



OTTO VON GUERICKE
UNIVERSITÄT
MAGDEBURG

MB

FAKULTÄT FÜR
MASCHINENBAU

Forschungsbericht 2023

Institut für Maschinenkonstruktion

INSTITUT FÜR MASCHINENKONSTRUKTION

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg
Tel. 49 (0)391 67 58791, Fax 49 (0)391 67 41166
Internet: imk.ovgu.de

1. LEITUNG

Prof. Dr.-Ing. Christiane Beyer (Geschäftsführende Institutsleiterin)
apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel (Vertreter wissenschaftlicher Mitarbeiter)
Hon.-Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. Oliver Ullrich (beratendes Mitglied)
Hon.-Prof. Dr.-Ing. Carsten Burchardt (beratendes Mitglied)

2. HOCHSCHULLEHRER/INNEN

Prof. Dr.-Ing. Christiane Beyer
apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel
Hon.-Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. Oliver Ullrich
Hon.-Prof. Dr.-Ing. Carsten Burchardt

3. FORSCHUNGSPROFIL

- Weiterentwicklung der Konstruktionsmethodik hinsichtlich Ideenfindung, Konzeptentwicklung, Produktgestaltung, Leichtbauweise, Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit insbesondere angewandt auf Luft- und Raumfahrt, Medizin- und Biomedizintechnik, Automobil- und Transportindustrie, Sicherheitstechnik, u.a.
- Effektive Einbindung von Werkzeugen und Technologien in eine innovative Produktentwicklung: 3D-Druck, 3D-Digitalisierung, fortschrittliche CAD/CAE/CAM-Anwendungen, PDM-Systeme, Virtual Reality and Augmented Reality
- Erarbeiten von Grundlagen zur weiteren Aufklärung der Mechanismen von Reibung und Verschleiß in Reibkontakten mit und ohne Schmierung
- Untersuchungen zum Reibungs- und Verschleißverhalten von Maschinenelementen und Bereitstellung von Berechnungsverfahren sowie von Auslegungs- und Gestaltungsrichtlinien für tribotechnisch beanspruchte Maschinenelemente
- Optimierung tribotechnischer Systeme hinsichtlich Werkstoffpaarung, Schmierstoff und Reibflächengestaltung
- Entwicklung von Methoden und Werkzeugen zur topologieoptimierten und additiven/hybriden Herstellung von Strukturbauteilen in Metall und faserverstärkten Verbundwerkstoffen
- Bewertung und Optimierung von Unternehmensprozessen und Methoden für dynamisches Prozessmanagement mit Hilfe der BAPM-Methode und dem proNavigator
- Erstellung von Reifegradmodellen zur Bewertung von Datenqualitätsmanagementprozessen für ISO 8000-63 und ISO 8000-64
- Entwicklung eines flexibel einsetzbaren, automatisch ablaufenden Optimierungssystems für beliebig komplexe Produkte auf der Basis Evolutionärer Algorithmen

4. SERVICEANGEBOT

Serviceangebot Lehrstuhl Produktentwicklung und Konstruktion

- Realisieren der Integrierten Produktentwicklung und des Product Lifecycle Management; Auswahl und Einführung von PDM-Systemen und CAx-Systemen
- Unterstützung bei der Lösung von Aufgaben im Bereich der Produktentwicklung, z.B. Erstellung von Produktmodellen mittels CAD oder 3D-Digitalisierung, Fertigung von Prototypen unter Einsatz generativer Verfahren/3D-Druck
- Dynamische Prozessorientierung, -simulation und -navigation in der Produktentwicklung
- Beratung zu Technologien der additiven und hybriden Fertigung sowie zur konstruktiven Auslegung und Topologieoptimierung (Leichtbauweise)
- Entwicklung von Konzepten zur Erarbeitung von Sonderkonstruktionen in den Bereichen der Medizin- und Biomedizintechnik, Automobil- und Transportindustrie, Luft- und Raumfahrt

Serviceangebot Lehrstuhl Maschinenelemente und Tribologie

- Auslegung, Nachrechnung und konstruktive Gestaltung von Maschinen, Maschinenelementen und tribotechnischen Systemen
- Schadensanalyse an tribotechnischen Systemen
- Experimentelle und theoretische Untersuchungen an Originalbaugruppen und an Modellprüfkörpern hinsichtlich Reibung und Verschleiß
- Werkstoffauswahl und -optimierung für tribotechnische Systeme
- Optimierung von Schmierstoff-Werkstoff-Kombinationen
- Ermittlung von Schmierstoffkennwerten und Auswahl von Schmierstoffen
- Literaturrecherche zu tribologischen Fragestellungen

5. FORSCHUNGSPROJEKTE

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel
Kooperationen: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Orthopädische Universitätsklinik
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.10.2023 - 30.09.2025

Tribologische Optimierung von Hüftendoprothesen durch Entwicklung einer künstlichen Synovialflüssigkeit und eines neuartigen Hüft-Tribometers

In Deutschland entscheiden sich jährlich rund 200.000 Menschen für eine künstliche Hüfte und lassen ihr Hüftgelenk durch eine Endoprothese ersetzen. Die Operation gehört zu den Standardeingriffen in der orthopädischen Chirurgie. Die Hüftprothese ist während der Bewegung, insbesondere die Gleitpaarung zwischen Hüftkopfkugel und Pfanne, starken Belastungen und daher auch einem starken Verschleiß ausgesetzt. Durch mechanische Arbeit der beiden im Gelenk befindlichen Reibpartner wird ein nicht unerheblicher Materialabrieb erzeugt, welcher zu einer Entzündung des umliegenden Gewebes und einer nachfolgenden Lockerung der Endoprothese führen kann und ein Hüftprothesenwechsel erfordert. Der Hüftprothesenwechsel wird allerdings erschwert, weil die Endoprothese sich im Vergleich zur ersten Operation schlechter im Knochen befestigen lässt. Ursache hierfür ist Entzündung verursacht durch den Metall - und Plastikabrieb der Gleitpartner im künstlichen Gelenk, welche zu einer Abnahme der Knochensubstanz führen. Die Schmierflüssigkeit eines gesunden Hüftgelenks ist die von der Gelenkschleimhaut produzierten Synovialflüssigkeit. Durch Implantation und Gelenkentzündung verändert sich die Zusammensetzung dieser Synovialflüssigkeit, was zu einer verminderten Schmierfähigkeit der Flüssigkeit führt. In dem hier beantragten Vorhaben sollen die Eigenschaften der Synovialflüssigkeit vor und nach Prothesenimplantation näher untersucht werden. Mit Hilfe der gewonnenen Ergebnisse soll eine künstliche Synovialflüssigkeit hergestellt werden, welche den Anforderungen der optimalen Schmierung des Implantats gerecht wird. Zur Untersuchung der tribologischen Eigenschaften soll ein neuartiger Prüfstand entwickelt werden, der als Hüftkopfkugel/Pfanne- Prüfstand ausgeführt ist und die Reibung unter Berücksichtigung einer realistischeren gelenkähnlichen Schmiermittelmenge (ca. 3-10 ml) direkt an der Prüfpaarung messen kann. So wird es möglich für jede Gleitpaarung eine optimale Schmierflüssigkeit zu identifizieren und zu prüfen wie die künstliche Synovialflüssigkeit der humanen Synovialflüssigkeit gleicht und welche Einflussfaktoren die Schmiereigenschaften positiv beeinflussen. Ziel ist es, eine künstliche Synovialflüssigkeit mit optimalen Schmierbedingungen zu entwickeln, welche potentiell in Zukunft im Patienten appliziert werden kann.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel
Projektbearbeitung: M.Sc. Stephan Emmrich
Kooperationen: Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebebau (FZG) der TU München
Förderer: Industrie - 01.07.2023 - 30.06.2025

Definition und Charakterisierung von FVA-Referenzölen (Referenzöle 2030 - Teil 2)

Die FVA hat seit längerer Zeit eine Reihe von sogenannter Referenzölen definiert. Ihr Zweck ist es, einen Vergleich zwischen Forschungsergebnissen unterschiedlicher Vorhaben, bei denen der Schmierstoff einen wesentlichen Einfluss haben kann, über eine längere Zeitdauer hinweg zu ermöglichen. Die Alterung und geringe Verfügbarkeit einiger dieser Öle bieten die Gelegenheit, das bestehende Referenzöl-Konzept zu erneuern und dabei kritisch zu prüfen mit dem Ziel, ein neues und zukunftsfähiges Referenzölsystem zu erarbeiten. Auf Basis der vorangegangenen Projekte „Referenzöle 2019“ (FVA 852 I) und „Referenzöle 2030“ (FVA 852 II) sollen die Auswahl neuer FVA-Referenzöle im beantragten Projekt abgeschlossen und die neuen Öle zur Nutzung freigegeben werden. Dazu sind zunächst abschließende Vermessungen und Tragfähigkeitsuntersuchungen für den Nachfolger FVA 3/FVA 3A durchzuführen, der aus FVA 852 II als potenzieller Kandidat hervorgegangen ist. Auf dem Freigabeweg, der in Teil II beschrieben wurde, sind weitere neue Referenzöle als Prio-1-Öle zu definieren. Sie sollen als Mineralöl FVA 2/FVA 2A nachfolgen und als Syntheseöl zur Validierung von Simulationen dienen. Ergänzt werden die Referenzöle durch Prio-2-Öle, die den aktuellen Stand der Technik abbilden sollen und als agiles System Referenzen für bestimmte Komponentenversuche darstellen. Diese Prio-2-Öle sind in Absprache mit den betreffenden projektbegleitenden Ausschüssen und Herstellern zu ermitteln und zu listen. Abschließend werden Freigabeproofungen definiert, die von einer neuen Charge der Referenzöle durchlaufen werden müssen. Alle Spezifikationen, Daten und Tragfähigkeitswerte sollen in einer Datenbank auf Themis den Nutzern in den Mitgliedsfirmen der FVA sowie den Forschungseinrichtungen zur Verfügung gestellt werden.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 16.03.2022 - 15.03.2025

Gekoppeltes 3D-CFD-Modell zur Berechnung von Kolbenringpaketen unter Berücksichtigung von Mischreibung, Dynamik und Strukturverformungen

Im Hinblick auf die Forderung nach steigender Effizienz und Leistungsdichte von Maschinenelementen bedarf es neuartiger, möglichst detaillierter 3D-Simulationsmethoden. Dabei wird die Strömungssimulation mittels CFD (Computational Fluid Dynamics) zur Untersuchung geschmierter Tribosysteme zukünftig weiter an Bedeutung gewinnen. In vielen Anwendungen herrschen komplexe Fluid-Struktur-Wechselwirkungen vor, die das Systemverhalten maßgeblich beeinflussen. Neben der Existenz mehrerer Phasen sind Mehrkörperdynamik, Strukturverformungen und Mischreibungszustände häufige Randbedingungen in diesen tribologischen Systemen. Im Rahmen dieses Projektes sollen daher Methoden zur Integration der genannten Einflüsse in die CFD erarbeitet werden. Eine geeignete Anwendung, anhand der dies exemplarisch geschehen soll, ist das Kolbenringpaket als Teil der Kolben/Zylinder-Paarung von Verbrennungsmotoren. Auf der einen Seite bietet es ein interessantes und vielfältiges Anwendungsfeld, da Verbrennungsmotoren durch weitere Optimierungen und den Einsatz neuer synthetischer Kraftstoffe auch in der Zukunft eine bedeutende Rolle spielen werden und die Kolben/Zylinder-Paarung tendenziell für den größten Anteil der Motorreibung verantwortlich ist. Auf der anderen Seite ist es ein anspruchsvolles System, für das bisher keine CFD-Modelle existieren, welche alle genannten Einflüsse in der notwendigen Detailtiefe berücksichtigen.

Der neuartige Berechnungsansatz, der die Untersuchung der Blowby-Menge und der Reibung verbessern soll, besteht in der Entwicklung eines mit benutzerdefinierten Funktionen gekoppelten 3D-CFD-Modells des Kolbenringpakets. Von besonderer Bedeutung sind dafür die dreidimensionale Dynamik und Verformung des Kolbenrings, die durch ein FE-Modell abgebildet werden soll. Dabei sind nicht nur die Kopplung mit der strömungsmechanischen Lösung und dem Festkörperkontakt umzusetzen, sondern auch effiziente Algorithmen zur Anpassung der dreidimensionalen Berechnungsnetze zu entwickeln. Darüber hinaus sollen ein Mischreibungsmodell sowie ein Modell zur Berücksichtigung der Schmierstoffspeicherung im Honprofil des Zylinders implementiert werden. Abschließend wird das Gesamtmodell anhand der Messergebnisse eines Floating-Liner-Prüfstandes validiert.

Im Rahmen des beantragten Forschungsvorhabens ist mit der Erlangung allgemeingültiger Methodenkompetenzen zur dreidimensionalen Berechnung von Fluid-Struktur-Interaktionen in geschmierten Maschinenelementen zu rechnen. Zum Ende des Vorhabens liegen neben umfassenden Details über die Reibungs- und Transportmechanismen innerhalb des Kolbenringpakets, Erkenntnisse und 3D-Teilmodelle zur Kopplung der mehrphasigen CFD mit Modellen zur Mischreibung, Strukturmechanik und benutzerdefinierten Netzdynamik vor, die auf andere geschmierte Maschinenelemente übertragbar sind.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel
Projektbearbeitung: M.Sc. Igor Weizel
Kooperationen: Institut für Oberflächen- und Schichtanalytik (IFOS) der TU Kaiserslautern; Fraunhofer Institut für Werkstoffmechanik (IWM)
Förderer: BMWi/AIF - 01.03.2021 - 31.08.2024

Vorhersage von adhäsivem Verschleiß mit Multiskalen- und Multiphysikansätzen

Im Rahmen der steigenden Anforderungen an die Effizienz und Leistungsdichte von Maschinenelementen, wie Wälzlagern oder Zahnrädern, kommt es vermehrt zu geringeren Schmierpalten im Kontakt und damit zu höheren Laufzeitanteilen unter Mischreibungsbedingungen. Um die Bauteilhaltbarkeit sicherstellen zu können, muss der mischreibungsbedingte Verschleiß zuverlässig vorhergesagt werden. Da die gängigen Berechnungsansätze jedoch nur eine begrenzte Genauigkeit bzw. Übertragbarkeit bieten, bedarf es neuer bzw. erweiterter Simulationsansätze.

Ziel dieses Vorhabens ist es, durch ein interdisziplinäres Team eine Berechnungsmethode für adhäsiven Verschleiß zu entwickeln, bei der eine Kopplung zwischen verschiedenen Größenskalen (atomare Ebene bis zum Tribokontakt) und Disziplinen (Tribologie, Physik, Chemie) stattfindet. Der Lösungsansatz besteht darin, ein Verschleißmodell zu entwickeln, dessen Parameter durch Betrachtungen der nanoskaligen Ebene in Form von Kennfeldern bestimmt werden können und das in die Verschleißberechnung auf mikro- und makroskopischer Ebene integriert werden kann. Dabei sollen der Aufbau, die Zusammensetzung und die lokale Verteilung der tribologischen Grenzflächen analysiert und in molekulardynamischen Simulationen abgebildet werden. Aufbauend hierauf sollen in Abhängigkeit von Druck, Temperatur, Scherrate und Schmierpalthöhe an den Rauheiten Kennfelder für die Bindungsenergie sowie Grenzreibungsschubspannung bzw. Grenzreibungszahl abgeleitet werden und als Eingangsgrößen für die Makrosimulation dienen. Die Ergebnisse der Verschleißberechnungsmethode werden anschließend mit Modellversuchen und Versuchen an Wälzlagern und Zahnrädern validiert.

Als Resultat des Vorhabens sollen Anwendern Leitfäden für die Durchführung der einzelnen Prozessschritte an die Hand gegeben werden. Kleine und mittelständische Unternehmen können die Verfahren damit ganz bzw. teilweise in-House oder mit Hilfe von Dienstleistern umsetzen und so ihre Produkte optimieren.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel
Projektbearbeitung: M.Sc. Lisa Heinecke
Kooperationen: Institutes für Forschung und Entwicklung von Sportgeräten (FES)
Förderer: Bund - 01.11.2022 - 30.06.2024

Experimentelle und theoretische Untersuchungen zur Reduzierung der Gleitreibung des Kufe/Eis-Kontakts im Wintersport - Teilprojekt 1: Eistribometer und Gleitreibungsversuche

Das Ziel des Gesamtprojekts ist es, allgemeingültige Werkzeuge zur messtechnischen und vollnumerischen Analyse der Reibungszustände im Kufe/Eis-Kontakt bereitzustellen, welche auf verschiedene Kufensportarten angewendet werden können. Die im Projekt erzielten Erkenntnisse können unmittelbar in die Sportpraxis überführt werden.

Zur messtechnischen Untersuchung des Kufe/Eis-Kontakts auf Laborebene soll eine bereits in Eigenleistung entwickelte Konstruktion für ein Eistribometer realisiert werden. Kernmerkmal des Prüfstands ist der Einsatz moderner innovativer Messtechnik, sodass die sehr geringen Reibungskoeffizienten bei hohen Normalkräften möglichst präzise bestimmt werden können. Darüber hinaus werden praxisnahe hohe Geschwindigkeiten sowie eine stetige Kontaktierung frischen Eises bei gleichzeitig kompakter Bauweise realisiert.

Zur Erzielung reproduzierbarer und in die Praxis übertragbarer Messergebnisse kommt in diesem Zusammenhang dem Eispräparationsprozess auf Laborebene eine große Bedeutung zu. Je nach Art der Wasserbaufschlagung, Art

des Gefrierens und zeitliche Abfolge können die Eiseigenschaften stark variieren. Es soll eine Methodik entwickelt werden, mit welcher Proben mit reproduzierbaren und realitätsnahen Eiseigenschaften hergestellt werden können. Für die Einordnung und Übertragbarkeit der gewonnenen Messdaten sowie für eine erfolgreiche tribologische Berechnung in Teilprojekt 2 ist die genaue Kenntnis des mechanischen Verhaltens des Eises zwingend erforderlich. Da in der Literatur hierzu nur wenige und teils sehr unterschiedliche Daten verfügbar sind, soll auf Laborebene ein Verfahren entwickelt werden, mit welchem diese Werte in Abhängigkeit verschiedener Einflussparameter reproduzierbar bestimmt werden können.

Nach Aufbau und Inbetriebnahme des Eistribometers ist ein umfangreiches Versuchsprogramm unter Variation von Geometrie, Material und Betriebsbedingungen vorgesehen. Zielgröße ist hierbei die unter verschiedenen Parametern auftretenden Reibungskoeffizienten. Die im Versuch gewonnenen Messdaten sollen anschließend in Kennfeldern aufgetragen werden, die SportlerInnen eine vereinfachte und verbesserte Kufenwahl und den Entwickelnden eine wissenschaftliche Grundlage zur Kufenentwicklung bieten, um so eine Datengrundlage für vereinfachte Berechnungsansätze zur Analyse von Bahnabfahrten aufzubauen.

Aufbauend auf den Messdaten aus Teilprojekt 1 soll in Teilprojekt 2 ein numerisches dreidimensionales Simulationsmodell derart weiterentwickelt werden, dass alle für den Kontakt Kufe/Eis relevanten physikalischen Prozesse abgebildet werden können. Die Weiterentwicklungen bestehender Modelle betreffen insbesondere die Integration von Phasenübergängen (Schmelzen) und das stark nichtlineare elastisch-plastische Verformungsverhalten des Eises. Zur Validierung der Berechnungsergebnisse sollen integrale Größen für unterschiedliche Betriebsbedingungen mit messtechnisch ermittelten Werten verglichen werden. Ziel ist es, dass das Modell die Vorgänge im Spalt lokal aufgelöst sichtbar macht und auf eine Veränderung der Rand- und Betriebsbedingungen ohne Anpassung von Modellparametern entsprechend der Messergebnisse reagiert.

Neben der präzisen Simulation der Reibungsprozesse soll das Berechnungsmodell dazu beitragen das Verständnis für die nicht beobachtbaren Vorgänge im Kontakt zu erweitern. Aufgrund seines allgemeingültigen Charakters kann das Modell auf die Kufengeometrien sämtlicher Wintersportgeräte angewendet werden, wodurch die Möglichkeit eröffnet wird, den Einfluss einzelner Parameter gezielt numerisch vorherzusagen und eine effiziente Voraboptimierung durchzuführen.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel
Projektbearbeitung: M.Sc. Stephan Emmrich
Kooperationen: Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST, Braunschweig
Förderer: BMWi/AIF - 01.01.2021 - 31.03.2024

Entwicklung einer Dünnschichtsensorik für Temperatur, Druck und Schmierpalhöhe in mischreibungsbeanspruchten Kontakten

In diesem Forschungsprojekt wird ein im Vorgängervorhaben entwickelter Dünnschichttemperatursensor, um die Fähigkeit den Druck und die Schmierpalhöhe in mischreibungsbeanspruchten Wälzkontakten zu messen, erweitert. Ziel des Vorhabens ist es, die relevanten Kontaktgrößen Temperatur, Druck und Schmierpalhöhe simultan am Bauteil bei Mischreibung zu messen. In einem ersten Schritt, der in diesem Forschungsvorhaben vollzogen werden soll, wird das Dünnschichtsystem, aus dem der Sensor bestehen wird, hinsichtlich der bei Mischreibung wirkenden Beanspruchungen optimiert. Darauffolgend werden die Schichten auf Prüfscheiben gebracht und so strukturiert, dass sie zu einem Multi-Sensor zusammengefasst werden. In Modellversuchen werden mit dem Multi-Sensor dann die drei Kontaktgrößen bestimmt sowie die Verschleißbeständigkeit überprüft. Gleichzeitig werden die Versuche durch leistungsfähige TEHD-Simulationsrechnungen begleitet, mit denen es möglich ist, u. a. die Druck- und Temperaturverteilungen sowie die Schmierpalhöhe im Kontakt ortsaufgelöst zu berechnen. Durch die Messergebnisse soll ein Vergleich mit den Berechnungsmodellen erfolgen und bei Abweichungen die Gründe dafür analysiert werden. Im Ergebnis des Forschungsvorhabens soll ein robuster Multi-Sensor für mischreibungsbeanspruchte Wälzkontakte zur Verfügung stehen. Mit dem Multi-Sensor soll es zukünftig möglich sein, tribologische Vorgänge bei Maschinenelementen wie Verzahnungen, Wälzlager usw. besser zu verstehen und zu optimieren. Hierdurch wird die betriebssichere Auslegung von Produkten verbessert. Ein weiterer Nutzen ist die Überprüfung genormter Berechnungsverfahren und die Verfügbarkeit validierter 3D TEHD-Simulationsmodelle, um im Rahmen der virtuellen Produktentwicklung kostenintensive Prototypenversuche reduzieren zu können.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel
Projektbearbeitung: M.Sc. Ricardo Lühe
Kooperationen: Lehrstuhl für Verfahrenstechnische Maschinen des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT)
Förderer: BMWi/AIF - 01.10.2020 - 31.10.2023

Einfluss von Kinematik und Last auf die Fettalterung in Wälzlagern

Ein Großteil der Wälzlager ist fettgeschmiert und in vielen Fällen bestimmt die Fettgebrauchsdauer das Wartungsintervall bzw. die Lagergebrauchsdauer. Die durch die Kinematik, Last und Temperatur bedingte Fettalterung in einem Wälzlager ist ein komplexer Vorgang. Aktuell kann die Fettgebrauchsdauer nur über einfache, empirische Katalogverfahren bestimmt werden, die für ein und denselben Lagertyp sehr unterschiedliche Ergebnisse liefern können.

Daher sollen in diesem Vorhaben Erkenntnisse gewonnen und Ansätze erarbeitet werden, die zukünftig eine bessere Vorhersage der Fettgebrauchsdauer ermöglichen. Konkret soll der Einfluss der Kinematik und der Last auf die Fettgebrauchsdauer untersucht und quantifiziert werden. Dabei stehen unterschiedliche Lagertypen im Fokus, die als praxisrelevante Vertreter fettgeschmierter Wälzlager gelten. Außerdem werden verschiedene Quantifizierungsmethoden zur Analyse der Fettalterung auf ihre Tauglichkeit geprüft. Basierend auf den Forschungsergebnissen sollen die Grundlagen für eine Erweiterung bestehender Berechnungsansätze oder die Formulierung neuer Ansätze zur gezielteren Berechnung der Fettgebrauchsdauer erarbeitet werden.

Durch die neuen Ergebnisse und Methoden werden KMU in die Lage versetzt, die Fettalterung in Ihren Anwendungen besser bewerten zu können. So können kostenintensive Versuche im Produktentwicklungsprozess reduziert werden bzw. profitieren die Nutzer der Maschinen und Anlagen, von verlängerten Einsatz- und geringeren Stillstandzeiten. Durch eine bessere Vorhersage der Fettgebrauchsdauer können Produkte hinsichtlich der Leistungsdichte optimiert werden, ohne verfrühte Ausfälle zu riskieren. Dies steigert die Produktqualität und die Wettbewerbsfähigkeit der KMU.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel
Projektbearbeitung: M.Sc. Patrick Wieckhorst
Kooperationen: Institut für Fluidsystemtechnik der TU Darmstadt
Förderer: BMWi/AIF - 01.07.2020 - 30.04.2023

Rotordynamischer Einfluss fördermediengeschmierter Gleitlager in Pumpen

Die Verfügbarkeit von Turbomaschinen wie Kreiselpumpen wird oft durch ihr schwingungsdynamisches Verhalten begrenzt. Infolge einer dynamischen Anregung durch Betriebskräfte oder Unwuchten kommt es zu einer Antwort des Gesamtsystems welche maßgeblich durch die induzierten Kräfte in engen Ringspalten, wie sie in Gleitlagern vorliegen beeinflusst wird. In fördermediengeschmierten Gleitlagern von Kreiselpumpen werden diese induzierten Kräfte nicht nur durch den hydrodynamischen Effekt, sondern auch durch eine axiale Durchströmung wesentlich beeinflusst. Zudem kann es infolge von größeren Lagerspielen und deutlich geringeren Viskositäten der vorliegenden Schmiermedien zu turbulenten Strömungszuständen kommen. Diese im Spalt vorliegende laminare oder turbulente Strömung definiert sowohl die Steifigkeit der Lagerung als auch das Abklingverhalten einer auftretenden Schwingung. Erfolgt die Auslegung aufgrund unzureichender Kenntnis der jeweiligen Effekte kann es im schlimmsten Fall zur Resonanz und im Folgenden zum Totalausfall der Maschine und zu wartungsbedingten und kostspieligen Ausfallzeiten der gesamten industriellen Anlage kommen.

Ziel des Projekts ist die Erarbeitung einer umfangreichen Datenbasis rotordynamischer Koeffizienten und Identifizierung instabiler Betriebszustände sowie die experimentelle Validierung verbesserter numerischer Berechnungsmodelle für dynamische Betriebszustände auf Grundlage einer erweiterten Reynolds'schen Differentialgleichung, sowie des integro-differentiellen Ansatzes für fördermediengeschmierte Gleitlager in Pumpen. Nach Projektende liegen für die KMU experimentelle sowie numerische Datenbasen, validierte effiziente Berechnungswerkzeuge sowie ein analytisches Auslegungstool für die Industrie zum unmittelbaren Einsatz vor. Der konkrete Nutzen für die KMU ist somit eine präzisere, verlässlichere und effizientere Auslegung mediengeschmierter Gleitlager im Vergleich zu aktuellen Auslegungsmethoden.

Projektleitung: Dr.-Ing. Michael Schabacker
Kooperationen: Prof. Dr. Der-Min Tsay, National Sun Yat-Sen University
Förderer: Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD) - 01.01.2022 - 31.12.2023

Accuracy and Cost Analysis of Lobe Cam Reducers with Hybrid Additive Manufacturing

This research mainly focuses on the system methodology for two types of lobe cam reducer including geometric design, kinematic analysis, and kinetic analysis. The cam profile is derived using the rigid body transformation method of the eccentric rotating camshaft, not by the rotating camshaft itself. The engagement actions between both lobe cams and roller turrets are multiple rollers to contact action. According to Newton's second law in kinetic analysis, the reducer mechanism is divided into the resisted and driving transmission simultaneously on the conjugate rigid lobe cam. With the different cost calculations, case discussion analysis and experimental verification are also carried out. For transmission usage, a lobe cam reducer is with a small volume and large reduction ratio, easy for processing and assembly, and suitable for heavy load and high performance applications.

Projektleitung: Dr.-Ing. Michael Schabacker
Projektbearbeitung: Dr. Christoph Starke, M.A. Björn Kokoschko
Kooperationen: Fakultät für Wirtschaftswissenschaft der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg -
Lehrstuhl für Entrepreneurship (Prof. Dr. Matthias Raith)
Förderer: Deutsche Bundesstiftung Umwelt - 01.06.2021 - 28.02.2023

Umweltorientierte Produkt- und Geschäftsmodellentwicklung: Realisierungsansätze für das Design Engineering (UPGRADE)

Am 1. Januar 2016 traten die 17 Ziele der Vereinten Nationen für eine nachhaltige Entwicklung (SDGs) in Kraft. Neben ökonomischen und sozialen Zielen liegt hierbei ein wesentlicher Fokus auf ökologischen Zielen. Zur Messung der eigenen Zielerfüllung formulierte Deutschland eine Reihe an Indikatoren, die im Rahmen der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie (DNS) 2016 verabschiedet wurden. Mit dieser Strategie gibt die Bundesregierung eine ambitionierte Richtung für die nationale nachhaltige Entwicklung vor, die nicht nur als Maxime für politisches, sondern auch für privatwirtschaftliches Verhalten zu verstehen ist. Ein zentrales Ziel der Nachhaltigkeitsstrategie auf ökologischer Ebene ist die Etablierung nachhaltiger Konsum- und Industrieprodukte zur Senkung des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen.

Die Ziele der DNS können nur erfüllt werden, wenn die Gestaltung der Konsum- und Industrieprodukte und auch die Geschäftsmodelle zu deren wirtschaftlicher Verwertung auf ökonomische, ökologische und soziale Anforderungen ausgerichtet sind. Das erfordert, dass Produkt- und Geschäftsmodellentwicklung dabei als ganzheitlicher und verzahnter Prozess betrachtet werden muss. So ist es für das Geschäftsmodell von zentraler Bedeutung, dass der Ansatz der nachhaltigen Wertschöpfung zum einen auf eine bestimmte Zielgruppe und deren Bedürfnisse ausgerichtet ist und zum anderen die Unternehmensziele abbildet. Das Konsum- oder Industrieprodukt ist dabei Mittel zum Zweck und dient der Wertvermittlung an die Zielgruppe. Die Gestaltung und Entwicklung des Konsum- oder Industrieprodukts muss daher im Einklang mit den Unternehmenszielen auf die Bedürfnisse der Zielgruppe angepasst werden. Somit wird die Produktentwicklung Teil des Geschäftsmodells. Gerade klein- und mittelständische Unternehmen (KMU) werden sich im Gegensatz zu großen Unternehmen verstärkt mit Problemen bei der Ausrichtung ihrer Innovationsaktivitäten auf die in der DNS formulierten Nachhaltigkeitsanforderungen konfrontiert sehen. Grundsätzlich weist eine Vielzahl dieser Unternehmen keinen strukturierten Innovationsprozess auf, da Forschungs- und Entwicklungsabteilungen, Budgetierungen usw. fehlen. Zudem verfügen diese Unternehmen nicht über notwendige Ressourcen, Kapazitäten, Innovationskompetenzen und Fachwissen in Bezug auf Nachhaltigkeit, um nachhaltige Innovationen vollkommen selbstständig zu entwickeln. Insbesondere für Sachsen-Anhalt bescheinigt der Bericht zur Mittelstandsoffensive, dass es "vielfach innovationsorientierte kleine und mittlere Betriebe [gibt], die nicht oder nicht in dem Maße über die strukturellen und personellen Voraussetzungen verfügen, um ohne Unterstützung Produktinnovationen realisieren zu können." Folglich ist es notwendig, KMU dabei zu unterstützen, ihren Innovationsprozess zu strukturieren und auf Anforderungen im Sinne der DNS auszurichten - hier können KMU-orientierte Step-by-Step-Vorgehenskonzepte wertvolle Beiträge leisten.

Für eine wirkungsvolle Unterstützung von KMU ist es allerdings notwendig, dass die Vorgehenskonzepte nur diejenigen Schwerpunkte der KMU explizit fokussieren, die diese bei der Ausrichtung ihrer Innovationsaktivitäten auf die in der DNS formulierten ökonomischen, ökologischen und sozialen Anforderungen setzen. Diesbezüglich

zeigt die deutsche Unternehmenslandschaft, dass ökonomische, ökologische und soziale Ziele durchaus einen unterschiedlichen Raum in den Unternehmen einnehmen. Während beispielsweise Sozialunternehmen eher einen Mix aus sozialen und ökonomischen Zielen fokussieren, streben Grüne Unternehmen vornehmlich nach ökologischer gepaart mit ökonomischer Wertschöpfung. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Schwerpunktsetzungen der Unternehmen erscheint ein einheitliches Step-by-Step-Vorgehenskonzept, das alle drei Säulen der Nachhaltigkeit in gleichem Ausmaß und somit alle KMU gleichsam berücksichtigt, zu komplex und somit praktisch wenig wirkungsvoll. Vielmehr sind Vorgehenskonzepte notwendig, die schlank, einfach und somit praktisch auf die angestrebten Aspekte der Nachhaltigkeit der Innovation anwendbar sind. Das Projekt UPGRADE rückt daher KMU in den Mittelpunkt, die ihre Innovationstätigkeiten hauptsächlich auf ökologische und ökonomische Anforderungen im Sinne der DNS ausrichten möchten. Um die Zielstellungen dieser KMU dennoch möglichst ganzheitlich zu berücksichtigen, werden auch ihre sonstigen, untergeordneten Ziele, die beispielsweise soziale oder persönliche Aspekte betreffen können, betrachtet.

6. EIGENE KONGRESSE, WISSENSCHAFTLICHE TAGUNGEN UND EXPONATE AUF MESSEN

21. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik (KT2023). 21. und 22. September 2023 in Rostock

7. VERÖFFENTLICHUNGEN

BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

Berkefeld, Jörg; Bartel, Dirk

The influence of the metallic friction counterpart on the occurrence of negative friction coefficient gradients in controlled, dry-running clutch systems

Tribology international - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 186 (2023), Artikel 108644

[Imp.fact.: 6.2]

Gerges, Wassem; Heipl, Oliver; Bartel, Dirk; Wettlaufer, Marc

Impact of oil ageing on gear scuffing in hybrid dual-clutch transmissions

Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers / J - London : Sage Publ. . - 2023

[Imp.fact.: 2.0]

Gerges, Wassem; Heipl, Oliver; Pfeifer, Bernd; Bartel, Dirk; Wettlaufer, Marc

Test method for determining the scuffing capacity of oils with reduced oil volume

Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers / J - London : Sage Publ. . - 2023

[Imp.fact.: 2.0]

Lin, Yi-Tsung; Jhang, Jia-Lun; Schabacker, Michael; Tsay, Der-Min; Hwang, Guan-Shong; Lin, Bor-Jeng

A study on improving the machining performance of scrolls

Applied Sciences - Basel : MDPI, Bd. 13 (2023), Heft 1, Artikel 286, insges. 24 S.

[Imp.fact.: 2.7]

Neupert, Thomas; Bartel, Dirk

Evaluation of various shear-thinning models for squalane using traction measurements, TEHD and NEMD simulations

Lubricants - Basel : MDPI, Bd. 11 (2023), Heft 4, Artikel 178, insges. 28 S.

[Imp.fact.: 3.5]

Tetora, Serhii; Schadow, Christian; Bartel, Dirk

Influence of grease properties on false brinelling damage of rolling bearings

Lubricants - Basel : MDPI, Bd. 11 (2023), Heft 7, Artikel 279, insges. 15 S.

[Imp.fact.: 3.5]

Vahlensieck, Christian; Thiel, Cora Sandra; Mosimann, Meret; Bradley, Timothy; Caldana, Fabienne; Polzer, Jennifer; Lauber, Beatrice Astrid; Ullrich, Oliver

Transcriptional response in human Jurkat T lymphocytes to a near physiological hypergravity environment and to one common in routine cell culture protocols

International journal of molecular sciences - Basel : Molecular Diversity Preservation International, Bd. 24 (2023), Heft 2, Artikel 1351, insges. 29 S.

[Imp.fact.: 5.6]

BEGUTACHTETE BUCHBEITRÄGE

Hoffmann, Vincent; Bartel, Dirk

Einfluss der Kranzdicke auf die Gleitlagerung des Rades eines Planetengetriebes

15. VDI-Fachtagung Gleit- und Wälzlagerungen 2023 - Gestaltung - Berechnung - Einsatz - Düsseldorf : VDI Verlag, S. 163-175

Kokoschko, Björn; Schabacker, Michael; Wohak, Lisa; Beyer, Christiane

Derive criteria for a selection of sustainability techniques in SMEs based on a literature review

Design in the Era of Industry 4.0, Volume 3 , 1st ed. 2023. - Singapore : Springer Nature Singapore ; Chakrabarti, Amaresh, S. 671-685 - (Smart innovation, systems and technologies; volume 346)

Kokoschko, Björn; Wohak, Lisa; Schabacker, Michael

Ecodesign methods integration into SMEs product development

Design in the Era of Industry 4.0, Volume 3 , 1st ed. 2023. - Singapore : Springer Nature Singapore ; Chakrabarti, Amaresh, S. 687-700 - (Smart innovation, systems and technologies; volume 346)

Neupert, Thomas; Bartel, Dirk

Praxisnahe Fluidmodellierung für leistungsfähige Reibungsberechnungen von TEHD-Kontakten

Reibung, Schmierung und Verschleiß - Aachen : GfT Gesellschaft für Tribologie e.V. . - 2023, Artikel 14/1-14/5

Wieckhorst, Patrick; Bartel, Dirk; Bevern, Stefan; Hartmann, Jochen

Rotordynamische Simulation fördermediengeschmierter Gleitlager

15. VDI-Fachtagung Gleit- und Wälzlagerungen 2023 - Gestaltung - Berechnung - Einsatz - Düsseldorf : VDI Verlag, S. 177-194

LEHRBÜCHER

Blaschke, Paul; Wunsch, Andreas; Schabacker, Michael [HerausgeberIn]

Siemens NX für Fortgeschrittene - kurz und bündig

Wiesbaden: Springer Vieweg, 2023, 1 Online-Ressource (VIII, 220 Seiten, 908 Abb., 818 Abb. in Farbe), ISBN: 978-3-658-42820-4

WISSENSCHAFTLICHE MONOGRAPHIEN

Schabacker, Michael

Solid Edge 2023 für Einsteiger - kurz und bündig

Wiesbaden: Springer Vieweg, 2023, 1 Online-Ressource (XI, 158 Seiten, 350 Abb., 340 Abb. in Farbe.), ISBN: 978-3-658-40222-8

Schabacker, Michael

Solid Edge 2023 für Fortgeschrittene - kurz und bündig

Wiesbaden: Springer Vieweg, 2023, 1 Online-Ressource (IX, 157 Seiten, 357 Abb., 325 Abb. in Farbe.), ISBN: 978-3-658-41086-5

Schabacker, Michael

SolidWorks für Einsteiger - kurz und bündig

Wiesbaden: Springer Vieweg, 2023, 1 Online-Ressource (XII, 133 Seiten, 250 Abb., 135 Abb. in Farbe), ISBN: 978-3-658-42918-8

DISSERTATIONEN

Gerlach, Johanna; Grote, Karl-Heinrich [AkademischeR BetreuerIn]

Gestaltungsrichtlinien für montagegerechte Konstruktionen mit Hilfe von Deep Learning

Magdeburg: Universitätsbibliothek, Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Maschinenbau 2023, 1 Online-Ressource (XIV, 151 Seiten, 3,42 MB) ;

[Literaturverzeichnis: Seite 131-143]

Keller, Michael; Bartel, Dirk [AkademischeR BetreuerIn]

Methodenentwicklung zur Reibungsberechnung eines Galaxie-Getriebes unter Mischreibungsbedingungen

Düren: Shaker Verlag, Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Maschinenbau 2023, xii, 176 Seiten - (Fortschritte in der Maschinenkonstruktion; 2023,2), ISBN: 978-3-8440-9070-3 ;

[Literaturverzeichnis: Seite154-170]