



OTTO VON GUERICKE
UNIVERSITÄT
MAGDEBURG

MB

FAKULTÄT FÜR
MASCHINENBAU

Forschungsbericht 2021

Institut für Maschinenkonstruktion

INSTITUT FÜR MASCHINENKONSTRUKTION

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg
Tel. 49 (0)391 67 58439, Fax 49 (0)391 67 42595
Internet: www.imk.ovgu.de

1. LEITUNG

Prof. Dr.-Ing. Christiane Beyer (Geschäftsführende Institutsleiterin)
apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel (Vertreter wissenschaftlicher Mitarbeiter)
André Parfil (Vertreter nichtwissenschaftlicher 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

- 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
- Weiterentwicklung der Konstruktionsmethodik hinsichtlich Ideenfindung, Konzeptentwicklung und Produktgestaltung insbesondere angewandt auf die Entwicklung von Produkten in den Bereichen der Medizin und Biomedizintechnik, Automobil- und Transportindustrie, Luft- und Raumfahrt sowie Sicherheitstechnik
- Effektive Einbindung von Werkzeugen und Technologien in eine innovative Produktentwicklung: 3D Druck, 3D-Digitalisierung, fortschrittliche CAD/CAE/CAM-Anwendungen, PDM-Systeme
- Entwicklung von Methoden und Werkzeugen topologieoptimierter und additiv hergestellter Strukturen in Metall und faserverstärkten Verbundwerkstoffen
- Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit in der Produktentwicklung
- Virtual Reality and Augmented Reality in die Produktentstehung
- Digitaler Zwilling als Werkzeug in der Produktentstehung, Prozessentwicklung und -automatisierung
- Integrierte Produktentwicklung und Product Lifecycle Management
- 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
- Produktmodellierung mit 3D-CAD/CAM-Systemen unter Nutzung der Parametrik und der Feature-Technologie für Geometrie und Fertigungsverfahren

- Entwicklung eines flexibel einsetzbaren, automatisch ablaufenden Optimierungssystems für beliebig komplexe Produkte auf der Basis Evolutionärer Algorithmen

4. SERVICEANGEBOT

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

Serviceangebot Lehrstuhl Produktentwicklung und Konstruktion

- Realisieren der Integrierten Produktentwicklung
- Dynamische Prozessorientierung, -simulation und -navigation in der Produktentwicklung
- 3D-Modellierung und Parametrisierung komplexer Bauteile und Baugruppen
- Auswahl und Einführung von PDM-Systemen und CAx-Systemen
- Migration von PDM- und CAx-Systemen
- Unterstützung bei der Lösung von Aufgaben im Bereich der Produktentwicklung, z.B. durch Erstellung von Produktmodellen mittels CAD oder 3D Digitalisierung, Fertigung von Prototypen unter Einsatz generativer Verfahren / 3D Druck
- Entwicklung von Konzepten zur Erarbeitung von Sonderkonstruktionen für die Industrie sowie Produkten in den Bereichen der Medizin und Biomedizintechnik, Automobil- und Transportindustrie, Luft- und Raumfahrt
- Beratung zu Technologien der additiven und hybriden Fertigung
- Konstruktive Auslegung und Topologieoptimierung (Leichtbauweise) von additiv und hybrid gefertigten Produkten
- Konzeptentwicklung zur Einbindung von Virtual and Augmented Reality in die Produktentstehung
- Konzeptentwicklung des Werkzeugs Digitaler Zwilling in der Produktentstehung,

5. FORSCHUNGSPROJEKTE

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel
Projektbearbeitung: M.Sc. Patrick Sapich
Kooperationen: Leibniz Universität Hannover, Institut für Maschinenkonstruktion und Tribologie; Institut für Oberflächen- und Schichtanalytik (IFOS) der TU Kaiserslautern
Förderer: BMWi/AIF - 01.01.2018 - 30.06.2021

Tribologische Eignung von unterschiedlichen Kombinationen von Konservierungsmitteln und Betriebsölen in Wälzlagern

Bei Windkraft-, Automobil- und Industriegetrieben werden in Lagerungen Öle mit unterschiedlicher Additivierung ohne Kenntnis von Wechselwirkungen mit den Konservierungsölen eingesetzt. Bei Untersuchungen zum Thema WEC zeigte sich ein deutlicher Einfluss von Schmieröl- und Konservierungsmitteladditiven auf den Schadenentstehungsmechanismus. Daher sollen die Gefahren und Risiken aus Wechselwirkungen zwischen Additiven aus der Konservierung und dem Schmieröl in diesem Vorhaben ermittelt werden. Hierfür werden Schädigungsmechanismen hinsichtlich einzelner Kombinationen von Getriebeöl- und Konservierungsmittel-Additiven identifiziert. Weiterhin sollen diese Mechanismen ausreichend beschrieben und Empfehlungen für die Schadensprävention gegeben werden. Anhand der erhaltenen Erkenntnisse soll außerdem eine Prüfmethodik erarbeitet werden, mit der eine Vorhersage über das Zusammenspiel von Schmierstoff und Konservierungsmittel im Wälzkontakt möglich ist. Diese Prüfmethodik könnte als Basis für eine zukünftige Normung dienen.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel
Projektbearbeitung: M.Sc. Serhii Tetora
Förderer: BMWi/AIF - 01.01.2018 - 30.06.2021

Stillstehende fettgeschmierte Wälzlager unter dynamischer Belastung (False Brinelling III)

Ziele des Forschungsvorhabens sind zum einen, die Mechanismen und Schadensursachen beim False-Brinelling-Schaden weiter aufzuklären, und zwar hinsichtlich des Einflusses der Grundölviskosität, der Schmierfettkonsistenz, der Lagertemperatur, der Schmierfettverteilung, eines PD-Additivs und einer Brünierung, und zum anderen den Einfluss von False-Brinelling-Vorschädigungen auf die Lagerlebensdauer bei rotierendem Betrieb zu ermitteln. Aufgrund von Erfahrungen aus den Vorgängervorhaben (False Brinelling I / II) sind zur Erreichung dieser Ziele False-Brinelling- und FE8-Lebensdauerversuche, Schmierstoff- und Oberflächenanalysen sowie transiente 3D-FE-Simulationen zur weiteren Klärung der im Kontakt ablaufenden Prozesse notwendig.

Nachdem im Vorgängervorhaben (False Brinelling II) der Einfluss verschiedener Additive (kein PD-Additiv) und Festschmierstoffe auf das False-Brinelling-Verhalten untersucht wurde, soll nun gezielt geprüft werden, welchen Einfluss die Grundölviskosität und die Schmierfettkonsistenz sowie die daraus resultierenden rheologischen Eigenschaften (Fließgrenze, Speicher- und Verlustmodul, Scherviskosität) bei chemisch gleichen Schmierstoffen auf die Schadensentwicklung unter False-Brinelling-Bedingungen haben. Diese Informationen sind insbesondere für eine effiziente und gezielte Entwicklung von Schmierfetten zur Reduzierung von False-Brinelling-Schäden zwingend erforderlich.

Im Rahmen der Vorgängervorhaben wurden die False-Brinelling-Prüfungen standardmäßig bei -20 °C und $+20\text{ °C}$ mit einer Versuchsdauer von 0,5-106 Lastwechsel bzw. deutlich geringer durchgeführt. Jedoch werden Anlagen und Fahrzeuge häufig bei Temperaturen unter -20 °C oder über $+20\text{ °C}$ eingesetzt bzw. transportiert. Bisher sind keine systematischen Untersuchungen zum Einfluss der Betriebstemperatur in einem Bereich von -40 °C bis $+40\text{ °C}$ bzw. der Stillstandszeit bekannt. Da es für die Hersteller und Nutzer von Maschinen, Anlagen und Fahrzeugen sehr wichtig ist zu wissen, in welchen Temperaturbereichen bzw. ab welchen Stillstandszeiten unter dynamischer Beanspruchung verstärkt False-Brinelling-Schäden auftreten, sollen solche Informationen durch weitere Versuchsserien erarbeitet werden. In den beiden Vorgängervorhaben wurde herausgearbeitet, dass False-Brinelling-Vorschädigungen die Lagerlebensdauer rotierender ölgeschmierter Wälzlager stark reduzieren können. Um die Auswirkungen von False-Brinelling-Schäden auf die Ermüdung fettgeschmierter Lager im rotierenden Betrieb zu untersuchen, sollen in diesem Forschungsvorhaben Lebensdauerversuche mit durch False-Brinelling vorgeschädigten, fettgeschmierten Wälzlagern durchgeführt werden, da diese Schmierungsart bzgl. False-Brinelling kritischer und praxisrelevanter ist.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel
Projektbearbeitung: M.Sc. Patrick Wieckhorst
Kooperationen: TU Chemnitz, Professur Mikrofertigungstechnik und Professur Maschinenelemente und Produktentwicklung; Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU, Chemnitz
Förderer: BMWi/AIF - 01.11.2018 - 31.10.2021

Beeinflussung der tribologischen Eigenschaften hydrodynamischer Gleitlager durch Mikrostrukturen und deren Fertigungsverfahren

Ein wesentliches Ziel bei der Entwicklung von Maschinen und Anlagen besteht darin, die Systemeffizienz und die Lebensdauer zu erhöhen. Insbesondere bei häufig an- und auslaufenden Systemen, wie beispielsweise bei Gleitlagern in Verbrennungsmotoren, bei Dosierschneckenantrieben oder Fräsmaschinen, treten regelmäßig Mischreibungszustände auf. Der damit verbundene erhöhte Verschleiß führt im System zu höheren Verlusten verbunden mit einer reduzierten Lebensdauer bzw. zu einer geringeren Belastbarkeit.

Ziel des Vorhabens ist es, durch eine gezielte Einbringung von Mikrostrukturen die tribologischen Eigenschaften hydrodynamischer Gleitlager positiv zu beeinflussen. Der Technologieentwicklung werden Simulationen mit einem validierten CFD-Modell vorangestellt. Die Zielstellung soll durch die folgenden Handlungsfelder erreicht werden:

1. Aufbau eines validierten Simulationsmodells ->**Gestaltungsleitfaden**
2. Anpassung bzw. Optimierung der Fertigungsparameter (Rollieren und Ultraschall Drehen) zur Applikation der simulierten Strukturen ->**Fertigungsleitfaden**
3. Versuche im hydrodynamischen- und mischreibungsbeanspruchten Betrieb (Start-Stopp, Partikel) ->**Prüfleitfaden**

Im **Gestaltungsleitfaden** sind Informationen zur Form, Verteilung und Tiefe der Mikrostruktur in Abhängigkeit der gewählten Betriebsparameter enthalten. Der **Fertigungsleitfaden** ermöglicht eine schnelle Integration der Verfahren in bestehende Prozessketten. Durch die im **Prüfleitfaden** beschriebenen Abläufe kann bei Bedarf eine Strukturvalidierung erfolgen.

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 - 31.12.2022

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: Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel
Projektbearbeitung: M.Sc. Stephan Emmrich
Kooperationen: Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebebau (FZG) der TU München
Förderer: Industrie - 01.09.2020 - 31.08.2022

Definition und Charakterisierung von FVA-Referenzölen

Durch die Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) stehen seit längerer Zeit eine Reihe von sogenannten FVA-Referenzölen zur Verfügung, deren Zweck es ist, Forschungsergebnisse, bei denen der Schmierstoff einen wesentlichen Einfluss haben kann, untereinander vergleichbar zu machen. Die Alterung und geringe Verfügbarkeit einiger dieser Öle bietet die Gelegenheit, die bestehenden Referenzöle zu hinterfragen und ein neues sowie zukunftsfähiges Referenzölsystem zu erarbeiten. Hierfür wurde im Vorgängervorhaben "Referenzöle 2019 (FVA 852 I) eine neue Vorgehensweise in Bezug auf ein modernes Referenzölsystem erarbeitet, welche in diesem Vorhaben umgesetzt werden soll. Einige, der in den FVA-Forschungsvorhaben vielseitig eingesetzten Referenzöle, werden beibehalten. Jedoch müssen die Anforderungen an die Güte angepasst sowie qualitätsbegleitende Maßnahmen eingeführt werden. Andere, ungenutzte Öle, werden nicht fortgeführt. Darüber hinaus wird auch die Einführung neuer Öle betrachtet. Parallel zu den Referenzöle sollen sogenannte Standardöle, welche der aktuellen Leistungsfähigkeit marktüblicher Industrieöle entsprechen, eingeführt werden. Mit diesen Maßnahmen sollen die zukünftigen Anforderungen an ein modernes Referenzölsystem erfüllt werden.

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 - 31.03.2023

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. Emmrich Stephan
Kooperationen: Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST, Braunschweig
Förderer: BMWi/AIF - 01.01.2021 - 30.06.2023

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. Weizel Igor
Kooperationen: Institut für Oberflächen- und Schichtanalytik (IFOS) der TU Kaiserslautern; Fraunhofer Institut für Werkstoffmechanik (IWM)
Förderer: BMWi/AIF - 01.03.2021 - 29.02.2024

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 Schmierpalhöhe 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. Karl-Heinrich Grote
Projektbearbeitung: M.Sc. Robert Kretschmann
Kooperationen: DEKRA Automobil GmbH, NL Leipzig (verkehrstechnische Zulassung)
Förderer: EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.01.2019 - 31.12.2021

Kompetenzzentrum eMobility - Forschungsbereich Gesamtfahrzeug - Teilprojekt: Genetische Entwicklung von HV-Speichern und Sub-Modulen

Das Vorhaben Kompetenzzentrum eMobility greift die strukturbedingten Herausforderungen auf und entwickelt im Rahmen eines neu zu gründenden Kompetenzzentrums Lösungen in wichtigen Teilbereichen, welche die Kooperation zwischen KMU und universitärer Forschung und Lehre deutlich stärken. Das Wissen kann direkt in die betroffene Zulieferindustrie überführt werden und dort dazu beitragen, den Strukturwandel erfolgreich zu managen und neue wirtschaftliche Chancen zu nutzen. Neben der primären Zielsetzung des Aufbaus und Transfers von Kern-Know-How steht vor allem die langfristige Verankerung gewonnener Erkenntnisse in beschäftigungswirksamen wirtschaftlichen Strukturen im Vordergrund.

Das IAF verantwortet innerhalb des Vorhabens das Teilprojekt Gesamtfahrzeug. Im Focus der Forschung steht der Einsatz neuartiger Antriebssysteme unter Realbedingungen. Als strategischer Forschungsansatz, getragen durch eine der Nachhaltigkeit verpflichteten Entwicklungsanspruch, steht die Langlebigkeit und damit Instandsetzungsfähigkeit elektromobiler Gesamtsysteme, hierbei speziell der Elektrospeichersysteme. Hierbei konzentrieren sich die Arbeiten auf die Entwicklung und Erprobung einer wartungsfreundlichen Energiespeichertechnologie in Modulbauweise, neue, einfache Systemarchitekturen für Fahrzeugsteuerungen und die systemische Gestaltung von Spezialanwendungen rund um die Batteriekonfektionierung.

Im Teilprojekt "Genetic development of High Voltage energy storage and sub-modules" getragen vom Institut für Maschinenkonstruktion/Lehrstuhl für Konstruktionstechnik wird das folgende Thema bearbeitet.

Die Weiterentwicklung und Testung merkmalsvererbender und physikalisch/bauartspezifischer Konstruktionsvorgaben für Energiespeicher und die Entwicklung einer Methode zur selektiven Verwendung von Konstruktionsmerkmalen für Submodule auf Basis technischer sowie gestaltgebender Restriktionen sind Aufgabe des Teilprojektes. Das resultierende Digital Mock-Up (DMU) zur Charakterisierung virtueller Batteriemodule in der frühen Fahrzeuggrobgestaltung lässt Rückschlüsse auf Antriebstopologie, Aufbaustruktur, Karosserie, etc. zu.

Anhand eines physischen Demonstrators mit Schnittstellen zu angrenzenden HV-, Kommunikations- und Klimatisierungskomponenten wird das DMU validiert, um im Anschluss Ergebnisse und Erkenntnisse zur modularen Aufbauweise zurückspeisen zu können. Damit wird ein genaueres Abbilden der Realität möglich, die Zellauswahl sowie der Zellanordnungsprozess innerhalb des Batteriemoduls unterstützt und ein effizienteres Vorgehen in der Fahrzeuggrobgestaltung möglich. Zusätzlich können auf Basis des Demonstrators Handlungsempfehlungen für automatisierte Batterieproduktionsprozesse abgeleitet werden.

Für den Demonstrations- und Transfercharakter des Gesamtvorhabens werden in Zusammenarbeit mit der sachsen-anhaltinischen Industrie Anwendungsszenarien in Technologieträger operationalisiert und konsequent weiterentwickelt und optimiert.

Die Arbeiten erfolgen innerhalb der institutsübergreifenden Forschergruppe für Elektromobilität Editha. Leitung Kompetenzzentrum eMobility Forschungsbereich Gesamtfahrzeug: Dipl.-Ing. Gerd Wagenhaus

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. VERÖFFENTLICHUNGEN

BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

Emmrich, Stephan; Plogmeyer, Marcel; Bartel, Dirk; Herrmann, Christoph

Development of a thin-film sensor for in situ measurement of the temperature rise in rolling contacts with fluid film and mixed lubrication

Sensors - Basel: MDPI, Bd. 21 (2021), 20, insges. 16 S.;

[Imp.fact.: 3.576]

Herbster, Maria; Nizinkovskyi, Rostyslav; Bollmann, Miriam; Bartel, Dirk; Lohmann, Christoph H.; Krüger, Manja; Halle, Thorsten; Bertrand, Jessica

Synthesis of a lubricant to mimic the biorheological behavior of osteoarthritic and revision synovial fluid

Lubricants - Basel: MDPI, 2013, Bd. 9 (2021), 9, insges. 20 S.;

Keller, Michael; Wimmer, Thomas; Bobach, Lars; Bartel, Dirk

Thermal elastohydrodynamic lubrication simulation model for the tooth guidance contact of a single tooth gearbox under mixed friction conditions

Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers / J - London : Sage Publ. . - 2021, insges. 20 S.

[Imp.fact.: 1.674]

Klink, Fabian; Boese, Axel; Voß, Samuel; Beyer, Christiane

Design and implementation of a medical device test stand for micro-catheters and guide-wires

Current directions in biomedical engineering - Berlin: De Gruyter, 2015, Bd. 7 (2021), 2, S. 339-342;

Kroneis, Markus; Scheerer, René; Bobach, Lars; Bartel, Dirk

Calculation of the actuator system in swash plate axial piston machines by a coupled multibody and TEHL simulation

Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers / J - London : Sage Publ. . - 2021, insges. 22 S.

[Imp.fact.: 1.674]

Schmidt, Adrian A.; Plánk, Jakub; Schmidt, Timo; Grabherr, Oliver; Bartel, Dirk

Validation of a dry sliding wear simulation method for wastegate bearings in automotive turbochargers

Tribology international - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Volume 155(2021), article 106711, 7 Seiten;

[Imp.fact.: 4.271]

Vahlensieck, Christian; Thiel, Cora S.; Adelman, Jan; Lauber, Beatrice A.; Polzer, Jennifer; Ullrich, Oliver

Rapid transient transcriptional adaptation to hypergravity in jurkat T cells revealed by comparative analysis of microarray and RNA-seq data

International journal of molecular sciences - Basel: Molecular Diversity Preservation International, Bd. 22 (2021), 16, insges. 29 S.;

[Imp.fact.: 5.923]

Vahlensieck, Christian; Thiel, Cora Sandra; Zhang, Ye; Hüge, Andreas; Ullrich, Oliver

Gravitational force-induced 3D chromosomal conformational changes are associated with rapid transcriptional response in human T cells

International journal of molecular sciences - Basel: Molecular Diversity Preservation International, Bd. 22 (2021), 17, insges. 40 S.;

[Imp.fact.: 6.132]

BEGUTACHTETE BUCHBEITRÄGE

Deters, Ludger; Bartel, Dirk

Tribology

Springer handbook of mechanical engineering - New York: Springer; Grote, Karl-Heinrich . - 2021, S. 293-322;

Feldhusen, Jörg; Grote, Karl-Heinrich

Qualitätssicherung in der Produktentwicklung und Konstruktion

Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung - Berlin: Springer Vieweg, 2021 . - 2021, S. 883-903;

Gericke, Kilian; Bender, Beate; Feldhusen, Jörg; Grote, Karl-Heinrich

Entwickeln von Wirkstrukturen

Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung - Berlin: Springer Vieweg, 2021 . - 2021, S. 255-306;

Gericke, Kilian; Bender, Beate; Pahl, Gerhard; Beitz, Wolfgang; Feldhusen, Jörg; Grote, Karl-Heinrich

Der Produktentwicklungsprozess

Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung - Berlin: Springer Vieweg, 2021 . - 2021, S. 57-93;

Gericke, Kilian; Bender, Beate; Pahl, Gerhard; Beitz, Wolfgang; Feldhusen, Jörg; Grote, Karl-Heinrich

Funktionen und deren Strukturen

Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung - Berlin: Springer Vieweg, 2021 . - 2021, S. 233-254;

Gericke, Kilian; Bender, Beate; Pahl, Gerhard; Beitz, Wolfgang; Feldhusen, Jörg; Grote, Karl-Heinrich

Grundlagen methodischen Vorgehens in der Produktentwicklung

Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung - Berlin: Springer Vieweg, 2021 . - 2021, S. 27-55;

Lühe, Ricardo; Bartel, Dirk

Visualisierung der Schmierstoffverteilung in fettgeschmierten Wälzlagerungen durch Versuche und 3D-CFD-Simulationen

Gleit- und Wälzlagerungen 2021/ VDI-Fachtagung Gleit- und Wälzlagerungen - Düsseldorf: VDI Verlag GmbH - Gestaltung, Berechnung, Einsatz, 03. und 04. Mai 2021, Online-Tagung : 14. VDI-Fachtagung . - 2021, S. 219-228

Pahl, Gerhard; Beitz, Wolfgang; Gericke, Kilian; Bender, Beate; Feldhusen, Jörg; Grote, Karl-Heinrich

Grundlagen technischer Systeme

Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung, Bender, Beate *1967-* - Berlin: Springer Vieweg, 2021 . - 2021, S. 9-25;

Saalfeld, Patrick; Böttcher, Claudia; Klink, Fabian; Preim, Bernhard

VR system for the restoration of broken cultural artifacts on the example of a funerary monument

2021 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces: 27 March - 3 April 2021, virtuell event : proceedings - New York: IEEE - 27 March - 3 April 2021, virtuell event : proceedings . - 2021;

Sándor, Vajna; Schabaker, Michael

Produktdokumentation

Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung - Berlin: Springer Berlin, 2021 . - 2021, S. 905-917

Tetora, Serhii; Schadow, Christian; Bartel, Dirk

Experimentelle Untersuchung der Einflussparameter auf False- Brinelling-Schäden in stillstehenden fettgeschmierten Wälzlagerungen

Reibung, Schmierung und Verschleiß - Aachen: GfT Gesellschaft für Tribologie e.V., 2021, Seite 28/1-28/10

Wieckhorst, Patrick; Bartel, Dirk

3D-Simulation voll- und teilstrukturierter Radialgleitlager mittels CFD

Gleit- und Wälzlagerungen 2021/ VDI-Fachtagung Gleit- und Wälzlagerungen - Düsseldorf: VDI Verlag GmbH - Gestaltung, Berechnung, Einsatz, 03. und 04. Mai 2021, Online-Tagung : 14. VDI-Fachtagung . - 2021, S. 123-132

Yahaya, Shamy Nazrein Md; Ng, Chuan Huat; Lai, Chee Fung; Azmi, Izzat Izzudin; Grote, Karl-Heinrich

The effect of different age hardening conditions towards mechanical strength of AA7075

Recent Trends in Manufacturing and Materials Towards Industry 4.0: Selected Articles from iM3F 2020, Malaysia - Singapore: Springer Singapore; Osman Zahid, Muhammed Nafis . - 2021, S. 363-378;

LEHRBÜCHER

Schabacker, Michael

SolidWorks für Einsteiger - kurz und bündig

[Heidelberg]: Springer Vieweg, 2021, 5., überarbeitete und erweiterte Auflage, XII, 131 Seiten, Illustrationen, 21 cm x 15 cm - (Lehrbuch)

HERAUSGEBERSCHAFTEN

Grote, Karl-Heinrich; Hefazi, Hamid

Springer handbook of mechanical engineering

Heidelberg: Springer, 2021, 2. Auflage - (Springer eBook Collection; Springer Handbooks);

NICHT BEGUTACHTETE BUCHBEITRÄGE

Kretschmann, Robert; Wagenhaus, Gerd; Beyer, Christiane

Entwicklung Angepasster Konstruktionsmethoden für Nachhaltige Hochvolt-Speicher

Entwerfen Entwickeln Erleben in Produktentwicklung und Design 2021/ Entwerfen Entwickeln Erleben in Produktentwicklung und Design - Dresden: TUDpress; Stelzer, Ralph . - 2021, S. 703-714;

Kretschmann, Robert; Wagenhaus, Gerd; Beyer, Christiane

Entwicklung angepasster Konstruktionsmethoden für nachhaltige Hochvolt-Speicher

EEE2021 - Entwerfen Entwickeln Erleben in Produktentwicklung und Design 2021 . - 2021, insges. 1 S.;

ABSTRACTS

Klink, Fabian; Boese, Axel; Voß, Samuel; Beyer, Christiane

Design and implementation of a medical device test stand for micro-catheters

Biomedical engineering - Berlin [u.a.]: de Gruyter, 1998, Bd. 66 (2021), s1, S. S91;

[Imp.fact.: 1.411]

ANDERE MATERIALIEN

Engelmann, Frank; Grote, Karl-Heinrich; Guthmann, Thomas

Machine elements

Springer handbook of mechanical engineering - New York: Springer, 2021; Grote, Karl-Heinrich . - 2021, S. 503-628;

DISSERTATIONEN

Mewes, Eric; Grote, Karl-Heinrich [AkademischeR BetreuerIn]; Böckelmann, Irina [AkademischeR BetreuerIn]

Entwicklung digitaler Assistenzsysteme für den technischen Service

Magdeburg, 2021, XV, 115, xii-xxx Blätter, Illustrationen, Diagramme, 30 cm

Neupert, Thomas; Bartel, Dirk [AkademischeR BetreuerIn]

Strömungsuntersuchungen an geöffneten nasslaufenden Kupplungslamellen

Düren: Shaker Verlag, 2021, VII, 150 Seiten, 78 Illustrationen, Diagramme, 21 cm, 249 g - (Fortschritte in der Maschinenkonstruktion; Band 1/2021)

Stefaniak, Tobias; Grote, Karl-Heinrich [AkademischeR BetreuerIn]

Genetische Entwicklung von HV-Batteriesystemen in der frühen Fahrzeuggrobgestaltung

Düren: Shaker Verlag, 2021, XVII, 143, A-61 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 21 cm, 332 g - (Fortschritte in der Maschinenkonstruktion; Band 2/2021)

Zörnig, Andreas; Grote, Karl-Heinrich [AkademischeR BetreuerIn]

Methodische Konstruktion elektrischer Radnabenmotoren für Fahrzeuge

Düsseldorf: VDI Verlag, 2021, XVIII, 185 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 21 cm - (Fortschritt-Berichte; VDI; Reihe 12, Verkehrstechnik/Fahrzeugtechnik; Nr. 814)