



FAKULTÄT FÜR
MASCHINENBAU

Forschungsbericht 2015

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 (Felsenbeinpräparate) sowie sicherheitstechnischen Produkten.
- 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. Ludger Deters

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Richard Thies

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

Förderer: BMWi/AIF; 01.01.2013 - 30.06.2016

Einfluss unterschiedlicher Wassergehalte in Ölen auf die Ermüdungslebensdauer von Wälzlager und die Grübchentragefähigkeit 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 Grübchentragefähigkeit 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 Grübchentragefähigkeit von Zahnrädern verringert. Weiterhin soll der Einfluss von Wasser im Schmieröl in den heute gängigen Lagerlebensdauer- und Zahnradtragfähigkeitsberechnung 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 - 28.02.2015

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, radialem 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. Matthias Schorgel

Kooperationen: Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung (IFQ) der Universität Magdeburg

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.03.2015 - 28.02.2018

Ressourceneffiziente Kolbenring/Zylinder-Paarung II

Im Vorhaben "Ressourceneffiziente Kolbenring/Zylinder-Paarung" (1. Förderperiode) wurden unterschiedliche Einlaufprozeduren und Oberflächenanalysen an originalen 4-Zylinder-Dieselmotoren durchgeführt, Fertigungseinrichtungen zur Endbearbeitung von Zylinderlaufflächen angepasst und mit entsprechender Messtechnik ausgestattet. Mit verschiedenen Endbearbeitungsvariationen wurden Zylinderlaufflächen erzeugt und mittels SRV-Versuchen bewertet. Mit den in den SRV-Modellversuchen jeweils am besten beurteilten Bearbeitungsvarianten wurden Versuche auf einem 1-Zylinder-Forschungsmotor durchgeführt. Im Fokus des Vorhabens "Ressourceneffiziente Kolbenring/Zylinder-Paarung II" (2. Förderperiode) steht die stufenweise Weiterentwicklung und Übertragung der in der 1. Förderperiode grundlegend erzielten Resultate auf seriennahe Prozesse. Die Kombination der Erkenntnisse aus den Analysen der Grenzschichten in den Zylindern eines optimiert eingelaufenen 4-Zylinder-Dieselmotors und aus den in Versuchen mit einem Schwing-Reib-Verschleiß-Tribometer (SRV-Tribometer) nachgewiesenen Einflüssen von Prozess-modifikationen während der Endbearbeitung auf Reibung und Verschleiß sollen zunächst in die Endbearbeitung von Buchsen für einen 1-Zylinder-Forschungsmotor einfließen. In

befeuerten Versuchen auf dem 1-Zylinder-Forschungsmotor generierte Reibungsergebnisse und Resultate aus weiteren durchzuführenden SRV-Versuchen sowie Erkenntnisse aus tribologischen Analysen der Probekörper führen zur weiteren Optimierung der Endbearbeitung, die final auf ein reales ZKG übertragen wird.

In Summe dienen die umfassenden Arbeiten dem Hauptziel, Reibung und Verschleiß der Kolbenring/Zylinder-Paarung in Dieselmotoren zu verringern. Dazu soll zum einen der Einfluss der Endbearbeitung der Zylinderoberfläche auf das tribologische Verhalten verifiziert und zum anderen die Endbearbeitung modifiziert, optimiert und in einen 4-Zylinder-Dieselmotor eingebracht werden, so dass es möglich wird, auch ohne einen speziellen Einlauf ein ähnlich gutes Reibungs- und Verschleißverhalten im befeuerten Motorbetrieb zu erzielen wie mit einem optimierten Einlauf.

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

Kooperationen: Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung (IFQ) der Universität Magdeburg

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.08.2015 - 31.07.2017

Tribologisches Verhalten drehgefräster Oberflächenstrukturen für hochbeanspruchte geschmierte Wälzkontakte

Ziel des Vorhabens ist die anwendungsspezifische Funktionalisierung von Oberflächen während der Endbearbeitung durch das Fertigungsverfahren Drehfräsen, basierend auf den ermittelten Anforderungen des tribologischen Systems bei gleichzeitiger Reduzierung des Fertigungsaufwandes und der damit einhergehenden Kosten. Im Konkreten werden die erzeugten Strukturen tribologisch hinsichtlich Mikrokontaktbedingungen, Reibungs- und Schmierungsverhalten und Verschleißbeständigkeit bewertet.

In der ersten Förderperiode werden experimentelle und simulationsbasierte Untersuchungen an Prüfkörpern, welche den Wälzkörpern möglichst nahe kommen, durchgeführt. Zur Durchführung der experimentellen Untersuchungen kommt ein 2-Rollen-Prüfstand zum Einsatz. Damit einhergehend werden die erzeugten Oberflächenstrukturen mittels Weißlichtinterferometer vor und nach den Prüfläufen hinsichtlich der Topografie zur Bestimmung von charakteristischen Kennwerten drehgefräster Oberflächen, wie z. B. Verteilung, Tiefe respektive Form der Kavitäten untersucht. Das Projekt ist auf 3 Jahre ausgelegt. Während dieser Zeit ergänzen sich die beiden Forschungsstellen, das IMK (Institut für Maschinenkonstruktion) und das IFQ (Institut für Fertigungs- und Qualitätssicherung) der Universität Magdeburg, bei der Bearbeitung des Forschungsprojekts.

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 neuesten 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. Karl-Heinrich Grote

Projektbearbeiter: Dr.-Ing. Reinhard Fietz, Dipl.-Ing. Heiko Krause, Dipl.-Ing. Mario Spiewack

Kooperationen: HESSELAND, Raik Hesse, 06447 Bad Bibra; Hochschule Merseburg; Schiffswerft Hermann Barthel GmbH, 39137 Derben; TITV e.V. Greiz, 07973 Greiz

Förderer: Bund; 01.07.2015 - 30.06.2018

Wachstumskern Fluss-Strom Plus VP3: Technologieentwicklung für kleine Wasserkraftmaschinen; TP 3.1:

Maschinentechnologie

Ziel des Teilprojektes sind die methodische und forschungstechnische Projektleitung sowie ingenieurtechnische und technologische Entwicklung im Verbundprojekt Technologieentwicklung für kleine Wasserkraftmaschinen. Auf Grundlage der maschinentechnologischen Fachdisziplinen des IMK

- Konstruktionstechnik/ Produktentwicklung
- Integrated Design Engineering- Maschinenbauinformatik
- Maschinenelemente und Tribologie (Reibungslehre)

sollen für die angestrebte Technologieplattform des Bündnisses die Prototypen

- uSW: universelles-Staudruck-Wasserrad,
- H2W: Horizontal2Wasserrad und
- HKT: Hydrokinetische Turbine

entwickelt werden. Im Rahmen des TP 3.1 erfolgt die Technologieentwicklung, die Erstellung von Lastenheften, die Entwicklung der Verfahrenstechnik und die Planung und Koordinierung der Prototypentests. Alle drei Prototypen sind neuartige hydrodynamische Arbeitsmaschinen, die den gewachsenen ökologischen, energetischen und wirtschaftlichen Anforderungen gerecht werden müssen. Bei deren Entwicklung kommt dem Verbundprojekt die Einbeziehung des Maschinenbaulabors sowie des Hard- und Softwarepools des IMK zugute. Konkurrierende Forschungsprojekte konnten in der Vergangenheit keine marktfähige Lösung hervorbringen. Auf Basis der einschlägigen Erfahrungen des Bündnisses als Technologieführer soll ein Durchbruch für wirtschaftlichere Maschinen erreicht werden.

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

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Christian Schadow, Dipl.-Ing. Ronny Beilicke

Kooperationen: Institut für Maschinenelemente und Maschinengestaltung der RWTH Aachen; Naturwissenschaftliches und Medizinisches Institut (NMI) der Universität Tübingen

Förderer: BMWi/AIF; 01.03.2015 - 31.08.2017

Bauart- und Schmierstoffeinfluss auf die Graufleckenbildung im Wälzlager (Wälzlagergraufleckigkeit II)

Im Projekt werden die offenen Fragestellungen aus dem FVA-Vorgängerprojekt "Wälzlagergraufleckigkeit I" aufgegriffen und gezielt untersucht. Nachdem im Vorgängerprojekt die gezielte Erzeugung von Graufleckigkeit in Axialzylinderrollenlagern unter bestimmten Betriebsbedingungen mit einem bestimmten Schmierstoff möglich war, jedoch die zu dieser Schadensform führenden Mechanismen nicht aufgeklärt werden konnten und darüber hinaus eine Übertragung des Schadensbildes auf andere Lagerbauarten nicht gelang, sollen diese Aspekte in diesem Projekt neben dem Schmierstoffeinfluss gezielt untersucht werden. Hierzu werden neben umfangreichen Wälzlagerests Versuche mit Modellprüfkörpern (Zwei-Scheiben-Versuche) durchgeführt, um losgelöst von Nebeneinflüssen den Einfluss einzelner Parameter auf die Graufleckenbildung gezielt untersuchen zu können. Darüber hinaus werden Graufleckigkeitsversuche

mit Verzahnungen durchgeführt, um die Graufleckentragfähigkeit des für Wälzlager kritischen Schmierstoffs dort zu überprüfen. Sämtliche Versuche werden dazu auch simuliert, um Erkenntnisse über die örtlichen Kontaktbedingungen zu erhalten. Umfangreiche chemische Analysen der Versuchsteile sollen zusätzliche Erkenntnisse zum Reaktionsschichtaufbau liefern, der die Graufleckenbildung beeinflusst. Durch die Ergebnisse des Forschungsvorhabens wird ein besseres Verständnis der Graufleckenbildung in Wälzlagern erwartet.

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 Flanken-geometrie, 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 Schmier-spalthöhe, 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. Lyubarskyj

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; Institut für Oberflächen- und Schichtanalytik (IFOS) der TU Kaiserslautern

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.02.2015 - 31.01.2018

Einfluss triboinduzierter Schichten auf Schäden und Reibungsverhalten von Zahnrädern unter besonderer Berücksichtigung des Einlaufvorgangs - simulationstechnische Untersuchungen

Das Forschungsvorhaben wird im Rahmen des SPP 1551 Ressourceneffiziente Konstruktionselemente der 2. Förderperiode durchgeführt. Die Ziele des SPP sind die Bereitstellung von optimalen Auslegungs- und

Gestaltungsrichtlinien, Fertigungsprozessen und Einlaufmethoden, um im Betrieb von Konstruktionselementen minimale Reibung und geringsten Verschleiß bei gleichzeitiger Erhöhung der Leistungsdichte durch Bauraumverringern bzw. Gewichtsreduzierung zu erzielen und so zur Ressourcenschonung von Energie, Materialien und Umwelt beizutragen.

In der 2. Förderperiode wird in Kooperation der Forschungsstellen IMK (Universität Magdeburg), FZG (TU München) und IFOS (Kaiserslautern) gezielt die Bildung und die Wirkung von Triboschichten durch verschiedene Additivkombinationen untersucht, da diese Grenzschichten die Fress- und Grübchentragfähigkeit sowie den Verschleiß erheblich beeinflussen. Auf Grund dessen ist ein erweiterter Kenntnisstand hinsichtlich der Wirkungsweise von verschiedenen Additiven auf die Tragfähigkeit im Zahnflankenkontakt für eine ressourceneffiziente Auslegung von Zahnradgetrieben von entscheidender Bedeutung. Die Verbesserung des Verständnisses der Wirkungsweise verschiedener Additive auf die Oberflächen bei spezifischen Betriebsbedingungen erfolgt durch Versuche an der FZG in Verbindung mit TEHD-Simulationen am IMK und der Analyse der Triboschichten am IFOS. Da die Simulation im Gegensatz zum Versuch einen direkten Einblick in das tribologische Geschehen im Zahnflankenkontakt gestattet, werden dort ablaufende Prozesse wesentlich verständlicher. Außerdem können die lokalen Beanspruchungen im TEHD-Kontakt, die einen großen Einfluss auf die Bildung der Triboschichten haben, mit Hilfe der TEHD-Simulation berechnet werden. Das Ziel ist die Weiterentwicklung des Simulationsmodells für Zahnräder, welches zukünftig das Einlauf-, Reibungs- und Verschleißverhalten, die Fresstragfähigkeit und die Lebensdauer (Grübchentragfähigkeit) von Zahnrädern unter Berücksichtigung von Triboschichten vorhersagen soll.

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

Projektbearbeiter: Dr.-Ing. Thomas Illner

Kooperationen: Institut für Maschinenelemente und Maschinengestaltung der RWTH Aachen

Förderer: BMWi/AIF; 01.07.2015 - 31.12.2017

Einsatzgrenzen von hydrodynamischen Radialgleitlagern infolge von Verschleiß (Gleitlagerverschleißgrenzen II)

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, die im Vorgängervorhaben FVV 1016 "Gleitlagerverschleißgrenzen I" (Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen e.V.) erarbeiteten Kennwertgleichungen zur Berechnung des Verschleißabtrages und zur Prognose der Verschleißlebensdauer sowie die abgeleitete Beziehung für die kleinstzulässige minimale Schmierstathöhe h_{lim} in Radialgleitlagern zu optimieren und ihren Gültigkeitsbereich auf ein größeres Parameterfeld sowie auf weitere Werkstoffe und Schmierstoffe auszuweiten.

Im Rahmen der Untersuchungen sollen offene Fragestellungen beantwortet werden, welche sich in Zusammenarbeit mit dem projektbegleitenden Ausschuss während des Vorgängervorhabens ergeben haben und welche in den bislang erfolgten Untersuchungen noch nicht beantwortet werden konnten. Aus den Erkenntnissen des Vorgängervorhabens wurden folgende Teilziele abgeleitet, die im Forschungsvorhaben abgestrebt werden:

- Verbesserung der Übereinstimmung zwischen Versuch und Simulation
- Erweiterung der Kenntnisse zum Einlaufverschleiß und Optimierung der numerischen Berechnung des Einlaufverschleißes
- Genauere Bestimmung der verschleißspezifischen Reibungsarbeit w_f^*
- Verbesserung der Vorhersagegenauigkeit der Verschleißlebensdauer
- Analyse der Zusammenhänge zwischen Verschleiß und Lagergröße (Größeneinfluss)
- Zuverlässige Aussage über den Mischreibungsübergang durch Condition Monitoring Systeme
- Online-Verschleißanalyse mithilfe von Condition Monitoring Systemen
- Schadensfrüherkennung zur Vermeidung von kapitalen Maschinenschäden

Zusätzlich soll das Verschleißverhalten weiterer Werkstoffe (Weißmetall und Bleibronze) und Schmierstoffe (Praxischmierstoff) untersucht werden. Außerdem besteht das Ziel, durch umfangreiche Analysen der Prüfkörper zum einen die Kennwertgleichungen zu optimieren und zum anderen die wirkenden Verschleißmechanismen im mischreibungsbeanspruchten Gleitlager zu klären.

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 Simulatio-nen 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 Zweischeiben-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 einge-stellt werden können. Ein Schwerpunkt ist die Definition von Schnittstellen zwischen Experi-ment und Berechnung, anhand derer ein Abgleich erfolgen kann.

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.-Ing. Sándor Vajna

Projektbearbeiter: Prof. Sándor Vajna, Dr.-Ing. Michael Schabacker, Dipl.-Ing. Andreas meyer

Förderer: Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD); 01.01.2015 - 31.12.2016

Intelligent Machining and Measurement Technique of Scroll Profile

The aim of this project is to develop the intelligent machining and measurement technique of scroll profile. It also aims on the topics of:

- **generation & comparison of various tool paths**
- **verification (real cutting) and comparison for various tool paths without ?chattering**
- **technique development for chattering detection and suppression**
- **a lifecycle costing analysis of the new process approach in comparison to the ?conventional manufacturing process**

6. Eigene Kongresse, wissenschaftliche Tagungen und Exponate auf Messen

13. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik 2015 "Produktentwicklung zur Qualitätssicherung", 08.-09.10.2015, Clausthal-Zellerfeld

2nd International Summer School on Integrated Product Development 2015 (ipdISS2015), 04.05.-08.05.2015 and 21.09.-25.09.2015, together with the University of Malta

7. Veröffentlichungen

Begutachtete Zeitschriftenaufsätze

Beau, P.; Schmidt, S.; Busch, Ch.; Deters, Ludger

Tribological assessment of honing structures in the ring-liner contact

In: Tribologie und Schmierungstechnik: Organ d. Gesellschaft für Tribologie u. Organ d. Österreichischen Tribologischen Gesellschaft. - Renningen-Malmsheim: Expert, Bd. 62.2015, 5, S. 19-24;

Bobach, Lars; Bartel, Dirk; Beilicke, Ronny; Mayer, Josef; Michaelis, Klaus; Stahl, Karsten; Bachmann, Svenja; Schnagl, Johann; Ziegele, Holger

Reduction in EHL friction by a DLC coating

In: Tribology letters. - Basel: Baltzer; Vol. 60.2015, 1, Art. 17, insgesamt 13 S.; [Imp.fact.: 1,739]

Illner, Thomas; Bartel, Dirk; Deters, Ludger

Determination of the transition speed in journal bearings under consideration of bearing deformation

In: Tribology international. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science; Vol. 82.2015, Part A, S. 58-67; [Imp.fact.: 2,124]

Kießling, Andreas; Bartel, Dirk; Deters, Ludger

Simulation der Festkörperreibung von geschliffenen Stahloberflächen mittels FEM

In: Tribologie und Schmierungstechnik. - Renningen-Malmsheim: Expert, Bd. 62.2015, 1, S. 20-31;

Buchbeiträge

Bäse, Mirjam; Feuerstein, Bernd; Winkelmann, Uwe; Deters, Ludger

Analytische Einschätzung des Endbearbeitungseinflusses auf die Reibung in ölgemischerten Lamellenreibpaarungen

In: Reibung, Schmierung und Verschleiß; Bd. 1. - Aachen: GfT; 2015, S. 21/1-21/14;

Beau, Patrick; Busch, Christian; Deters, Ludger

Veränderungen des Motorölzustandes während der Betriebsdauer - Auswirkungen auf das Tribosystem Kolbenring-Zylinderlauffläche

In: Reibung, Schmierung und Verschleiß; Bd. 2. - Aachen: GfT; 2015, S. 67/1-67/10;

Beilicke, Ronny; Bobach, Lars; Bartel, Dirk; Bader, Norbert; Poll, Gerhard; Brouwer, Ludwig; Schwarze, Hubert

Tribologische Fluidmodelle zur Simulation der Reibung in geschmierten konzentrierten Kontakten

In: Reibung, Schmierung und Verschleiß; Bd. 1. - Aachen: GfT; 2015, S. 5/1-5/14;

Berkefeld, Joerg; Bartel, Dirk

Einfluss des metallischen Reibgegenparts auf das tribologische Verhalten von trockenlaufenden Doppelkupplungen
In: VDI-Fachtagung Kupplungen und Kupplungssysteme in Antrieben 2015. - Düsseldorf: VDI-Verl., S. 219-230 - (VDI-Berichte; 2245)

Kongress: VDI-Fachtagung Kupplungen und Kupplungssysteme in Antrieben; (Karlsruhe): 2015.04.28-29;

Buchtatj, Denis; Dragomirov, Plamen; Thévenin, Dominique; Beyrau, Frank; Bartel, Dirk

Numerische Strömungsberechnung von dieselmotorischen Vorgängen

In: Smart, effizient, mobil: 12. Magdeburger Maschinenbau-Tage; 30. September und 1. Oktober 2015. - Magdeburg: Univ.; 2015, Beitrag A8-4, insgesamt 11 S.;

Hahn, Janna; Grote, Karl-Heinrich; Hazelaar, Michael

Konzeptauslegungsvarianten als Hilfsmittel bei der Fahrzeugkonzeption in der frühen Konzeptphase

In: 13. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik 2015: Produktentwicklung zur Qualitätssicherung; Tagungsband; 8. und 9. Oktober in Clausthal. - Herzogenrath: Shaker, S. 195-200;

Hashemi, Sohil; Bobach, Lars; Bartel, Dirk

Mehrkörpersimulation des Gleitschuh-Schrägscheiben-Kontaktes einer Axialkolbenpumpe unter Berücksichtigung von Sekundärkontakten und Mischreibung

In: Reibung, Schmierung und Verschleiß; Bd. 2. - Aachen: GfT; 2015, S. 61/1-61/12;

Haugwitz, Carsten; Stefaniak, Tobias; Lüdecke, Stefan

Transportfahrzeuge als Plattform für die experimentelle Elektromobilität

In: 13. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik 2015: Produktentwicklung zur Qualitätssicherung; Tagungsband; 8. und 9. Oktober in Clausthal. - Herzogenrath: Shaker, S. 231-238;

Heinicke, Matthias; Kuhlmann, Kevin; Schünemann, Martin; Wagenhaus, Gerd

Energieeffizienz und Nachhaltigkeit in der Automobilität auf der Basis des Elektrofahrzeugs Editha

In: Smart, effizient, mobil: 12. Magdeburger Maschinenbau-Tage; 30. September und 1. Oktober 2015. - Magdeburg: Univ.; 2015, Art. A4-2, insgesamt 9 S.[Beitrag auf CD-ROM];

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

Produktentwicklungsprozess im Explosionsschutz - Anforderungen erfordern Innovation

In: 13. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik 2015: Produktentwicklung zur Qualitätssicherung; Tagungsband; 8. und 9. Oktober in Clausthal. - Herzogenrath: Shaker, S. 239-247;

Hundt, Lars; Schadow, Christian; Kießling, Andreas; Bartel, Dirk; Deters, Ludger

Transiente FEM-Simulation zur Beschreibung der Schlupfverteilung in einem Schrägkugellager

In: 11. VDI-Fachtagung Gleit- und Wälzlagerungen: Gestaltung, Berechnung, Einsatz Fachausstellung; Schweinfurt, 6. und 7. Mai 2015. - Düsseldorf: VDI-Verl., S. 65-76;

Karpuschewski, Bernhard; Döbberthin, Christin; Risse, Konstantin; Deters, Ludger

Simultantes Drehfräsen zur gezielten Mikrostrukturierung am Beispiel tribologisch hochbelasteter Wälzkörper

In: Smart, effizient, mobil: 12. Magdeburger Maschinenbau-Tage; 30. September und 1. Oktober 2015. - Magdeburg: Univ.[Beitrag auf CD-ROM];

Klink, Fabian; Hoffmann, Thomas; Boese, Axel

Herstellung von hohlen Bifurkationsmodellen aus transparentem Silikon für strömungstechnische Untersuchungen

In: 13. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik 2015: Produktentwicklung zur Qualitätssicherung; Tagungsband; 8. und 9. Oktober in Clausthal. - Herzogenrath: Shaker, S. 41-48;

Kuhlmann, Kevin; Müller, Florian; Döring, Joachim

Stückzahlabhängige Kostenbetrachtung verschiedener Herstellverfahren für Ausschmelzmodelle beim Feinguss (Rapid-

Prototyping vs. Silikonform vs. Kokille)

In: Smart, effizient, mobil: 12. Magdeburger Maschinenbau-Tage; 30. September und 1. Oktober 2015. - Magdeburg: Univ.; 2015, Art. B1-4, insgesamt 8 S.[Beitrag auf CD-ROM];

Kuhlmann, Kevin; Schaub, Daniel; Schünemann, Martin; Haugwitz, Carsten

Methodische Auswahl des Antriebsstrangs hinsichtlich Motoren und Getriebe für ein Elektrofahrzeug

In: Smart, effizient, mobil: 12. Magdeburger Maschinenbau-Tage; 30. September und 1. Oktober 2015. - Magdeburg: Univ.; 2015, Art. A2-5, insgesamt 9 S.[Beitrag auf CD-ROM];

Meyer, Andreas Wilhelm; Wunsch, Andreas; Vajna, Sándor; König, Oliver

An idea generation method for the late phases of engineering design

In: Design for life; Vol. 8: Innovation and creativity. - Glasgow: Design Society, S. 121-130, 2015;

Neupert, Thomas; Bartel, Dirk

Drag torque of wet clutches - comparison of measurement and CFD simulation

In: International VDI Congress Drivetrain for Vehicles 2015, 4th International VDI Conference Transmissions in Commercial Vehicles 2015, 2nd International VDI Conference Control Solutions for Transmissions 2015. - Düsseldorf: VDI-Verl., S. 277-289 - (VDI-Berichte; 2256);

Neupert, Thomas; Bartel, Dirk

Schleppmomentuntersuchungen an nasslaufenden Kupplungslamellen mithilfe von Prüfstandsmessung und CFD-Simulation

In: VDI-Fachtagung Kupplungen und Kupplungssysteme in Antrieben 2015. - Düsseldorf: VDI-Verl., S. 137-147 - (VDI-Berichte; 2245)

Kongress: VDI-Fachtagung Kupplungen und Kupplungssysteme in Antrieben; (Karlsruhe): 2015.04.28-29;

Odenbach, Robert; Kuhlmann, Kevin; Stefaniak, Tobias; Grote, Karl-Heinrich

Konzeption und Konstruktion einer Polfahnen-Verbindung von Taschenzellen, welche elektrochemische Korrosion vermeidet

In: 13. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik 2015: Produktentwicklung zur Qualitätssicherung; Tagungsband; 8. und 9. Oktober in Clausthal. - Herzogenrath: Shaker, S. 277-288;

Schorgel, Matthias; Bartel, Dirk

Reibungsreduzierung in der Kolbengruppe eines Dieselmotors durch Einlaufverschleiß

In: Smart, effizient, mobil: 12. Magdeburger Maschinenbau-Tage; 30. September und 1. Oktober 2015. - Magdeburg: Univ.; 2015, Beitrag C7-3, insgesamt 10 S.;

Stefaniak, Tobias; Kuhlmann, Kevin; Grote, Karl-Heinrich

Abweichungsuntersuchung feingegossener Zylinder, deren Gießform mithilfe von additiv gefertigten, hohlen Ausbrennmodellen erstellt wurde

In: 13. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik 2015: Produktentwicklung zur Qualitätssicherung; Tagungsband; 8. und 9. Oktober in Clausthal. - Herzogenrath: Shaker, S. 309-319;

Vajna, Sándor

Attributes in integrated design engineering - a new way to describe both performance capability and behaviour of a product

In: Design for life; Vol. 2: Design theory and research methodology design processes. - Glasgow: Design Society, S. 127-136, 2015;

Wiethop, Marco; Deters, Ludger; Bartel, Dirk

Reibung und Verschleiß bei geteilten Nockenwellengleitlagern mit Lagerversatz - Tribologische Untersuchungen an einem Gleitlagerprüfstand

In: Ventiltrieb und Zylinderkopf 2015: 6. VDI-Fachtagung; Würzburg, 23. und 24. Juni 2015. - Düsseldorf: VDI-Verl., S. 247-260 - (VDI-Berichte; 2240);

Wölfle, Petra; Goergen, Fabian; Füßer, Hans-Jürgen; Bartel, Dirk

Einfluss des Prüfprogramms auf die ertragbare Belastung des Reibkontaktes Kolbenring gegen Zylinderlaufbahn im SRV-Tribometer

In: Reibung, Schmierung und Verschleiß; Bd. 2. - Aachen: GfT; 2015, S. 66/1-66/12;

Wünsch, Andreas; Jordan, André; Vajna, Sándor

Simultaneous optimisation - strategies for using parallelization efficiently

In: Design for life; Vol. 6. - Glasgow: Design Society, S. 133-142, 2015;

Wünsch, Andreas; Vajna, Sándor

Effiziente Parallelisierung bei Optimierungsproblemen in der Produktentwicklung

In: Smart, effizient, mobil: 12. Magdeburger Maschinenbau-Tage; 30. September und 1. Oktober 2015. - Magdeburg: Univ., insges. 11 S.;

Lehrbücher

Grote, Karl-Heinz; Engelmann, Frank; Beitz, Wolfgang; Syrbe, Max; Beyerer, Jürgen; Spur, Gunter

Das Ingenieurwissen: Entwicklung, Konstruktion und Produktion. - Berlin [u.a.]: Springer Vieweg, 2014; Online-Ressource (IX, 157 S.): Ill., ISBN 978-3-662-44393-4;

Wünsch, Andreas; Vajna, Sándor

NX 10 für Fortgeschrittene - kurz und bündig. - Wiesbaden: Springer Vieweg, 2015; Online Ressource (148 S.), ISBN 978-3-658-09189-7;

Herausgeberschaften

Brökel, Klaus; Feldhusen, Jörg; Grote, Karl-Heinz; Müller, Norbert; Frank, Rieg; Stelzer, Ralph

13. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik 2015 - Produktentwicklung zur Qualitätssicherung; Tagungsband; 8. und 9. Oktober in Clausthal. - Herzogenrath: Shaker, 2015; IV, 320 S., ISBN 978-3-944722-30-6;
Kongress: Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik; 13 (Clausthal): 2015.10.08-09
KT 2015; 13 (Clausthal): 2015.10.08-09;

Deters, Ludger; Grote, Karl-Heinrich

Fortschritte in der Maschinenkonstruktion. - Aachen: Shaker, 2015[Herausgeberschaft besteht seit 2000];

Gabbert, Ulrich; Grote, Karl-Heinz; Karpuschewski, Bernhard; Kasper, Roland; Lindemann, Andreas; Schmidt, Bertram; Ihlow, Günter

Smart, effizient, mobil - 12. Magdeburger Maschinenbau-Tage; 30. September und 1. Oktober 2015. - Magdeburg: Univ., 2015; 1 CD-ROM, ISBN 978-3-944722-26-9;
Kongress: Magdeburger Maschinenbau-Tage; 12 (Magdeburg): 2015.09.30-10.01;

Meyer, Andreas; Schirmeyer, Robert; Vajna, Sándor

Proceedings of the 10th International Workshop on Integrated Design Engineering - September 10th - 12th, 2014, Magdeburg/Gommern, Germany /ed. by Andreas Meyer; Robert Schirmeyer; Sándor Vajna. - Magdeburg: Inst. of Machine Design. Univ., 2015; V, 152 S., ISBN 978-3-941016-09-5;
Kongress: International Workshop on Integrated Design Engineering; 10 (Gommern): 2014.09.10-12
IDE Workshop; 10 (Gommern): 2014.09.10-12;

Pahl, G.; Beitz, Wolfgang; Feldhusen, Jürgen; Grote, Karl-Heinz; Wallace, K.; Blessing, L.; Börklü, Hüseyin Riza

Mühendislik tasarımı - sistematik yakla im. - Ankara: Hatibo lu, 2015; 605 S., ISBN 978-975-8322-34-3;

Pahl, Gerhard; Beitz, Wolfgang; Feldhusen, Jörg; Grote, Karl-Heinrich; Wallace, Ken [Hrsg.]; Blessing, Lucienne T. [Hrsg.]

Engineering design - a systematic approach. - Tokyo: Japan UNI Agency, 2015, 3rd. ed.; 617 S., ISBN 978-4-627-66973-4;

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

Solid Edge ST7 - kurz und bündig - Grundlagen für Einsteiger. - Wiesbaden: Springer Vieweg, 2015, 6., überarb. und aktualisierte Aufl.; Online Ressource (XI, 149 S.), ISBN 978-3-658-09247-4;

Vajna, Sándor; Wunsch, Andreas

NX 10 für Einsteiger - kurz und bündig. - Wiesbaden: Springer Vieweg, 2015; VIII, 176 S., ISBN 978-3-658-11112-0;

Wunsch, Andreas; Vajna, Sándor; Wiesner, Martin

CATIA V5 - kurz und bündig - Grundlagen für Einsteiger. - Wiesbaden: Springer Vieweg, 2015, 5., überarb. und erw. Aufl. 2015; X, 178 S.: Ill., graph. Darst. - (Studium), ISBN 978-3-658-11542-5;

Artikel in Kongressbänden

Bartel, Dirk; Schorgel, Matthias

Einfluss des Motoröls auf die Reibung der Kolbengruppe in einem Dieselmotor
In: Reibungsminimierung im Antriebsstrang: 4. ATZ-Fachtagung, 1. und 2. Dezember 2015, Esslingen am Neckar; Tagungsdokumentation. - Wiesbaden: ATZ live; 2015, Paper09, insgesamt 11 S.;

Dissertationen

Büttner, Johanna; Grote, Karl-Heinrich [Gutachter]

Auswirkungen der Austaktung einer Automobil-Montagelinie auf menschliche Leistungsfaktoren. - Magdeburg, Univ., Fak. für Maschinenbau, Diss., 2015; X, 216 S.: graph. Darst.;

Klink, Fabian; Grote, Karl-Heinrich [Gutachter]; Vorwerk, Ulrich [Gutachter]

Entwicklung und Herstellung künstlicher Felsenbeinpräparate mittels Rapid-Prototyping-Verfahren für die Optimierung von Cochlea-Implantat-Operationen. - Zugl.: Magdeburg, Univ., Fak. für Maschinenbau, Diss., 2015; Aachen: Shaker; VIII, 108 S., S. XI - XXXI: Ill., graph. Darst.; 21 cm - (Fortschritte in der Maschinenkonstruktion; 2015,2), ISBN 978-3-8440-3836-1;

Kuhlmann, Kevin; Grote, Karl-Heinrich [Gutachter]

Kostenreduktion beim Vakuum-Differenzdruck-Gießen durch additiv gefertigte, hohle Ausbrennmodelle. - Zugl.: Magdeburg, Univ., Fak. für Maschinenbau, Diss., 2015; Herzogenrath: Shaker; 196 S.: 90 farb. Ill.; 210 mm x 148 mm, 294 g - (Fortschritte in der Maschinenkonstruktion; 2015,1), ISBN 978-3-8440-3579-7;