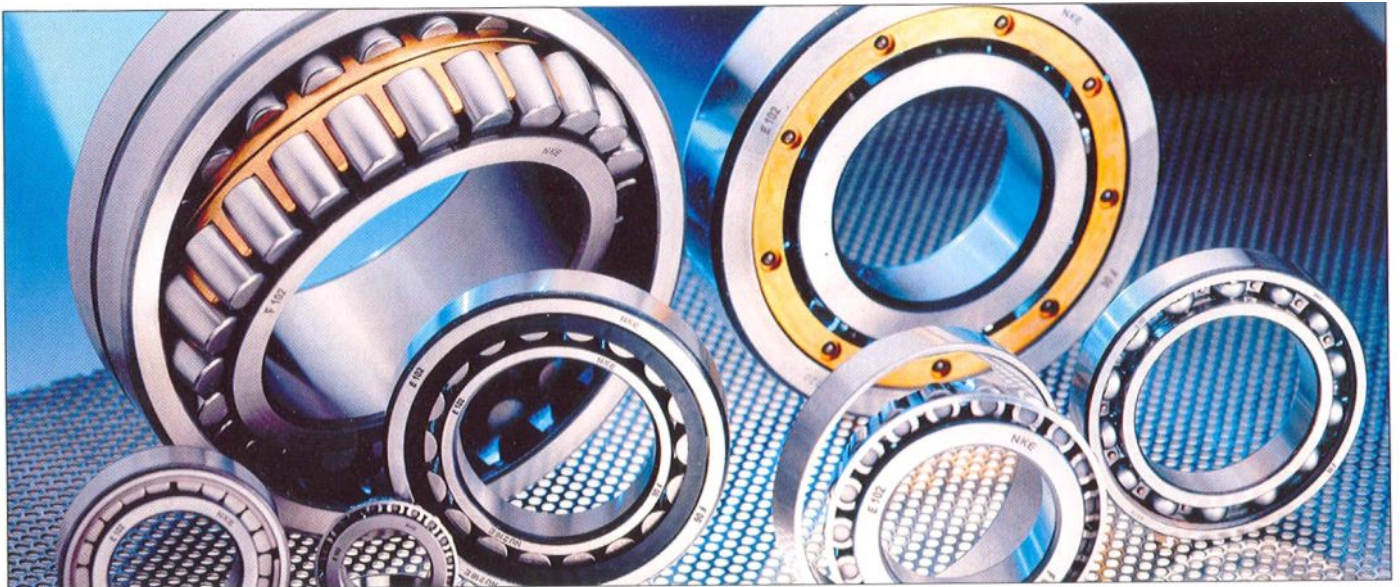
Jede Lagerung ist ein ›tribologisches System‹, das aus dem Lager und dem Schmierstoff besteht. In einem tribologischen System – beispielsweise in einem Wälzlager – trennt der Schmierstoff die metallischen Oberflächen der Reibpartner möglichst vollständig voneinander und reduziert so die Reibung. Weitere Aufgaben des Schmierstoffes sind der Korrosions-

sind zum Beispiel Hochdruckadditive oder Temperaturstabilisatoren.

Die Fettschmierung ist das üblichste Verfahren; über 90 Prozent aller Wälzlager werden mit Fett geschmiert. Schmierfette bestehen aus einem Grundöl, dem Verdicker, der in den meisten Fällen eine Metallseife ist, sowie verschiedenen Additiven. Vorteile der Fettschmierung sind die relativ einfa-

äthylen-Pulver (PTFE), Metallbeschichtungen, Gleitlacke und andere Oberflächenbehandlungen.

Schmierverfahren und Schmierstoffe weisen ganz unterschiedliche Drehzahleignung auf. Der wichtigste Faktor zur Einschätzung der grundsätzlichen Eignung eines bestimmten Schmierverfahrens oder eines speziellen Schmierstoffes ist der



schutz und bei Fettschmierung das Abdichten der Lager gegen Verunreinigungen. Bei der Ölschmierung unterstützt der Schmierstoff auch die Wärmeabfuhr und kühlt schnelllaufende Hochgeschwindigkeitslager. In vielen Fällen hängt die Lebensdauer des Lagers an der Gebrauchsdauer des Schmierstoffes, wenn der Schmierstoff nicht wirkt, fällt das Lager sofort aus.

## Die drei Schmierverfahren

Für Wälzlager gibt es im Wesentlichen drei Verfahren: Fettschmierung, Ölschmierung und Feststoff- oder Trockenschmierung. Die Wahl des geeigneten Schmierverfahrens sollte bereits in einer möglichst frühen Phase der Konstruktion erfolgen, wobei die Betriebsbedingungen, wie Drehzahlen und Betriebstemperatur, aber auch die Umgebungsbedingungen sorgfältig bewertet werden müssen. Moderne Schmierstoffe enthalten spezielle Zusatzstoffe. Diese Additive

che Anwendung, eine vergleichsweise einfache Abdichtung, minimaler Wartungsaufwand, ein weites Spektrum an verfügbaren Schmierstoffen und die Möglichkeit zur Herstellung vorbefetteter und bereits einbaufertig abgedichteter Lager.

Öl wird üblicherweise dort zur Lagerschmierung verwendet, wo Öl bereits für andere Zwecke gebraucht wird, zum Beispiel in Getrieben. Die Ölschmierung wird auch dann eingesetzt, wenn eine wirksame Wärmeabfuhr erforderlich ist. Bei Hochgeschwindigkeitsanwendungen können hochpräzise und genau dosierbare Einspritzvorrichtungen erforderlich werden, zum Beispiel für Öleinspritz- oder Ölnebschmierung. Fest- und Trockenschmierstoffe sind dann gefragt, wenn Betriebsbedingungen den Einsatz von Öl oder Fett nicht zulassen. In thermisch hoch belasteten Lagerungen werden verschiedene andere Werkstoffe zur Schmierung verwendet, wie z.B. Graphitpulver, Graphitsegmente, Polytetrafluor-

Drehzahlkennwert  $n \cdot d_m$ , wobei  $n$  für die Betriebsdrehzahl [ $\text{min}^{-1}$ ] und  $d_m$  für den mittleren Durchmesser des Lagers [mm] steht. Die Viskosität (Zähflüssigkeit) [ $\text{mm}^2/\text{s}$ ] – ist eines der wichtigsten technischen Merkmale zur Schmierstoffwahl. Der Begriff Viskosität beschreibt das Fließvermögen von Ölen unter vorgegebenen Bedingungen und Temperaturen. Ein niedriger Zahlenwert steht für dünnflüssige, ein hoher für dickflüssige Öle. Bei Fetten wird die Viskosität des Grundöls angegeben. Da die Viskosität eines Schmierstoffes wesentlich von der Temperatur abhängt, wird die Bezugviskosität eines Schmierstoffes bei einer definierten Referenztemperatur, gewöhnlich  $40^\circ\text{C}$ , angegeben.

Die Konsistenz zeigt die ›Steifheit‹ des Fettes an. Sie wird als NLGI-Klasse (National Lubrication Grease Institute) nach DIN 51818 angegeben, wobei die Eindringtiefe oder Penetration eines vorgegebenen Prüfkegels in eine Fettprobe bei genormter Prüf-



temperatur und Prüfzeit gemessen wird. Je tiefer der Konus eindringt, umso weicher ist das Fett.

Festere Schmierstoffe haben eine höhere Konsistenz und weisen daher eine höhere NLGI-Klasse auf. Zur Schmierung von Wälzlagern werden meist Fette der NGLI-Klassen 2 und 3 verwendet. Für Hochgeschwindigkeitsanwendungen, zum Beispiel bei Spindellagern, werden häufig weichere Fette der Klassen 00, 0 und 1 verwendet.

### Weiche oder steifere Fette?

Weiche Schmierfette sind optimal für Klein- und Miniaturlager, bei niedrigen Temperaturen, hohen Drehzahlen oder wenn ein Zentralschmiersystem vorhanden ist.

Steifere Fette hingegen sind besser geeignet für große Lager, bei niedrigen Drehzahlen oder für Anwendungen bei denen hohe Temperaturen auftreten. Festere Fette bie-

im Gehäuse als Schmierstoffreservoir. Bei Bedarf fließt daraus frisches Grundöl zur Schmierung nach. So wird die Fettgebrauchsdauer wesentlich verlängert. Um diesen Effekt zu fördern, sollten Freiräume in der Lagerstelle mit Fett befüllt werden. Bestimmt wird die optimale Schmierstoff-Füllmenge in den Freiräumen der Lagerstellen unter Berücksichtigung der Betriebsdrehzahl. Es muss sichergestellt werden, dass überschüssiges Fett aus dem Lager in die Freiräume entweichen kann.

Schmierfette in Wälzlagern sind aufgrund der ständigen Überrollung durch die Wälzkörper kontinuierlich mechanisch beansprucht. Zudem altern Schmierstoffe durch Umwelteinflüsse und Betriebsbedingungen beschleunigt bei hohen Temperaturen sowie durch Feuchtigkeit, Kontamination und Chemikalien.

Bei nicht nachschmierbaren, vorbefetteten Lagern, die mit Schmierstoff und beidseiti-



Um Lagerschäden rechtzeitig zu vermeiden, kommt es auf die zum Lager und zur Anwendung passende Schmierung an.

ten überdies eine bessere Dichtwirkung gegen Staub und Verunreinigungen.

Die wichtigste Funktion eines Schmierstoffes ist es, metallische Oberflächen zu trennen. Eine optimale Trennung wird dann erreicht, wenn die Dicke des Schmierfilms, der sich in der Lastzone zwischen Wälzkörper und Laufbahn aufbaut, groß genug ist, um diese vollständig voneinander zu trennen, d. h. dicker ist als die Summe der Oberflächenrauheiten. In den meisten industriellen Anwendungen wird allerdings lediglich eine unvollständige Trennung der metallischen Oberflächen, eine Mischreibung, erreicht. Die tatsächliche Betriebsviskosität und somit die effektive Schmierfilmdicke wird durch die Nennviskosität oder Ausgangsviskosität des Schmierstoffes, die Größe des Lagers, die Drehzahl sowie die Betriebstemperatur bestimmt.

Das Lager selbst sollte vollständig mit Fett gefüllt sein. Überschüssiges Fett wird im Betrieb aus dem Lager gedrückt und dient

gen Dichtungen oder Deckscheiben geliefert werden, wird erwartet, dass die Gebrauchsdauer des Schmierstoffes gleich oder höher ist als die erforderliche Lebensdauer des Lagers.

Abgedichtete Wälzlager können für besondere Anforderungen auch mit Sonderfettfüllungen nach Kundenspezifikationen gefertigt werden. Bei der Planung der Wälzlagerwartung ist es erforderlich, die Gebrauchsdauer des Schmierstoffes unter den gegebenen Betriebsbedingungen realistisch einzuschätzen und eine Nachschmierung in regelmäßigen Intervallen einzuplanen. Die Nachschmierintervalle sind im besonderen Maße an die vorliegenden Betriebsbedingungen und die Eigenschaften des gewählten Schmierstoffes gekoppelt.

Janet Mo,  
NKE Austria GmbH



Mehr Infos K 06-08-0272