



Whitepaper

Leise Lager

Wie Spezialschmierstoffe die Geräusentwicklung von Lagern verbessern können

KLÜBER
LUBRICATION
your global specialist

Kurz zusammengefasst

Bei den meisten Anwendungen werden heutzutage von Lagern nicht nur eine lange Lebensdauer oder hohe Drehzahlen gefordert. Zunehmend wird auch ein geräuscharmer Lauf als selbstverständlich vorausgesetzt. Um diese Vorgaben erfüllen zu können, müssen optimal konfigurierte Wälzlager sowie bestmögliche Einbauverhältnisse gegeben sein. Dies stellt höchste Anforderungen an die Konstruktion der Lager und damit auch an ihre Schmierung, denn der Schmierstoff spielt als „erweitertes Konstruktionselement“ eine ganz entscheidende Rolle bei der Frage, ob ein Lager leise läuft oder unerwünschte Geräusche emittiert.

Und die Nachfrage seitens der Endverbraucher nach geräuscharmen Lagern nimmt zu. In vielen Bereichen, beispielsweise in automobilen Anwendungen oder in elektrischen Geräten, müssen Lager besondere Anforderungen bezüglich des Geräuschniveaus erfüllen. Für Lagerhersteller zahlt sich daher Know-how in der Konstruktion leiser Lager aus. Ebenso empfiehlt es sich, bei der Abstimmung des Schmierstoffs auf die spezifische Lagerkonstruktion mit Sorgfalt vorzugehen.

Geräuscharmheit immer mehr gefragt

Die Geräuschentwicklung in elektrischen Geräten kann viele mögliche Ursachen haben, darunter die Lager und ihre Schmierung. Präzisionswälzlager mit engen Funktionstoleranzen bilden die Voraussetzung für Laufruhe. Aber auch das Schmierfett hat einen wesentlichen Einfluss auf den ruhigen Lauf. Schon kleinste Partikel wirken hier störend. Jeder Partikel im Schmierstoff, der durch den Wälzkörper überrollt wird, erzeugt einen Impuls. Oft wird der Partikel aus der Laufbahn gedrängt und macht sich nicht mehr bemerkbar. In anderen Fällen drückt er sich in die Laufbahn und erhöht dadurch das Geräusch.

Um unerwünschte Geräuschquellen in Geräten zu beseitigen, sind Schmierfette erforderlich, die die Geräuschentwicklung im Lager deutlich reduzieren, sogenannte Low-Noise-Schmierstoffe. Herkömmliche Schmierfette können feste Partikel enthalten, geräuscharme Fette nicht. Sie weisen einen hohen Reinheitsgrad auf und werden einem sorgfältigen Produktionsverfahren unter entsprechenden Bedingungen unterzogen. Die Geräuschminimierung ist vergleichbar mit einem Auto, das auf glattem Asphalt statt auf holprigem Kopfsteinpflaster fährt.

Wie wird Low-Noise-Verhalten im Wälzlager gemessen?

Für Wälzlagerhersteller, aber auch für Unternehmen, die Wälzlager in ihre Produkte integrieren, ist es hilfreich, eine Skala zur Hand zu haben, anhand derer vergleichbare Einstufungen der Geräuschemissionen von Lagerfetten möglich sind.

Viele Lagerhersteller haben ihre eigene Methode zur Prüfung von geräuscharmen Fetten. So sind die SKF-MoreQuiet- und die SKF-BeQuiet+-Methode vorrangig bei europäischen Lagerherstellern spezifiziert. Japanische Hersteller von geräuscharmen Lagern testen sowohl ihre Lager als auch die passenden Fette mit dem Andronometer. Chinesische Lagerhersteller nutzen zur Abprüfung die BVT-1A- und die S0910-III-Methode. Da derartige Geräuschprüfmethoden bisher keiner Normung unterliegen, könnten in der Zukunft durchaus noch weitere Methoden hinzukommen. Klüber Lubrication liefert geräuscharme Fette an alle relevanten Lagerhersteller und ist in der Lage, die Chargenprüfungen mit den jeweils geforderten Testmethoden durchzuführen und zu qualifizieren. Die Aufgabe der Fettgeräuschprüfung ist die Bestimmung der Fettgeräuschqualität. Sie kann aber auch als Unterstützung zur Entwicklung und Verbesserung geräuscharmer Fette beitragen.

Geräusch-Kurzzeittest

Bei allen Unterschieden sind den verschiedenen Prüfmethoden wichtige Elemente gemeinsam. So wird stets mit einem frischen Fett geprüft, sofern die Tests nicht auch die Dauerleistung des Fetts ermitteln müssen. Natürlich werden verschiedene Schmierfette an einer als Standard definierten Lagerart und -größe getestet, um vergleichbar zu sein. Auch muss der Zustand des Lagers, beispielsweise hinsichtlich Alter oder Abnutzungsgrad, vergleichbar sein. Die Geräuschprüfung gebrauchter Fette erweist sich aufgrund nicht planbarer Parameter als schwieriger, weswegen die meisten Prüfnormen sich mit der Prüfung von Frischfetten befassen.

Die Fettmenge ist für jedes Prüfverfahren definiert in Abhängigkeit von der Lagergröße. Der Prüfablauf ist weitgehend automatisiert, um subjektive Bedienerinflüsse und das Risiko von möglichen Verunreinigungen, die das Ergebnis negativ beeinflussen, auszuschließen. Dabei kommt es auf eine kontrollierte Fettdosierung und Spitzenwertmessung in Kombination mit einem Versuchslager an, das eine besonders gute Geräuschqualität aufweist.

Folgende Parameter sind zu beachten und dürfen im Vergleich mit anderen Schmierstoffen herangezogen werden:

- Laufruheklassifizierung der Schmierstoffe in Bezug auf Partikelüberrollung
- Schmierstoffdämpfungseigenschaften
- Anlaufverhalten (Start-up)
- Gleichmäßigkeit des Laufgeräuschs
- Bestimmung permanenter Lagerschäden durch den Schmierstoff



Typische Anwendungen geräuscharmer Fette

Low-Noise-Fette finden seit vielen Jahren Verwendung in Lagern von Computerbelüftungen, Festplatten und in Laufwerken. Ein weiteres Anwendungsgebiet sind Lager in Haushaltsgeräten, zum Beispiel in Staubsaugermotoren. In der stetig wachsenden Zahl von Wälzlagern in Elektromotoren werden geräuscharme Fette verwendet, um den Nutzerkomfort zu verbessern. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass auch in Elektrofahrzeugen Geräuscharmheit ein wesentlicher Bestandteil der Leistungsanforderung ist. Viele Lagerfette im Automobil sind daher geräuschspezifiziert. So unterliegen einzelne Komponenten wie die Lenkung in der Fahrzeugindustrie Geräuschnormen der Hersteller, verbunden mit Bauteilprüfungen.

Die Laufruhe der Fette, abgeprüft nach den verschiedenen Prüfmethoden, wird als Qualitätsmerkmal bei der Wareneingangs- und -ausgangskontrolle verwendet. Der Schmierstoffhersteller prüft jede Charge ab, bevor der Lagerhersteller in der Qualitätssicherung nach der Lagerbefüllung die gedichteten Lager einem Einlauftest mit Geräuschprüfung unterzieht.

Viele Faktoren des Schmierstoffs tragen zur Geräuschdämpfung bei. Mit zunehmender Grundölviskosität kann eine Verbesserung der Dämpfungseigenschaften beobachtet werden. Darüber hinaus können der Verdickertyp und dessen Mikrostruktur sowie Additive zur Dämpfung beitragen.

Welche Faktoren können das Geräusch von Wälzlagern beeinflussen?

Die Tabelle gibt einen Überblick über die Faktoren, die das Lagergeräusch beeinflussen: Es zeigt sich, dass der Schmierstoffhersteller im Vergleich zum Lagerhersteller, teilweise sogar größeren Einfluss auf die Leistungsfähigkeit des fertigen, befüllten Lagers hat.

Einflüsse auf Geräusche im Lager



Übersicht der üblichen Low-Noise-Testmethoden für 1-Minute-Kurzzeittests

Test	Lagertyp	Messmethode	Hauptkriterium	Bewertungsskala	
				Gut	Schlecht
SKF MoreQuiet	608	Geräuschklasse/ Anlaufverhalten	Dämpfungsverhalten und Peaks/Anlauf	I/1	> IV/9
SKF BeQuiet+	608	Geräuschklasse	Anzahl und Intensität von Spitzen (Peaks)	GN4	GNX
BVT-1A	Lagertyp variabel, Innendurchmesser min. 3 mm, Außendurchmesser max. 170 mm	Geräuschklasse/ Anlaufverhalten/Peak	Dämpfungsverhalten, Peaks, Anlauf	1, 1, 1	> IV,9,9
Anderometer (Prüfmethode von Klüber Lubrication)	Lagertyp variabel, Innendurchmesser min. 3 mm, Außendurchmesser max. 15 mm	Geräuschklasse/ Anlaufverhalten/Peak	Dämpfungsverhalten, Peaks, Anlauf	1, 1, 1	> IV,9,9
S0910 III	608, variabel	Geräuschklasse/ Anlaufverhalten/Peak	Dämpfungsverhalten, Peaks, Anlauf	1/1/1	4/4/4

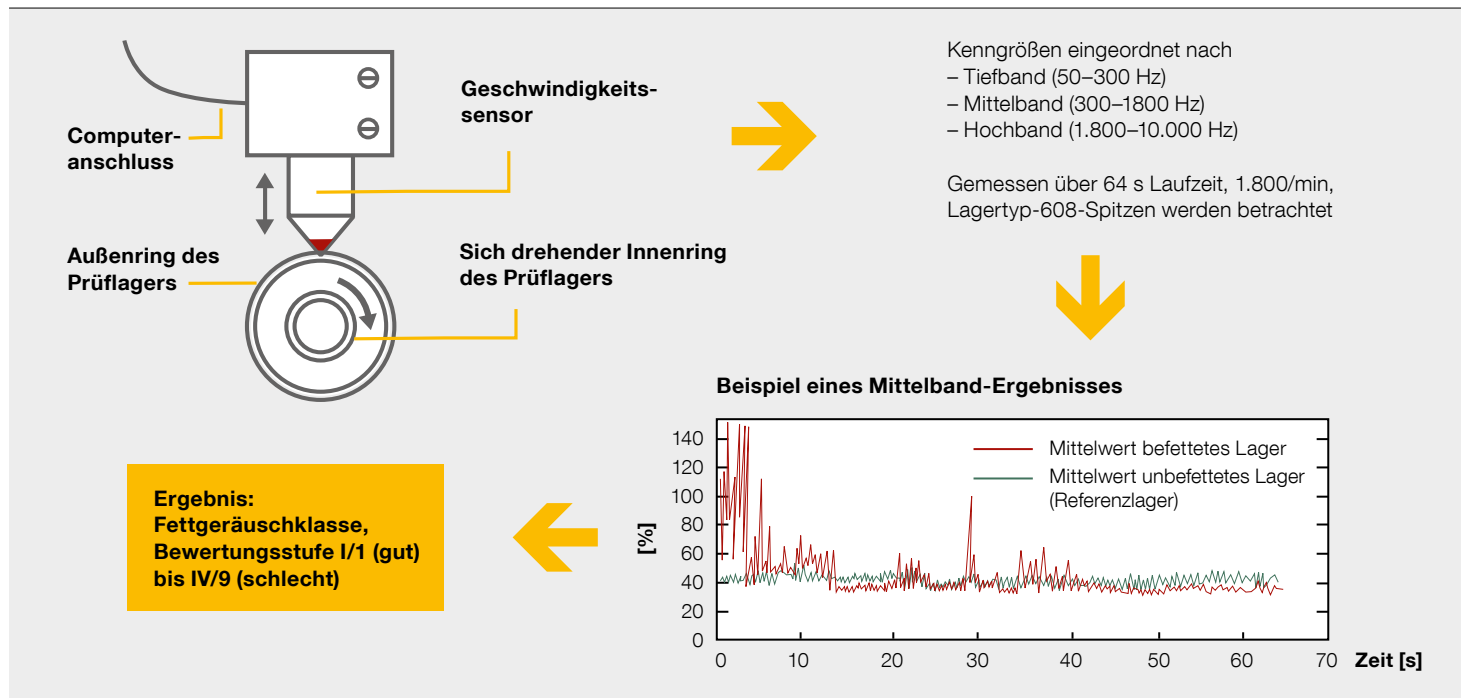
Veränderung der Geräuscentwicklung im Laufe der Fettgebrauchsdauer

Es ist bekannt, dass die Partikel im Lager beziehungsweise im Fett das Geräusch durch den stetigen Überrollungsprozess erzeugen oder zumindest verstärken. Das bedeutet, dass mit zunehmendem Verschleiß im Laufe des Lagerlebens auch die Geräuscentwicklung zunimmt. Somit gehen Lagerverschleiß und Geräuscentwicklung oft Hand in Hand. Bei starker Verschmutzung können die Lager durch Verschleiß ausfallen. Die Gebrauchsdauer liegt dann weit unter der berechneten Lebensdauer. Damit gilt im Umkehrschluss, dass erhöhte Geräuscentwicklung auch ein Warnsignal für übermäßigen Verschleiß und sogar für drohenden Lagerausfall sein kann.

Es ist notwendig, neben den standardisierten kurzen Geräuschprüfmethoden der „Übersicht der üblichen Low-Noise-Testmethoden für 1-Minute-Kurzzeittests“ (siehe Seite 3) noch weitere Prüfungen durchzuführen, um eine verlässlichere Aussage zum Geräuschverhalten über die gesamte Lebensdauer zu erhalten. Bei den Kurzzeitprüfungen wird bestimmt, ob Partikel überrollt werden. Das lässt sich verhindern, indem man zum einen das Fett möglichst partikelfrei herstellt und es zum anderen rheologisch* so konzipiert, dass die vorhandenen Partikel überhaupt nicht gefördert werden.

Die Fettverteilung legt fest, ob ein Partikel in den Kontakt gefördert wird oder nicht. Die Rheologie des Fetts bestimmt die Fettverteilung. Klüber Lubrication hat passende Prüfmethode im Portfolio, um die rheologischen Merkmale des Schmierfetts besser einzuschätzen. Somit ist es möglich, aus der Rezeptur und Herstellung des Fetts abzuleiten, ob es zur Partikelförderung tendiert oder nicht.

Prüfprinzip am Beispiel SKF MoreQuiet



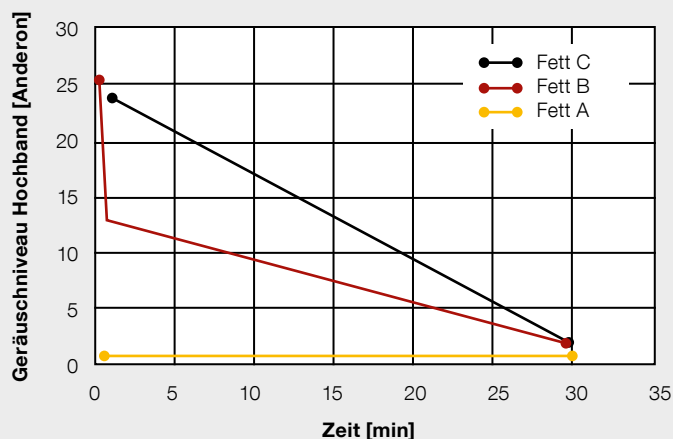
* In der Rheologie wird das Verformungs- und Fließverhalten eines Materials untersucht.

Allerdings ist bei vielen Fetten die Fettverteilung nach lediglich einer Minute Geräuschprüflauf noch nicht abgeschlossen. Deswegen ist ein verlängerter Geräuschtest hilfreich zur besseren Einschätzung des Einlaufvorgangs.

Dieser Wälzlagertest misst das Geräusch über die ersten 30 Minuten und liefert somit Erkenntnisse, wann die Fettverteilung abgeschlossen ist. Hier sind drei Lithiumseifenfette dargestellt, die ein unterschiedliches Einlaufverhalten zeigen.

Beispiel für 30-Minuten-Test-Methode

Fett A zeigt ein sehr niedriges Geräuschniveau über den gesamten Einlauf innerhalb der 30 Minuten. Fett B und C sind keine geräuscharmen Fette, passen sich aber nach einigen Minuten dem geräuscharmen Fett an. Fett B braucht circa 2 Minuten für den ersten Einlaufprozess, ist aber erst nach 30 Minuten auf einem ähnlichen Geräuschniveau wie Fett A. Fett C zeigt einen sehr langen Einlaufvorgang, aber mit linear abfallendem Verlauf über die 30 Minuten.



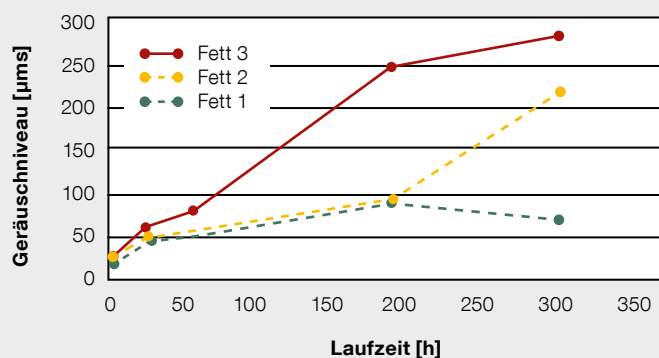
Um Informationen bezüglich des Geräuschs über die komplette Lebensdauer hinweg zu gewinnen, werden Fette bei Klüber Lubrication mittels Fettgebrauchsdauertest im Wälzlager und Geräuschprüfmethode (hier BVT-1A) kombiniert getestet. In diesem Verfahren geht es bei der Geräuschentwicklung weniger um die Partikelüberrollung, sondern vielmehr um die Ausbildung des Schmierfilms nach mehreren Hundert Stunden. Je niedriger die Schmierfilmdicke, desto mehr Mischreibung kann entstehen. Dabei berühren sich die Rauheitsspitzen zwischen Lagerring, Wälzkörper und Käfig, was zu erhöhter Vibration des Lagers führen kann.

Ausgabe 08.21

Herausgeber und Copyright:
 Klüber Lubrication München SE & Co. KG
 Geisenhausenerstraße 7, 81379 München, Deutschland, HRA 46624
www.klueber.com

Beispiel für 300-Stunden-Test-Methode

Im Bild für den 300-Stunden-Test sind drei Fette dargestellt, die ein unterschiedliches Geräuschverhalten über die Laufzeit zeigen. Dabei sind alle drei Fette beim Kurzzeittest nach 64 Sekunden ähnlich gut. Fett 2 zeigt einen rapiden Anstieg im Geräusch nach circa 180 Stunden, was auf Schwächen in der Fettverteilung (Mangelschmierung) oder Verschleiß hindeutet. Fett 3 zeigt solche Verschleißerscheinungen durch den stetigen Anstieg des Geräuschs schon nach wenigen Minuten. Das bedeutet, die Geräuscharmheit von Fetten kann sich gravierend ändern über die Lagerlaufzeit.



Welches Fett für welche Anforderung?

Warum kann ein Low-Noise-Fett nicht alle Anwendungen abdecken? Weil neben der Geräuscharmheit bei der Auswahl des richtigen Schmierfettes weitere anwendungsspezifische Faktoren eine Rolle spielen. Dazu gehören beispielsweise Langzeitschmierung, Anwendung bei hohen oder niedrigen Temperaturen, hohe Drehzahlkennwerte sowie Verträglichkeiten mit Wälzagerkäfigen und Elastomerdichtungen.

Klüber Lubrication bietet seit vielen Jahren eine Produktpalette an geräuscharmen Fetten mit optimierten Rohstoffen und speziellen Produktionsverfahren für besondere Reinheit an, die eine Vielzahl von Anforderungen für unterschiedliche Anwendungen erfüllen.

Benötigen Sie für Ihre Anwendung ein geräuscharmes Schmierfett, müssen aber gleichzeitig noch eine Reihe weiterer Anforderungen wie Lebensdauer, Verschleißschutz oder Leichtlauf berücksichtigen? Dann schicken Sie uns Ihr Anforderungsprofil. Die Spezialisten von Klüber Lubrication beraten Sie gern bei der Wahl eines passgenauen Schmierstoffs.

So erreichen Sie uns:

E-Mail: technischer.service.de@klueber.com

Telefon: +49 89 7876 401