

SCHMIERSTOFFE

# Die Lebensdauer von Maschinenteilen hängt von der Auswahl des Schmierfetts ab

Spezielle Anwendungen benötigen passende Schmierfette, damit Maschinen und Anlagen die geplante Lebensdauer erreichen. Insbesondere im Hochleistungsbereich stoßen konventionelle Schmierstoffe an Grenzen. Hochleistungsschmierstoffe sind daher für viele bewegte Maschinenteile unerlässlich, wie sich am Beispiel eines Schmierfetts für Wälz- und Gleitlager zeigen lässt.

GERD LUDWIG UND WOLFGANG GRUSS

In Maschinen- und Fahrzeugbau finden Lager der unterschiedlichsten Konstruktionsarten Verwendung, unter anderem Kugelrollenlager, Zylinderrollenlager, Pendelrollenlager sowie Gleitlager. Konstrukteure und Anwender erwarten einen störungsfreien Betrieb ihrer Aggregate sowie eine definierte lange Lebensdauer der eingesetzten Konstruktionselemente, um die Wirt-

Gerd Ludwig ist Vertriebsleiter bei der Meguin GmbH & Co. KG, 66740 Saarlouis. Wolfgang Gruss ist Key Accounter Schmierfette im selben Unternehmen. Weitere Informationen: Gerd Ludwig, Tel. (01 72) 9 15 86 61, gerd.ludwig@meguin.de,

schaftlichkeit zu gewährleisten. Diese Erwartungen gelten auch dann, wenn alle Maschinenteile bis an die Grenze der mechanischen Belastbarkeit genutzt werden.

Konstruktiv, auf die jeweiligen Anlagen bezogen, erfolgt deren Umsetzung unter anderem durch die eingesetzte Lagerbauart und Werkstoffauswahl sowie die angestrebten tribologischen Bedingungen. Die während des Betriebs auftretenden Kräfte, beispielsweise Quer- und Stoßkräfte, müssen in ihren Einwirkungen berechenbar sein.

Die Verwendung eines Hochleistungsschmierstoffs, in diesem Fach-

aufsatz beispielhaft anhand eines Schmierfettes behandelt, ist für viele bewegte Maschinenbauteile unerlässlich (Bild 1). Die Reibung zwischen Werkstoffpaarungen muss reduziert und der damit verbundene Verschleiß minimiert werden.

Werkstoffermüdungen an den Oberflächen der Lagerlaufbahnen haben ihre Ursache zum großen Teil in einer unzureichenden Schmierung. Dies tritt insbesondere bei Pendelrollenlagern auf. Bei idealen Schmierbedingungen kann die Lebensdauer eines fettgeschmierten Lagers erheblich verlängert werden. Unzureichende Schmierung ist zu etwa 90% die Ursache für Schäden an Wälzlagern. Gute Schmierung ist also für jede Maschine lebenswichtig. Man kann ohne weiteres sagen, dass jedes Teil und jede Maschine so viel wert ist, wie die Qualität ihrer Schmierung.

## Jede Stoffkomponente beeinflusst die Anwendung

In der DIN 51502 werden die Anforderungen und Bezeichnungen und Eigenschaften der Schmierstoffe definiert. Ein Beispiel aus der Praxis ist das Schmierfett KP2 P-30: Der Kennbuchstabe K definiert den Verwendungszweck; in diesem Fall Schmierfett für Wälz- und Gleitlager. Der Buchstabe P informiert über die Leistungscharakteristik des Fettes; in diesem Fall Hochdruckzusätze EP. Die Zahl 2 legt die Konsistenz des Fettes fest; hier NLGI 2 (Walkpenetration 26,5 bis 29,5 mm). Der Zusatzkennbuchstabe P informiert über die obere Gebrauchstemperatur für Dauerschmierung; hier 160 °C. Schließlich legt die letzte Zusatzkennzahl die untere Gebrauchstemperatur fest, also -30 °C.

Die wesentlichen Komponenten eines Schmierfettes sind: Grundöl

**Bild 1:** Damit Reibung und Verschleiß nicht die geplante Lebensdauer von Maschinen und Anlagen verkürzen, kommen Gleit- und Wälzlager häufig ohne Hochleistungsschmierstoffe nicht aus..



(zu 70 bis 95%), Verdicker (zu 5 bis 30%) sowie Additive (je nach Leistungskonzeption). Jede dieser Komponenten beeinflusst die Funktion und Eigenschaft des Schmierfettes im Einsatz. Bei dem überaus komplexen chemisch-physikalischen Aufbau der beteiligten Stoffe können diese in Wechselwirkung zueinander treten und sich gegenseitig beeinflussen.

Die Veränderung eines Basisstoffes bewirkt auch eine Veränderung der technischen Eigenschaften des fertigen Produktes. Zum Beispiel verbessert sich die Wasserbeständigkeit eines natronverseiften Fettes erheblich, wenn ein niedrigviskoses Grundöl durch ein höherviskoses substituiert wird. Auch Festschmierstoffe, wie MoS<sub>2</sub> oder Graphit, finden als Additive Verwendung. Diese verfügen über eine gute Adhäsion auf Metalloberflächen, bilden dort einen homogenen Film mit sehr hohem

#### AUF EINEN BLICK

## Die Zutaten von Schmierstoffen

► Als Grundöle werden Mineralöle, synthetische Öle und native Öle verwendet. Die Viskosität oder vereinfacht Zähflüssigkeit eines Grundöls, ist eines der Hauptkriterien bei der Auswahl eines geeigneten Fettes in der konkreten Anwendung. Die Konsistenz eines Schmierfettes lässt sich auch aus der Grundölviskosität ableiten. Sie richtet sich vorrangig nach der Einflusstemperatur und der Belastung an der Reibstelle.

► Die Verdicker bestehen aus Metallseifen (Lithium, Aluminium, Calcium, Natrium, Barium sowie aus deren Komplexen). Des Wei-

teren gibt es Verdicker auf der Basis anorganischer Substanzen (Bentonit, Cilicogel, Graphit) und aus organischen Strukturen (Polyharnstoff).

► Additive geben dem Fett Eigenschaften, die es ohne diese Zusätze nicht oder nur unzureichend hätte. Im Wesentlichen handelt es sich bei den Zusatzstoffen um Antioxidantien, die den Alterungsprozess reduzieren, Verschleißschutzadditive, Metalldesaktivatoren, um beispielsweise Reaktionen mit Metallverbindungen der Lager zu verhindern, sowie Antikorrosionssubstanzen.

Lasttragevermögen und gewährleisten auch Notlaufeigenschaften.

Um alle erforderlichen Gebrauchseigenschaften zu sichern, müs-

sen Schmierfette sowohl hinsichtlich der chemisch-physikalischen Eigenschaften als auch der mechanisch-dynamischen Reaktionen überprüft

| Einsatzbereiche von Hochleistungsfetten |  |   |   |  |
|---|--|---|---|--|
| Schmierstoff                            | Lithiumkomplexfett                             | Schwerlastfett  | Aluminiumkomplexfett                        | Hochtemperaturfett PH  |
| Einsatzbereich                          | hohe Temperaturen und extreme Druckbelastungen | feuchte und staubige Betriebsbedingungen, hohe Druckbelastungen | hohe Temperaturen, extreme Druckbelastungen | Langzeitschmierung bei tiefen und hohen Temperaturen, hoch belastete Lager |
| Beispiel                                | KP2P-30  | KPF2N-20  | KP2P-30 EP                                  | KP2P-30  |

Quelle: Meguin



Bilder: Meguin

**Bild 2:** Die Eigenschaften von Schmierfetten müssen überprüft werden können. Ein Verfahren dazu ist die Konuspenetration mit einem Penetrometer.

werden (Bild 2). Der komplette technische Anforderungskomplex eines fettgeschmierten Lagers muss im praktischen Einsatz nachvollziehbar und schon im Vorfeld auf mögliche Auswirkungen kalkulierbar sein. Die definierte Lebensdauer muss bei dieser Verhaltensabschätzung berücksichtigt werden. Dies geschieht im Wesentlichen durch festgelegte und erprobte Prüfmethode. Dazu zählt beispielsweise die Bestimmung der Ölabscheidung nach DIN 51817.

Das Ölabgabeverhalten eines Schmierfettes ist unter anderem als Funktion der Betriebstemperatur zu verstehen. So sollte die Ölabscheidung in einem Rollenlager bei Betriebstemperatur mindestens 3% betragen. Im Kugellager liegt Abscheidungsrate dagegen bei 1%, damit die Schmierfähigkeit gewährleistet ist. Mangelschmierung kann durch eine unzureichende Ölabgabe entstehen; das Fett ist dann zu trocken und ein Anstieg der Scherkräfte mit allen damit verbundenen unerwünschten Eigenschaften ist die Folge.

Die DIN 51825 definiert die wichtigsten Prüfkriterien für Wälzlager-schmierfette. Auch die Hersteller der Lager haben Prüfkriterien erstellt,

die zur Leistungsbestimmung herangezogen werden: Die Schmierfettgebrauchsdauer wird nach dem so genannten FAG-FE-9-Test (100 h bei hoher Prüftemperatur) bestimmt. Der Korrosionsschutz, auf Stahl bezogen, wird nach dem SKF-Emscor-Test überprüft (DIN 51802).

Die Grundölviskosität nach DIN 51562 ist eine wichtige Kennzahl für die Auswahl und den Einsatz eines Schmierfettes. So werden bei hohen Lagerdrehzahlen, niedrigen Belastungen und tiefen Einsatztemperaturen Produkte verwendet, die eine geringe Grundölviskosität besitzen. Im Gegensatz dazu setzt man bei niedrigen Drehzahlen, hohen Belastungen und hohen Temperaturen Fette mit einer höheren Grundölviskosität ein.

### Drehzahlkennwert als Größe für Schwerlastfette

In Schwerlastfetten, die großdimensionierte Lager schmieren, mit niedrigen Drehzahlen betrieben werden, jedoch hohe Drücke aufnehmen müssen, findet ein Grundöl mit einer Viskosität von 1000 mm<sup>2</sup>/s bei 40 °C Verwendung, das die Bezeichnung KPF2N-20 trägt.

Der sogenannte Drehzahlkennwert  $d_k$  ist eine in diesem Zusammenhang wichtige Größe. Er gibt Aufschluss darüber, für welche maximale Drehzahl eines Lagers ein Schmierfett geeignet ist. Zwischen dem Drehzahlkennwert und der Grundölviskosität besteht ein kausaler Zusammenhang. Berechnet wird er nach der Formel:

$$d_k = d_m \cdot n_d$$

$$d_m = (d_a - d_i) : 2$$

Dabei ist  $n_d$  die Betriebsdrehzahl in min<sup>-1</sup>;  $d_a$  der Lageraußendurch-

messer [mm];  $d_i$  der Lagerinnen-durchmesser [mm].

Um ein Schmierfett zu definieren, müssen verschiedene Einflussfaktoren berücksichtigt werden: Lagerart (zum Beispiel Wälz- oder Gleitlager), Lagerdimension, Art der Reibung (bedingt durch Wälzkörper wie Rollen, Zylinder, Kugeln), Betriebsbedingungen (Staub, Temperatur, Feuchtigkeit, Chemie) sowie die mechanische Belastung (Stöße, Rütteln, Vibrationen, Drehzahl).

### Komplexe Anforderungen bei Windkraftanlagen

Je nach Aggregat beziehungsweise Einsatz des Schmierfettes definiert sich der Schwerpunkt von Einflussfaktoren (Tabelle). So spielen in den verschiedenen Lagern von Windkraftanlagen stark schwankende Betriebstemperaturen eine große Rolle. Die Betriebstemperaturen der Generatorlager bewegen sich beispielsweise zwischen -30 und 100 °C. Insgesamt sind die Anforderungen an ein Fett in diesem Anwendungsfall sehr komplex. Aufgrund der extrem hohen Drehmomente wird ein entsprechend hohes Lasttragevermögen  $n_{dm} < 30\,000$  gefordert. Eine gute Walkstabilität ist Grundvoraussetzung. Das heißt, das Fett darf seine Konsistenz während des Betriebes nicht wesentlich verändern, zumal es in vielen Fällen über Zentralschmieranlagen gefördert wird.

Bewährte Schmierstoffe für die Schmierung an Bauteilen von Windkraftanlagen sind Hochtemperaturfette auf Polyharnstoffbasis. Solche Fette besitzen in der Regel eine wirksame Additivierung gegen Umwelteinflüsse sowie Verschleiß und gewährleisten somit lange Ermüdungszeiten, sind also sehr scherstabil. Sie zeigen eine exzellente Alterungsstabilität und sind gegen Heiß- und Kaltwasser weitestgehend beständig.

Die Einsatzbereiche für Schmierfette beziehen sich auf zahlreiche technische Aggregate: in der Großindustrie, Bauindustrie, dem allgemeinen Maschinenbau, der Kraftfahrzeugtechnik und der Lebensmitteltechnik, die wiederum ein besonderes Feld darstellt.

