



OTTO VON GUERICKE
UNIVERSITÄT
MAGDEBURG

MB

FAKULTÄT FÜR
MASCHINENBAU

Forschungsbericht 2020

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. Karl-Heinrich Grote (Geschäftsführender Institutsleiter bis September 2020)

Prof. Dr.-Ing. Christiane Beyer (Geschäftsführende Institutsleiterin ab Oktober 2020)

apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel (Vertreter wissenschaftlicher Mitarbeiter)

André Parfil (Vertreter nichtwissenschaftlicher Mitarbeiter)

Gastprofessorin Dr. phil. Andrea Wolffram (beratendes Mitglied)

Hon.-Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. Oliver Ullrich (beratendes Mitglied)

2. HOCHSCHULLEHRER/INNEN

Prof. Dr.-Ing. Karl-Heinrich Grote

Prof. Dr.-Ing. Christiane Beyer

apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel

Gastprofessorin Dr. phil. Andrea Wolffram

Hon.-Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. Oliver Ullrich

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 Maschinenbauinformatik

- 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

Serviceangebot Lehrstuhl Konstruktionstechnik

- 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, Prozessentwicklung und -automatisierung

Die Lehrstühle Maschinenbauinformatik und Konstruktionstechnik vereinen sich zukünftig zum Lehrstuhl Produktentwicklung und Konstruktion.

5. FORSCHUNGSPROJEKTE

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel
Projektbearbeitung: M.Sc. Ricardo Fernandez
Förderer: BMWi/AIF - 01.02.2017 - 30.04.2020

Lagerverluste bei fettgeschmierten Wälzlagern durch die im Schmierfett entstehende Walkarbeit im Kontext der Schmierfett rheologie und deren Auswirkungen auf die Schmierfettverteilung

Ziel des Vorhabens ist die Erarbeitung der Wechselwirkungen zwischen Schmierfetteigenschaften, Schmierfettmenge, Wälzlagerbauart, Fettverteilung und des Betriebspunktes auf die Lagerverluste durch Walkarbeit und damit auf die Lebensdauer bestimmende Temperaturentwicklung im Lager. Basierend auf umfangreichen experimentellen Ergebnissen sollen 3D-CFD-Simulationen der tatsächlich erforderlichen Fettmenge zur Schmierung der Wälzlager, der sich einstellenden Lagertemperatur und des Lagertemperaturfeldes durchgeführt werden, die die Grundlage für die weitere Entwicklung einer industrietauglichen Berechnungsvorschrift darstellen sollen. Weiterhin wird eine einfache Prüfvorschrift zur Ermittlung der Walkarbeit im Schmierfett in Abhängigkeit von Fettmenge, Drehzahl und Lagerbauart auf einem weit verbreiteten Rotationstribometer mit Hilfe eines bereits standardisierten Prüfkopfes erarbeitet.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel
Projektbearbeitung: Dipl.-Ing. Thomas Neupert
Kooperationen: TU Clausthal, Institut für Tribologie und Energiewandlungsmaschinen; Leibniz Universität Hannover, Institut für Maschinenkonstruktion und Tribologie
Förderer: BMWi/AIF - 01.04.2017 - 31.03.2020

Tribologische Fluidmodelle für Antriebsstrangkomponenten II

Das Forschungsziel leitet sich unmittelbar aus den Erkenntnissen des Vorgängervorhabens ab. Dort wurden Fluideigenschaften mittels Hochdruckviskosimetrie und Tribometerversuchen bestimmt und erfolgreich in Simulationsmodelle implementiert, die wiederum eine in weiten Teilen gute Übereinstimmung zu den Versuchen lieferten. Die Übereinstimmung bei geringem Schlupf hingegen war nicht zufriedenstellend. In Absprache mit dem projektbegleitenden Ausschuss soll der Schwerpunkt daher weniger auf der Untersuchung einer Vielzahl an Fluiden liegen, sondern vielmehr die Effekte tiefgründiger untersucht werden, die bisher nicht abschließend aufgeklärt werden konnten. So soll der Schwerpunkt bei der rheometrischen Vermessung der Fluide auf der Entwicklung einer Methodik für die gezielte Aufbringung von Druckstößen mit hohem zeitlichen Gradienten sowie der entsprechenden Auswertung der Messergebnisse liegen, um die Zeitabhängigkeit der druckabhängigen Viskosität gezielt zu untersuchen.

Versuchsseitig sollen bei den Traktionsmessungen andere Kontaktgeometrien zum Einsatz kommen sowie mittels Thermografie eine Temperaturverteilung im Zwei-Scheiben-Kontakt ermittelt werden, die wiederum mit den Ergebnissen der Simulationsrechnungen abzugleichen sind. Darüber hinaus sollen mittels laserinduzierter Fluoreszenz (LIF) in einem Versuchsaufbau die Viskositätsänderungen im Schmierstoff erfasst werden.

Im Bereich der Simulation sollen die Schwerpunkte auf der Entwicklung eines Modells zur Berücksichtigung der Druckabhängigkeit der Viskosität und der Test dieses Modells mit einer 3D-TEHD-Simulationssoftware (Reynolds sche Differenzialgleichung) sowie mit einer CFD-Software (Navier-Stokes-Gleichungen) liegen, um die numerische Umsetzbarkeit zu untersuchen. Somit ist sichergestellt, dass der Anwender die Modelle in firmeneigene Programme, die in der Regel auf der Reynolds schen Differenzialgleichung basieren sowie in kommerzielle CFD-Software integrieren kann. Gleiches gilt für die Berücksichtigung des elastischen Verhaltens des Fluids.

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-Lebensdaueruntersuchungen, 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 Lebensdaueruntersuchungen 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 Ultraschalldrehen) 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: M.Sc. Patrick Wieckhorst, Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel
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: M.Sc. Stephan Emmrich, Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel
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: M.Sc. Ricardo Lühe, Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel
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: Dipl.-Ing. Mario Spiewack
Kooperationen: GMO Gleitlager und Metallverarbeitung GmbH, Osterwieck
Förderer: BMWi/AIF - 01.11.2018 - 31.12.2020

Simulationsgestützte Auslegung und Konstruktion von optimierten Wind- und Wasserturbinen nach dem innovativen Lamellenprinzip

Das Forschungsvorhaben verfolgt das Ziel, nach kurzer Zeit mittels mobiler und vom Konzept her innovativer Strömungsmaschinen, Elektroenergie aus der dynamischen Energie von Flüssen oder auch des Windes zu erzeugen. Hierbei sollen sowohl Konzepte für eine Anwendung im Strömungsmedium Wasser wie auch Wind entstehen.

Im Vorhaben sollen mobile Lamellenturbinen konzipiert, berechnet, konstruiert und gebaut werden, mit denen die hydraulische Strömungsenergie des fließenden Wassers eines Flusses, eines Stromes oder auch des Auslaufs einer Kläranlage in Elektroenergie umgewandelt werden soll. Die mobilen

Wasserturbinen sollen mit einem Elektrogenerator gekoppelt und direkt im Fluss installiert werden. Damit wird ein wesentlicher Beitrag für die Wasserenergienutzung im Konzept der zukünftigen Elektroenergiebereitstellung aus erneuerbaren Energiequellen geleistet.

Auch die Bereitstellung von elektrischer Energie aus Windkraft ist auf dieses Anlagenkonzept anwendbar. So sollen auch hierfür Varianten entwickelt und konstruiert werden. Diese können mit der numerischen Strömungssimulation (CFD) auch ohne einen aufwändigen und kostenintensiven Prototypenbau analysiert werden. Hierfür soll das Strömungsverhalten simuliert und das daraus resultierende Leistungskennfeld ermittelt werden. Die grundlegenden Entwicklungsarbeiten werden auf Basis von hydrodynamischen Simulationen, mathematischen Optimierungen und praktischen Kennfeldmessungen vorgenommen. Hierbei wird das Betriebsverhalten der Turbine bei unterschiedlichen Anströmungsrichtungen des Fluides untersucht sowie das Umsetzungspotential einer Clusteranordnung mehrerer Turbinen analysiert. Alle Simulationsergebnisse münden in einem Prototyp dessen Funktionsfähigkeit unter Realbedingungen getestet wird.

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-moduls" getragen vom Institut für Maschinenkonstruktion/Lehrstuhl für Konstruktionstechnik wird das folgende Thema bearbeitet.

Die Weiterentwicklung und Testung merkmalsvererbender und physikalisch/bauartspezifizierter 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

6. VERÖFFENTLICHUNGEN

BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

Bobach, Lars; Beilicke, Ronny; Bartel, Dirk

Transient thermal elasto-hydrodynamic simulation of a spiral bevel gear pair with an octoidal tooth profile under mixed friction conditions

Tribology international - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Volume 143 (2019), article 106020, 2020;
[Imp.fact.: 3.517]

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

TEHL simulation model for the tooth flank contact of a single tooth gearbox under mixed friction conditions

Tribology international - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Volume 151 (2020), article 106409, 17 Seiten;

Ng, Chuan Huat; Yahaya, Shamy Nazrein Md; Lai, Chee Fung; Chung, Yao Lai; Ehsan, Ariff Asyraf; Baehr, Rüdiger; Grote, Karl-Heinrich

Investigation on cooling channel in hot press forming through numerical simulation

CFD Letters - Skudai, Johor Bahru: ISSR, Bd. 12.2020, 5, insges. 12 S.;

Yahaya, Shamy Nazrein Md; Azmi, I. I.; Ng, Chuan Huat; Lai, Chee Fung; Hashim, Mohd Yussni; Adam, A.; Baehr, R.; Grote, Karl Heinrich

An overview on forming process and heat treatments for heat treatable aluminium alloy

Journal of advanced research in fluid mechanics and thermal sciences - Kajang Selangor: Akademia Baru Publishing, Bd. 70.2020, 1, S. 112-124;

[Imp.fact.: 0.146]

BEGUTACHTETE BUCHBEITRäge

Deters, Ludger; Bartel, Dirk

Gleitlagerungen

Dubbel Taschenbuch für den Maschinenbau 2: Anwendungen - Berlin: Springer Berlin, 2020; Bender, Beate . - 2020, S. 331-358;

Emmrich, Stephan; Bartel, Dirk; Plogmeyer, Marcel

Designing of a thin-film sensor for temperature measurement in mixed lubrication

Tribology - industrial and automotive lubrication: 22nd International Colloquium Tribology, 28-30 January 2020 / editor: Arshia Fatemi, Technische Akademie Esslingen e.V.: 22nd International Colloquium Tribology, 28-30 January 2020/ International Colloquium Tribology - Ostfildern: TAE, 2020 . - 2020, S. 37-38;
[Kolloquium: 22nd International Colloquium Tribology, Esslingen, 28-30 January 2020]

Grote, Karl-Heinrich; Engelmann, Frank; Guthmann, T.; Beitz, Wolfgang

Maschinenelemente

HÜTTE - Das Ingenieurwissen - Berlin: Springer, 2020 . - 2020, S. 1-44;

Grote, Karl-Heinrich; Engelmann, Frank; Herbst, Sabrina; Beitz, Wolfgang

Grundlagen der Produktentwicklung

HÜTTE - Das Ingenieurwissen - Berlin: Springer, 2020 . - 2020, S. 1-16;

Grote, Karl-Heinrich; Engelmann, Frank; Herbst, Sabrina; Beitz, Wolfgang

Methodisches Konstruieren

HÜTTE - Das Ingenieurwissen, Hennecke, Manfred *1948-* - Berlin: Springer . - 2020, S. 1-38;

Lühe, Ricardo; Bartel, Dirk

Schmierfettmodell zur CFD-Simulation fettgeschmierter Wälzlager

Reibung, Schmierung und Verschleiß: Forschung und praktische Anwendungen : 61. Tribologie-Fachtagung 28. bis 30. September 2020 online / GfT Gesellschaft für Tribologie e.V.: Forschung und praktische Anwendungen : 61. Tribologie-Fachtagung 28. bis 30. September 2020 online - Aachen: \$nGfT Gesellschaft für Tribologie e.V., 2020, 2020, S. 01/1-01/7;

[Tagung: 61. Tribologie-Fachtagung 2020 - Reibung, Schmierung und Verschleiß: Forschung und praktische Anwendungen : 61. Tribologie-Fachtagung 28. bis 30. September 2020 online / GfT Gesellschaft für Tribologie

e.V., 28. - 30. September 2020, online]

Stelzer, Christian; Hoffmann, Vincent; Bartel, Dirk

Application of optimization methods in the design process for a highly loaded plain journal bearing
Tribology - industrial and automotive lubrication: 22nd International Colloquium Tribology, 28-30 January 2020
/ editor: Arshia Fatemi, Technische Akademie Esslingen e.V.: 22nd International Colloquium Tribology, 28-30
January 2020/ International Colloquium Tribology - Ostfildern: TAE, 2020 . - 2020, S. 93-94;
[Kolloquium: 22nd International Colloquium Tribology, Esslingen, 28-30 January 2020]

Trautsch, Stephan; Mrech, Heike; Grote, Karl-Heinrich

Implementierung einer direkten und hochflexiblen Netz-Kontur-Kopplung zur Formoptimierung strömungsdynamischer Profile

Nachhaltige Produktentwicklung: KT 2020 : 18. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik : am 1. und 2. Oktober 2020 in Duisburg : Tagungsband - Duisburg-Essen: Universitätsbibliothek, 2020 . - 2020, S. 125-138;

Wieckhorst, Patrick; Bartel, Dirk

3D CFD modelling of textured hydrodynamic journal bearings

Bearing world: International Bearing Conference, 19-23 October, 2020 : the expert forum for bearings, focusing on rolling bearings! / FVA: International Bearing Conference, 19-23 October, 2020 : the expert forum for bearings, focusing on rolling bearings! - Frankfurt: FVA, Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V., 2020 . - 2020, S. 115-117;

[Konferenz: Bearing World - International Bearing Conference 2020, virtual, 19-23 October 2020]

LEHRBÜCHER

Schabacker, Michael; Vajna, Sándor

Solid Edge 2020 für Fortgeschrittene kurz und bündig

[Heidelberg]: Springer Vieweg, 2020, 2., erweiterte und bearbeitete Auflage, 1 Online-Ressource (X, 138 Seiten),
Illustrationen (teilweise farbig) - (Springer eBook Collection; Lehrbuch);

HERAUSGEBERSCHAFTEN

Corves, Burkhard; Gericke, Kilian; Grote, Karl-Heinrich; Lohrengel, Armin; Löwer, Manuel; Nagarajah, Arun; Rieg, Frank; Scharr, Gerhard; Stelzer, Ralph

Nachhaltige Produktentwicklung - KT Kolloquium KT 2020 : 18. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik, 01. und 02. Oktober 2020 in Duisburg

Essen: Universität Duisburg-Essen: Universitätsbibliothek, 2020, 1 Online-Ressource (iv, 344 Seiten),
Illustrationen;

Kongress: Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik 18 (Duisburg : 2020.10.01-02)

DISSERTATIONEN

Hashemi, Sohil; Bartel, Dirk [AkademischeR BetreuerIn]

Entwicklung und Validierung einer Tribo-Simulation für den Gleitschuh in Axialkolbenmaschinen

Düren: Shaker Verlag, 2020, viii, 162 Seiten, 39 Illustrationen, Diagramme, 21 cm, 264 g - (Fortschritte in der Maschinenkonstruktion; Band 1/2020)

Zimmer, Martin; Bartel, Dirk [AkademischeR BetreuerIn]

Grübchenlebensdauerberechnung von geschmierten Wälzkontakten unter Berücksichtigung rauer Oberflächen

Düren: Shaker Verlag, 2020, VIII, 173 Seiten, 56 Illustrationen, Diagramme, 21 cm, 276 g - (Fortschritte in der Maschinenkonstruktion; Band 2/2020)