



IPEK INSIDE

AUSGABE 1/2009

**Akustikrollenprüfstand mit
Vehicle-in-the-loop-Technologie**

**Sonderforschungsbereiche 499
„Mikrourformen“ und 483 “Hoch-
beanspruchte keramische Gleit-
und Friktionssysteme“**

**Contact & Channel Model (C&CM)
im Entwicklungseinsatz**

**Nutzung der Studiengebühren zur
Weiterentwicklung des KaLeP**

IPEK Live

Akustikrollenprüfstand mit neu entwickelter Vehicle-in-the-loop-Technologie bereit für neue Aufgaben

Die am IPEK realisierte Kopplung eines leistungsstarken Hardware-in-the-loop-Systems (HiL) aus der Steuergeräteentwicklung mit einem modernen Akustikrollenprüfstand ermöglicht das reproduzierbare Testen von Betriebsstrategien und sicherheitskritischen Fahrerassistenzsystemen in einer virtuellen Fahrzeugumgebung im Spannungsfeld von Komfort, Energieeffizienz und Zuverlässigkeit.

Komplexe Funktionsvernetzung, das Zusammenwirken von mechanischen, elektrischen und informationstechnischen Komponenten in modernen Fahrzeugen erfordern systematische und hoch integrative Entwicklungsprozesse und Entwicklungsumgebungen. Energieeffiziente Fahr- und Betriebsstrategien, in der z. B. die Streckentopologie sowie Verkehr eine große Rolle spielen, müssen reproduzierbar erprobt und validiert werden. Neben der Reproduzierbarkeit spielen Sicherheitsrisiken insbesondere bei Fahrerassistenzsystemen, bei denen in den Fahrerwunsch eingegriffen wird, eine bedeutende Rolle. Komponenten oder Teilsysteme dürfen

nicht isoliert betrachtet werden, sondern stehen immer in Wechselwirkung mit dem Gesamtsystem.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, wurde am IPEK das HiL-System AVL InMotion powered by IPG CarMaker mit dem Akustikrollenprüfstand gekoppelt. Durch diese Integration von Simulation und Test stehen nun drei Detaillierungsebenen zur Verfügung:

Neben konventionellen Versuchen besteht die Möglichkeit, Versuche mit simulierten, reproduzierbaren Umgebungsbedingungen durchzuführen sowie die zusätzliche Integration des IPG Driver-Modells zum Fahren des realen Fahrzeuges in der virtuellen Umgebung.

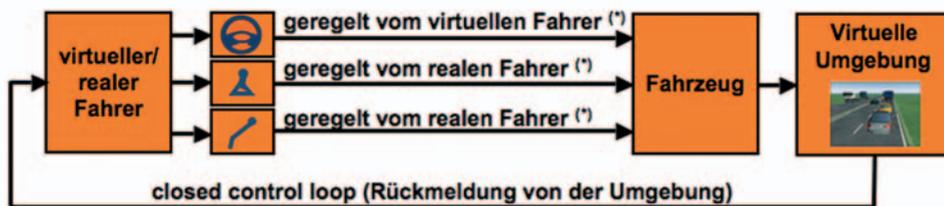
Es wurde damit eine Umgebung geschaffen, die es gemäß des IPEK X-in-the-loop-Ansatzes für Antriebssysteme ermöglicht, reproduzierbare open- und sogar closed-loop-Manöver auf einem Akustikrollenprüfstand zu fahren – eine essentielle Voraussetzung für beispielsweise die Entwicklung von energieeffizienten Fahrstrategien oder Betriebsstrategien für Hybridfahrzeuge unter Berücksichtigung von Zuverlässigkeit und Komfort.

Erfolgreiche Begutachtung des SFB 483

Am 1. und 2. Oktober 2008 fand die Begutachtung des Sonderforschungsbereiches (SFB) 483 „Hochbeanspruchte Gleit- und Friktionssysteme auf Basis ingenieurkeramischer Werkstoffe“ in Karlsruhe statt. Im Rahmen des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten SFB arbeiten Wissenschaftler des KIT unter der Leitung von Prof. Albers in interdisziplinärer Weise an der Erforschung von Prozessen, Methoden und Werkzeugen zur Nutzbarmachung des Potenzials ingenieurkeramischer Werkstoffe für die Anwendung in komplexen hochbeanspruchten technischen Systemen.

Die Forschungsarbeiten werden am Beispiel ausgewählter Systeme, die hinsichtlich der Beanspruchung im Tribokontakt stellvertretend für ein weites Anwendungsfeld stehen, durchgeführt. Das IPEK ist mit den Demonstratoren einer nasslaufenden Lamellenkupplung, eines CVT-Getriebes und einer trockenlaufenden Fahrzeugkupplung in den SFB integriert. Im Rahmen der Forschungsarbeiten ist es beispielsweise erstmalig gelungen, eine trockenlaufende Fahrzeugkupplung mit monolithischer Ingenieurkeramik mit deutlich gesteigerter Leistungsfähigkeit darzustellen und in ein Versuchsfahrzeug zu integrieren.

Die aus anerkannten Wissenschaftlern gebildete Gutachtergruppe attestierte dem SFB auch im internationalen Vergleich hervorragende wissenschaftliche Ergebnisse. Weiterhin wurde die interdisziplinäre Ausrichtung und die dadurch ermöglichte Breite der Betrachtung des Themas ingenieurkeramischer Werkstoffe in hochbeanspruchten technischen Systemen betont und als Alleinstellungsmerkmal bezeichnet.



(*) Beispiel-Konfiguration



Weiterentwicklung des Karlsruher Lehrmodells für Produktentwicklung KaLeP

Die Lehre am Institut ist geprägt durch KaLeP, dem Karlsruher Lehrmodell für Produktentwicklung. Mit der Verfügbarkeit von Studiengebühren eröffnen sich dem Institut neue Möglichkeiten, die Ingenieurausbildung trotz hoher Studentenzahlen zu erweitern.

KaLeP ist ein durchgängiges Ausbildungssystem, das sich am Entwicklungsprozess der Praxis orientiert und zum Ziel hat, Produktentwicklungskompetenz zu vermitteln. Kennzeichnend für das Lehrmodell sind:

- Die intensive vernetzte Anwendung von Vorlesung, betreute Gruppenarbeit und freie Projektarbeit im Sinne von „Lernen durch Tun“.
- Ausbildung der Studierenden, nicht nur im (durchaus wichtigen) Bereich Fachkompetenz, sondern auch im Bereich der weicherer Kompetenzfelder.
- Der grundsätzlich neue didaktische Vermittlungsansatz C&CM zum Verständnis von Maschinenfunktionen und Maschinenelementen.
- Eine durchgängig multimedial unterstützte Wissensvermittlung.

Bislang wurden die folgenden Maßnahmen umgesetzt:

Ausbau der CAD-Anwendungsausbildung in der Maschinenkonstruktionslehre

Zielsetzung ist es, den Studierenden die Maschinenkonstruktionslehre nicht nur theoretisch, sondern auch in der praxisnahen Anwendung zu vermitteln. Dem Grundgedanken von KaLeP folgend, ist eine vorlesungsbegleitende Anwendung des Stoffes mit modernen CAD- und PLM-Lösungen unabdingbar. Dies muss heute genauso ein Bestandteil der Konstruktionslehre sein, wie früher das Zeichnenbrett. Am Institut wird dies in enger Zusammenarbeit mit der Firma PTC realisiert, eingesetzt werden dabei ProEngineer und PDM-Link. Diese Herausforderung wird durch die Anzahl von aktuell 800 Studierenden noch verstärkt. [Coach zur Unterstützung bei der Projektarbeit](#) Um die Studierenden bei der Projektarbeit zu unterstützen, sind akademische Mitarbeiter als Berater verfügbar und können als solche „gebucht“ werden. Die Mitarbeiter sind im Rahmen ihres Einsatzes in der Lehre für diese rein beratende Tätigkeit freigestellt und unterstützen die Studierenden individuell in allen Fragen der Produktentwicklung.

PPC – PEC Prototypen Center

Pünktlich zum Beginn des WS 08/09 stellt das IPEK das „Prototypen Center“ vor. Das Center wurde zu 80% aus den Mitteln der Studiengebühren finanziert und bietet den Maschinenbaustudenten die Möglichkeit, in Projekten erarbeitete und im CAD entwickelte Prototypen selbstständig herzustellen. So können zum Beispiel Studien- und Diplomarbeiter oder Studenten des Hauptfachs Integrierte Produktentwicklung (IP) die prototypische Umsetzung ihrer CAD-Modelle selbst in die Hand nehmen. Bei den Arbeiten stehen ihnen erfahrene und entsprechend geschulte wissenschaftliche Hilfskräfte zur Seite.

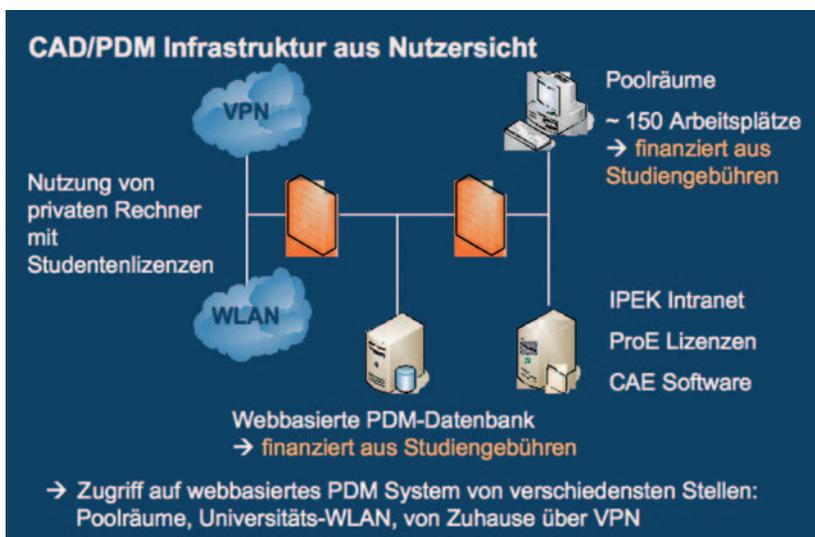
Verleihung der FTMV Gütesiegel

Im Rahmen der 4ING-Fachkonferenz und Plenarversammlung in Aachen wurden am 15. Juli 2008 zum ersten Mal die Gütesiegel des Fakultätentags Maschinenbau und Verfahrenstechnik (FTMV) verliehen.



Das nach mehrjähriger Entwicklungszeit in den Gremien des FTMV und am IPEK entwickelte Verfahren wurde am 31.03.2008 in einer außerordentlichen Plenarversammlung des FTMV verabschiedet und basiert auf einem Kennzahlensystem nach dem Balanced-Scorecard-Ansatz. Durch die Forschung an Methoden und Prozessen konnte das IPEK einen wesentlichen Beitrag zum Verfahren liefern.

Bei der Premiere erhielten 15 Fakultäten, darunter die beiden Karlsruher Fakultäten für Maschinenbau und für Chemieingenieurwesen, das Gütesiegel für die Jahre 2008 bis 2010.



Erfolgreiche Begutachtung des Sonderforschungsbereiches 499 „Mikrounformen“

Am 16. und 17. September 2008 fand die Begutachtung der Ergebnisse der dritten Phase des DFG-Sonderforschungsbereiches 499 statt. Darin werden wissenschaftliche Grundlagen einer durchgehenden Prozesskette zur Produktion urgeformter metallischer und keramischer Mikrobauerteile erarbeitet. Im Rahmen der dritten Phase wurde ein Mikrodispenser zur Förderung von Flüssigkeiten entwickelt, der die Fähigkeit der erforschten Herstellverfahren zur Realisierung komplexer dreidimensionaler Geometrien verdeutlicht. Das IPEK ist mit zwei wissenschaftlichen Teilprojekten (A1, A2) sowie dem dienstleistenden Teilprojekt Z2 beteiligt.

Ziel des Teilprojektes A1 ist die Erforschung des Gestaltungsprozesses urgeformter Mikrobauerteile und -systeme und damit die Bereitstellung von Referenzprozessen sowie spezifischer Methoden und Werkzeuge. In den bisherigen Phasen wurde eine systematische Unterstützung auf gestalterischer Ebene mit der Darstellung eines Referenzprozesses für mikrospezifische Produktentwicklung sowie unterstützender Methoden wie Konstruktionsregeln realisiert. In der kommenden Förderphase sollen Entwurfsmuster erarbeitet werden und die Validierung von elementaren Funktionselementen erfolgen.

Ziel des Teilprojektes A2 ist die simulationgestützte Durchdringung des Verhaltens urgeformter Mikrobauerteile und -systeme sowie die Absicherung ihrer Funktion. Die bisherigen Arbeiten konzentrierten sich auf die Abbildung urgeformter Mikrobauerteile einschließlich Kornstruktur und Defekten wie Poren in der Simulation. Daneben wurde anhand des Demonstratorsystems der Einfluss von Geometrieabweichungen auf das Systemverhalten untersucht.



Aufbauend auf den gewonnenen Erkenntnissen soll in der beantragten vierten Phase eine automatisierte rechnergestützte Optimierung des Designs, z. B. der Bauteilform, vorgenommen werden können. Die Gutachter bescheinigten dem SFB hervorragende Forschungsansätze. Der SFB sei auf dem Gebiet ein weltweit führendes Kompetenzzentrum, welches auch in Industrie und Lehre ausstrahlt. Die Thematik des Mikrounformens stelle ein Alleinstellungsmerkmal dar, welches auch international Anerkennung finde.

Automatisierte Messungen am Fahrzeug

Zur effizienten und zielführenden Durchführung komplexer Messungen am Fahrzeug werden automatisierte Prozessmodelle und Methoden entwickelt.

Diese bieten durchgängige Unterstützung zur Analyse bzw. Identifikation eines bestimmten Systemverhaltens in Bereichen wie:

- Applikation des Fahrzeugs mit zweckmäßiger Messtechnik
- Aufzeichnung aussagekräftiger und fehlerfreier Daten bei Messfahrten
- Abspeicherung der Messdaten in einheitlichem Format und mit genügend Metadaten zwecks Wiederverwendbarkeit zu einem späteren Zeitpunkt
- Anwendung richtiger Auswertemethoden

Mit dem speziell entwickelten Driver-Guidance-System (DGS) der Firma mm-lab GmbH hat das IPEK bereits heute die Möglichkeit, Testfahrer bei ihren Fahrmanövern zu unterstützen. Hierzu werden die Fahrzustände dem Fahrer grafisch und akustisch mitgeteilt sowie durch direkte Anbindung an den CAN-Bus überwacht. Die Reproduzierbarkeit von Fahrmanövern wird dadurch ebenfalls verbessert.

Hubbühne für die Montage von 5MW-Offshore-Windenergieanlagen

Mit der Verwirklichung von Offshore-Windparks mit Windenergieanlagen der 5MW-Klasse in Entfernungen bis zu 100 km vor der Küste und in Wassertiefen von bis zu 40 m gehen völlig neue technische Herausforderungen einher.

Die schwierige Montage solcher großen Anlagen wird heutzutage von großen, sehr teuren Kranschiffen erledigt. Im Gegensatz dazu nutzt die mit der Firma Ed. Züblin AG, Berg idl. und der FH Offenburg entwickelte Lösung nur eine Hubinsel zur Andienung an die Plattform. Der Mast wird bereits während der Errichtung der Windenergieanlage als Tragstruktur zur weiteren Montage genutzt: Eine Hubgondel wird mittels Seilzügen am bestehenden Mastteil nach oben gezogen, so dass nacheinander weitere Mastsegmente und zuletzt die Maschinengondel montiert werden können. Die Hubgondel ist nicht nur unabhängig vom Wellengang, sondern kann auch durch eine am IPEK entwickelte hochdynamische Seilregelung starke Windböen (bis 27m/s) ausgleichen. Durch die größere Robustheit können Montagezeiten verkürzt und die Kosten gesenkt werden. Im Projekt wurde die Machbarkeit bewiesen, das System ist zum Patent angemeldet.

Innovationen umsetzen mit dem Contact & Channel Model (C&CM)

Der Einblick in viele Entwicklungsabteilungen zeigt, dass Entwicklungsprozesse nach wie vor oftmals unstrukturiert verlaufen und schwer zu systematisieren sind. Exemplarisch wird hier gezeigt, wie ein C&CM-basierter Prozess zu einem Patent und schließlich zur Innovation in der Schraubtechnik bei der HILTI AG führte.

Gibt man zehn Ingenieuren die Aufgabe, für einen beschriebenen Zweck eine Lösung zu finden und geht davon aus, dass die Umgebungsbedingungen für alle gleich sind, so werden daraus zehn unterschiedliche Lösungsansätze hervorgehen.

Alle Ingenieure werden das Problem mit unterschiedlichen Denkweisen, Vorprägungen und Erfahrungen angehen, was die Lösungssuche eines jeden individuell beeinflusst. Das Contact & Channel Model (C&CM) hilft einem Team von Ingenieuren, ein gemeinsames Verständnis des Problems zu entwickeln und somit zielgerichtet und schnell Lösungen umzusetzen.

Die Modellbausteine des C&CM (Wirkflächenpaare und Leitstützstrukturen) erlauben die zusammenhängende Abbildung der technischen Funktion, der Gestalt sowie der Umgebung, in der das System seine Leistung erbringen soll (systemischer Ansatz).

Ingenieure können damit auf eine Methode zugreifen, mit deren Hilfe der Konstruktionsprozess systematisch auf die Ziele ausgerichtet und die Kommunikation verbessert wird. Durch die Schaffung einer problemangepassten Darstellung wird der Erfolg der Entwicklung sicherer.

Schraubtechnik mit C&CM

Um das Grundprinzip des C&CM zu erklären, ist der Einschraubvorgang einer selbstpenetrierenden Schraube hier beispielhaft mit C&CM beschrieben. Die Funktion wird nur schnell und zuverlässig erfüllt, wenn Wirkflächenpaar1 (WFP1) zwischen Metallplatte und Spitze, Wirkflächenpaar2 (WFP2) zwischen Schraube und Bit und die Leitstützstruktur 1/2 (LSS1/2) existieren. Die Leitstützstruktur verbindet die Wirkflächenpaare und ist damit durch den Körper der Schraube bestimmt (Abb.1).

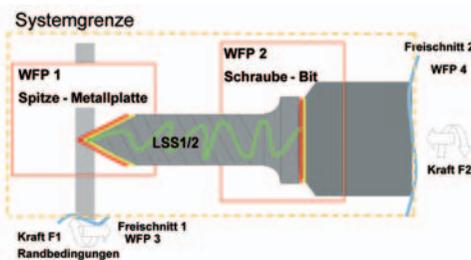


Abb. 1

Versucht man die Schraube von Hand einzudrehen, entsteht Wirkflächenpaar 2 nicht korrekt und die technische Funktion wird nicht erfüllt (weder schnell, noch zuverlässig). C&CM Beschreibungen können auf unterschiedlichen Detailebenen immer auf dieselbe Art und Weise angewendet werden. Die Leitstützstruktur (LSS1/2) der Schraube kann in weitere Wirkflächenpaare und Leitstützstrukturen aufgespalten werden, um die Vorgänge im Detail zu beschreiben (Abb.2).

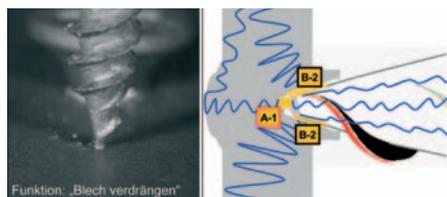


Abb. 2

Produktentwicklung mit C&CM

Das Team der Schraubtechnik bei der HILTI AG erhielt die Aufgabe, eine neue selbstpenetrierende Schraube zu entwerfen, deren Setzverlässigkeit und Setzzeit drastisch verbessert werden sollte.

Mit Hilfe des C&CM baute das Team systematisch ein gemeinsames Verständnis für den Einschraubvorgang auf. Resultat hiervon war die Bestimmung der für den Einschraubvorgang wichtigen entstehenden Wirkflächenpaare und Leitstützstrukturen (Abb. 2).

Die Dokumentation des gemeinsam erstellten Modells des Einschraubvorgangs führte zu einer Strukturierung des Entwicklungsprozesses der neuen Schraube. Die Entwicklungsarbeit konnte systematisch und zielgerichteter organisiert werden, da durch die Analyse belegt wurde, welche Bereiche der Schraube neu- oder weiterentwickelt werden müssen. Die Suche nach Lösungen ist so stets in der Problembeschreibung begründet. Spekulative Ansätze werden systematisch ausgeschlossen, so dass die Anwendung von C&CM eine enorme Zeitersparnis bewirkt. Resultat des Projektes war die Gestaltung einer patentierten Lösung mit bisher nicht dagewesener Qualität der Funktion (Abb. 3).

United States
Patent Application Publication (10) Pub. No.: US 2008/0038088 A1
 Matthiesen et al. (45) Pub. Date: Feb. 14, 2008

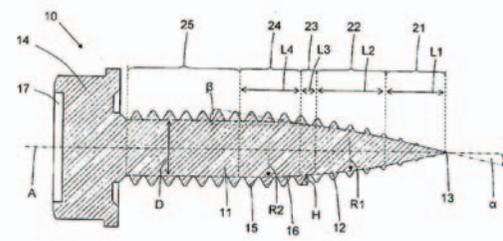


Abb. 3

Neu im Team



Jens Schröter
15.01.2008
(NVH/Driveability)



Thomas Freudenmann
01.05.2008
(Antriebstechnik)



Neven Majic
01.10.2008
(CAE/Optimierung)



Quentin Lohmeyer
01.02.2008
(Entwicklungsmethodik und -management)



Adam Babik
01.06.2008
(Antriebstechnik)



Tarak Turki
01.10.2008
(Entwicklungsmethodik und -management)



Oliver Kudernatsch
01.03.2008
(Werkstatt)



Steffen Jäger
01.07.2008
(Antriebstechnik)



Ke Song
01.10.2008
(Antriebstechnik)



Daniel Münch
01.03.2008
(Werkstatt)



Christian Zingel
01.08.2008
(NVH/Driveability)



Duotai Pan
01.10.2008
(Entwicklungsmethodik und -management)



Benjamin Hessenauer
01.04.2008
(CAE/Optimierung)



Thomas Schmitt
01.09.2008
(Azubi Werkstatt)



Philipp Merkel
13.10.2008
(Antriebstechnik)

Promotionen

Dr.-Ing. Mirko Meboldt – 25.02.2008

„Ganzheitliche Modellbildung der Produktentstehung – von mentalen Modellen bis zum Workflow für den Umgang mit Komplexität – als Beitrag zum integrierten Produktentstehungsmodell (IPeM)“

Dr.-Ing. Daniel Metz – 17.03.2008

„Entwicklung einer simulationsgestützten Methode zur Unterstützung der Auslegung von urgeformten hochbeanspruchbaren Mikrobauteilen“

Dr.-Ing. Lukas Nowicki – 01.07.2008

„Rauhe Oberflächen in geschmierten Tribokontakten“

Dr.-Ing. Hubert Beitler – 17.10.2008

„Untersuchung zum Temperatur- und Wärmeabgabeverhalten einer Einscheiben-Trockenkupplung“

Dr.-Ing. Manfred Ohmer – 28.11.2008

„Ein Beitrag zur Synthese technischer Systeme auf Basis des Contact&Channel Models C&CM“

Publikationen

52 Konferenzbeiträge, 7 Zeitschriftenartikel, 6 Journal-Artikel auf den Gebieten: „Antriebstechnik“, „Mechatronik“, „CAE/Optimierung“ und „Entwicklungsmethodik und Entwicklungsmanagement“.

Weitere Informationen auf:
www.ipek.uni-karlsruhe.de/webstore2

Impressum



Institut für Produktentwicklung
Universität Karlsruhe (TH) Prof. A. Albers

Leitung des Instituts
o. Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. A. Albers
Telefon: +49 721 608-2371
info@ipek.uni-karlsruhe.de
www.ipek.uni-karlsruhe.de

Postadresse
IPEK Institut für Produktentwicklung
76128 Karlsruhe

Besucheradresse
Standort Campus
Kaiserstraße 10
Geb.: 10.23
Ernst-Gaber-Straße 1
Geb.: 10.50

Standort Fasanengarten
Gothard-Franz-Straße 9
Geb.: 50.33

Standort Mackensenkaserne
Rintheimer Querallee 2