

## Gefügeveränderungen in Wälzlageringern mit Rissen als Folgeschaden - Risse auf Lageringern

Die Auslegung von Wälzlagern hinsichtlich Ermüdungslebensdauer erfolgt in der Regel unter Verwendung der DIN ISO 281. In der Vergangenheit waren in verschiedenen Anwendungen vermehrt Ausfälle im Bereich von 1 bis 20 % der berechneten Ermüdungslebensdauer  $L_{10}$  festzustellen. Diese stehen im Zusammenhang mit dem Auftreten von Rissen in veränderten Gefügebereichen. 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 umliegenden Rissnetzwerkes als „**White Etching Cracks – WEC**“ bezeichnet. Trotz der hohen Anzahl derzeitiger Forschungsarbeiten ist der Schädigungsvorgang, der zum Schadensbild WEA/WEC führt, unzureichend geklärt.

Das Ziel des Vorhabens war es, die Wirkung bekannter Einflüsse (insb. Kontaktpressung, Schlupf- und Schmierungsstatus, elektrische Zusatzbelastung und Wasserstoffvorbelastung) auf die WEA/WEC-Bildung in Wälzkontakten zu klären. Zusätzlich sollten mögliche Wechselwirkungen und Grenzwerte der genannten Faktoren erarbeitet werden. Darüber hinaus sollte die Eignung von laufzeitabhängigen Versuchsstopps und eines „**Condition-Monitoring-Systems – CMS**“ auf Basis von „**Acoustic Emission – AE**“ zur Identifizierung von WEA/WEC Vorstufen festgestellt werden, so dass abschließend die Ableitung einer erweiterten Schadenshypothese ermöglicht wird.

Am Zwei- und Vierscheibenprüfstand (ZSP & VSP) konnte bei einer Übertragung der tribologischen Kontaktbedingungen des FE8-Referenzprüfstandes eine WEA/WEC – Bildung im Werkstoff provoziert werden. Die metallographischen Untersuchungen zeigten eine ähnliche Morphologie der WEA/WEC der geschädigten Versuchskörper unabhängig vom Prüfstand (s. exemplarisch Abbildung 1). Für den ZSP wurde weitergehend festgestellt, dass die Einstellung von schlupfbehafteten Betriebspunkten im Bereich der Mischreibung die Entstehung von WEA/WEC begünstigt. Am VSP konnte darüber hinaus gezeigt werden, dass eine WEA/WEC – Bildung bei Vorliegen eines elektrischen Stromflusses auch ohne Schlupf möglich ist. Mittels des CMSs am Axiallagerprüfstand (FE8) wurde eine frühzeitige Abschaltung ohne typischen Laufbahnschaden realisiert. Eine der erzeugten Proben unterstützt die Hypothese, dass bei den untersuchten Bedingungen am FE8 die WEA den WEC auslöst.

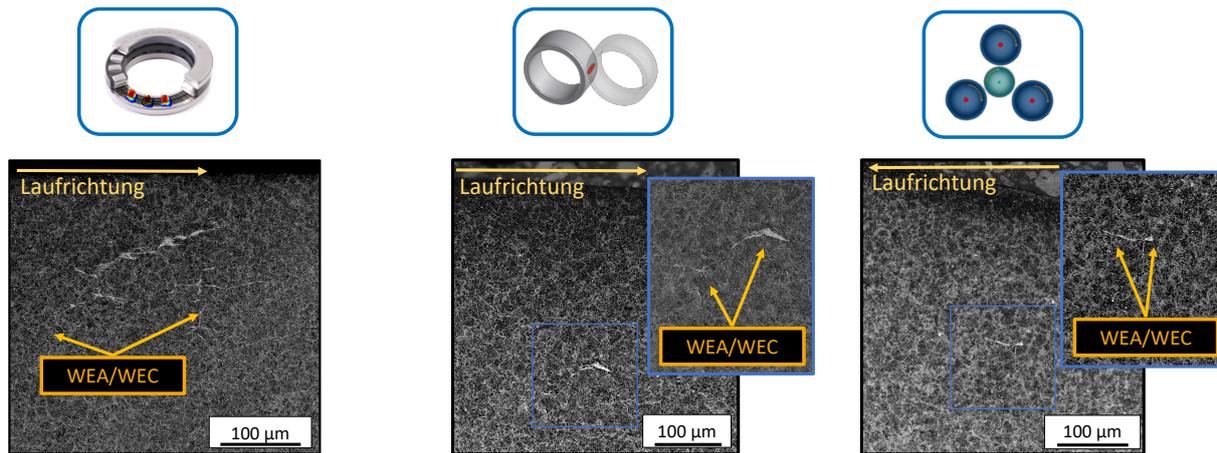


Abbildung 1: Schadensbild an einem AxZyRoLa (links) einem Scheibenprüfkörper aus dem ZSP (Mitte) und des VSP (rechts) nach Nital anätzung

Im Forschungsvorhaben konnte somit das Verständnis in Hinblick auf die Einflussfaktoren Kontaktpressung, Schlupf- und Schmierungszustand, elektrische Zusatzbelastung und Wasserstoffvorbelastung sowie der Schadensentstehung gesteigert werden.

Weitere Forschungsarbeiten sind vor allem im Hinblick auf die Untersuchung des Schmierstoffeinflusses sowie unterschiedlicher Additive, möglichen Abhilfemaßnahmen (bspw. Werkstoffe oder Beschichtungen) und dem Verständnis zur WEA/WEC Schadensentwicklung (Vorstufen) erforderlich

**Autoren:** IMSE - Institut für Maschinenelemente und Systementwicklung, RWTH-Aachen University, Dr.-Ing. Francisco Gutiérrez Guzmán (MSE) und Daniel Cornel M.Sc. (MSE)

IWM - Institut für Werkstoffanwendungen im Maschinenbau, RWTH-Aachen University, Florian Steinweg M.Sc. (IWM)

GFE – Gemeinschaftslabor für Elektronenmikroskopie, RWTH-Aachen University, Adrian Mikitisin M.Sc. (GFE)

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

Das IGF-Vorhaben IGF-Nr. 19334-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 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](http://www.fva-net.de).