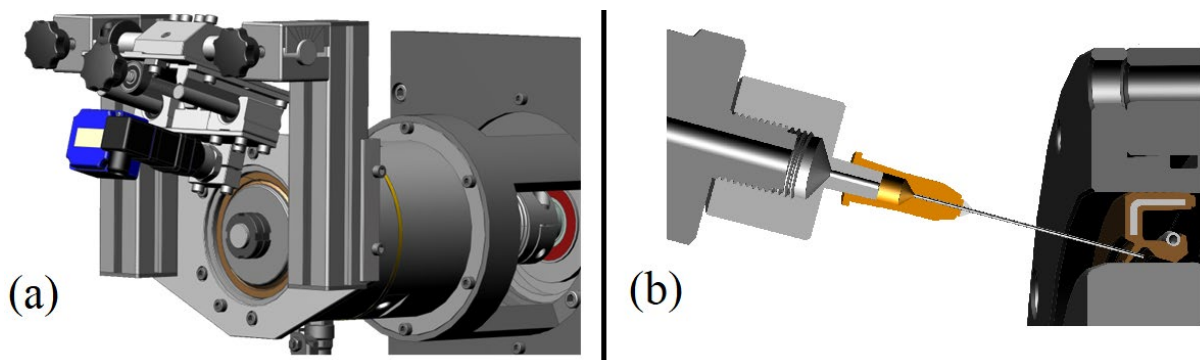


## Ursachen und Gegenmaßnahmen für Leckage im instationären Betrieb

Das Forschungsprojekt FVA 784 II dem Verhalten von Radialwellendichtringen (RWDR) unter instationären Betriebsbedingungen. Während die Funktion von Dichtsystemen im stationären Betrieb gut untersucht ist, führen hochdynamische Bewegungsformen – wie sie beispielsweise bei Positionierrobotern auftreten – zu neuen Herausforderungen. Diese Anwendungen sind durch häufige Drehrichtungswechsel, hohe Beschleunigungen und Start-Stopp-Vorgänge gekennzeichnet. In solchen Betriebszuständen wird immer wieder Leckage der RWDR beobachtet

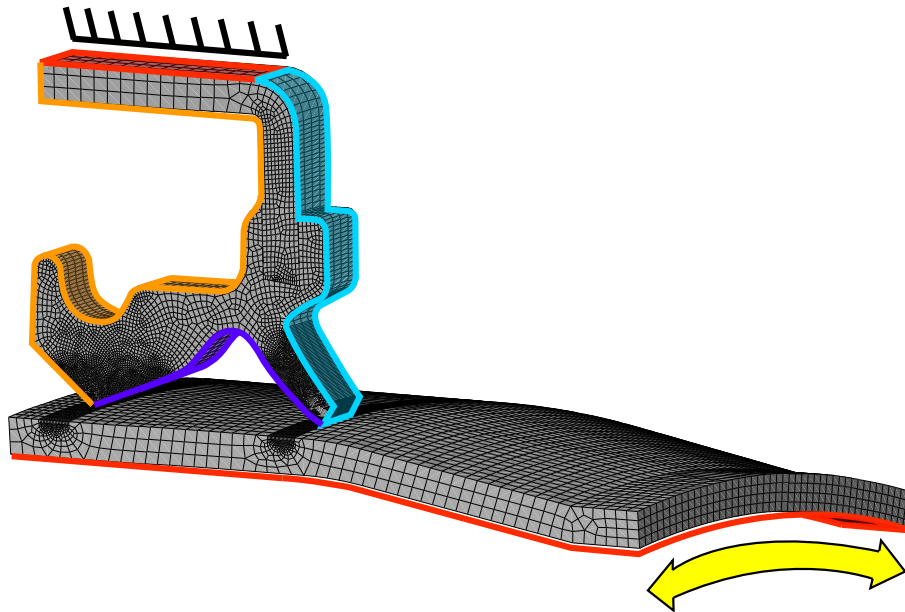
Ziel des Projekts war es, die Ursachen für das Auftreten von Leckagen bei RWDR mit zusätzlicher Schutzlippe unter instationären Bedingungen systematisch zu untersuchen. Bereits im Vorgängerprojekt FVA 784 I konnte ein Zusammenhang zwischen Leckagen und dem Aufbau eines Unterdrucks im Zwischenraum zwischen Haupt- und Schutzlippe festgestellt werden. Die damals entwickelte Maßnahme zur gezielten Entlüftung dieses Bereichs zeigte in der Praxis erste positive Effekte. Allerdings ist diese Lösung in Umgebungen mit hoher Schmutz- oder Flüssigkeitsbelastung – beispielsweise in der Lebensmittelverarbeitung – nicht anwendbar. Daraus ergab sich die Notwendigkeit, die zugrunde liegenden physikalischen Mechanismen der Leckagebildung noch detaillierter zu analysieren und alternative, praxisnahe Gegenmaßnahmen zu erarbeiten.

Im Projektverlauf wurden sowohl experimentelle als auch simulative Untersuchungen durchgeführt. Im experimentellen Teil wurden insgesamt 34 Versuche realisiert, bestehend aus systematischen Parametervariationen, Langzeitversuchen sowie Förderwertmessungen unter definierten instationären Bewegungsprofilen. Die Versuchsreihen ermöglichten eine umfassende Analyse der Einflussfaktoren wie Zyklusprofil, Befettung des RWDR, Beschleunigung der Welle und Schwankungswinkel. Ergänzend wurden präzise Druckmessungen im Zwischenraum zwischen Haupt- und Schutzlippe vorgenommen, um den Aufbau und die Dynamik des Unterdrucks unter realitätsnahen Bedingungen quantifizieren zu können.



Parallel dazu wurde ein Finite-Elemente-Modell entwickelt, das eine detaillierte Analyse der tangentialen Folgefähigkeit der Dichtlippe sowie der

Kontaktpressungsverhältnisse ermöglichte. Dabei wurden viskoelastische Materialeigenschaften berücksichtigt, um realitätsnahe Ergebnisse zu erzielen. Ein wesentlicher Fortschritt im simulativen Teil des Projekts war die Implementierung eines Reibmodells, das gezielt für instationäre Bewegungen entwickelt wurde. Dieses Modell basiert auf experimentellen Daten zu Reibkoeffizienten und zum Stick-Slip-Verhalten, die bereits im Vorgängerprojekt FVA 784 I erhoben wurden. Die Einbindung dieser Daten ermöglichte es, die tribologischen Bedingungen im Dichtkontakt unter dynamischen Lastprofilen realitätsnah abzubilden. Die Simulationsergebnisse zeigen ein konsistentes Verhalten mit hoher Übereinstimmung zu den experimentellen Befunden.



Ein zentrales Ergebnis des Projekts ist darüber hinaus die Entwicklung eines empirischen Modells zur Beschreibung des Unterdruckaufbaus in Abhängigkeit von Wellenbewegungsprofil und Befettung. Dieses Modell ermöglicht eine präzise Eingrenzung jener Betriebszustände, die das Risiko von Leckagen erhöhen. Darüber hinaus konnten erste konstruktive Ansätze identifiziert werden, die auch ohne Entlüftung eine stabile Dichtfunktion unter instationären Bedingungen sicherstellen.

Das Projekt leistet somit einen wesentlichen Beitrag zum grundlegenden Verständnis der Dichtmechanismen bei nichtstationären Belastungen. Die gewonnenen Erkenntnisse bieten eine fundierte Grundlage für die Weiterentwicklung der Dichtungssysteme – insbesondere für Anwendungen mit stark variierenden Bewegungsprofilen.

**Autoren:** **Lenine Silva**

Lehrstuhl für Maschinenelemente, Getriebe und Tribologie (MEGT)  
RPTU Kaiserslautern-Landau  
Prof. Dr.-Ing. Oliver Koch

**Kontakt:** Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA)

**Dirk Arnold**  
T 069- 6603 -1632

**Das IGF-Vorhaben IGF-Nr. 01|F22032 N der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) wurde im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 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 einzigartiges, themenoffenes und vorwettbewerbliches Förderprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWE), 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 unserer 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](http://www.fva-net.de).