

## Stillstehende fettgeschmierte Wälzlager unter dynamischer Belastung

Wälzlagerungen in Maschinen, Windenergieanlagen, Fahrzeugen etc., die während des Transportes, bei Instandhaltungsarbeiten oder während anderer betriebsbedingter Ruhezeiten stillstehen, können während dieser Phasen dynamischen Lasten und/ oder Schwenkbewegungen mit sehr kleinen Amplituden ausgesetzt sein. Dadurch kommt es in den Kontakten zwischen den Wälzkörpern und Lagerringen zu oszillierenden Mikrogleitbewegungen, die Verschleißschäden an Laufbahnen und Wälzkörpern hervorrufen. Dieser Mechanismus wird als False-Brinelling bezeichnet. False-Brinelling-Schäden können im rotierenden Lagerbetrieb zu Frühausfällen führen.

Um zu verstehen, welche kinematischen Verhältnisse und mechanischen Beanspruchungen in den Kontakten zwischen Wälzkörper und Lagerlaufbahn bei False-Brinelling-Bedingungen vorherrschen, wurde ein dreidimensionales transientes FE-Modell aufgebaut. Mit den Ergebnissen der Simulationen mit diesem Modell konnte gezeigt werden, dass sich in den Wälzkontakten von Schrägkugellagern Bohr-, Differential- und Kraftschlusschlupf sowie Schlupf infolge dynamischer Kontaktnormalkräfte überlagern und zu Mikrorelativbewegungen zwischen Laufbahn und Kugel in den Randbereichen der Kontaktzone führen. Der Vergleich der FE-Ergebnisse mit realen Schadensbildern an Schrägkugellagern, welche mit gleichen Beanspruchungsparametern gefahren wurden, offenbarte, dass insbesondere in den Bereichen des Kontaktes, in den denen hohe Gleitwege und hohe spezifische Reibleistungen entstehen, die Oberflächen durch Risse, kleine Ausbrüche und Tribokorrosion stark geschädigt werden (vgl. Bild 1).

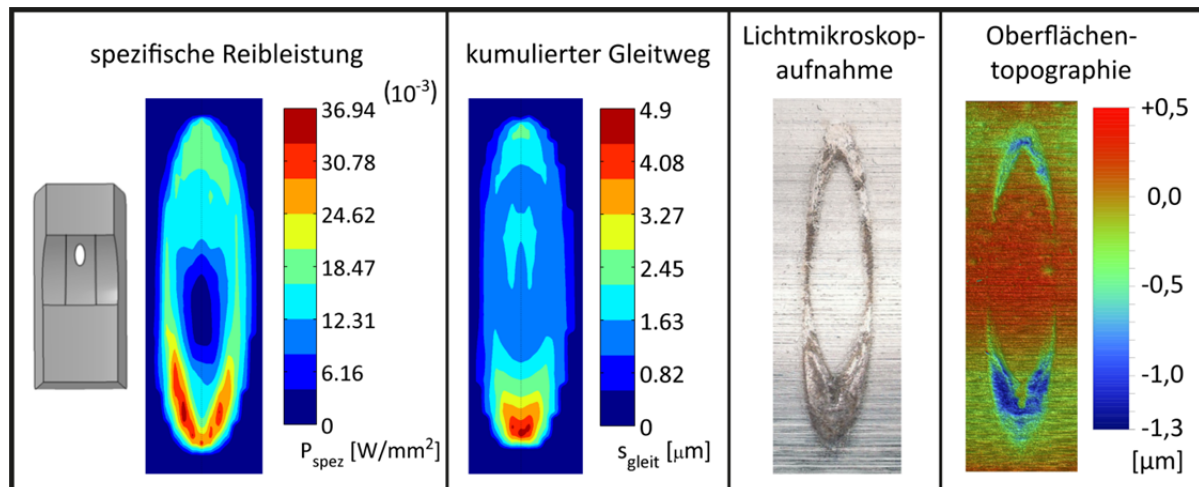


Bild 1: Vergleich von FEM-Simulationsergebnissen mit Schadensbildern

Im Vorgängervorhaben FVA 540 I wurde ein Prüfstand entwickelt, mit welchem die in der Praxis auftretenden Belastungs- und Bewegungsverhältnisse beim False-Brinelling realitätsnah simuliert werden können. Auf diesem Prüfstand wurden mit realen Wälzlager verschiedene Modellschmierfette unter False-Brinelling-Bedingungen untersucht, wobei in diesem Vorhaben der Fokus auf der Variation von Additiven und Festschmierstoffen lag. Es wurde festgestellt, dass die Wirkung der Additive und Festschmierstoffe sehr stark von der Umgebungstemperatur und vom Basisfett abhängt. Die geringsten False-Brinelling-Schäden konnten nach Versuchen bei Raumtemperatur mit einem Lithiumkomplexfett mit PAO-Grundöl in Kombination mit einem AK- und einem AW-Additiv beobachtet werden.

Um herauszufinden, welche Schmierstoffeigenschaften und welche Schmierstoffkomponenten das False-Brinelling-Schadensausmaß beeinflussen, wurden für alle untersuchten Modellschmierfette die Ölabscheidung und die rheologischen Eigenschaften bestimmt. Ferner wurden an ausgewählten geschädigten Lagern Oberflächenanalysen durchgeführt. Dabei stellte sich heraus, dass sich unter False-Brinelling-Bedingungen Triboschichten nur im Anfangsstadium oder gar nicht aufbauen.

Außerdem zeigte sich, dass False-Brinelling-Schäden möglicherweise durch den Einsatz von Fetten mit einer hohen Ölabscheidung reduziert werden können.

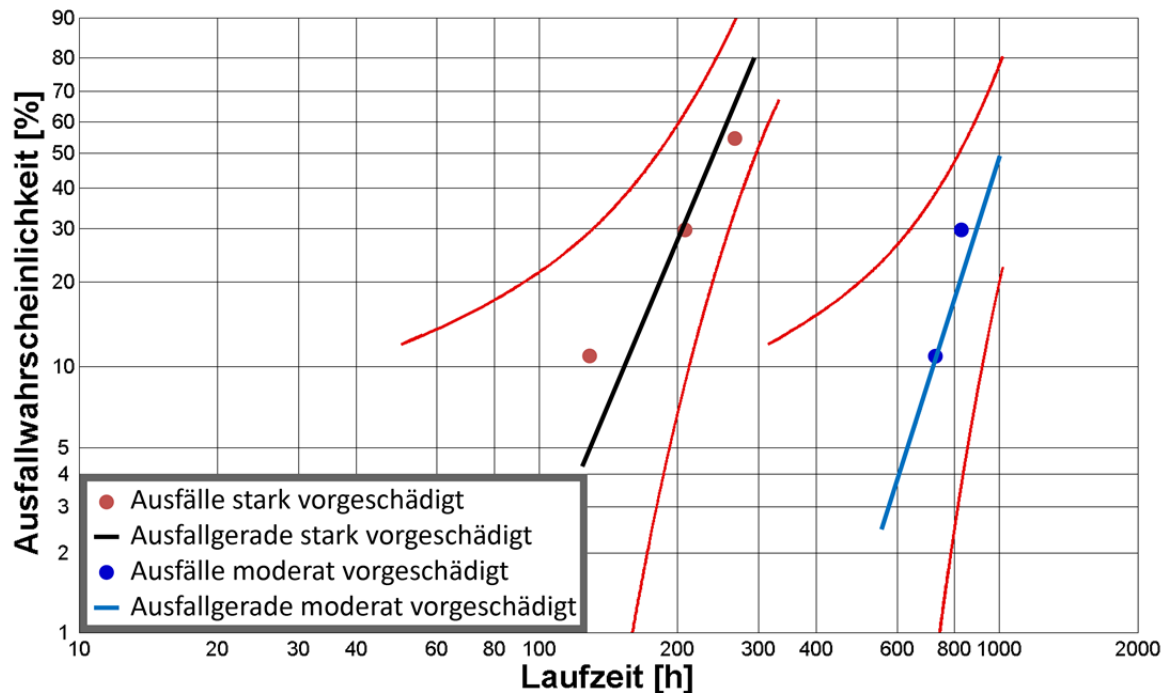


Bild 2: Weibull-Auswertung der Lebensdaueruntersuchungen mit vorgeschädigten Lagern

Schließlich wurden auf einem FE8-Prüfstand mit modifiziertem Prüfkopf Lebensdaueruntersuchungen durchgeführt, wobei neue ungeschädigte Lager als Referenz sowie moderat und stark vorgeschädigte Lager hinsichtlich ihrer Ermüdungslebensdauer geprüft wurden. Die Lebensdaueruntersuchungen mit ungeschädigten Lagern wurden nach 1.000 h Prüfzeit ohne Pittingschäden beendet. Mit moderat und stark durch False-Brinelling vorgeschädigten Lagern wurden experimentelle nominelle Lagerlebensdauern von  $L_{10h,exp} = 722$  h bzw.  $L_{10h,exp} = 154$  h erreicht (Bild 2). Dies zeigt, dass das False-Brinelling-Schadensausmaß einen deutlichen Einfluss auf die Lagerlebensdauer hat.

**Kontakt:** Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA)  
**Dirk Arnold**  
 T 069-6603-1632

**Das IGF-Vorhaben 17448 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:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Hintergrundinformationen zur FVA

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 205 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](http://www.fva-net.de).**