

## Erweiterung und Validierung der Berechnung der Wälzlagerreibung in FVA-Software

Das Fortran-basierte Berechnungsprogramm LAGER2 stellt das zentrale Werkzeug in der FVA für die theoretische Bestimmung von Wälzlager-steifigkeiten und Wälzlagerlebensdauer dar. Es sind die neuesten Ansätze und Forschungsergebnisse in der Wälzlagertechnik implementiert. Damit wird es zum unerlässlichen Werkzeug für den Getriebeentwickler/-in und ist entscheidend für die zutreffende Berechnung von Wellenlage und Lastverteilung im Zahneingriff. Darüber hinaus sind im Lieferumfang von LAGER2 Methoden zur Reibmomentberechnung für Wälzlager enthalten; zu diesen Berechnungsmethoden gehört „Low-Friction-Powertrain“ (LFP), dessen Erweiterung und Validierung Gegenstand dieses Vorhabens gewesen ist. Die LFP-Methode wurde im Rahmen von FVA 364 VII mit diversen Ansätzen verglichen und erwies sich als die genaueste Methode zur Reibmomentberechnung im Lieferumfang von LAGER2.

Die Kopplung von LAGER2 und LFP stellt daher einen Ansatz dar, der die Mitberücksichtigung des Reibverhaltens eines Systems als Auslegungskriterium ermöglicht. Damit trägt der Ansatz effizient zu einer ressourcenschonenden Auslegung bei, indem Lagerungen anwenderfreundlich und zuverlässig optimiert werden können.

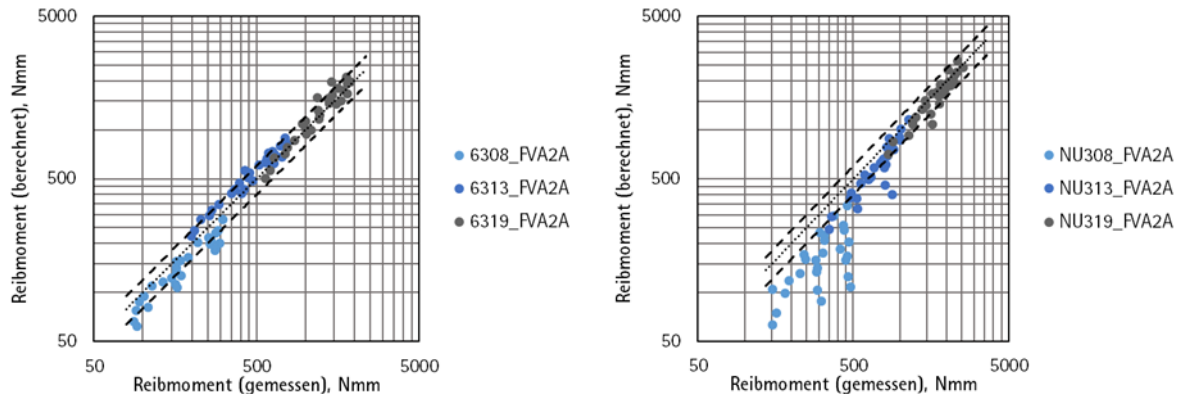


Bild 1: Ausschnitt der Gegenüberstellung von berechneten und gemessenen (FVA 364 IV) Reibmomenten für Rillenkugellager (links) und Zylinderrollenlager (rechts) bei Schmierung mit FVA 2A.

Die Ziele des vorliegenden Forschungsvorhabens FVA 701 IV waren es daher, den Funktionsumfang der aktuellen Versionen von LFP zu erweitern und die Berechnungsumgebung von LAGER2 und LFP zu verbessern. Dazu wurden die zugrundeliegenden Methoden und Ansätze in LFP zunächst überarbeitet, um die Berechnungsgenauigkeit weiter zu steigern. Darauf aufbauend konnten weitere Wälzlagerarten in dem Berechnungsumfang von LFP aufgenommen werden. Damit ist es nun möglich, Reibmomentberechnungen für Axial-Kugellager und Axial-Rollenlager sowie für Pendelrollenlager durchzuführen. Gleichzeitig wurden gezielt Maßnahmen umgesetzt, um die Berechnungszeit von LAGER2 in der Kopplung mit LFP zu reduzieren.

Die hier beschriebenen Teilziele wurden im Rahmen dieses Vorhabens zu der neuen LAGER2HP Version 4.3 umgesetzt. Trotz der schon zu Projektbeginn nachgewiesenen, hohen

Berechnungsgenauigkeit des LFP-Moduls, konnten Maßnahmen ergriffen werden, welche die Vorhersagekraft des LFP-Moduls weiter gesteigert haben. Zu den realisierten Revisionen gehörten eine Erweiterung der zugrundeliegenden rheologischen Modelle, die Umsetzung alternativer Modelle zur Berechnung der hydrodynamischen Rollreibung sowie genauere Routinen zur Berechnung der Gleitreibung. Um die Berechnungsgenauigkeit zu bewerten und Empfehlungen hinsichtlich Modellauswahl zu machen, wurden alle Anpassungen umfänglich validiert. Neue Berechnungsroutinen für die Reibung zusätzlicher Lagerarten konnten in das LFP-Modul integriert werden. Es erfolgte eine Optimierung der Rechenzeit, die in einem kritischen Berechnungsfall die Rechenzeit von LAGER2HP und LFP um 30 s reduzieren konnte, ohne die Ergebnisqualität negativ zu beeinflussen. Des Weiteren wurde die Transparenz der LFP-Berechnungen durch neue, detaillierte Dateiausgaben erhöht.

**Autor:** **M. Sc. Josephine Kelley**  
Leibniz Universität Hannover (LUH)  
IMKT – Institut für Maschinenkonstruktion und Tribologie

**M. Sc. Alois Wenig**  
Technische Universität München (TUM)  
FZG – Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebebau

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

**Das Projekt 701 IV der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) wurde über Eigenmittel finanziert.**

### **Hintergrundinformationen zur FVA**

Die FVA (Forschungsvereinigung Antriebstechnik e. V.) ist das weltweit erfolgreichste und größte Forschungs- und Innovationsnetzwerk in der Antriebstechnik. Zusammen mit rund 200 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 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](http://www.fva-net.de).**