

Lagerverluste bei Fettschmierung

In der Elektromobilität und in Werkzeugmaschinen werden Wälzlagerungen bei immer höheren Drehzahlen betrieben. Bezogen auf die Schmierung, der dort eingesetzten Wälzlager, gibt es viele Gründe, die für eine Fettschmierung sprechen. Sie bietet sowohl konstruktive als auch wirtschaftliche Vorteile gegenüber einer Öl-Umlaufschmierung. Allerdings kommt es bei einer Fettschmierung in Wälzlagern zu Verlusten durch die sogenannte Walkarbeit. Diese erhöhen die Temperatur im Wälzlager und auch im Schmierstoff. Dabei besagt eine Faustregel, dass eine Temperaturerhöhung um 15 Kelvin die Schmierfettgebrauchsdauer halbiert. Die Temperaturentwicklung im Wälzlager zu minimieren bürgt demnach sowohl wirtschaftliche als auch ökologische Vorteile. Zudem kann ein frühzeitiges Versagen der Schmierung zur Schädigung der Lager und damit zu längeren Stillstandzeiten und hohen Wartungskosten führen. Deshalb ist es von entscheidender Bedeutung, die Ursachen für die im fettgeschmierten Wälzlager vorherrschende Walkarbeit zu kennen und sie zu verstehen.

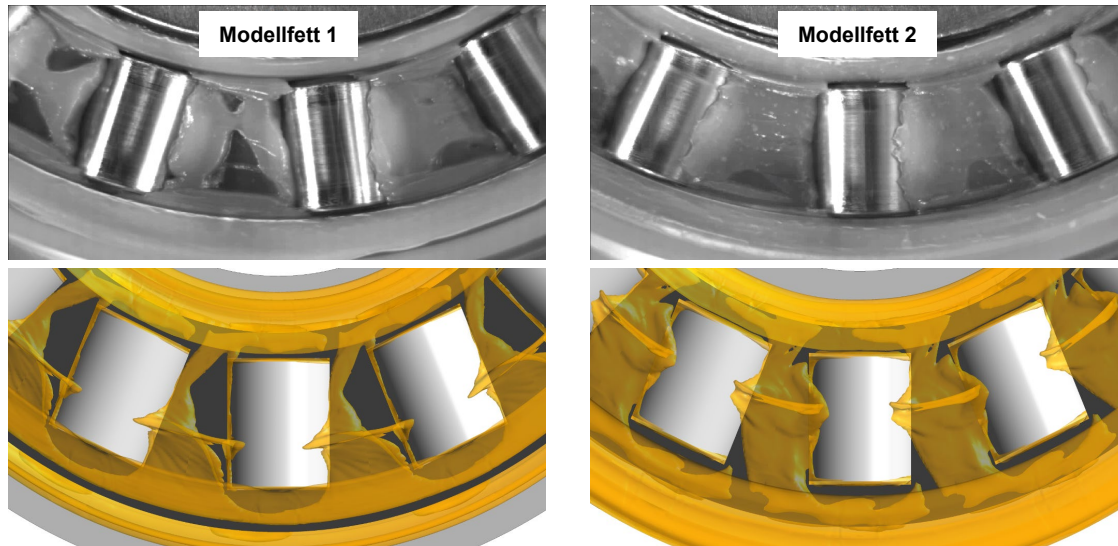


Bild 1: Vergleich zwischen realer Fettverteilungen (oben) und 3D-CFD-Simulation (unten) unter der Berücksichtigung des entwickelten Schmierfettmodells mit dem AZRL 81212 bei 500 U/min

Zur Klärung der Mechanismen und Einflussfaktoren wurden einerseits Wälzlagerversuche durchgeführt und andererseits ein Modell für die CFD-Simulation entwickelt und später beides gegenübergestellt. Bei den Wälzlagerversuchen wurden an insgesamt drei Prüfständen unterschiedliche Aspekte der Fettschmierung untersucht. An einem Rotationstribometer wurde eine Methodik erarbeitet, mit der das Maß der Walkarbeit in Abhängigkeit zahlreicher Betriebspunkte quantifiziert werden

kann. Diese Prüfprozedur wurde an einem Hochdrehzahlprüfstand nach dem FE8-Prinzip angewendet und dabei diese Lagerverluste für praxisrelevante Bedingungen bis 18.000 U/min untersucht. Aus diesen Prüfstandsversuchen gingen Abhängigkeiten der Walkarbeit hervor: Temperatur, Schmierfetrheologie, Drehzahl, Fettmenge, Wälzlagerkinematik. Bspw. konnte beim Vergleich zweier Fette gezeigt werden, dass mit einem Radialrillenkugellager und Modellfett 2 (MF2) eine höhere Walkarbeit erreicht wird, wohingegen mit einem Schrägkugellager und Modellfett 1 (MF1) teilweise mehr Walkarbeit entsteht. Bei hohen Drehzahlen und 80 °C Betriebstemperatur konnte bspw. gezeigt werden, dass eine Schmierstoffmengenvariation mit MF2 das Maß der Walkarbeit signifikant beeinflusst, jedoch mit MF1 nur geringe Unterschiede auftraten.

Da die Fettverteilung im Wälzlager als wesentlicher Faktor für die Walkarbeit gilt, wurde das Fließverhalten der beiden Fette genauer untersucht. Dafür fanden zahlreiche rheologische Untersuchungen statt, wobei besonders der Kegel-Platte-Normversuch analysiert wurde. Darauf aufbauend konnte ein Modell zur Beschreibung von Fließeigenschaften von Fetten entwickelt werden. Dieses bildet eine wesentliche Grundlage für die CFD-Simulationen und beinhaltet Abhängigkeiten zur Scherrate und zur Temperatur. An einem Spezialtribometer wurde zudem die optische Fettverteilung mithilfe einer Highspeed-Kamera untersucht. Die generierten Bilder dienen dabei als Validierungsmöglichkeit für die 3D-CFD-Simulation fettgeschmierter Wälzlager. In Bild 1 sind Ergebnisse mit dem Axialzylinderrollenlager zu sehen. Oben sind Highspeed-Aufnahmen und unten das Ergebnis einer 3D-CFD-Verteilungssimulationen bei gleichen Bedingungen dargestellt, wobei sich gute Übereinstimmung zeigen. An den Stirnseiten der Wälzkörper bilden sich ein Fettkragen aus. Außen ist dieser bei MF1 häufig unterbrochen. Zudem ist die Verteilung auf der Käfigfläche ein weiteres Vergleichskriterium. Bei MF2 wird eine gleichmäßige Schichtdicke ausgebildet, wohingegen bei MF1 der Käfig zu erkennen ist.

Autor: **Ricardo Lühe**
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg Institut für
Maschinenkonstruktion, IMK Lehrst. Maschinenelemente u. Tribologie

Kontakt: Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA)
Dirk Arnold
T 069- 66 03- 16 32

Das IGF-Vorhaben IGF-Nr. 19332 BR der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Hintergrundinformationen zur FVA

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Die FVA ist das weltweit führende Innovationsnetzwerk der Antriebstechnik. Die 170 laufenden Projekte der industriellen Gemeinschaftsforschung fördern die Innovationsfähigkeit der Industrie im Bereich der Antriebstechnik und ist an den wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen ein wichtiger Beitrag zur Ausbildung von Jungingenieuren in und für die Branche. Die 207 Mitgliedsfirmen sind produzierende Unternehmen aus der Antriebstechnikbranche. Zusammen mit den über 40 Forschungsinstituten bildet die FVA die Basis für das weltweit führende Netzwerk der Antriebstechnik. Die FVA versteht sich als eine wichtige Plattform der Kommunikation und des Wissenstransfers zwischen Wissenschaft und Industrie. Themenfelder sind die mechanische und die elektrische bzw. mechatronische Antriebstechnik, sowohl von stationären industriellen Anlagen als auch von Fahrzeugen, mobilen Maschinen und Luftfahrzeugen. Die Gemeinschaftsforschung hat zum Ziel, das technische Know-how der Unternehmen und die Qualität ihrer Produkte zu verbessern und die Produktionskosten zu senken. Informationsveranstaltungen, Seminare und Tagungen der Forschungsvereinigung bieten den Unternehmen die Möglichkeit, neueste Forschungsergebnisse anzuwenden und Mitarbeiter entsprechend aus- und weiterzubilden.

Weitere Informationen unter www.fva-net.de.