

Risse auf Lagerringen

Gefügeveränderungen in Wälzlageringen mit Rissen als Folgeschaden

Die Auslegung von Wälzlagern hinsichtlich Ermüdungslebensdauer erfolgt in der Regel unter Verwendung der DIN ISO 281. In den praktischen Anwendungen von Wälzlagern kommt es zurzeit zu vermehrten Ausfällen weit vor der berechneten Lebensdauer, die im Zusammenhang mit dem Auftreten von Rissen und im Bereich von weiß anätzbaren Bereichen stehen. Das Schadensbild ist oberflächlich häufig durch axiale Risse und Ausbrüche gekennzeichnet. Durch Schliffpräparationen der geschädigten Komponenten kann unter der Oberfläche ein mehrfach verzweigtes Rissnetzwerk nachgewiesen werden. Durch anschließendes Anätzen der betroffenen Bereiche lässt sich eine Gefügeveränderung detektieren. Diese Bereiche erscheinen weiß und werden als „**White Etching Areas – WEA**“ bzw. aufgrund des Rissnetzwerkes als „**White Etching Cracks – WEC**“ bezeichnet. Trotz der hohen Anzahl derzeitiger Forschungsarbeiten sind die Ursachen dieser Schäden unzureichend geklärt.



Abbildung 1: Schadensbild an einem Lagerring (links); Schliffbild eines Rissnetzwerks (rechts) nach Nital anätzung

Das Ziel des Vorhabens war es, das Verständnis zur WEA/WEC-Bildung in Wälzkontakten zu erweitern. Es sollten zunächst Betriebsbedingungen bestimmt werden, unter denen der Schaden reproduzierbar erzeugt werden kann. Dazu wurde der Einfluss relevanter Faktoren (z.B.: Pressung, Schlupf, elektrischer Strom und Wasserstoff) sowie ihrer Kombinationen systematisch untersucht.

In Untersuchungen an Axialzylinderrollenlagern konnte eine Korrelation des Schadensortes mit reibenergetischen Kennwerten beobachtet werden. In einer Parametervariation hat sich gezeigt, dass die WEA/WEC-Bildung eine geringere Pressungsempfindlichkeit aufweist als bei der klassischen Ermüdung. Es zeigte sich außerdem, dass bei kürzeren Zeiten zwischen zwei Überrollungen, negativen Schlupfbeträgen und Mischreibungszuständen die WEA/WEC-Bildung begünstigt wird. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass hohe Gleichströme zu einer WEA/WEC-Bildung an ölgeschmierten Radialzylinderrollenlagern und Vierscheibenprüflingen führen. Bei zunehmender Stromstärke nahm die Laufzeit bis zum Ausfall ab.

Für den Fall, dass diffusibler Wasserstoff in Gehalten von ca. 1 bis 2 ppm nach einer künstlichen Wasserstoffbeladung vorliegt, führten beim Vierscheibenprüfstand bereits geringe Kontaktpressungen ($\sim 1000 \text{ N/mm}^2$) zu einem WEA/WEC-Schaden.

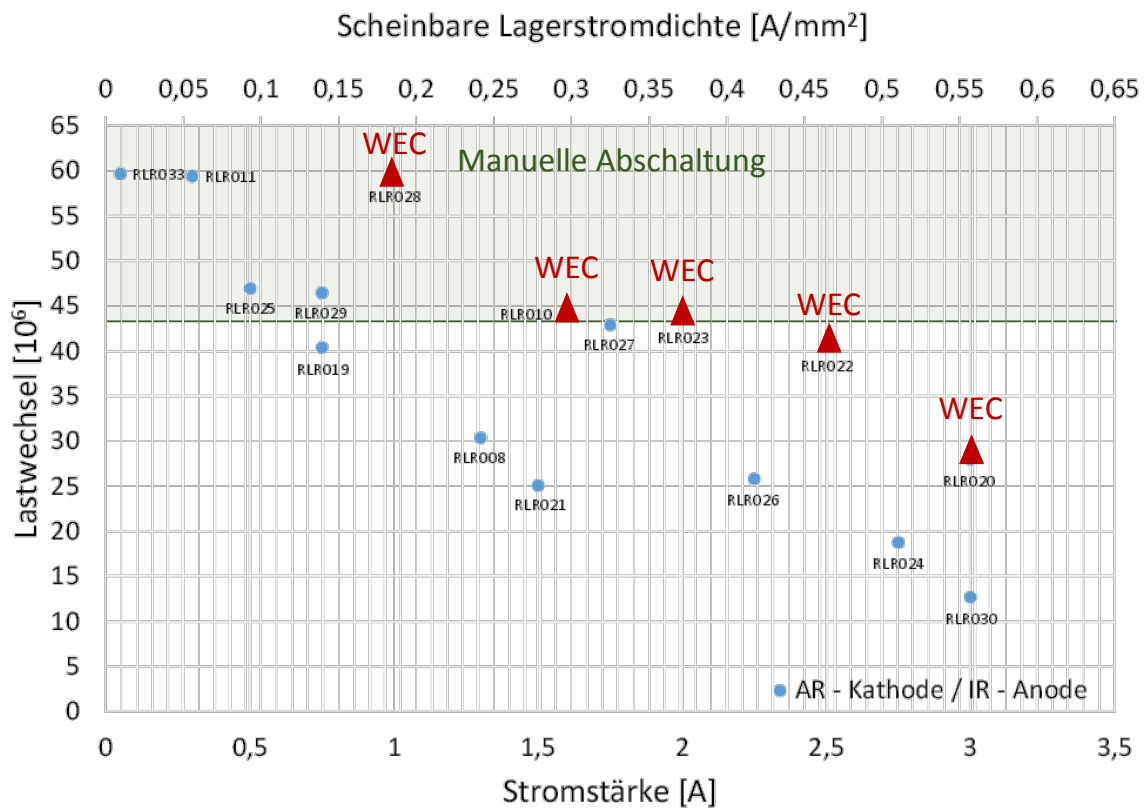


Abbildung 2: Ergebnisse der Untersuchungen am statischen Radiallagerprüfstand zur Bewertung einer Zusatzbeanspruchung mittels Stromdurchgang

Im Forschungsvorhaben konnten somit Einflussfaktoren ermittelt werden, die die WEA/WEC-Bildung beeinflussen. Neben einer mechanischen Beanspruchung unter Mischreibungsbedingungen führt eine elektrische Beanspruchung sowie eine künstliche Wasserstoffbeladung zur Schadensentstehung. Weitere Forschungsarbeiten sind vor allem im Hinblick auf die Identifizierung von kritischen Werten der Einflussgrößen (insb. Pressung, Schlupf, elektrischer Strom und Wasserstoff) und WEA/WEC Vorstufen erforderlich. In weiteren Forschungsarbeiten sollte eine nähere Betrachtung des Einflusses des Schmierstoffes und des Werkstoffs auf die WEA/WEC-Bildung erfolgen.

Autoren: IME - Institut für Maschinenelemente und Maschinengestaltung, RWTH-Aachen University, Dipl.-Ing. F. Guzman
IWM - Institut für Werkstoffanwendungen im Maschinenbau, RWTH-Aachen University, Dipl.-Ing. M. Oezel
GFE – Gemeinschaftslabor für Elektronmikroskopie, RWTH-Aachen University, Dr. rer. nat. S. Richter

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

Das IGF-Vorhaben 17904 N 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

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 204 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.