

# INSTITUT FÜR MASCHINENKONSTRUKTION

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg  
Tel. +49 (0)391 67 18522, 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  
Dr.-Ing. D. Bartel  
Frau J. Müller

## 2. Hochschullehrer

Prof. Dr.-Ing L. Deters  
Prof. Dr.-Ing. K.-H. Grote  
Prof. Dr.-Ing. S. Vajna

## 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. Forschungsprojekte

**Projektleiter:** Prof. Dr. Ludger Deters

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. Th. Illner

**Kooperationen:** RWTH Aachen

**Förderer:** BMWi/AIF; 01.09.2009 - 29.02.2012

**Einsatzgrenzen von hydrodynamischen Weißmetallgleitlagern infolge von Verschleiß**

Die Einsatzgrenzen von hydrodynamischen Gleitlagern, die nicht bei idealer Flüssigkeitsreibung betrieben werden, können zurzeit nur überschlägig angegeben werden. Der Forschungsbedarf ergibt sich vor allem daraus, dass zwar die vorhandene Schmierfilmdicke  $h_{min}$  präzise berechnet werden kann, die kleinstzulässige Schmierfilmdicke  $h_{lim}$  aber nur grob abgeschätzt wird (gewichtete Addition der Gestaltabweichungen). Dabei gilt es zu klären, bei welchem Verhältnis von Schmierfilmdicke zu Oberflächenrauheit das Gleitlager unzulässig stark verschleißt und von welchen Einflussgrößen ( $p$ ,  $v$ ,  $T$ , Lagerwerkstoff, Lagerspiel, Oberflächenrauheiten usw.) diese kritische relative Schmierfilmdicke abhängt. Im Ergebnis soll eine differenziertere Richtlinie zur Festlegung der kleinstzulässigen Schmierfilmdicke bereitgestellt werden. Mit Hilfe von gemessenen Verschleißgeschwindigkeiten in Kopplung mit einem Verschleißmodell soll außerdem eine Prognose der Verschleißlebensdauer (Lagergebrauchsdauer wird maßgeblich durch Verschleiß statt Ermüdung bestimmt) von Weißmetalllagern ermöglicht werden.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Ludger Deters

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. R. Beilicke

**Kooperationen:** Ruhr-Universität Bochum

**Förderer:** BMWi/AIF; 01.05.2009 - 30.04.2011

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

Das beantragte Forschungsvorhaben dient zur systematischen Untersuchungen der örtlichen Fress-trag-fähig-keit von Hoch- und Schrägverzahnungen. Diese Verzahnungen werden auf-grund ihrer sehr guten Eigenschaften bezüglich Laufruhe und Geräuschverhalten häufig ein-ge-setzt. Die aktuelle Fresstragfähigkeitsberechnung nach DIN 3990 Teil 4 berücksichtigt die-se Verzahnungsgeometrie nicht hinreichend genau, so dass bei Schrägverzahnungen, ins-be-son-dere in Ver-bindung mit Hochverzahnungen, immer wieder Fressschäden auftreten, die nach Tragfähigkeitsberechnung nicht auftreten dürften. Ausgehend von bekannten Berechnungsverfahren sind neue Ansätze zu entwickeln, mit denen für jeden einzelnen Punkt auf einer Zahnflanke die Fresssicherheit berechnet werden kann. Dazu ist es notwendig, genauere Reibungszahlen als bisher zu ermitteln und daraus die Temperaturen auf der Zahnflanke und die Verlustleistungen abzuleiten.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Ludger Deters

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. T. Illner

**Förderer:** BMWi/AIF; 01.10.2006 - 31.07.2009

**Grenzreibung bei oszillierenden Gleitbewegungen mit Kraftstoffschmierung**

Oszillierend betriebene Tribosysteme werden häufig zeitweilig bzw. dauerhaft im Grenzreibungsgebiet betrieben. Kritisch sind die Umkehrbereiche, da hier die hydrodynamische Schmierung kaum noch wirksam ist. Bei Grenzreibung sind die kontaktierenden Oberflächen von molekular dünnen Grenzschichten bzw. -filmen bedeckt. Solange diese Grenzschichten stabil sind, ist kein Ausfall des Bauteils zu erwarten. Andernfalls kann es zum vollständigen Bauteilversagen durch Fressen kommen. Besonders kritisch sind oszillierend betriebene Tribosysteme, die mit Diesel- oder Ottokraftstoffen oder mit sonstigen sehr niedrigviskosen Schmierstoffen geschmiert werden. Zur Erhöhung der Lebensdauer von kraftstoffgeschmierten Systemen ist es wichtig, Reibung und Verschleiß zu optimieren. Hierzu ist die Kenntnis der wirksamen Reibungskräfte, speziell bei Grenzreibung, notwendig. Aus Mangel an geeigneten Berechnungsverfahren geschieht dies heute noch nach dem „Trial and Error“-Verfahren, basierend auf langjähriger Erfahrung. Dieses Vorgehen stößt wegen der damit verbundenen hohen Kosten und den immer kürzer werdenden Produktentwicklungszyklen an praktische Grenzen. Ziel des beantragten Forschungsvorhabens ist es, das Zusammenspiel der in kraftstoffgeschmierten Systemen wechselwirkenden Einflussgrößen bei Grenzreibung zu verstehen, auf eine wissenschaftliche Basis zu stellen und Grenzreibung berechenbar zu machen. Aufbauend auf der Reibungsberechnung soll auch der Verschleiß ermittelt werden, um eine Lebensdauerabschätzung vornehmen zu können. Die Übertragbarkeit der angestrebten Forschungsergebnisse auf ähnlich beanspruchte Tribosysteme soll überprüft werden.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Ludger Deters

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. Ulf Driesnack

**Förderer:** DFG; 15.06.2006 - 14.06.2009

**Reibungs- und Verschleißverhalten von wartungsfreien Gleitlagern mit PTFE bei Schwenkbewegungen**

Trockenlaufende, wartungsfreie Gleitlager finden sich heutzutage in vielseitigen Einsatzgebieten wieder. So sind zum Beispiel Teile der chemischen Industrie sowie die Lebensmittelindustrie darauf angewiesen auf Schmierstoffe wie Öle und Fette zu verzichten, um Verunreinigungen und chemischen Reaktionen vorzubeugen. Weiterhin sind die Fertigungs- sowie die Betriebskosten derartiger Gleitlager sehr günstig, was sie zu einem konkurrenzfähigen Produkt macht. Für die Auslegung trockenlaufender Gleitlager wird bis heute fast ausschließlich auf pv-Werte zurückgegriffen, die der vorliegenden Beanspruchung ähneln. Diese Werte sind als Produkt der spezifischen Lagerlast  $p$  und der Gleitgeschwindigkeit  $v$  definiert und wurden auf entsprechenden Prüfeinrichtungen ermittelt. Eine direkte Übertragung der Beanspruchung auf die eigentliche Lagerstelle ist jedoch nicht möglich, da wesentlich mehr Einflussfaktoren auf das Lager einwirken und sich auch über die Betriebszeit ändern. Im Rahmen des Forschungsvorhabens soll daher für wartungsfreie Schwenkgleitlager mit PTFE als Festschmierstoff ein verbessertes, empirisch abgesichertes Auslegungsverfahren entwickelt werden, welches u.a. Werkstoffparameter und deren Temperaturabhängigkeit, Lagertemperatur, Wärmeabgabebedingungen, Geometrie-, Belastungs- und Bewegungsparameter beinhaltet und mit dem die tribologisch relevanten Größen Reibung, Verschleiß, Lagertemperatur und Kontaktwinkel bestimmt werden können. Dazu sollen neben theoretischen Überlegungen umfangreiche experimentelle Untersuchungen auf einem Stift-Scheibe-Prüfstand und einem Radialgleitlagerprüfstand durchgeführt werden.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Ludger Deters

**Projektbearbeiter:** M.Sc. S. Schmidt, Dipl.-Ing. M. Schorgel, Dr.-Ing. D. Bartel, Dr.-Ing. L. Bobach

**Förderer:** EU; 01.09.2007 - 31.08.2010

**Reibungsreduktion an Tribosystemen von Dieselmotoren - COMO A2 - Tribologie**

Die gesetzliche Forcierung der Schadstoffemissionen von Verbrennungsmotoren erlebt im Jahr 2009 ihre nächste Stufe. Der Kohlenstoffdioxidausstoß nimmt dabei in den Überlegungen der Bundesregierung einen immer größeren Stellenwert ein, ist doch das anthropogene Kohlenstoffdioxid die entscheidende Triebfeder des globalen Klimawandels. Die derzeitigen Diskussionen über die Selbstverpflichtung des europäischen Automobilherstellerverbandes (ACEA), bis zum Jahr 2012 den Flottenverbrauch auf 120 Gramm Kohlenstoffdioxid zu senken, unterstreichen die Bedeutung dieser Problematik nachhaltig.

Einen erheblichen Einfluss auf den Kraftstoffverbrauch und damit direkt auf den Kohlenstoffdioxidausstoß haben die mechanischen Verluste im Verbrennungsmotor. Speziell die Reibungsverluste der üblicherweise verbauten Gleitlager für Pleuel und Kurbelwelle stellen einen wesentlichen Anteil an den gesamten Reibungsverlusten des Motors dar. Eine Substitution der Gleitlagerung durch Wälzlager birgt demnach ein erhebliches Verbesserungspotenzial. Wälzlager im verbrennungsmotorischen Einsatz stellen die Entwickler jedoch vor weitreichende Probleme, die maßgeblich die Disziplinen Dauerhaltbarkeit, Fertigung, Montage und nicht zuletzt die Akustik betreffen. In diesem Forschungsprojekt soll eine Strategie zur Auslegung und Dimensionierung von Pleuel- und Kurbelwellenhauptlager entwickelt werden. Parallel dazu sollen Variantenuntersuchungen an einem Komponentenprüfstand mit verschiedenen Belastungskollektiven durchgeführt werden, um eine Analyse der lebensdauerbegrenzenden Größen vornehmen zu können. Die so gewonnenen Erkenntnisse sollen abschließend zusammen mit den Ergebnissen der beteiligten Teilprojekte in einem lauffähigen Demonstrator münden.

Einen weiteren, in der Gesamtheit ähnlich großen Anteil an den mechanischen Verlusten hat das Tribosystem Kolben/Zylinder. Neben den Reibungsverlusten zeigt es sich aber auch in besonderem Maß verantwortlich für den Ölverbrauch und den damit in direktem Zusammenhang stehenden Schadstoffemissionen (HC, NO<sub>x</sub>, etc.) bedingt durch in den Verbrennungsraum gelangendes Motorenöl. Die definierte, partielle Strukturierung der Zylinderlaufbahn kann im Zusammenwirken mit optimierten Kolbenringprofilen und unter Ausnutzung der Ringvorspannung zu einer deutlichen Verbesserung der beschriebenen Problematik beitragen. Dem Honen als klassischem Feinbearbeitungsverfahren von Zylinderlaufbahnen mit geometrisch unbestimmter Schneide sind diesbezüglich Grenzen gesetzt, so dass vermehrt Verfahren mit geometrisch bestimmter Schneide oder aber optische Verfahren in das Interesse der Motorentwickler rücken. Innerhalb dieses Teilprojektes wird ein eingehender Vergleich geometrisch bestimmter und unbestimmter Systeme angestrebt, um insbesondere für die Zylinderlaufbahn die Möglichkeiten einer ausschließlichen Feindrehbearbeitung oder einer Verfahrenskombination mit dem Honen zu analysieren.

**Projektleiter:** Prof. Dr. Ludger Deters

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. Ch. Schadow

**Förderer:** BMWi/AIF; 01.05.2007 - 31.10.2009

**Stillstehende fettgeschmierte Wälzlager unter dynamischer Belastung**

Bei nicht rotierenden Wälzlagern kann es zum False Brinelling (auch Riffelbildung bzw. Schwingverschleiß genannt) kommen, wenn eine stillstehende Lagerung dynamischen Belastungen oder Schwenkbewegungen mit sehr kleinen Amplituden ausgesetzt ist. Die Beanspruchungen können beispielsweise durch Maschinen- und Aggregatschwingungen, aber auch durch fahrdynamische Effekte während des Transportes hervorgerufen werden. Durch die dynamischen Lagerbelastungen kommt es infolge hochfrequenter Oszillationen zu Gleitbewegungen der Kontaktpartner im Bereich von wenigen  $\mu\text{m}$  bis einigen Zehntel mm und Schmierstoffarmut in der Hertz schen Kontaktzone. Während der Relativbewegung können die Schadensmechanismen Adhäsion, Abrasion, Oberflächenzerrüttung, und tribochemische Reaktion einzeln oder in Kombination auftreten, welche zur Riffelbildung führen. Die in der Praxis angewendeten Testmethoden zur Untersuchung des False Brinelling (z.B. ASTM D 4170/Fafnir, SNR-FEB 2, HRE-IME-Riffeltester) liefern sehr unterschiedliche Ergebnisse, die zumeist nicht mit den Erfahrungen der Praxis korrelieren. Daher werden die experimentellen Untersuchungen auf einem neuen Wälzlager-Prüfstand durchgeführt, auf dem praxisnahe Betriebsbedingungen sowohl für Kegelrollen- als auch für Schrägkugellager simuliert werden können. Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, ein standardisiertes Prüfverfahren für die Eignung von Fetten hinsichtlich ihres Einsatzes in stillstehenden Wälzlagern unter dynamischen Belastungen entwickeln. Anhand von theoretischen Berechnungen und Oberflächenanalysen in den Kontaktbereichen soll ein tieferes Verständnis der Reibungs- und Verschleißvorgänge gewonnen werden, um die Schmierstoffentwicklung auf diesem Gebiet voranzutreiben.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Ludger Deters

**Projektbearbeiter:** M.Sc. F. Rühle

**Förderer:** DFG; 01.12.2007 - 28.02.2011

**Theoretische und experimentelle Bestimmung des thermischen Versagens von Gleitlager-Werkstoffpaarungen**

Eine bisher weniger aufgeklärte und nicht sicher beherrschte Verschleißerscheinung stellt der thermische Verschleiß dar. Darunter wird Materialverlust an den Reibkörpern eines tribotechnischen Systems infolge Erweichens, Schmelzens oder Verdampfens unter Beanspruchung verstanden. In der Praxis wird dazu auch das thermische Fressen gezählt. Gegenstand und Ziel des Forschungsprojektes ist die Schaffung einer Berechnungsbasis zur Erfassung des thermischen Versagens eines kompletten tribotechnischen Systems, bestehend aus Grundkörper (Gleitlagerwerkstoff), Schmieröl und Gegenkörper (Wellenwerkstoff). Dazu werden zum einen Grundlagenversuche in Form von Stift/Scheibe-Untersuchungen unter Verwendung realer Gleitlagerwerkstoffe durchgeführt und zum anderen über die Berechnung der Reibung aus Schmierstoffscherung, Deformation von Mikrokontakten und Scheren von adhäsiven Bindungen zwischen Rauheitskontakten die erzeugte Wärme bestimmt, unter Berücksichtigung der Wärmeabgabebedingungen die Kontakttemperaturen ermittelt und ein darauf basierendes Auslegungskriterium gegen thermisches Fressen erarbeitet.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Ludger Deters

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. Sebastian Lucas

**Förderer:** DFG; 01.07.2006 - 30.06.2009

**Untersuchung des Übergangswiderstandes als tribologische Kenngröße für den Schmierungszustand**

Der Übergangswiderstand hat sich bereits in vorherigen Untersuchungen als guter Indikator für den Schmierungszustand von Gleit- und Wälzlagerungen erwiesen. Anknüpfend an die Ergebnisse wird in diesem Forschungsvorhaben untersucht, welche Prozesse den Aufbau und die Zerstörung der tribologisch wirksamen Schichten und damit den Übergangswiderstand beeinflussen. Zu diesem Zweck werden verschiedene Versuche bei Grenz- sowie Mischreibung mit Gelenklager-, Wälzlager- und Zwei-Rollen-Prüfständen durchgeführt. Diese erfolgen mit verschiedenen Belastungskollektiven und Schmierstoffen zum Zweck der nachfolgenden Analysen von Verschleiß, Oberflächenstruktur und  $\lambda$ zusammensetzung. Aus den so erzielten Ergebnissen lassen sich neue Erkenntnisse über die Reaktionsmechanismen im geschmierten Reibkontakt gewinnen. Ein weiteres Ziel des Forschungsvorhabens ist es, die Einsetzbarkeit eines Übergangswiderstands-Messsystems als Überwachungseinrichtung im industriellen Einsatz zu überprüfen. Ein solches System detektiert den Zusammenbruch der Schmierschicht, bevor ein Schaden am Lager

auftritt, und ermöglicht somit ein gezieltes und vor allem präventives Vorgehen gegen den sich ankündigenden Lagerschaden. Damit können unnötige Stillstandszeiten der betreffenden Maschine vermieden werden. Hierzu werden Untersuchungen zur Einsatzfähigkeit von Isolationsmaterialien und -methodiken durchgeführt.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Ludger Deters

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. F. Fiedler, Dipl.-Ing. G. Kuhlemann

**Förderer:** Bund; 01.10.2008 - 30.09.2011

**Wachstumskern Thale PM, Projekt: Prüfsystementwicklung für PM-Bauteile neuer Generation, einschließlich neuer Prüf- und Berechnungsmethoden, Teilprojekt Verschleißfestigkeit**

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines Prüfsystems und einer passenden Auswertmethode, mit denen es möglich ist, realitätsnahe und auf die Praxis übertragbare Verschleißergebnisse zu erzielen, um auf der Basis der geprüften Verschleißfestigkeit verschleißbeständige Produkte herstellen zu können. Mit dem zu entwickelnden Verschleißprüfsystem soll eine Vorhersage des in der Praxis auftretenden Verschleißverhaltens von PM- Bauteilen und Auftragsschweißbeschichtungen ermöglicht werden.

Verschleißfestigkeit von Zahn- und Kettenrädern auf PM-Basis: In Fahrzeugen wird eine Vielzahl verschleißbeanspruchter PM-Bauteile eingesetzt. Beispiele dafür sind Zahn- und Kettenräder im Steuertrieb. Um die Verschleißfestigkeit von PM-Bauteilen aus neuartigen Werkstoffen beurteilen zu können, werden Verschleißuntersuchungen in Form einer tribologischen Prüfkette durchgeführt. Dazu erfolgen Modellversuche mit Hilfe des SRV- und des 2-Rollen-Prüfstandes an Prüfkörpern mit einfacher Geometrie und gleichem Belastungskollektiv wie im Original. In einem weiteren Schritt werden die Originalbauteile in einen Verbrennungsmotor eingebaut. Dieser wird dann auf einem Motorprüfstand geschleppt betrieben, so dass die PM-Bauteile einer praxisnahen Prüfung hinsichtlich des Verschleißes unterzogen werden. Auf Basis der gemessenen Verschleißvolumina werden Verschleißkenngrößen berechnet, die eine Klassifizierung der geprüften Werkstoffe zulassen.

Verschleißfestigkeit von Auftragsschweißwerkstoffen auf PM-Basis: Ein großes Anwendungsgebiet der Schweißtechnik ist der Schutz verschleißbeanspruchter Bauteile durch Auftragsschweißbeschichtungen. Die verschleißbestimmenden Oberflächeneigenschaften werden durch Schweißzusätze beeinflusst. Die Zuführung dieser Schweißzusätze geschieht u. A. in Form von Fülldrähten. Die Entwicklung neuartiger Fülldrähte auf Basis pulvermetallurgisch erzeugter Werkstoffe erfordert daher Kenntnisse über das Verschleißverhalten der erzeugbaren Auftragsschichten. Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens werden deshalb verschiedene dieser Auftragsschichten einer Prüfung ihrer Verschleißbeständigkeit unterzogen. Dies umfasst Versuche mit einem Reibradtribometer nach ASTM G 65, sowie Tests gemäß des Miller-Verfahrens nach ASTM G 75. In einem dritten Prüfverfahren werden die Auftragsschichten mit Hilfe eines Prallprüfstandes stoßartigen Belastungen unterworfen. Begleitend dazu werden theoretische Überlegungen zu den im Prüfbetrieb auftretenden Verschleißmechanismen und -einflüssen angestellt, sodass eine Übertragbarkeit der Versuchsergebnisse sichergestellt sein soll. Auf diese Weise kann die Lebensdauer entsprechend verschleißbeanspruchter Bauteile erhöht werden.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Ludger Deters

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. C. Fenske

**Förderer:** Bund; 01.01.2007 - 31.12.2010

**Optimierung von hoch beanspruchten Wälzlagerungen**

Bei hoch beanspruchten fettgeschmierten Wälzlagerungen treten neben hohen Reibungsverlusten und hohem Verschleiß Umweltbelastungen durch Überfettungen auf, die nicht zur eigentlichen Schmierung sondern zur Lagerabdichtung genutzt werden. Dies gilt besonders für Lagerungen, die im kritischen Bereich der Misch- bzw. Grenzreibung (d.h. bei hohen Lasten und niedrigen Drehzahlen) unter ungünstigen Umgebungsbedingungen (z.B. hohe Temperatur, Beaufschlagung mit Wasser und abrasiven Partikeln wie Zunder) eingesetzt werden. Im Rahmen des Projektes soll anhand von tribologischen Schadensanalysen sowie Prüfstands-, Bauteil- und Betriebsversuchen in einer Stranggießanlage ein besseres Verständnis der vorliegenden Misch- bzw. Grenzreibungszustände erzielt und der Einfluss von Wasser auf Korrosion und Verschleiß näher untersucht werden. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen in ein Programm zur numerischen Tribokontakt-Analyse einfließen. Ziel des Projektes ist es, für hoch beanspruchte fettgeschmierte Lagerungen unter ungünstigen Umgebungsbedingungen ein neues Lagerungs-, Dichtungs- und Schmierstoffkonzept zu entwickeln, mit dem eine deutliche Standzeitverlängerung, eine Verringerung des

Energieverbrauchs und eine Senkung des Schmierfettbedarfs erreicht wird. Dieses Ziel soll durch eine enge, interdisziplinäre Zusammenarbeit von Lager-, Dichtungs- und Schmierstoffherstellern, Anlagenbetreibern und Forschungsinstituten erreicht werden.

---

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

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. Normen Schwarz

**Kooperationen:** Raumgestaltung Jessen GmbH

**Förderer:** BMWi/AIF; 01.06.2006 - 28.02.2009

**Paneling System für Fliesen und Mosaik; Erarbeitung einer Technologie zum weitgehend automatischen Verkleben von Fliesen und Mosaiken**

In diesem Vorhaben soll eine Anlage zur weitgehend automatischen Verklebung von Fliesen und Mosaiken entwickelt werden. Ziel ist es, die in bisherigen Anlagen manuell stattfindenden Vorgänge der Sortierung und Positionierung der Fliesen und Mosaik sowie der Qualitätskontrolle zu automatisieren. Zur Verbindung der Fliesen und Mosaik ist es notwendig eine neue Klebetechnik zu entwickeln, die zu einer Verkürzung des Bearbeitungsprozesses und damit zu geringeren Durchlaufzeiten führt. Als Grundlage dafür sind geeignete Wirkprinzipien zu erarbeiten. Diese müssen in einem Testprogramm auf die Erfüllung der gestellten Anforderungen überprüft werden. Eine wesentliche Anforderung ist, dass Fliesen verschiedener Formate verbunden werden müssen. Dabei soll es auch möglich sein, die Formate zu mischen. Weiterhin müssen die Umrüstzeit und der Umrüstaufwand bei einem Formatwechsel minimiert werden. Um die Wettbewerbsfähigkeit zu gewährleisten und den Verkauf an kleine und mittelständische Unternehmen zu ermöglichen, ist ein marktübliches Kosten-/Leistungsverhältnis zu gewährleisten.

---

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

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. Ramona Träger

**Kooperationen:** Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig (PTB)

**Förderer:** DFG; 01.01.2009 - 31.12.2010

**Untersuchung zur Verwendung der Rapid Prototyping-Technologie für Kleinserien im Explosionsschutz**

Kunststoffgehäuse, die mit Rapid Prototyping (RP) -Technologien gefertigt werden, besitzen andere Werkstoffeigenschaften als Konstruktionen, die mit herkömmlichen Ur- und Umformverfahren hergestellt werden. Für den Einsatz von Werkstoffen der RP-Verfahren im sekundären Explosionsschutz müssen anhand der speziellen Anforderungen der Zündschutzart "Druckfeste Kapselung" die Werkstoffeigenschaften überprüft werden. Die Hauptbelastungen auf die Polymerwerkstoffgehäusewandungen sind dabei impulsartige Druck- und Temperaturspitzen sowie heiße reaktive Abgase, die durch die Explosionen im Gehäuse hervorgerufen werden. Die Abgase treten in aggressiven Kontakt mit den konstruktionsbedingten Spalten und erodieren diese. Als Folge entzündet sich die umgebende explosionsfähige Atmosphäre oder das Gehäuse wird durch die große Druckbelastung beschädigt. Beides darf nicht erfolgen, da derartige Bauteile oft die Stufe der unmittelbaren Sicherheitstechnik erfüllen müssen. Das beantragte Forschungsprojekt soll diesen Sachverhalt konstruktionsmethodisch für verschiedene geometrische und stoffliche Parameter untersuchen. Der konstruktiv bedingte Gehäusespalt und die Gehäusewandungen sollen einen sicheren Einsatz dieser Betriebsmittel für den sekundären Explosionsschutz gewährleisten.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. Sándor Vajna

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. Konstantin Kittel

**Förderer:** DFG; 01.07.2008 - 31.12.2009

**Weiterentwicklung der Autogenetischen Konstruktionstheorie**

Die Autogenetische Konstruktionstheorie (AKT) nutzt Analogien aus der Evolutionsbiologie, um Tätigkeiten und Prozesse in der Konstruktion (als wesentliche Aktivität innerhalb der Produktentwicklung) zu modellieren und zu unterstützen, damit das unter den jeweiligen Anforderungen, Anfangs- Rand- und Zwangsbedingungen bestmögliche Produkt entstehen kann. Dabei können Anforderungen und Bedingungen sich auch einander widersprechen und sich mit der Zeit verändern. Als wesentliche Eigenschaften der AKT wurden bisher (neben der Analogie zur Evolution) das Interpretieren der Produktentwicklung als stetigen Optimierungsprozess, das Vorhandensein von selbstähnlichen Aktivitäten in und die Existenz von chaotischem Verhalten während der Produktentwicklung festgestellt.

## 5. Eigene Kongresse und wissenschaftliche Tagungen

- 7. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik "Vernetzte Produktentwicklung: Methoden und Werkzeugkopplung", 08. - 09. Oktober 2009, Bayreuth

## 6. Veröffentlichungen

### *Originalartikel in begutachteten internationalen Zeitschriften*

#### **Chen, Canguang; Bosse, Hartmut; Deters, Ludger**

Effects of various base oils and additives on the tribological behaviour of lubricated aluminium-on-aluminium and steel-on-aluminium contacts

In: Institution of Mechanical Engineers: Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. - London [u.a.]: Inst., Bd. 223.2009, 3, S. 571-580; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 0,394]

#### **Oertel, Stephan; Grote, Karl-Heinrich**

Differences in the dimensional perception of subjective and objective innovation

In: Ingeniería. - Monterrey, Bd. 12.2009, 43, S. 19-25; [Abstract unter URL](#)

### *Originalartikel in begutachteten nationalen Zeitschriften*

#### **Deters, Ludger; Berger, Martin; Müller, Frank**

Grundlagen und Berechnungsverfahren für wartungsfreie trockenlaufende Gleitlager

In: Tribologie und Schmierungstechnik. - Renningen-Malmsheim: Expert, Bd. 56.2009, 2, S. 5-12

### *Originalartikel in begutachteten zeitschriftenartigen Reihen*

#### **Guo, Haiying; Vajna, Sándor; Schabacker, Michael**

PLM - Prozessoptimierung durch Parallelisierung

In: PLM-Jahrbuch 2009/2010. - Darmstadt: Hoppenstedt Publ., ISBN 978-3-935774-51-2, S. 2-9

#### **Vajna, Sándor; Hartmann, Stephan; Kränzel, Christian**

FEM mit CATIA V5

In: Leitfaden CATIA Version 5. - München: Olzog, ISBN 3-478-15470-7, Bd. 10.2009

[Sammelwerk inkl. 16. Ausg. Juni 2009]

#### **Vajna, Sándor; Hartmann, Stephan; Kränzel, Christian**

Zugänglichkeit von Wissen und Informationen, Mechanical Design, Parametrik, Konstruktionstabellen

In: Leitfaden CATIA Version 5. - München: Olzog, ISBN 3-478-15470-7, 2009

[Sammelwerk inkl. 17. Ausg. September 2009]

### *Wissenschaftliche Monografien*

#### **Vajna, Sándor; Weber, Christian; Hehenberger, Peter**

CAX für Ingenieure - eine praxisbezogene Einführung. - [Link unter URL](#); Berlin [u.a.]: Springer; XII, 550 S.: Ill., graph. Darst.; 24 cm, ISBN 978-3-540-36038-4, 2009

[Literaturverz. S. 521 - 535]

### *Herausgeberschaften*

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

Vernetzte Produktentwicklung - Methoden und Werkzeugkopplung; 7. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik 2009; Tagungsband. - Bayreuth; ca. 249 S., ISBN 978-3-00-028222-5, 2009

Kongress: Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik; 7 (Bayreuth): 2009.10.08-09

KT 2009; 7 (Bayreuth): 2009.10.08-09

**Grote, Karl-Heinrich; Antonsson, Erik K.**

Springer handbook of mechanical engineering - with 402 tables. - Springer handbooks; [Link unter URL](#); [Berlin]: Springer; XXVIII, 1576 S.: Ill., graph. Darst.; 25 cm, ISBN 3540491317, 2009  
[Includes bibliographical references and index]

**Hartmann, Stephan; Vajna, Sándor**

CATIA V5 - kurz und bündig - Grundlagen für Einsteiger. - Studium; [Link unter URL](#); Wiesbaden: Vieweg + Teubner; VIII, 132 S.: Ill., graph. Darst.; 210 mm x 148 mm, ISBN 978-3-8348-0453-2, 2009  
[2. Aufl. u.d.T.: Ledderbogen, Reinhard: CATIA V5 - kurz und bündig]

**Kasper, Roland; Gabbert, Ulrich; Grothe, Karl-Heinz; Karpuschewski, Bernhard; Lindemann, Andreas; Schmidt, Bertram; Tschöke, Helmut; Vajna, Sándor**

Forschung in Bewegung - 9. Magdeburger Maschinenbau-Tage; 30.09. - 01.10.2009; Tagungsband. - Magdeburg: Univ.; 544 S., ISBN 978-3-940961-36-5, 2009  
Kongress: Magdeburger Maschinenbau-Tage; 9 (Magdeburg): 2009.09.30-10.01

**Schabacker, Michael; Vajna, Sándor**

SolidWorks - kurz und bündig - Grundlagen für Einsteiger. - Aus dem Programm Maschinenelemente und Konstruktion; [Link unter URL](#); Wiesbaden: Vieweg + Teubner; VIII, 150 S.: Ill., graph. Darst., ISBN 978-3-8348-0314-

**Buchbeiträge**

**BläBing, Tobias; Grote, Karl-Heinrich; Steglich, Christian**

Optimierungsmöglichkeiten im Konstruktionsprozess/-ablauf innerhalb des Sonderfahrzeugbaus am Beispiel der Firma Rheinmetall Landsysteme  
In: Vernetzte Produktentwicklung. - Bayreuth, ISBN 978-3-00-028222-5, S. 164-170, 2009  
Kongress: KT 2009; 7 (Bayreuth): 2009.10.08-09

**Chen, Canguang; Bosse, Hartmut; Deters, Ludger**

Friction and wear behavior of the magnesium alloy AZ91D under lubricated sliding conditions  
In: Friction, wear and wear protection. - Weinheim: Wiley-VCH, ISBN 978-3-527-32366-1, S. 52-58, 2009  
Kongress: International Symposium on Friction, Wear and Wear Protection; (Aachen): 2008.04.09-11

**Gleß, Michael; Fafoutis, V. ; Repphun, G. ; Provatidis, C. G. ; Bartel, Dirk; Deters, Ludger**

Fatigue life in rolling contacts with rough surfaces  
In: Friction, wear and wear protection. - Weinheim: Wiley-VCH, ISBN 978-3-527-32366-1, S. 473-478, 2009  
Kongress: International Symposium on Friction, Wear and Wear Protection; (Aachen): 2008.04.09-11

**Grote, Karl-Heinrich; Engelmann, Frank**

Konstruktion und Entwicklung  
In: Medizinisches Lexikon der beruflichen Belastungen und Gefährdungen. - Stuttgart: Gentner, ISBN 978-3-87247-715-6, S. 544-547, 2009

**Kittel, Konstantin; Vajna, Sándor**

Development of an evolutionary based design method  
In: Proceedings of the 17th International Conference on Engineering Design; Vol. 5, Part 1: - Design Society, ISBN 1-904670-09-1, S. 6-147-6-156, 2009  
Kongress: Iced'09; 17 (Stanford): 2009.08.24-27

**Rehan, Ahmad; Grote, Karl-Heinrich**

Composite strength scaling effect using progressive degradation model  
In: Proceedings of the 2009 WRI World Congress on Computer Science and Information Engineering. - Los Alamitos



[u.a.]: IEEE, ISBN 978-0-7695-3507-4, insges. 5 S.  
Kongress: CSIE 2009; (Los Angeles): 2009.03.31-04.02  
[Conference information, vol. 2]

**Schorgel, Matthias; Bartel, Dirk; Deters, Ludger**

Auslegung einer gebauten Kurbelwelle

In: Forschung in Bewegung. - Magdeburg: Univ., ISBN 978-3-940961-36-5, S. 65-73, 2009  
Kongress: Magdeburger Maschinenbau-Tage; 9 (Magdeburg): 2009.09.30-10.01

**Träger, Ramona; Grote, Karl-Heinrich; Klausmeyer, Uwe; Engelmann, Frank**

Anwendung der Rapid-Prototyping-Technologie für Kleinserien im Explosionsschutz

In: Vernetzte Produktenentwicklung. - Bayreuth, ISBN 978-3-00-028222-5, S. 32-39, 2009  
Kongress: KT 2009; 7 (Bayreuth): 2009.10.08-09

**Vajna, Sándor; Kittel, Konstantin**

An approach to compare product development methods

In: Proceedings of the 17th International Conference on Engineering Design; Vol. 5, Part 1: - Design Society, ISBN 1-904670-09-1, S. 5-313-5-324, 2009  
Kongress: Iced'09; 17 (Stanford): 2009.08.24-27

**Vlasenko, Dmitry; Kasper, Roland**

Successive projection method for the simulation of spatial dynamics of multibodies

In: Multibody dynamics 2009. - Warszawa: Oficyna Wydawn. Politechn., ISBN 978-83-7207-813-1, insges. 15 S.  
Kongress: ECCOMAS Thematic Conference in Multibody Dynamics; (Warsaw): 2009.06.29-07.02

**Artikel in Fachzeitschriften der Industrie, Gesellschaften, Verbände etc.**

**Schabacker, Michael**

Mit der richtigen PLM-Strategie die Zukunft meistern

In: Digital-Engineering-Magazin. - Vaterstetten: WIN-Verl., S. 8-12, 2009  
[Sonderbeilage "Digital factory PLM-guide 2009"]

**Schabacker, Michael; Gröpper, Meinolf**

Von der Virtualität in die Realität

In: IT & production. - Marburg: TeDo-Verl., S. 24-27, 2009