

Instationäres Betriebsverhalten von Gleitlagern unter Mischreibungsbedingungen und im hydrodynamischen Betrieb

Hydrodynamische Gleitlager für unterschiedlichste Anwendungen werden in der Regel für ihren stationären Betriebspunkt bzw. Betriebszyklus ausgelegt. In diesem Bereich erfolgt der Betrieb zumeist unter vollständiger Trennung der Oberflächen oder in einem Mischreibungszustand, dessen Randbedingungen wenig veränderlich sind. Der Anfahrvorgang einer Maschine bis zum Erreichen des Nennbetriebs geht jedoch häufig mit Betriebszuständen einher, die von diesen Auslegungsbedingungen stark abweichen können. Gleiches gilt bei Sonderereignissen wie Not-Stopp Vorgängen, Ausfall der Schmierstoffkühlung oder ähnlichen Vorkommnissen im Betrieb. Die Unsicherheit über das Lagerverhalten in diesem Bereich führt in vielen Fällen zu kostenintensiven Maßnahmen im Rahmen der Schadensprävention wie zusätzlichen hydrostatischen Anfahrhilfen oder zeitintensiven, quasistationären Drehzahlsteigerungen.

Ziel dieses Vorhabens war daher die Erweiterung von COMBROS R zur Berücksichtigung instationärer thermischer und mechanischer Betriebszustände im vollhydrodynamischen sowie im Mischreibungsgebiet und die Validierung der Rechenergebnisse durch experimentelle Untersuchungen an ausgewählten Prüfständen.

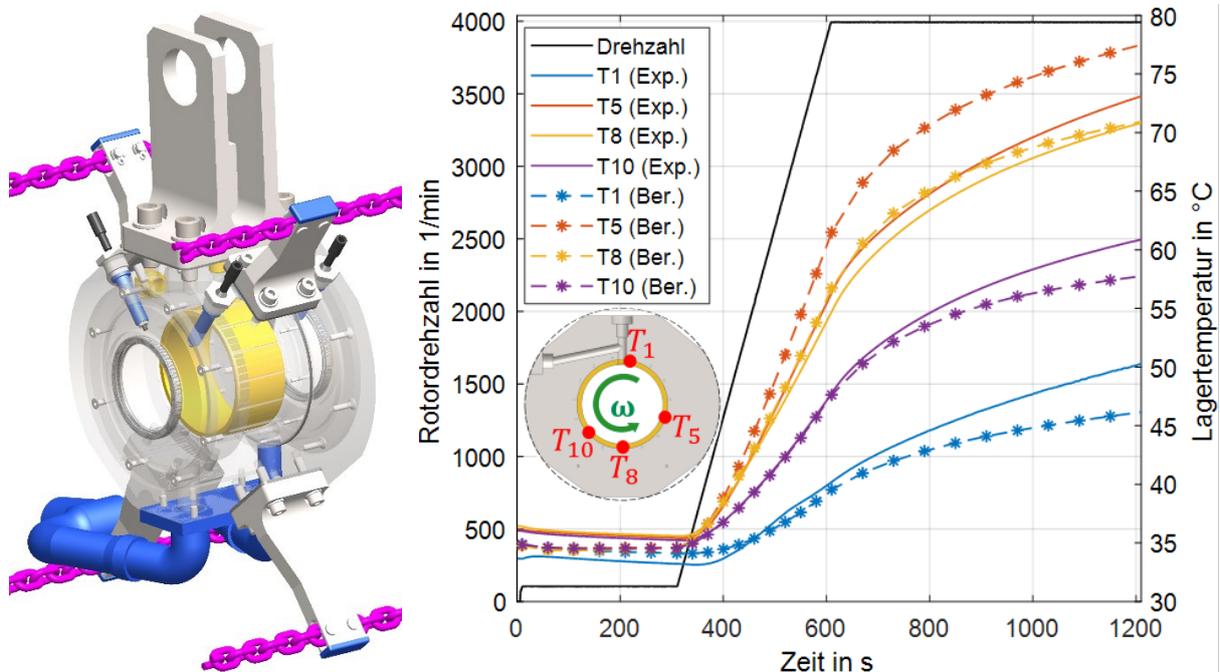


Bild: Gemessener und berechneter Temperaturverlauf während einer Drehzahlsteigerung.
 ($D = 100 \text{ mm}$, $\frac{B}{D} = 0,5$, $\psi = 1,5 \text{ ‰}$, $P_q = 2 \text{ MPa}$, $\omega = 100 \text{ auf } 4000 \text{ min}^{-1} \text{ in } 5 \text{ min}$)

Zur Erreichung der Zielstellung wurde zunächst das vorhandene Gleitlagermodell erweitert, um thermische Trägheiten berücksichtigen zu können. Hierzu wurde analog zum Lagersegment die instationäre Wärmeleitungsgleichung für das Lagergehäuse gelöst. Demnach ergibt sich eine dreidimensionale Temperaturverteilung für das Gehäuse, die unter anderem zu einer besseren Berechnung der Lagerspieländerung beiträgt. Zudem wurde ein Festkörperkontaktmodell implementiert, womit sich der Festkörpertraganteil in Abhängigkeit der Spalthöhe sowie dessen Steifigkeitskoeffizienten mit wenigen Eingabeparametern sowie geringem Rechenaufwand berechnen lässt. Dem folgend wurden ein Modell zur Berücksichtigung des Einflusses rauher Oberflächen auf die hydrodynamische Schmierpaltströmung nach der Theorie von Patir und Cheng, ein Reibungsmodell für den Mischreibungskontakt sowie das Verschleißmodell nach Fleischer implementiert. Diese ermöglichen unter anderem die Berechnung der Energieabgabe aus der Festkörperreibung sowie des daraus entstehenden Verschleißes. Alle genannten Rechenmodelle wurden in einem effizienten und robusten Gesamtberechnungsalgorithmus implementiert, der deren zuverlässige Umsetzung bei verschiedenen Betriebsbedingungen gewährleistet. Abschließend sind zur Validierung des Berechnungsmodells zahlreiche Untersuchungen mit dem Mischreibungs- sowie dem Axialgleitlagerprüfstand durchgeführt worden. Im Allgemeinen stellte sich eine gute Übereinstimmung zwischen simulativen und experimentellen Ergebnissen heraus.

Mit Abschluss des Projekts konnte das Ziel des Forschungsvorhabens erreicht werden.

Autoren: **M. Sc. Gino Donato Grossi**
Institut für Tribologie und Energiewandlungsmaschinen – TU Clausthal

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

Das IGF-Vorhaben IGF-Nr. 01|F21844 N der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) wurde im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages mit den Mitteln der [IGF](#) gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Die Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF)

Die [Industrielle Gemeinschaftsforschung \(IGF\)](#) ist ein europaweit erfolgreiches, themenoffenes und vorwettbewerbliches Förderprogramm des [Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz \(BMWK\)](#), das kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) einen einfachen Zugang zu praxisorientierter Forschung und zu aktuellen Forschungsergebnissen ermöglicht. In der IGF bestimmen Unternehmen bzw. Verbände, Forschungsvereinigungen und Forschungseinrichtungen gemeinsam den Forschungsbedarf und die Forschungsthemen ihrer Branche. Die Begleitung der Forschungsprojekte durch die Unternehmen garantiert die Praxisnähe der Forschungsprojekte. Die Ergebnisse der IGF-Projekte sind öffentlich und stehen allen interessierten Unternehmen zu gleichen Bedingungen zur Verfügung. So stärkt die IGF die Wettbewerbsfähigkeit des Mittelstands in Deutschland und trägt damit maßgeblich zu Deutschlands Innovationssouveränität bei.

Die FVA (Forschungsvereinigung Antriebstechnik e. V.) ist das weltweit erfolgreichste und größte Forschungs- und Innovationsnetzwerk in der Antriebstechnik. Zusammen mit rund 180 Unternehmen und 100 Forschungsinstituten haben wir bisher weit über 2.000 Projekte realisiert. Die Antriebstechnik voranzubringen – das ist das Ziel der FVA. Dazu bringen wir Industrie und Forschung zusammen. Dies zu moderieren, neues Wissen zu erforschen, Effizienz und Erkenntnisse zu schaffen – das macht uns zum Innovationsförderer unsere Branche. Für unsere Mitglieder bedeutet das einen mehrfachen Return-on-Invest: Austausch und Kenntnistransfer in der FVA-Community, Mitgestaltung an der Forschung, Teilhabe an neuestem Wissen, Ausbildung von jungen Ingenieur*innen, passgenaue Weiterbildung, Reduzierung von F+E Kosten. Das kommt unseren Mitgliedsunternehmen, dem Forschungsstandort Deutschland und allen Beteiligten Menschen zu Gute. Denn unsere vorwettbewerbliche Gemeinschaftsforschung, finanziert über die IGF und Eigenmittel ist etwas ganz Besonderes. Gemeinsam geht einfach mehr. Dafür bündeln wir Ressourcen, auch finanzielle, moderieren Kommunikation und Prozesse. Wir helfen, Ideen zu verwirklichen. Weitere Informationen unter www.fva-net.de.