



FAKULTÄT FÜR
MASCHINENBAU

Forschungsbericht 2014

Institut für Maschinenkonstruktion

INSTITUT FÜR MASCHINENKONSTRUKTION

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg
Tel. +49 (0)391 67 58522, Fax +49 (0)391 67 12595
<http://imk.uni-magdeburg.de>

1. Leitung

Prof. Dr.-Ing L. Deters (Geschäftsführender Institutsleiter)
Prof. Dr.-Ing. K.-H. Grote
Prof. Dr.-Ing. S. Vajna
apl. Prof. Dr.-Ing. habil. D. Bartel
Frau J. Müller

2. Hochschullehrer

Prof. Dr.-Ing L. Deters
Prof. Dr.-Ing. K.-H. Grote
Prof. Dr.-Ing. S. Vajna
apl. Prof. Dr.-Ing. habil. D. Bartel

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 medizinischen und biomedizinischen sowie sicherheitstechnischen Produkten (druckfest gekapselte elektrische Betriebsmittel, mechanische Geräte).
- Effektive Einbindung von Werkzeugen und Technologien bei der Produktentwicklung: Rapid Prototyping und 3D-Digitalisierung.
- Nutzung des Open-Source-Gedankens in der Produktentwicklung.
- Integrierte Produktentwicklung und Product Lifecycle Management.
- Bewertung und Optimierung von Unternehmensprozessen und Methoden für dynamisches Prozessmanagement mit Hilfe der BAPM-Methode und dem proNavigator.
- 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 EDM/PDM-Systemen und CAX-Systemen
- Migration von EDM/PDM- und CAD/CAM-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 (Rapid Prototyping)
- Entwicklung von Konzepten zur Erarbeitung von Sonderkonstruktionen für die Industrie

5. Forschungsprojekte

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel

Projektbearbeiter: M.Sc. Holger Ittenson

Kooperationen: Ruhr-Universität Bochum

Förderer: BMWi/AIF; 01.01.2014 - 30.06.2016

Bestimmung der örtlichen Fresstragfähigkeit: Einfluss von Schräg- und Hochverzahnungen II

Ziel des Vorhabens ist es, die im Vorgängervorhaben (FVA 598 I) begonnenen systematischen Untersuchungen zur Bestimmung der örtlichen Fresstragfähigkeit, speziell von Schräg- und Hochverzahnungen, fortzusetzen. Der Fokus soll dabei auf Verzahnungen mit hohen Profilüberdeckungen ≥ 2 und Profilkorrekturen (einschließlich Kopfkante) liegen. Dazu werden am Standardverspannungs- und Großgetriebeprüfstand der Universität Bochum Versuche mit variierenden Verzahnungs- und Betriebsparametern durchgeführt. Zusätzlich erfolgen Versuche an einem Hochgeschwindigkeitsprüfstand zum Einfluss hoher Umfangsgeschwindigkeiten von $v_t \geq 80$ m/s auf die Fresstragfähigkeit. Weiterhin wird der Einfluss der Ölverschmutzung und der Ölsorte untersucht. Versuchsbegleitend werden 3D-TEHD-Simulationsrechnungen durchgeführt, mit denen unter Berücksichtigung der exakten Flankengeometrie, des aus Berechnungen mit der Finite-Elemente-Methode (FEM) stammenden realistischen Belastungsverlaufes, des tatsächlichen rheologischen Verhaltens des Schmierstoffes sowie von Mischreibungszuständen, lokal aufgelöst der Druck, die Schmierstichtiefe, die Temperatur und die Reibung berechnet werden. Damit sollen die Bedingungen im Zahnflankenkontakt, die zum Zeitpunkt des Fressens herrschen, genau ermittelt und besser verstanden werden. Basierend auf den Ergebnissen soll ein verbessertes Fresstragfähigkeitsmodell entwickelt werden, das die örtliche Fresstragfähigkeit speziell für Schräg- und Hochverzahnungen genauer vorhersagen kann.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. P. Lyubarskyy

Kooperationen: RWTH Aachen; TU Hamburg-Harburg; TU München; Universität Kassel; Universität Stuttgart

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.10.2011 - 28.02.2015

CFD-Simulation der Kolben/Zylinder-Paarung von Verbrennungsmotoren

Das Forschungsvorhaben ist als Teilprojekt in den AiF/DFG-Forschungs-cluster "Fuel in Oil" integriert. Das Ziel des Forschungsclusters besteht darin, die Ölverdünnung speziell durch Kraftstoffnach-einspritzung bei der Regeneration von Dieselpartikelfiltern/NOx-Speicherkatalysatoren von Dieselmotoren zu erforschen und quantifizieren zu können. Im Rahmen des hier bearbeiteten Teilprojektes sollen mittels komplexer CFD-Berechnungen Grundlagen-untersuchungen zur Verbesserung des physikalischen Verständnisses der im Kolbenring-paket ablaufenden Vorgänge hinsichtlich Mehrphasenströmungen (Öl, Kraftstoff, Gase), Phasen-wechsel-wirkungen und Turbulenz durchgeführt werden. Abschließend soll durch Sensitivitätsanalysen der Einfluss von Motorbetriebs-parameter auf die Ölverdünnung herausgearbeitet und in einer phänomenologischen Parametergleichung abgelegt werden, die Eingang in das Teilprojekt "Gesamtsimulation Ölverdünnung - Kraftstofftransport vom Brennraum über die Kolbenringe in den Ölraum" findet, um so dem Motorenentwickler frühzeitig Unterstützung bei der Motorenauslegung geben zu können.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Martin Zimmer

Kooperationen: Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebebau (FZG) der TU München

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.02.2012 - 31.01.2015

Entwicklung effizienter Einlaufmethoden zur Steigerung der Flankentragfähigkeit von Zahnrädern

Das Forschungsvorhaben wird im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms 1551 "Ressourceneffiziente Konstruktionselemente" in Zusammenarbeit mit der Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebebau (FZG) in München durchgeführt. Das Ziel des Vorhabens ist die Erarbeitung von praxis-nahen optimierten Ein-laufmethoden für Stirnzahnräder. Ein guter Einlauf der Zahnräder steigert deren Flanken-tragfähigkeit und gestattet so eine höhere Lebensdauer oder Belast-barkeit der Zahnräder. Die Untersuchungen erfolgen durch Versuche an der FZG in München und durch Simulation-en beim Antragsteller und beinhalten eine Variation der Oberflächenrauheiten, des Schmier-stoffs und der Betriebsbedingungen. Da die Simulation im Gegensatz zum Versuch einen direkten Einblick in das tribologische Geschehen im Zahnflankenkontakt gestattet, wer-den dort ablaufende Prozesse wesentlich verständlicher. Mit diesen Kenntnissen soll im Vorhaben die gezielte Aus-wahl relevanter Versuchspunkte erfolgen, was zu einer Reduzie-rung von kostenin-ten-siven Versuchen bei der FZG beiträgt. Mit dem Ziel, ein Simulations-programm für Zahnräder weiterzuentwickeln, welches zukünftig das Einlaufverhalten einschließlich des Reibungs- und Verschleißverhaltens im Langzeitbetrieb sowie die Flankentragfähigkeit von Zahnrädern vorhersagen kann, werden hierfür erforder-liche Modellentwicklungen vorgenommen und diese mit Versuchen verifiziert.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Ronny Beilicke

Kooperationen: Leibniz Universität Hannover, Institut für Maschinenkonstruktion und Tribologie; TU Clausthal, Institut für Tribologie und Energiewandlungsmaschinen

Förderer: BMWi/AiF; 01.03.2013 - 31.08.2015

Tribologische Fluidmodelle für Nebenantriebsaggregate in Hybrid- und Elektrofahrzeugen

Die Potenzialabschätzung und Auslegung von Pumpen in Antriebssträngen er-folgt im Fokus der Energieeffizienz sowie tribologischer Zuver-lässigkeit. Der Einsatz der Pumpen in Antriebssträngen von Hybrid- und Elektrofahrzeugen sowie veränderte Fahrstra-te-gien wie Start-Stopp und Segeln führen zu bisher nicht untersuchten tribologischen Beanspru-chungen in den Pumpen-aggregaten. Im Zuge verschärfter CO2-Grenzwerte sind dadurch neue Zertifizierungs-zyklen zu erwarten, zu deren Einhaltung reibungsoptimiert ausgelegte Pumpen einen wesentlichen Beitrag leisten. Das tribologische Ver-halten dieser Pumpen wird neben dem Wirkprinzip, den Betriebsbedingungen, den einge-setzten Werk-stoffen/Beschich-tungen oder Mikrogeometrien der Bauteiloberflächen in hohem Maße durch das eingesetzte Fluid (Wasser, Kraftstoff, Kühlflüssigkeit, Öl) beeinflusst. Zentrales Forschungsziel ist die Entwicklung eines validierten, allgemein einsetzbaren Fluid-modells für hochbelastete Tribokontakte auf der Basis eines besseren Verständnisses der mikroskopischen Wechselwirkungen und Strukturen im Schmierstoff auf die makros-kopi-schen Fließvorgänge im Schmier-spalt. Die Anforderungen an das Modell werden aus den Betriebsbedingungen abgeleitet und sollen insbesondere das Fließverhalten im nicht-Newton'schen Bereich und unter glasartigen Fluidzuständen einschließen. Der Schwerpunkt des ITR (TU Clausthal) ist die Entwicklung von Methoden zur Beschaffung der wichtigsten Modellparameter. Die Validierung des Modells soll auf der Basis von Traktionsmessungen erfolgen. Hierzu

wer--den experimentelle Untersuchungen am Zweiseiben-Prüfstand des IMKT (Universität Hannover) mit dem Berechnungsprogramm des IMK (Universität Magdeburg) abgeglichen. Die experimentelle Technik am IMKT wird in dem Sinne weiterentwickelt, dass die erforderlichen Belastungen des Fluids definiert eingestellt werden können. Ein Schwerpunkt ist die Definition von Schnittstellen zwischen Experiment und Berechnung, anhand derer ein Abgleich erfolgen kann.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. A. Kießling

Kooperationen: Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik Dresden; Hochschule Mittweida; TU Chemnitz

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.07.2011 - 30.06.2014

Analyse der Wirkmechanismen in Reibschlussverbindungen durch Simulation

Das Forschungsvorhaben ist als Teilprojekt in den AiF/DFG-Forschungs-cluster "Gecko" integriert. Das Ziel des Forschungs-clusters besteht darin, das Reibungsverhalten reibschlüssiger Bauteilverbindungen besser zu verstehen und hinsichtlich einer Reibungszahlerhöhung zu optimieren. Des Weiteren sollen die Kriterien zur Auswahl der Reibungszahl für die Berechnung reibschlüssiger Pressverbindungen so verbessert werden, dass eine höhere Zuverlässigkeit hinsichtlich der Reibungszahlsteuerung erreicht wird. Im Rahmen des hier bearbeiteten Teilprojektes sollen mittels komplexer dreidimensionaler FEM-Kontaktberechnungen für real raue Oberflächen von unbeschichteten, beschichteten und strukturierten Bauteilen Grundlagenuntersuchungen zur Verbesserung des tribologischen Verständnisses der im reibbeanspruchten Kontakt ablaufenden Vorgänge unter Berücksichtigung von inhomogenem und falls erforderlich auch anisotropem elastisch-plastischem Werkstoffverhalten durchgeführt werden. Hierzu soll ein energetisches Festkörperreibungmodell, basierend auf den Festkörperreibungsmechanismen Deformation und Adhäsion, weiterentwickelt und in die FEM-Kontaktberechnung integriert werden. Da mit der heute zur Verfügung stehenden Rechentchnik der gesamte Kontakt einer reibschlüssigen Verbindung noch nicht vollständig aufgelöst werden kann, sollen weiterhin Kennfeldlösungen erarbeitet werden, die korrigierend in die makroskopische Berechnung "glatter" Reibschlussverbindungen eingreifen.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Karl-Heinrich Grote

Projektbearbeiter: Dipl.-Wirtsch.-Ing. Fabian Klink

Kooperationen: Prof. Dr. rer. nat. Georg Rose, OvGU MD, FEIT, Institut für Elektronik, Signalverarbeitung und Kommunikationstechnik, Lehrstuhl Medizintechnische Telematik und Medizintechnik

Förderer: Land (Sachsen-Anhalt); 01.01.2012 - 31.12.2014

ego.INKUBATOR: Potential "Patientenindividuelle Medizinprodukte"

Ziel des ego.INKUBATORS "Patientenindividuelle Medizinprodukte" ist es Studierenden und wissenschaftlichen Mitarbeitern das unternehmerische Potential einer individuellen Medizintechnik näher zu bringen. Durch Unterstützung bei der Ideenentwicklung, Einführung in das unternehmerische Denken und das Aufzeigen der technologischen Möglichkeiten sowohl auf medizinischer als auch fertigungstechnischer Seite soll den Ego Teilnehmern das Handwerkzeug für eine erfolgreiche Gründung im Bereich Medizintechnik gegeben werden. Die geplanten Maßnahmen legen den inhaltlichen Schwerpunkt auf Qualifikation und Betreuung. Dabei findet die grundlegende Ausbildung zunächst getrennt nach den technischen und den betriebswirtschaftlichen Fächern statt. Studierende und wissenschaftliche Mitarbeiter aus den Ingenieurwissenschaften ohne einschlägige Vorkenntnisse erhalten eine Einführung in die Besonderheiten der Medizintechnik und die dort verwendeten Produktentwicklungsmethoden. Mit Hilfe der beantragten Elemente des INKUBATORS können die schon vorhandenen technischen Komponenten, der beteiligten Fakultäten, zu eine Prozesskette zusammengefügt werden. Daraus entsteht die Möglichkeit für die gründungsinteressierten Teilnehmer, das erworbene Wissen direkt in reale Produkte einfließen zu lassen.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Karl-Heinrich Grote

Projektbearbeiter: Dipl.-Wirtsch.-Ing. Fabian Klink

Kooperationen: Priv.-Doz. Dr. med. Ulrich Vorwerk, OvGU, FMED, Universitätsklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde (KHNO)

Förderer: Haushalt; 01.01.2012 - 30.04.2016

Erstellung künstlicher Felsenbeinpräparate aus medizinischen Bildgebungsdatensätzen

Die in der jüngeren Vergangenheit revolutionären Fortschritte in der visuellen Erfassung und Auswertung von Patientenbilddaten, eröffnen den Medizinern bzw. Chirurgen weitreichende Möglichkeiten für eine bessere individuelle Therapie. Besonders durch die medizinischen Bildgebungsverfahren, wie z.B. Computertomographie-Systeme der neusten Generation ist es möglich, detaillierte Daten über den Zustand eines Patienten zu gewinnen und Diagnosen bzw. Therapieentscheidungen exakter zu stellen. Diese Informationen können in Zukunft z.B. für die praktische Vorbereitung bei Cochlea-Implantat Operationen von hochgradig schwerhörigen und tauben Patienten verwendet werden. Dafür soll eine Herstellung von Operationsmodellen der feinporigen Felsenbeinknochenstrukturen des jeweiligen Patienten durch generative Fertigungsverfahren erfolgen. Diese Methode soll patientenindividuell, die Vorbereitung auf die Operation verbessern. Die aus einzelnen Schichtbildern aufgenommenen Computertomographiedatensätze müssen dafür segmentiert und in für die Rapid-Prototyping Anlagen verwendbare Datensätze umgewandelt werden.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Sándor Vajna

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Bernd Neuschel, Dipl.-Kfm. Jörg Bühnemann, Martin Wiesner, M.A. , Ina Meseberg

Förderer: Fördergeber; 01.04.2013 - 31.08.2014

ego.-KONZEPT.071 SeJu Senior- und Juniorpreneurship II

Das Projekt SeJu bietet Gründungsinteressierten die einmalige Möglichkeit, bestehende Produktideen mit Uni-Know-how technisch weiterzuentwickeln. Parallel dazu erarbeiten die Gründungsinteressierten einen bankreifen Businessplan, den sie beispielsweise für die Finanzierungsgespräche mit potenziellen Geldgebern benötigen. Bei ihren Vorhaben werden die Teilnehmer von je einem technischen und einem wirtschafts-wissenschaftlichen Studierendenteam aktiv unterstützt. SeJu trägt damit zur Erhöhung der Gründungsneigung von Senioren (Personen mit Industrieerfahrung) und Studierenden (Junioren) in Sachsen-Anhalt bei.

Im Zuge der kombinierten Begleitung aus den Bereichen Wirtschaft und Technik werden Ergebnisse geschaffen, die den Teilnehmern eine gelegenheitsorientierte Unternehmensgründung ermöglichen. SeJu greift dabei auf die schon über viele Jahre bestehende Kooperation zwischen den Lehrstühlen für Maschinenbauinformatik (Prof. Sándor Vajna) und Entrepreneurship (Prof. Matthias Raith) der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg zurück, die ihre Kompetenzen in puncto Produktentwicklung und Businessplangestaltung bei der Gründerbegleitung in SeJu-Projekte investieren. Das Projekt SeJu wird durch den Europäischen Sozialfonds sowie durch das Ministerium für Wissenschaft und Wirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt gefördert und ist deshalb für alle Teilnehmer kostenfrei.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Sándor Vajna

Projektbearbeiter: Dr.-Ing. André Jordan, Dipl.-Ing. Andreas Wunsch

Förderer: Fördergeber; 01.01.2013 - 31.12.2017

Entwicklung eines Frameworks für die Produktmodellierung (EFProm)

Evolution eines Produktmodells. Verbesserung der derzeit verfügbaren (verwendeten) Produktmodellierung und Produktmodelle, um diese durchgängiger bzw. durchsichtiger zu machen. Verringerung des Aufwands bei der Erstellung, Verwendung (Hnadhabung), Anpassung (Adaptierung, Verbesserung), des Produktmodells durch Verwendung eines intelligenten Meta-Modells, das einen gewissen Grad an Selbstorganisation hat.

Projektleiter: Prof. Dr. Ludger Deters

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Richard Thies

Kooperationen: TU München, Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebebau (FZG)

Förderer: BMWi/AIF; 01.01.2013 - 30.06.2015

Einfluss unterschiedlicher Wassergehalte in Ölen auf die Ermüdungslebensdauer von Wälzlager und die Grübchentragsfähigkeit einsatzgehärteter Stirnräder

Die Lebensdauer von Wälzlagern und Verzahnungen werden neben der Belastung entscheidend durch Verunreinigungen im Schmierstoff bestimmt, wie z.B. durch Schmutz, aggressive Medien oder Wasser. Wasser im Schmierstoff kann sowohl die Lebensdauer der Lager als auch die Grübchentragsfähigkeit von Verzahnungen dramatisch verringern. Wesentliches Ziel des geplanten Forschungsvorhabens ist es, für ölgeschmierte Wälzlager und Zahnräder zu erforschen, welche Wassergehalte bei verschiedenen Einflussgrößen noch zulässig sind und warum zu viel Wasser im Schmieröl die Ermüdungslebensdauer von Wälzlagern und die Grübchentragsfähigkeit von Zahnrädern verringert. Weiterhin soll der Einfluss von Wasser im Schmieröl in den heute gängigen Lagerlebensdauer- und Zahnradtragsfähigkeitsberechnung berücksichtigt werden.

Projektleiter: Prof. Dr. Ludger Deters

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Matthias Schorgel

Kooperationen: OVGU Magdeburg, Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.01.2012 - 31.12.2014

Ressourceneffiziente Kolbenring/Zylinder-Paarung

Die Kolbenring/Zylinder-Paarung trägt im Verbrennungsmotor wesentlich zu den Reibungsverlusten und damit zum Kraftstoffverbrauch bei. Nach dem derzeitigen Stand der Technik wäre es möglich, die Kolbenring/Zylinder-Paarung durch einen optimierten Einlauf so zu konditionieren, dass sich im regulären Betrieb eine sehr kleine Verschleißgeschwindigkeit und geringe Reibung einstellen. Diese Erkenntnis wird in der Praxis jedoch bisher nicht umgesetzt. Gründe dafür sind, dass der Einlauf zu lange dauert, zu teuer ist und vom Kunden nicht durchgeführt werden kann. Außerdem kann es während des Einlaufs zu Spontanausfällen kommen. Ferner sind die beim Einlauf ablaufenden Prozesse an der Oberfläche und in den Grenzschichten bisher noch nicht vollständig verstanden. Wenn es gelingt, schon bei der Endbearbeitung des Zylinders solche Oberflächentopographien und Grenzschichten zu erzeugen, die weitestgehend denen nach dem optimierten Einlauf entsprechen, könnten auch ohne Einlauf geringer Verschleiß und niedrige Reibung erreicht werden. Ziel des laufenden Forschungsvorhabens ist es daher, während der Endbearbeitung die Oberflächen und Grenzschichten der Zylinderwand so einzustellen, dass diese hinsichtlich Oberflächentopographie, Gefügeausbildung, chemischer Zusammensetzung und Festigkeit den Verhältnissen nach dem optimierten Einlauf sehr ähnlich sind und eine ebenso geringe Verschleißgeschwindigkeit und vergleichbar geringe Reibung hervorrufen. Dieses Ziel soll durch eine enge Verzahnung von Forschungstätigkeiten auf den Gebieten der Tribologie und der Fertigungstechnik realisiert werden.

Projektleiter: Prof. Dr. Ludger Deters

Projektbearbeiter: Dr.-Ing. Thomas Illner

Kooperationen: TU Dresden, Institut für Verarbeitungsmaschinen und Mobile Arbeitsmaschinen

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.10.2012 - 31.03.2015

Bemessungskriterien und Bemessungsmethode für Mechanismen mit oszillierendem Gleitkontakt anhand der Mitnehmerverzahnung von Zahnkupplungen

Zahnkupplungen dienen bei axialem und angularem Versatz von momentübertragenden Wellen zu deren Verbindung, wobei das Übertragungsverhalten der Zahnkupplungen vom Auslenkungswinkel der Verzahnungsachsen bestimmt wird. Bei Auslenkungswinkeln von $e \approx 0,5^\circ$ ist erfahrungsgemäß die beanspruchte Verzahnung tribologisch, d.h. schmierungstechnisch, gut beherrschbar, was in Vorarbeiten experimentell gezeigt werden konnte. Das Forschungsthema dient dem Aufzeigen von Möglichkeiten der betriebssicheren Realisierung von extrem kleinen Auslenkungswinkeln ($e \ll 0,5^\circ$). Sie rufen einen oszillierenden Gleitkontakt mit sehr kurzen Gleitwegen und entsprechend geringen Gleitgeschwindigkeiten hervor. Die dabei entstehende Pressungsüberlappung führt zur starken Beeinflussung des Tribozustandes (Schmierstoffzufuhr) und erfordert im Zusammenhang mit der Umgestaltung der Verzahnung die Lösung des tribologischen Schwing-Reibverschleiß-Problems. Auf Basis von Vorarbeiten an den durchführenden Forschungsstellen sollen zuverlässige Bemessungskriterien für solche Gleitkontakte erforscht werden. Die Mitnehmerverzahnung von Zahnkupplungen stellt hierzu das vergegenständlichte Forschungsobjekt dar. Zur Umsetzung des Vorhabens wird die Entwicklung eines Berechnungsalgorithmus angestrebt, der die Lastverteilung im Hinblick auf die veränderten Kontaktbedingungen in der Verzahnung beschreibt. Dieser bildet die Grundlage für Simulationsrechnungen zum Reibungs- und Verschleißverhalten. Durch umfangreiche Prüfstanduntersuchungen sollen die erstellten Berechnungsmodelle verifiziert werden.

Projektleiter: Prof. Dr. Ludger Deters

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Christian Schadow

Förderer: BMWi/AIF; 01.05.2012 - 31.03.2015

Stillstehende fettgeschmierte Wälzlager unter dynamischer Belastung

Bei Wälzlagern kann es zu False-Brinelling-Schäden kommen, wenn ein stehendes Lager dynamischen Belastungen und/ oder Schwenkbewegungen mit sehr kleinen Amplituden ausgesetzt ist. Die dynamischen Belastungen und sehr kleinen Schwenkbewegungen können beispielsweise durch Maschinen- und Aggregatschwingungen, aber auch beim Transport auf der Straße, der Schiene und dem Schiff durch fahrdynamische Effekte erzeugt werden. Beim False-Brinelling kommt es zu Relativbewegungen der Kontaktpartner in der Hertz'schen Kontaktzone, was zu

Schädigungen der Oberflächen der Kontaktpartner führt. Die bei den genannten Anwendungsfällen zum Einsatz kommenden Schmierfette sind in der Regel nicht für False-Brinelling-Bedingungen entwickelt worden, sondern für Betriebsbedingungen mit rotierenden Bewegungen. Im Vorgängervorhaben AiF 15057 BR/1 wurde ein Prüfverfahren entwickelt, mit welchem die in der Praxis auftretenden Belastungs- und Bewegungsverhältnisse realitätsnah simuliert werden können. Diese Erfahrungen sollen nun in einem Folgevorhaben genutzt werden, um vertiefende Untersuchungen durchzuführen. Ziel des Forschungsvorhabens ist es, die Einflüsse von Fettkomponenten (Verdicker, Additive, Festschmierstoffe), Umgebungsbedingungen (Luftfeuchtigkeit, Umgebungstemperatur), Lagerwerkstoffen und Beschichtungen auf False-Brinelling-Schäden zu untersuchen, die Schadensursachen und -mechanismen für False-Brinelling-Schäden zu klären und die Beanspruchungen in den Reibkontakten zu ermitteln. Des Weiteren soll herausgefunden werden, inwiefern sich False-Brinelling-Vorschädigungen auf die Lagerlebensdauer auswirken.

Projektleiter: Prof. Dr. Ludger Deters

Projektbearbeiter: Dr.-Ing. T. Illner, Priv.-Doz. Dr.-Ing. habil. D. Bartel

Kooperationen: NMI Naturwissenschaftliches und Medizinisches Institut Reutlingen; RWTH Aachen

Förderer: BMWi/AiF; 01.09.2011 - 28.02.2014

Untersuchungen zum Einfluss der Schmierstoffzusammensetzung auf die Risseinleitung bei Wälzlagern

Risse können Ausgangspunkte für schwerwiegende Schäden bei geschmierten Maschinenelementen sein. Aktuell zeigen insbesondere großtechnische Anlagen (zum Beispiel Windkraftanlagen) abhängig von Schmierstoffen und Betriebsbedingungen Ausfälle innerhalb sehrkurzer Zeit. Bei diesen Ausfällen werden Phänomene gefunden, die auf einer bisher nicht bekannten Wechselwirkung zwischen Schmierstoffen, Werkstoffen und Betriebsbedingungen als Hauptursache der vorzeitigen Schäden beruhen. Ziel des Vorhabens ist es nun speziell diese Wechselwirkungen anhand von Versuchen, Analysen und Berechnungen näher zu erforschen. Dazu sollen Langzeitversuche mit Axialzylinderrollenlagern und unterschiedlichen Schmierstoffen durchgeführt werden und die Wechselwirkungen durch Analysen der Schmierstoffe und der oberflächennahen Bereiche der Prüfkörper mit modernsten Analysemethoden aufgezeigt werden. Durch begleitende Simulationen sollen die nicht messbaren mechanischen und thermischen Beanspruchungen innerhalb der tribologischen Kontaktzone ermittelt werden. Mit den angestrebten Forschungsergebnissen wird erstmals ein Zusammenhang zwischen der chemischen Struktur des Schmierstoffs und Gefügeveränderungen im oberflächennahen Werkstoffbereich und damit Bauteilschäden, insbesondere Rissbildung dokumentiert. Erkenntnisse zu diesem Zusammenhang sind neu und können dazu beitragen, über eine Schmierstoffoptimierung solche Schäden zu vermeiden oder zu minimieren.

6. Eigene Kongresse, wissenschaftliche Tagungen und Exponate auf Messen

12. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik "Methoden in der Produktentwicklung: Kopplung von Strategien und Werkzeugen im Produktentwicklungsprozess", 16.-17.10.2014, Bayreuth

7th International Conference on Business and Technology Transfer (ICBTT 2014), 4.-6.12.2014, Magdeburg

10th International Workshop on Integrated Design Engineering (IDE) 11.-12.09.2014, Gommern at Magdeburg

7. Veröffentlichungen

Begutachtete Zeitschriftenaufsätze

Mach, Jan-Niklas; Drechsler, Sandra; Bartel, Dirk; Poll, Gerhard; Albers, Albert

Charakterisierung des Einflusses der Topographie auf das Reibwert- und Verschleißverhalten von Reibkontakten am Beispiel eines CVT-Getriebes

In: Tribologie und Schmierungstechnik. - Renningen-Malmsheim: Expert, Bd. 61.2014, 4, S. 21-27;

Nicht begutachtete Zeitschriftenaufsätze

Bühnemann, Jörg; Neuschel, Bernd

Universitäre Transferstruktur im Wandel - OvGU als regionaler Impulsgeber

In: Magdeburg: Univ., Faculty of Economics and Management, 2014; 31 S.: graph. Darst. - (Working paper series / Otto von Guericke University, FEMM, Faculty of Economics and Management; 2014,1);

Schabacker, Michael

Prozessindikatoren auf dem Prüfstand

In: SPS-Magazin. - Marburg: TeDo-Verl, Bd. 26.2014, 1/2, S. 122-124;

Schabacker, Michael

Qualität im Engineering-Prozess Messe - Projekt PIPE

In: Digital-Engineering-Magazin. - Vaterstetten: WIN-Verl, 1, S. 58-59, 2014;

Buchbeiträge

Bartel, Dirk; Schorgel, Matthias; Hammer, Michael Erich

Messung des Einflusses verschiedener Honstrukturen auf die Reibung der Kolbengruppe in einem Dieselmotor

In: Zylinderlaufbahn, Kolben, Pleuel. - Düsseldorf: VDI-Verl., S. 29-44, 2014

Kongress: VDI-Fachtagung Zylinderlaufbahn, Kolben, Pleuel; 7 (Baden-Baden): 2014.06.03-04;

Bäse, Mirjam; Winkelmann, Uwe; Flassig, Robert; Deters, Ludger

Ermittlung der Reibungsanteile in ölgeschmierten Lamellenreibbelägen

In: Reibung, Schmierung und Verschleiß; Bd. 1: Tribologische Systeme, Maschinenelemente und Antriebstechnik, Fahrzeugtechnik, Prüfen, Messen, Kontrollieren. - Aachen: GfT; 2014, S. 27/1-27/17

Kongress: Tribologie-Fachtagung; 55 (Göttingen): 2014.09.22-24;

Bruchhold, Ingo; Grote, Karl-Heinrich; Warwel, Matthias

Automatischer Austausch von Armaturen mit einem Modulwechselsystem

In: Technik-Jahrbuch Industriearmaturen Dichtungen 2014. - Essen: Vulkan, S. 86-90;

Dornheim, Lars; Kellermann, Kerstin; Klink, Fabian; Hahne, Cornelia; Vorwerk, Ulrich

Generierung patientenindividueller Trainingsmodelle für operative Eingriffe am Felsenbein

In: Fachmesse und Anwendertagung für Rapid-Technologie. - Erfurt: DESOTRON; 2014, Vortrag 4.2, insgesamt 4 S.;

Dudas, Alexander; Schintzel, Kay; Demmler, Mirko; Bartel, Dirk

Charakterisierung der tribologischen Eigenschaften von thermischen Spritzschichten für Zylinderoberflächen

In: 3. Gy rer Tribologie Tagung des Lehrstuhls für Verbrennungsmotoren ... der Széchenyi István Universität ... in Zusammenarbeit mit der Technischen Entwicklung der Audi Hungaria Motor Kft.. - Gy r: Universitas-Gy r, 2014

Kongress: Gy rer Tribologie Tagung des Lehrstuhls für Verbrennungsmotoren; 3 (Gy r): 2014.06.30-07.01;

Fenske, Carsten; Bartel, Dirk; Deters, Ludger

Prüfmethode zur Beurteilung von Getriebeölen auf Basis der Ermüdung von Axialzylinderrollenlagern

In: Reibung, Schmierung und Verschleiß; Bd. 2: Werkstoffe und Werkstofftechnologien, Oberflächentechnologien, Schmierstoffe und Schmierungstechnik, Zerpanungs- und Umformtechnik, Dichtungstechnik. - Aachen: GfT; 2014, S. 17/1-17/15

Kongress: Tribologie-Fachtagung; 55 (Göttingen): 2014.09.22-24;

Furian, Robert; Lacroix, Frank von; Correia, Ana; Faltus, Stefan; Flores, Myrna; Grote, Karl-Heinrich

Evaluation of a new concept of a knowledge based environment

In: Proceedings of the 3rd International Conference on Design Engineering and Science. - MM Publ., Bd. 1.2014, S. 186-191

Kongress: ICDES; 3 (Pilsen, Czech Republic): 2014.08.31-09.03[Beitrag auf CD-ROM];

Hagemann, Sebastian; Scholz, Michael; Bartel, Dirk

Hochtemperaturverschleiß des Werkstoffs X5CrNi18-10

In: Reibung, Schmierung und Verschleiß; Bd. 2: Werkstoffe und Werkstofftechnologien, Oberflächentechnologien, Schmierstoffe und Schmierungstechnik, Zerpanungs- und Umformtechnik, Dichtungstechnik. - Aachen: GfT; 2014, S. 78/1-78/10

Kongress: Tribologie-Fachtagung; 55 (Göttingen): 2014.09.22-24;

Haugwitz, Carsten; Kuhlmann, Kevin; Crackau, Jonas; Wagenhaus, Gerd; Grote, Karl-Heinrich

Methodische Konstruktion eines Nachlauf Range Extenders zur Verbesserung der Reichweite von Elektrofahrzeugen

In: Entwerfen, Entwickeln, Erleben 2014. - Dresden: TUDpress, S. 397-406

Kongress: EEE 2014; (Dresden): 2014.06.26-27;

Haugwitz, Carsten; Kuhlmann, Kevin; Lüdecke, Stefan; Grote, Karl-Heinrich

Methodical design of a trailer range extender for improving the range of electric vehicles

In: Proceedings of the 3rd International Conference on Design Engineering and Science. - MM Publ., Bd. 1.2014, S. 128-131

Kongress: ICDES; 3 (Pilsen, Czech Republic): 2014.08.31-09.03[Beitrag auf CD-ROM];

Jackstein, Karoline; Vajna, Sándor

Grundlagen des Integrated Design Engineering

In: Vajna, Sándor:: Integrated Design Engineering. - Berlin [u.a.]: Springer Berlin Heidelberg, S. 51-94, 2014;

Kießling, Andreas; Bartel, Dirk; Deters, Ludger

FEM-basierter Ansatz zur besseren Abschätzung von Reibwerten bei der Auslegung von Reibschlussverbindungen

In: Welle-Nabe-Verbindungen 2014. - Düsseldorf: VDI-Verl., S. 37-51 - (VDI-Berichte; 2238);

Klink, Fabian; Hoffmann, Thomas; Boese, Axel; Skalej, Martin; Grote, Karl-Heinrich

Additive manufacturing of anatomical phantoms based on medical imaging data sets

In: Proceedings of the 3rd International Conference on Design Engineering and Science. - MM Publ., Bd. 2.2014, S. 129-133

Kongress: ICDES; 3 (Pilsen, Czech Republic): 2014.08.31-09.03[Beitrag auf CD-ROM];

Klink, Fabian; Kuhlmann, Kevin

Untersuchung generativ gefertigter medizinischer Prüfkörper durch das Streiflicht-Scanverfahren

In: Entwerfen, Entwickeln, Erleben 2014. - Dresden: TUDpress, S. 263-274

Kongress: EEE 2014; (Dresden): 2014.06.26-27;

Kuhlmann, Kevin; Hebner, Patrick; Crackau, Jonas; Grote, Karl-Heinrich

Investigation of fluid intake and necessary drying times of additive manufactured hollow cylinders for further use in vacuum casting

In: Proceedings of the 3rd International Conference on Design Engineering and Science. - MM Publ., Bd. 1.2014, S. 17-21

Kongress: ICDES; 3 (Pilsen, Czech Republic): 2014.08.31-09.03[Beitrag auf CD-ROM];

Kuhlmann, Kevin; Klink, Fabian; Grote, Karl-Heinrich

Kosteneinsparpotenzial durch die Verwendung von hohlen, generativ gefertigten Ausbrennmodellen für das Vakuum-Differenzdruck-Gießen

In: Methoden in der Produktentwicklung. - Bayreuth, S. 121-130, 2014;

Kuhlmann, Kevin; Klink, Fabian; Stefaniak, Tobias; Hebner, Patrick; Grote, Karl-Heinrich

Untersuchungen der Form- und Maßabweichungen von generativ gefertigten dünnwandigen Hohlzylindern

In: Entwerfen, Entwickeln, Erleben 2014. - Dresden: TUDpress, S. 725-742

Kongress: EEE 2014; (Dresden): 2014.06.26-27;

Lyubarskyy, Pavlo; Bartel, Dirk

CFD-Berechnungstool zur Analyse des Tribosystems Kolbengruppe/Zylinderlaufbahn

In: 3. Gy rer Tribologie Tagung des Lehrstuhls für Verbrennungsmotoren ... der Széchenyi István Universität ... in Zusammenarbeit mit der Technischen Entwicklung der Audi Hungaria Motor Kft.. - Gy r: Universitas-Gy r, 2014

Kongress: Gy rer Tribologie Tagung des Lehrstuhls für Verbrennungsmotoren; 3 (Gy r): 2014.06.30-07.01;

Meyer, Andreas; Wunsch, Andreas; Wiesner, Martin

Anwendungs- und Informationsintegration

In: Vajna, Sándor:: Integrated Design Engineering. - Berlin [u.a.]: Springer Berlin Heidelberg, S. 411-446, 2014;

Mory, Maik; Wiesner, Martin; Wunsch, Andreas; Vajna, Sándor

An augmented reality setup from fusionated visualization artifacts

In: Luo, Yuhua.: Cooperative Design, Visualization, and Engineering. - Cham: Springer International Publishing, S. 126-133, 2014 - (Lecture Notes in Computer Science; 8683);

Kongress: CDVE 2014; (Seattle, USA): 2014.09.14-17;

Neutschel, Bernd; Vajna, Sándor

Organisations- und Prozessintegration

In: Vajna, Sándor.: Integrated Design Engineering. - Berlin [u.a.]: Springer Berlin Heidelberg, S. 335-373, 2014;

Rühle, Frank; Bartel, Dirk; Dzimko, Marian; Deters, Ludger

Gleitlagerschäden bei hohen Temperaturen

In: Reibung, Schmierung und Verschleiß; Bd. 1: Tribologische Systeme, Maschinenelemente und Antriebstechnik, Fahrzeugtechnik, Prüfen, Messen, Kontrollieren. - Aachen: GfT; 2014, S. 57/1-57/12

Kongress: Tribologie-Fachtagung; 55 (Göttingen): 2014.09.22-24;

Schabacker, Michael; Vajna, Sándor

Wirtschaftlichkeitsaspekte im IDE

In: Vajna, Sándor.: Integrated Design Engineering. - Berlin [u.a.]: Springer Berlin Heidelberg, S. 539-562, 2014;

Schweizer, Hanns-Joachim

Marketing

In: Vajna, Sándor.: Integrated Design Engineering. - Berlin [u.a.]: Springer Berlin Heidelberg, S. 449-470, 2014;

Vajna, Sándor

Bereichsintegration

In: Vajna, Sándor.: Integrated Design Engineering. - Berlin [u.a.]: Springer Berlin Heidelberg, S. 311-334, 2014;

Vajna, Sándor

Ganzheitliches Vorgehensmodell des IDE

In: Vajna, Sándor.: Integrated Design Engineering. - Berlin [u.a.]: Springer Berlin Heidelberg, S. 375-386, 2014;

Vajna, Sándor

Methoden für das IDE

In: Vajna, Sándor.: Integrated Design Engineering. - Berlin [u.a.]: Springer Berlin Heidelberg, S. 495-513, 2014;

Vajna, Sándor

Wissensintegration

In: Vajna, Sándor.: Integrated Design Engineering. - Berlin [u.a.]: Springer Berlin Heidelberg, S. 387-409, 2014;

Vajna, Sándor; Burchardt, Carsten

Modelle und Vorgehensweisen der Integrierten Produktentwicklung

In: Vajna, Sándor.: Integrated Design Engineering. - Berlin [u.a.]: Springer Berlin Heidelberg, S. 3-50, 2014;

Vajna, Sándor; Jackstein, Karoline; Gatzky, Thomas

Attribute im IDE

In: Vajna, Sándor.: Integrated Design Engineering. - Berlin [u.a.]: Springer Berlin Heidelberg, S. 95-129, 2014;

Zimmer, Martin; Bartel, Dirk; Deters, Ludger

Lebensdauerberechnung von konzentrierten Kontakten unter Berücksichtigung von rauen Oberflächen am Beispiel von Axialzylinderrollenlagern

In: Reibung, Schmierung und Verschleiß; Bd. 1: Tribologische Systeme, Maschinenelemente und Antriebstechnik, Fahrzeugtechnik, Prüfen, Messen, Kontrollieren. - Aachen: GfT; 2014, S. 18/1-18/17

Kongress: Tribologie-Fachtagung; 55 (Göttingen): 2014.09.22-24;

Herausgeberschaften

Brökel, Klaus; Feldhusen, Jörg; Grote, Karl-Heinrich; Rieg, Frank; Stelzer, Ralph

Methoden in der Produktentwicklung - Kopplung von Strategien und Werkzeugen im Produktentwicklungsprozess; Tagungsband; 12. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik 2014 am 16. und 17.10.2009 in Bayreuth. - Bayreuth, 2014, ISBN 978-3-00-046544-4;

Kongress: Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik; 12 (Bayreuth): 2014.10.16-17

KT 2014; 12 (Bayreuth): 2014.10.16-17;

Deters, Ludger (Hrsg.); Grote, Karl-Heinrich (Hrsg.)

Fortschritte in der Maschinenkonstruktion. - Aachen: Shaker, 2000,[Herausgeberschaft besteht seit 2000];

Grote, Karl-Heinrich; Feldhusen, Jörg [editor.]

Dubbel - Taschenbuch für den Maschinenbau. - Berlin, Heidelberg: Imprint: Springer Vieweg, 2014, 24., aktualisierte Aufl. 2014; Online-Ressource (LXXI, 2072 S. 3000 Abb. in Farbe): online resource, ISBN 978-3-642-38891-0;

Schabacker, Michael; Gericke, Kilian [editor.]; Szélig, Nikoletta [editor.]; Vajna, Sándor [editor.]

Modelling and Management of Engineering Processes - Proceedings of the 3rd International Conference 2013. - Berlin, Heidelberg: Imprint: Springer, 2015; Online-Ressource (VIII, 203 p. 72 illus): online resource, ISBN 978-3-662-44009-4;

Schabacker, Michael; Vajna, Sándor [editor.]

SolidWorks - kurz und bündig - Grundlagen für Einsteiger. - Wiesbaden: Imprint: Springer Vieweg, 2014, 3., akt. Aufl. 2014; Online-Ressource (VIII, 145 S): online resource, ISBN 978-3-658-02331-7;

Vajna, Sándor

Integrated Design Engineering - ein interdisziplinäres Modell für die ganzheitliche Produktentwicklung. - Berlin [u.a.]: Imprint: Springer Vieweg, 2014; Online-Ressource (XIX, 613 S. 313 Abb): online resource, ISBN 978-3-642-41104-5;

Vajna, Sándor

Integrated Design Engineering - ein interdisziplinäres Modell für die ganzheitliche Produktentwicklung. - Berlin [u.a.]: Springer, 2014; XIX, 613 S., ISBN 978-3-642-41103-8;

Artikel in Kongressbänden

Gaus, Olaf; Neuschel, Bernd; Raith, Matthias; Vajna, Sándor

Common culture - a valuable prerequisite for innovation-focused interaction between science and economy

In: Proceedings of the 2nd International Conference on Innovation and Entrepreneurship. - Bangkok, S. 70-79, 2014

Kongress: ICIE; 2 (Bangkok): 2014.02.06-07;

Dissertationen

Fiedler, Frank; Deters, Ludger [Gutachter]

Verschleißfestigkeit von gesinterten Kettenrädern. - Zugl.: Magdeburg, Univ., Fak. für Maschinenbau, Diss., 2014; Herzogenrath: Shaker; XXI, 128 S.: Ill.; 210 mm x 148 mm, 251 g - (Fortschritte in der Maschinenkonstruktion; 2014,4), ISBN 978-3-8440-3092-1;

Furian, Robert; Grote, Karl-Heinrich [Gutachter]

Wissensbasierte Softwareumgebung im Konstruktionsprozess. - Zugl.: Magdeburg, Univ., Fak. für Maschinenbau, Diss., 2014; Herzogenrath: Shaker; VI, 114 S.: Ill., graph. Darst.; 210 mm x 148 mm, 195 g - (Fortschritte in der Maschinenkonstruktion; 2014,2), ISBN 978-3-8440-2882-9;

Kubisch, Christian; Grote, Karl-Heinrich [Gutachter]

Objektorientierte Prozessintegration in Kooperationsvorhaben - Vorgehensmodell und fallbasierte Anwendung. - Zugl.:

Magdeburg, Univ., Fak. für Maschinenbau, Diss., 2014; Aachen: Shaker, 1. Aufl.; VII, 187 S.: graph. Darst.; 21 cm, 306 g - (Fortschritte in der Maschinenkonstruktion; 2014,3), ISBN 978-3-8440-3015-0;

Welzel, Florian; Karpuschewski, Bernhard [Gutachter]; Deters, Ludger [Gutachter]

Tribologische Optimierung von Zylinderlaufflächen in Verbrennungsmotoren aus fertigungstechnischer Sicht.
- Magdeburg, Univ., Fak. für Maschinenbau, Diss., 2014; XI, 117 Bl., Bl. XIV - XXXVII: III., graph. Darst.; 30 cm;