



# Fraunhofer

LBF

BETRIEBSFESTIGKEIT, SYSTEMZUVERLÄSSIGKEIT, ADAPTRONIK  
STRUCTURAL DURABILITY, SYSTEM RELIABILITY, ADAPTRONICS

## Jahresbericht Annual report 2011



# Danke!



Innovation in Motion



Putzmeister



Eberspächer



finite elemente  
Intelligente Möbel für besseren Klang

EISENMANN

DAIMLER

KIESER  
TRAINING

FÜR KRAFT UND GESUNDHEIT



Harmonic  
Drive AG



Niemand kann eine Symphonie alleine spielen.  
Es braucht ein Orchester dazu.

Halford E. Luccock



PORSCHE

ThyssenKrupp Polysius



LIEBHERR



**BOSCH**  
Technik fürs Leben



BEHR



eiden mechatronic GmbH



NetterVibration



MAHLE

manroland



FEIN. Unverwüstliche  
Elektrowerkzeuge.

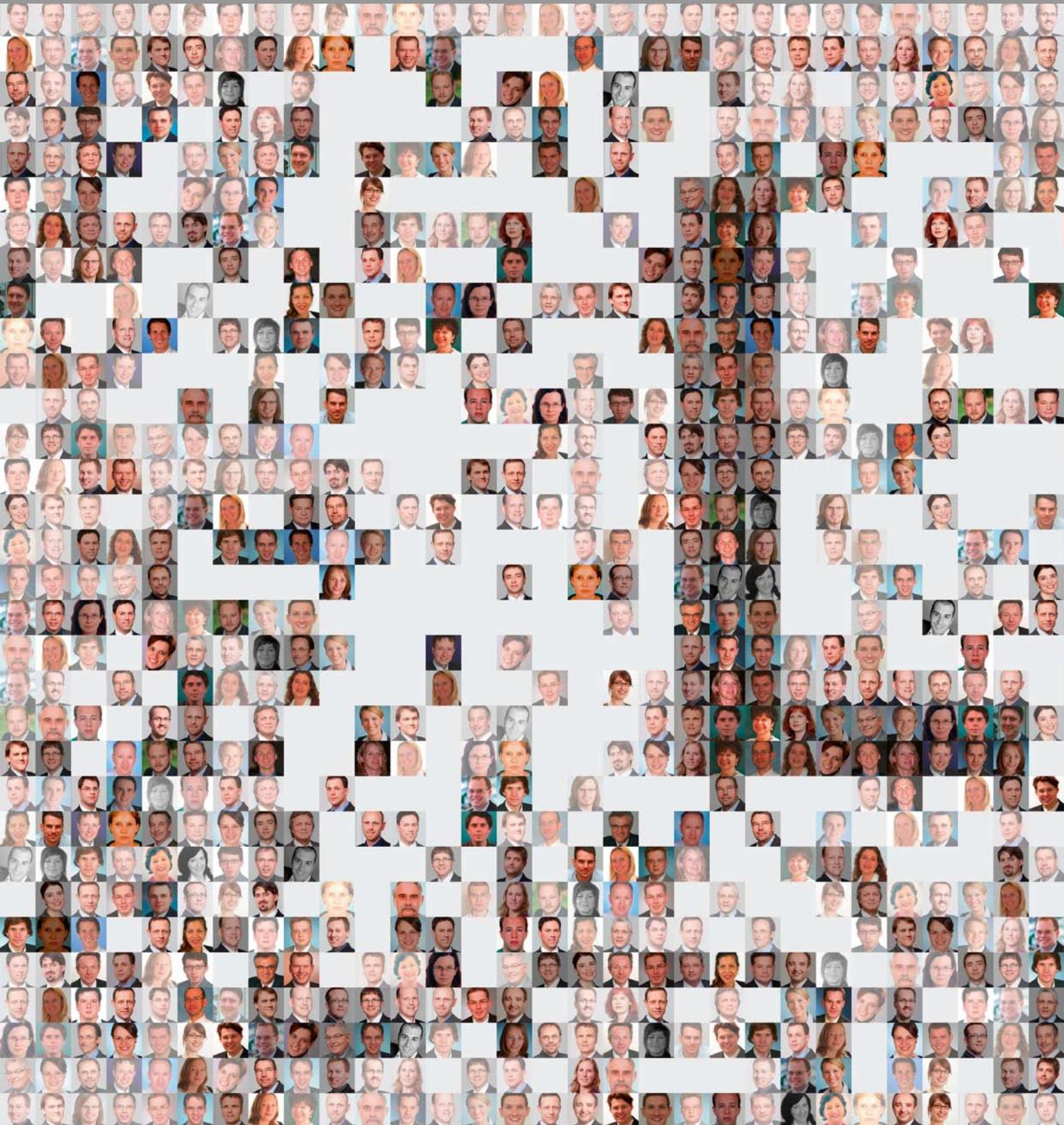


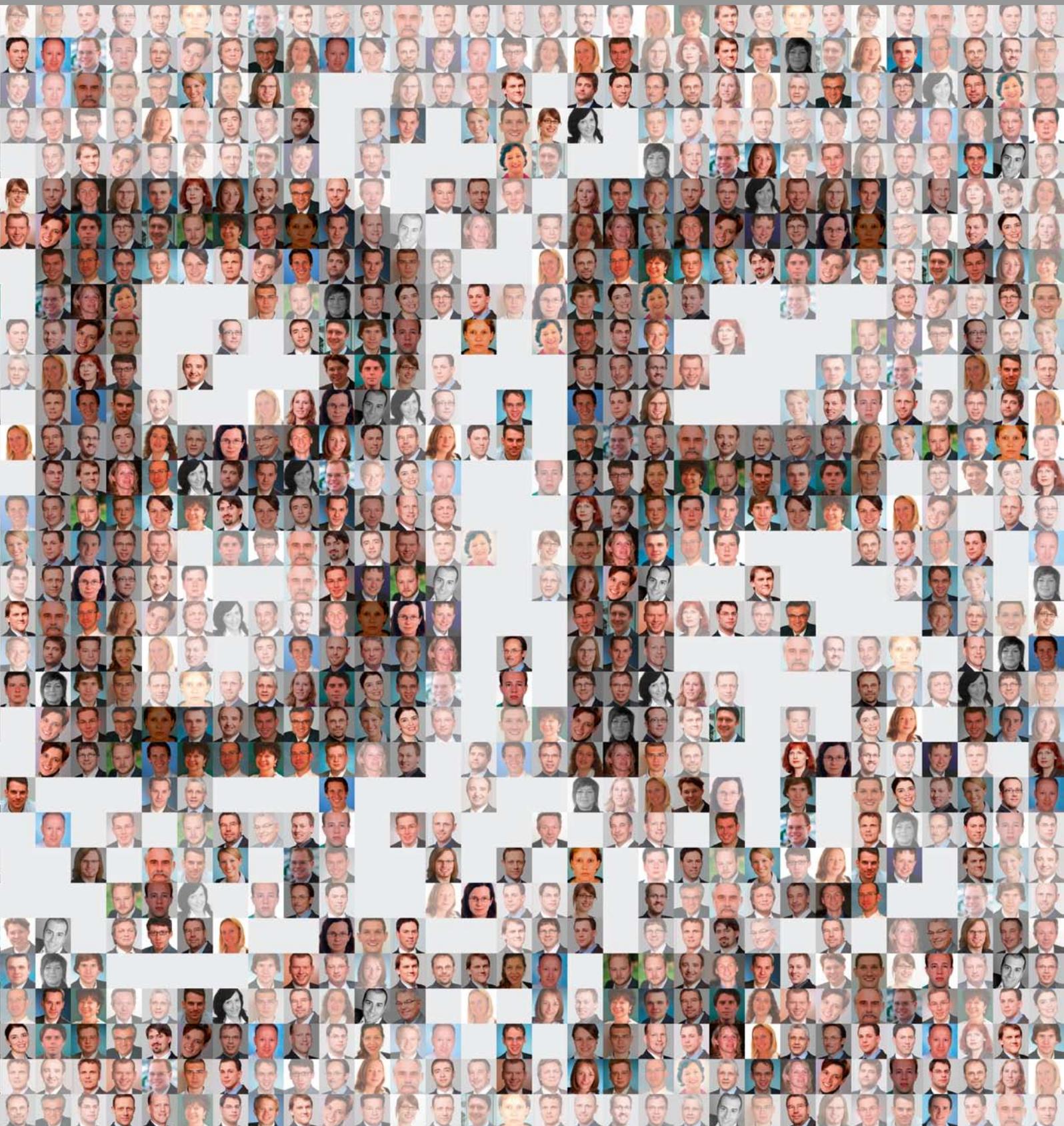
Wir leben Autos.

TEAM 2011 | TEAM 2011

# Mit Sicherheit innovativ.

Innovative for sure.





# Inhalt

Index see next page

<b>Einblicke</b>	<b>10</b>	<b>Know-how für die Zukunft</b>	<b>52</b>
Das Fraunhofer LBF in Zahlen.	15	<b>Design</b>	<b>52</b>
Profil.	16	Faserverbundrad mit integriertem Elektromotor.	54
Leitbild.	17	Gefügeabhängige Bewertung von Gussbauteilen.	56
Ein Jahr im Dialog.	18	Zerstörungsfreie Bewertung von Aluminiumguss.	58
<b>Neue Perspektiven</b>	<b>24</b>	Mikroproduktionssystem.	60
Sonderversuchsstände im Transferzentrum Adaptronik.	24	<b>Sicherheit</b>	<b>62</b>
Neuartiges Kupplungsprinzip.	28	Elastomerlagerprüfung im Detail.	64
Zentrum für Systemzuverlässigkeit mit Schwerpunkt Elektromobilität ZSZ-e.	29	Leichtbaupotential kaltumgeformter Bauteile.	66
Micro CT lässt tief blicken.	30	Schmiede- und Sinterschmiedeleuel im Vergleich.	68
Vom Molekül zum Bauteil und wieder zurück.	31	Strategische Partnerschaft mit der Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG.	70
Das Fraunhofer LBF-Management-Team.	32	Verlässliches Bemessungskonzept für Sicherheitsbauteile aus AFP Stahl.	72
<b>Mit Sicherheit innovativ</b>	<b>34</b>		
Mit Sicherheit innovativ – In drei Dimensionen.	36		
Know-how für die Zukunft.	38		
Maßgeschneiderte Lösungen für Ihre Märkte.	44		
Leistung auf den Punkt gebracht.	48		

<b>Zuverlässigkeit</b>	<b>74</b>	<b>Daten und Fakten</b>	<b>98</b>
Batterieintegration für Elektrofahrzeuge.	76	Ausgründungen des Fraunhofer LBF.	98
Zuverlässigkeit und Sicherheit für die Elektromobilität.	78	Die Fraunhofer-Gesellschaft.	99
Flexible Prüfumgebung für die Ganzfahrzeug- und Achserprobung.	80	Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS.	100
<b>Schwingung</b>	<b>82</b>	Rhein-Main Adaptronik: Eine Partnerschaft – viele Vorteile.	101
Aktive Lagerung im Fahrwerksbereich.	84	Allianzen und Netzwerke.	102
Autonome Strukturanalyse für den industriellen Langzeiteinsatz.	86	Labor und Prüfeinrichtungen für Ihre individuellen Anforderungen.	104
Aktive elastische Motorlagerung.	88	Mitarbeit in Fachausschüssen.	108
Akustikprüfmethoden für den Mittelstand.	90	Vorträge 2011.	111
<b>LBF®.Products</b>	<b>92</b>	Wissenschaftliche Veröffentlichungen.	114
Angepasste Prüftechnik für Einpressverbindungen.	94	Vorlesungen, Gutachten.	120
Ruhezonen – Schwingungen aktiv isolieren.	96	Ausgewählte Patente.	121
		Impressum.	122



# Index

<b>Insights</b>	<b>10</b>	<b>Know-how for the future</b>	<b>52</b>
Fraunhofer LBF in numbers.	15	<b>Design</b>	<b>52</b>
Profile.	16	Composite fiber wheel with integrated electric motor.	54
Mission statement.	17	Microstructure-related evaluation of cast components.	56
A year of dialog.	18	Non-destructive testing of aluminum castings.	58
<b>New prospects</b>	<b>24</b>	Mikroproduction system.	60
Special test stands at the Adaptronics Transfer Center.	24	<b>Safety</b>	<b>62</b>
New coupling principle.	28	Elastomer bearing tests in detail.	64
Center for system reliability with emphasis on Electromobility ZSZ-e.	29	Effectively using the lightweight potential of cold-formed components.	66
Micro CT provides deep insight.	30	Die forged versus powder forged con-rods.	68
From the molecule to the component and back.	31	Strategic Partnership with Dr. Ing. h. c. F. Porsche AG.	70
Fraunhofer LBF Management Team.	32	Reliable design concept for safety components made of AFP steels.	72
<b>Innovative for sure</b>	<b>34</b>		
Innovative for sure – in three dimensions.	36		
Know-how for the future.	38		
Tailored solutions for your markets.	44		
Focused services.	48		

<b>Reliability</b>	<b>74</b>	<b>Facts and Figures</b>	<b>98</b>
Battery integration for electric vehicles.	76	Fraunhofer LBF spin-offs.	98
Reliability and safety for electromobility.	78	The Fraunhofer Gesellschaft.	99
Flexible testing environment of the tests on of whole vehicles and axes.	80	The Fraunhofer Materials and Components Group.	100
<b>Vibrations</b>	<b>82</b>	Rhein-Main Adaptronics: One partnership – many advantages.	101
Active bearings in carriages.	84	Alliances and networks.	102
Autonomous structure analysis realized for long-term industrial application.	86	Laboratory equipment and large equipment – the entire world of testing technology.	104
Active elastic motor bearing.	88	Work in technical committees.	108
Acoustic testing methods for medium-sized businesses.	90	Lectures 2011.	111
<b>LBF®.Products</b>	<b>92</b>	Scientific publications.	114
Adapted testing technology for press-fit connections.	94	Lectures, certificates.	120
Quiet zones in noisy areas – actively isolating vibrations.	96	Selected patents.	121
		Imprint.	122



EINBLICKE



Liebe Freunde und Partner des Fraunhofer LBF,  
sehr verehrte Damen und Herren,

Leistung, Begeisterung, Fortschritt – ein Jahrzehnt der Dynamik: Unter dieses Motto haben die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Fraunhofer LBF das Jahr 2011 gestellt. Eine solche Bilanz bietet die Möglichkeit, sich seiner Stärken und Schwächen bewusst zu werden und daraus die richtigen Schlüsse für die nächste Dekade zu ziehen. Diese Chance haben wir genutzt!

Schon im Vorjahr haben wir eine massive Belebung des Marktes festgestellt, in 2011 hat sich dieser erfreuliche Trend noch einmal verstärkt. Der Umsatz des Fraunhofer LBF ist im vergangenen Jahr weiter um 8 % gestiegen, bei positivem Jahresabschluss. Die Einstellung neuer Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen sowie die Investition in neue Infrastruktur waren erforderlich, um die damit verbundenen Herausforderungen zu bewältigen. Der Anteil der Wertschöpfung am Betriebshaushalt, der sog. Rho-Wirtschaft, beträgt 45,1 % und stellt damit einen ausgezeichneten Wert im Beurteilungssystem der Fraunhofer-Gesellschaft dar.

Unseren Ganzfahrzeugprüfstand konnten wir durch anspruchsvolle Kundenprojekte voll auslasten. Dabei hat die Ergebnisqualität unsere Kunden von der Leistungsfähigkeit des Fraunhofer LBF überzeugt. Es ist nicht selbstverständlich, dass die Industrie ein Forschungsinstitut so eng und komplex in ihre Entwicklungsprozesse einbindet. Deshalb setzen wir alles daran, das in uns gesetzte Vertrauen auch nachhaltig zu bestätigen. Ergänzt werden diese Projekte von sehr aufschlussreichen Fahrbetriebsmessungen auf fast allen Kontinenten dieser Welt. Hier sind wir als Fraunhofer LBF in eine neue Dimension vorgedrungen.

Das Thema Elektromobilität bewegt nicht nur die Automobilindustrie. Immer mehr Marktteilnehmer unterschiedlicher Branchen kommen zunehmend in einen intensiven Dialog.

Durch die Fraunhofer Systemforschung Elektromobilität FSEM konnten wir an diesem Prozess direkt partizipieren und uns mit unseren Kernkompetenzen an verschiedenen Schlüsselpositionen in diesen Dialog einbringen. Unsere Leistungsbereiche haben gerade in diesem Zielfeld eine sehr hohe Relevanz – etwa die experimentelle und numerische Ganzfahrzeugsimulation, funktionale Sicherheit und Zuverlässigkeit des elektrischen Antriebsstrangs, Leichtbau und aktive Schwingungs-/Geräuschreduktion sowie die Bewertung von Batteriesystemen unter Fahrbetriebsbedingungen. Die Fraunhofer Systemforschung Elektromobilität FSEM wurde vom BMBF im Rahmen von KoPa II gefördert und konnte zusammen mit den anderen 32 Fraunhofer-Instituten im September auf dem Testgelände in Papenburg erfolgreich abgeschlossen werden. Das Fraunhofer LBF stand für die Gesamtkoordination des Projektes im Rahmen der Fraunhofer-Gesellschaft.

Neben der rein fachlichen Arbeit spielt bei der Elektromobilität auch die Begleitung der Markteinführung eine große Rolle. Mit Blick darauf konnten wir im letzten Jahr auch die relevanten hessischen Ministerien bei der Antragstellung zur Schaufensterregion Elektromobilität Frankfurt Rhein-Main beraten.

Ein weiterer wichtiger Meilenstein im vergangenen Jahr war die Zwischenevaluation unseres LOEWE-Zentrums AdRIA (Adaptronik). In den Jahren 2008 – 2011 konnten wir auf dem Campus des Fraunhofer LBF das Zentrum mit 1900 qm Büro und Laborflächen, der Kooperation mit 21 Professoren von TUD und hda, der Neueinstellung von 15 Wissenschaftlern im Jahr 2011 und der Neuberufung von drei LBF-Führungskräften als Professoren etablieren. Die Begutachtung war uneingeschränkt positiv. Damit ist es uns möglich, das Zentrum weitere drei Jahre (2011 – 2014) zu stabilisieren und in nachhaltige Strukturen zu überführen.

Insgesamt steht die „Adaptronik“ nunmehr nach zehn Jahren als ebenbürtige, fachliche und wirtschaftliche Säule neben der Betriebsfestigkeit im Fraunhofer LBF.

Es ist das erklärte Ziel, auch das „Zentrum für Systemzuverlässigkeit am Beispiel der Elektromobilität ZSZe“ in gleicher Weise zu etablieren. Das Institut investiert dafür u. a. aus Eigen- und Vorstandsmitteln in Ergänzung zur Landes- und Bundesfinanzierung für Gebäude- und Infrastrukturmaßnahmen u. a. in ein Batterietestzentrum. Ab Mitte 2013 wollen wir hier automobiler Batteriesysteme/Energiespeicher unter realen Fahrbetriebsbedingungen qualifizieren und wissenschaftlich bewerten.

Eine große Herausforderung für uns im Jahr 2012 wird die Integration des in Darmstadt ansässigen Deutschen Kunststoff-Instituts DKI. Es wird als vierte Säule unter der Bezeichnung „Konstruktions- und Funktionskunststoffe KFK“ in das Fraunhofer LBF eingebunden. Damit wird sich das Produktportfolio des Fraunhofer LBF deutlich erweitern. Gemeinsam können wir so ein Angebotsprofil entwickeln und anbieten, das vom Molekül über die Polymerchemie bis zum komplexen, funktionsintegrierten Bauteil und seiner Zuverlässigkeit unter realen Betriebsbedingungen reicht. Eine große organisatorische und kommunikative und vor allem aber auch wissenschaftliche Herausforderung, auf die wir uns in den nächsten Jahren freuen. Ebenso freuen wir uns auf die vielen neuen Kolleginnen und Kollegen, die wir auf dem Weg in die Arbeitswelt der Fraunhofer-Gesellschaft gerne begleiten und mit denen wir gemeinsam weiter wachsen wollen.

Von besonderer Bedeutung für die erfolgreichen Entwicklungsschritte des Fraunhofer LBF ist die enge und vertrauensvolle Kooperation mit der Technischen Universität Darmstadt. Inzwischen sind in unserer universitären Arbeitsgruppe (SzM) mehr als 70 Wissenschaftler/Wissenschaftlerinnen tätig, die eng verknüpft mit dem Fraunhofer LBF forschen und zugleich eine ideale Nachwuchs-Schmiede bilden. Mit unserem Sonderforschungsbereich „Beherrschung von

Unsicherheit in lasttragenden Systemen des Maschinenbaus (SFB 805)“ arbeiten wir eng vernetzt mit Fachgebieten aus der Mathematik, der Psychologie und des Maschinenbaus an neuen Methoden und Verfahren, die sicher bald Eingang in die Industrie finden können.

Darüber hinaus erlaubt mir u. a. meine Funktion als Vizepräsident für Wissens- und Technologietransfer der TU Darmstadt, die gemeinsame Zusammenarbeit weiter voran zu treiben. Die Verbindung beider Einrichtungen ist damit auf allen Ebenen gegeben und verspricht Synergien zum Nutzen aller Beteiligten. Besonderer Dank sei an dieser Stelle an alle Partner und Kollegen in der TU Darmstadt ausgesprochen für die vertrauensvolle und fruchtbare Zusammenarbeit.

Insgesamt ist das Fraunhofer LBF darüber hinaus in den Verbänden und Allianzen der Fraunhofer-Gesellschaft bestens vernetzt und verfügt über exzellente Industriekontakte im In- und Ausland. Das Fraunhofer LBF ist stolz darauf, Teil dieser starken Gemeinschaft zu sein und blickt optimistisch in die Zukunft.

Am Schluss meines Jahresberichtes möchte ich mich insbesondere bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Fraunhofer LBF bedanken. Ohne ihren hervorragenden Einsatz im Jahr 2011 wäre dieser Erfolg nicht möglich gewesen. Ebenso danke ich allen Projektpartnern des Fraunhofer LBF für die angenehme Zusammenarbeit, auch in gerade anspruchsvollen Zeiten. Wir freuen uns auf den weiteren Dialog und auf weitere Projekte mit Ihnen!

Darmstadt, März 2012



Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka

Dear friends and partners of Fraunhofer LBF,

Performance, Enthusiasm, Progress – a Decade of Dynamics: The Fraunhofer LBF staff designated this motto for the year 2011. Looking back gave us the opportunity to develop an awareness of our strengths and weaknesses and to draw the right conclusions for the next decade. We took advantage of this opportunity!

We had seen considerable recovery in the market the year before, and this positive trend intensified even more in 2011. Turnover at Fraunhofer LBF increased by 8 % last year with a positive result at the end of the year. It was necessary to hire new staff and to invest in new infrastructure in order to meet the challenges that came along with this. Earnings on the operational budget, the so-called Rho-Wirtschaft in German, amounted to 45,1 %, representing an excellent figure in the assessment system of the Fraunhofer Gesellschaft.

Challenging customer projects resulted in the operation of our full vehicle test stand at full capacity. The quality of the test results convinced our customers of Fraunhofer LBF's performance capability. It cannot be taken for granted when the industry involves a research institute so closely and intricately in its development processes. For this reason, we are doing our utmost to sustainably confirm the trust placed in us. These projects are supplemented with very insightful vehicle operation measurements on almost every continent in the world. We, as Fraunhofer LBF, have advanced here into a whole new dimension.

The topic of electromobility does not only concern the automobile industry. More and more market participants from diverse branches of industry are increasingly entering into an intense dialog with each other. The Fraunhofer System

Research on Electromobility (FSEM) enabled us to directly participate in this process and to position ourselves in this dialog with our core competencies at different key positions.

Our areas of service are highly relevant in this target field in particular, for example, in experimental and numerical full vehicle simulation, functional safety and reliability of the power train, lightweight construction and active vibration/ noise reduction as well as in the evaluation of battery systems under vehicle operating conditions. The Fraunhofer System Research on Electromobility (FSEM) was funded by the Federal Ministry of Education and Research within the framework of KoPa II and was successfully completed in September together with 32 other Fraunhofer institutes on testing grounds in Papenburg. Fraunhofer LBF was responsible for the entire coordination of the project within the framework of the Fraunhofer Gesellschaft.

Supporting the market launch of electromobility plays a large role in addition to purely technical work. In this regard we were also able to consult relevant Hessian ministries last year on their application as the "display window" region of electromobility in Frankfurt Rhein-Main.

An additional important milestone last year was the intermediate evaluation of our LOEWE Center AdRIA (adaptronics). Between 2008 and 2011 we were able to establish the center at the Fraunhofer LBF campus with 1900 sqm of office and laboratory space, form a cooperation with 21 professors from TU and the University of Applied Sciences in Darmstadt, hire 15 new scientists in 2011 and newly appoint three LBF executives as professors. The assessment was entirely positive. This enables us to stabilize the center for an additional three years (2011–2014) and to convert it into sustainable structures.

After ten years now, the field of “Adaptronics” has become established as an equal technical and economic pillar next to the field of structural durability at Fraunhofer LBF.

The declared goal is to establish the “Center for System Reliability Based on the Example of Electromobility ZSZe” in the same manner. In addition to federal and state funds for building and infrastructure measures, the institute is investing its own resources and those from the board into a battery test center, among other things. Starting in 2013 we want to qualify and scientifically assess automobile battery systems/ energy storage under real vehicle operation conditions.

A big challenge for us in 2012 will be the integration of the German Plastics Institute DKI located in Darmstadt. It will be integrated into Fraunhofer LBF as a fourth pillar with the name of “Construction and Functional Plastics KFK”. This will considerably expand Fraunhofer LBF’s product portfolio. This way we will be able to develop and offer a joint service profile that will range from molecules and polymer chemistry to the complex, functionally integrated component and its reliability under real operating conditions. It is a great organizational and communicative but, above all, also a scientific challenge that we are looking forward to next year. We are also looking forward to many new colleagues who we are happy to accompany into the working environment of the Fraunhofer-Gesellschaft and with whom we want to continue to grow.

Particularly significant for the successful development steps of Fraunhofer LBF is the close and trustworthy cooperation with the Technical University of Darmstadt. Now more than 70 scientists are actively involved in our university work group (SzM). They do research in close collaboration with Fraunhofer LBF and, at the same time, create an ideal hotbed for young talents. With our special research area “Mastering Uncertainty

in Load-Bearing Systems of Machine Engineering (SFB 805)” we work in a close network with areas of expertise in mathematics, psychology and mechanical engineering on new methods and processes that will certainly soon have access to the industry.

In addition, my position as Vice President for Knowledge and Technology Transfer of TU Darmstadt allows me to continue to advance the joint cooperation. This way both establishments are connected on all levels and promise synergies to the advantage of everyone involved. My particular thanks go to all partners and colleagues at TU Darmstadt for the dedicated and fruitful cooperation.

All in all, Fraunhofer LBF is additionally very well networked in the clusters and alliances of the Fraunhofer-Gesellschaft and has excellent contacts to the industry here and abroad. Fraunhofer LBF is proud to be part of this strong community and looks forward optimistically to the future.

In closing my annual report, I would particularly like to thank the staff of Fraunhofer LBF. This success would not have been possible without your outstanding dedication in 2011. I also thank all project partners of Fraunhofer LBF for the pleasant cooperation, particularly in challenging times. We are looking forward to a continued dialog and further project work with you!

Darmstadt, March 2012

Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka





Das Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF kam 1962 als zehntes von heute 60 Instituten zur Fraunhofer-Gesellschaft. Das Institut gehört damit zu den traditionsreichsten Einrichtungen der Fraunhofer-Gesellschaft und zeichnet sich zugleich durch seine hohe Innovationskraft aus. Das Institut beschäftigt heute 330 MitarbeiterInnen inklusive der MitarbeiterInnen am assoziierten Lehrstuhl an der Technischen Universität Darmstadt (TUD).

Das Fraunhofer LBF entwickelt, bewertet und realisiert im Kundenauftrag maßgeschneiderte Lösungen für maschinenbauliche Komponenten und Systeme, vor allem für Sicherheitsbauteile und sicherheitsrelevante Systeme. Parallel werden die entsprechenden numerischen sowie experimentellen Methoden und Prüftechniken vorausschauend weiterentwickelt. Neben der Bewertung und optimierten Auslegung passiver mechanischer Strukturen werden aktive, mechatronisch-adaptronische Funktionseinheiten entwickelt und prototypisch umgesetzt. Daraus resultieren marktnahe Produkte zur Form- und Schwingungskontrolle an mechanischen Strukturen sowie zur Lärminderung. Im Auftrag der Industrie sowie der öffentlichen Hand bearbeitet das Fraunhofer LBF zukunftsweisende FuE-Projekte vorwiegend in den Themenkomplexen Leichtbau, Sicherheit, Zuverlässigkeit, Robust

Design, Life Cycle Engineering, Structural Health Monitoring, Funktionsintegration, Lärm- und Schwingungskontrolle, Materialeffizienz, Energieeffizienz und Elektromobilität. Die fachliche Basis zur erfolgreichen Bearbeitung der meist interdisziplinären Forschungsvorhaben bilden die Kernkompetenzen des Fraunhofer LBF: Systemzuverlässigkeit, Betriebsfestigkeit und Adaptronik. Kompetenzübergreifende Systemforschungsprojekte gewinnen zunehmend an Bedeutung.

Das Fraunhofer LBF begleitet seine Kunden im gesamten Entwicklungsprozess, vom Werkstoff bis zum System, von der Idee bis zum Produkt, erarbeitet Sicherheitsstrategien und Zuverlässigkeitskonzepte sowie Design- und Konstruktionskonzepte. Ein maßgebliches Ziel ist dabei die Verkürzung von Entwicklungszeiten. Um den Anforderungen seiner Kunden aus dem Automobil- und Nutzfahrzeugbau, der Schienenverkehrstechnik, dem Schiffbau, Maschinen- und Anlagenbau, der Luftfahrt, Energietechnik und anderen Branchen bestmöglich entsprechen zu können, betreibt das LBF ein vielseitiges experimentelles Prüffeld (auf mehr als 15.500 qm Nutzfläche), nutzt modernste messtechnische Geräte und numerische Simulationstechniken.



# Fraunhofer

## LBF

*„Stark durch  
Corporate Identity.“*

LBF Dachstrategie 2017

Das Fraunhofer LBF versteht sich als Innovationsgeber, Berater und Prozessbeschleuniger. Wir wollen unseren Kunden ein aktiver und zuverlässiger Partner auf allen Stufen der Entwicklungskette sein – vom ersten Federstrich bis zum fertigen Produkt, von der Konstruktion bis zur Zuverlässigkeitsprüfung.

Das Fraunhofer LBF setzt seine wissenschaftlichen Erkenntnisse, seine Ressourcen und sein Engagement zum Vorteil seiner Kunden, seiner Mitarbeiter und der Gesellschaft ein. Die Mitarbeiter des Institutes verpflichten sich ausdrücklich den Regeln zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG sowie der individuellen Verantwortung für die Ergebnisse ihrer Arbeit.

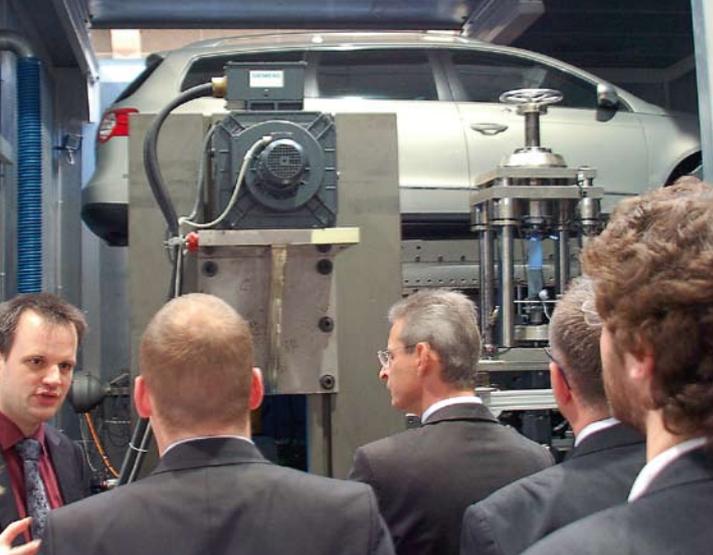
Die Grundlagen der Zusammenarbeit sind die hohe Leistung und das persönliche Engagement des Einzelnen sowie Toleranz und gegenseitige Unterstützung im Team des Institutes und in der Fraunhofer-Gesellschaft. Jeder Einzelne ist dabei wichtig!

Die Mitarbeiter des Institutes arbeiten für gemeinsame Ziele. Jeder setzt dazu seine individuellen Kompetenzen und Fähigkeiten im Rahmen der ihm zur Verfügung stehenden Möglichkeiten ein.

In teamorientierter, kompetenzübergreifender Zusammenarbeit entstehen neue Denkansätze und Konzepte. Die Umsetzung in fortschrittliche, wettbewerbsfähige Produkte und Dienstleistungen ist Motor und zugleich Motivation für die tägliche Arbeit. Konstruktiver Wettbewerb und Offenheit für Veränderungen sind Bestandteile unserer Institutskultur. Konstruktive Kritik ist gewünscht und trägt zur Steigerung der Effizienz bei.

Erst im optimierten Zusammenspiel von wissenschaftlich-technologischer Kompetenz („Können“), ausgeprägter Markt- und Kundennähe („Wissen“) sowie der Konzentration aller Akteure auf das Leistbare („Wollen“) entstehen die erfolgreichen Projekte und Produkte des Fraunhofer LBF.

Das Institut unterzieht seine Arbeit der kritischen Prüfung durch seine Kunden und führt regelmäßige Analysen zur Kundenzufriedenheit durch. In analoger Weise wird das Managementsystem in regelmäßigen Abständen durch externe Auditoren nach den Anforderungen der DIN ISO EN 9001:2000 und das Prüflabor nach den Anforderungen der DIN ISO-IEC 17025 überprüft.



**1** Rundgang durch die Versuchshallen des Fraunhofer LBF: Dr. Michael Jöckel (Fraunhofer LBF) erklärt den Ganzfahrzeugprüfstand für adaptive Anwendungen.

*Tour of Fraunhofer LBF's test facilities. Dr. Michael Jöckel (Fraunhofer LBF) explains the full vehicle test stand for adaptive applications.*



**2** Dr. Roland Platz (Fraunhofer LBF) erläutert dem vietnam. Vizepremierminister das Prinzip des Energy Harvesting am Modell.

*Dr. Roland Platz (Fraunhofer LBF) using the model to explain the principle of energy harvesting to the Vietnamese vice prime minister.*

# Ein Jahr im Dialog.

A year of dialog.

## **1 Roadshow „E-Motion“.**

### **“E-Motion” Roadshow.**

Mit steigender Komplexität moderner Produkte gewinnt die Sicherheits- und Zuverlässigkeitsbewertung von Komponenten und Systemen zunehmend an Bedeutung. Mit Blick hierauf veranstalteten der Forum Elektromobilität e.V. und das Fraunhofer LBF am 19. Januar 2011 eine Roadshow, die neue Impulse für zukünftige Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten gab.

## **2 Vietnams Vizepremierminister im Fraunhofer LBF.**

### **Vietnam's Vice Prime Minister at Fraunhofer LBF.**

Auf seinem Weg zum Weltwirtschaftsgipfel in Davos machte Professor Nguyen Thien Nhan, Vizepremierminister der Sozialistischen Republik Vietnam, am 25. Januar Station am Fraunhofer LBF in Darmstadt. Neben den hochmodernen Prüfeinrichtungen interessierten ihn besonders Organisation

und Forschungsmanagement am Fraunhofer LBF. Informationen zum Fraunhofer-Modell erhielt er aus erster Hand von Professor Hanselka. Professor Nhan, der selbst in Deutschland studierte, hat die Gründung der Deutsch-Vietnamesischen Universität nach dem Vorbild der TU Darmstadt initiiert.

## **3 Symposium on Structural Durability.**

### **Symposium on Structural Durability.**

Seit über einem halben Jahrhundert ist Darmstadt das Zentrum der Betriebsfestigkeit. Um diese Kontinuität und die einmalige Bündelung ihrer fachlichen Kompetenz weiterhin bekannt zu machen, haben sich Forschungseinrichtungen und Unternehmen aus Darmstadt zusammengetan und richten im dreijährigen Rhythmus das internationale „Symposium on Structural Durability in Darmstadt SoSDiD“ aus. Das Fraunhofer LBF ist Veranstaltungspartner der ersten Stunde. Die dritte Tagung fand vom 26.-27. Mai statt.



**3** Dr. Thomas Bruder (Fraunhofer LBF, links im Bild) im Gespräch mit Organisatoren und Teilnehmern der dritten SoSDiD-Tagung in Darmstadt. (Foto: MPA, Darmstadt).

Dr. Thomas Bruder (Fraunhofer LBF, left in the picture) talking to organizers and participants of the third SoSDiD conference in Darmstadt. (Photo: MPA, Darmstadt).



**4** Prof. Hanselka (Fraunhofer LBF) und Prof. Buller (Fraunhofer Vorstand Forschungsplanung) sprachen die Schlussworte zum KONGRESS Elektromobilität.

Prof. Hanselka (Fraunhofer LBF) and Prof. Buller (Board of Fraunhofer Research Planning) giving the closing remarks at the Electromobility Congress.



**5** Mehr Komfort für Autos. Mitglieder des Hessischen Landtages beim Rundgang durch das Fraunhofer LBF.

More comfort for automobiles. Members of the Hessian state parliament touring Fraunhofer LBF.

#### **4 KONGRESS Elektromobilität. Electromobility Congress.**

Der „KONGRESS 2011“ vom 31. Mai bis 1. Juni präsentierte Ergebnisse der Fraunhofer-Systemforschung Elektromobilität und innovative Batterietechnologien. In Fachvorträgen stellten hochkarätige Referenten die neuesten Ergebnisse und Erkenntnisse etwa zu technologischen Erfolgsfaktoren der Elektromobilität, sozio-ökonomischen Erfolgsfaktoren, Fahrzeugkonzepten und elektrischem Antriebsstrang vor. Zu den Referenten gehörten Vertreter von Siemens, Volkswagen, Vattenfall, BDI, ADAC und BASF. Exponate – von Einzelkomponenten und Fahrzeugen bis hin zu Simulationsmodellen – rundeten die Veranstaltung ab.

#### **5 Eine Sommerreise. A summer trip.**

Einige Mitglieder des Hessischen Landtages machten auf ihrer Sommerreise am 7. Juli im Fraunhofer LBF Halt, um sich persönlich einen Eindruck von der aktuellen Arbeit, derzeitigen Forschungsprojekten sowie weiteren Planungen zu verschaffen. Insbesondere die Aktivitäten im Bereich Elektromobilität und im Rahmen des LOEWE-Zentrums AdRIA waren dabei von großem Interesse. Karin Wolff, Vorsitzende des Ausschusses für Wirtschaft & Verkehr, und die MdL Dr. Rolf Müller, Aloys Lenz sowie Referent Christian Richter-Ferenczi besuchten bei ihrem Rundgang mit Prof. Hanselka auch die Versuchshalle des Fraunhofer Transferzentrums Adaptronik.



6 Die Ausstellung des Adaptronic Congress 2011 im Darmstadtium. (Foto: Marco Küster, ACM).

The Adaptronic Congress 2011 exhibition at the Darmstadtium (Photo: Marco Küster, ACM).



Foto: Boris Trenkel/Hessische Staatskanzlei 2011

7 Prof. Holger Hanselka (Fraunhofer LBF) mit Staatsminister Axel Wintermeyer (Hessische Staatskanzlei), Hessens Umweltministerin Lucia Puttrich und der Hessischen Wissenschaftsministerin Eva Kühne-Hörmann (v.l.n.r.). (Foto: Boris Trenkel).

Prof. Holger Hanselka (Fraunhofer LBF) with Minister of State Axel Wintermeyer (Hessian State Chancellor), Hessian's Minister of the Environment Lucia Puttrich and the Hessian Minister of Science Eva Kühne-Hörmann (from left to right) (Photo: Boris Trenkel).

# Ein Jahr im Dialog.

A year of dialog.

## 6 Spitzentechnologien brauchen Spitzenkommunikation.

**Leading-edge technology requires leading-edge communication.**

Der internationale Adaptronic Congress fand 2011 erstmals in Darmstadt statt. Vom 7. bis 8. September kamen Besucher aus ganz Europa zu dem 2-tägigen, internationalen Dialogforum mit begleitender Fachausstellung ins Kongresszentrum Darmstadtium. Dort wurden neueste Entwicklungen rund um die Schlüsseltechnologie Adaptronik präsentiert. Das Fraunhofer LBF zeigte einen VW Passat mit aktiver Entkopplung von Fahrwerksbauteilen und ein Batteriegehäuse für Prototypen und Kleinstserien von Elektrofahrzeugen. Weitere Exponate demonstrierten Systeme zur Schwingungsisolierung (Labortisch), „smarte“ Komponenten oder Piezoprüftechnik. In zahlreichen interessanten Gesprächen wurden Trends und Ideen ausgetauscht.

## 7 Hessen denkt Zukunft.

**Hessen focuses on the future.**

„Strom bewegt“ – unter diesem Motto bewirbt sich das Land Hessen beim Bund darum, Schaufensterregion für Elektromobilität zu werden. Hessen hat sich in Berlin als Vorreiter bei der Elektromobilität vorgestellt: 17 Aussteller präsentierten am 8. und 9. September ihr gebündeltes Technologiewissen und konnten sich damit bei der Zielgruppe der Entscheider positionieren. Nicht zuletzt durch das Engagement des Fraunhofer LBF ist Elektromobilität in Hessen bereits heute erlebbar.

## 8 Jubiläum der Radprüfer.

**Anniversary for wheel testers.**

Anwender der „ZWARP“-Technologie des Fraunhofer LBF kamen am 2. November zum 10. ZWARP Users Meeting nach Darmstadt. Die internationalen Teilnehmer tauschen seit Jahren ihre Erfahrungen aus, lernen Neues von den Entwicklern, voneinander und pflegen ein enges Netzwerk. Kurzvorträge zu den neuesten Entwicklungen in der Räderprüfung inspirierten zu zahlreichen Gesprächen und Diskussion.



**9** Johannes Käsgen erläuterte den Teilnehmern des Workshops die LBF-Leistungen am Fraunhofer Konzeptfahrzeug Frecc0.

*Johannes Käsgen explains LBF's accomplishments with the Fraunhofer concept vehicle Frecc0 to participants of the workshop.*

**10** Moderator Prof. Lorke (Land Hessen), Diskutanten Prof. T. Melz (Fraunhofer LBF), Dr. J. Ackermann (Evonik Industries), Dr. A. Gebauer-Teichmann (VW Baunatal), M. Moeschfeld (FINE Mobile).

*Moderator Prof. Lorke (State of Hessen), discussion participants Prof. T. Melz (Fraunhofer LBF), Dr. J. Ackermann (Evonik Industries), Dr. A. Gebauer-Teichmann (VW Baunatal), M. Moeschfeld (FINE Mobile).*

**11** Unterhaltsam und gleichzeitig einprägsam vermitteln 12 interaktive Module Einblicke in die Vergangenheit und in die Zukunft der Mobilität.

*Twelve interactive modules give insight into the past and future of mobility in an entertaining and simultaneously memorable manner.*

## 9 Systemzuverlässigkeitsanalyse an Elektrofahrzeugen.

### System reliability analysis in electric vehicles.

Über den breiten Erfolg der Elektromobilität wird die Kundenakzeptanz entscheiden. Die Sicherheit und Zuverlässigkeit der kommenden Fahrzeuggenerationen ist in diesem Zusammenhang gleichwertig zu den Faktoren Komfort und Preis einzuordnen. Im Workshop „Lastdaten für die Betriebsfestigkeits- und Systemzuverlässigkeitsanalyse von Elektrofahrzeugen“ des Forum ElektroMobilität e.V und des Fraunhofer LBF am 30. November wurden aktuelle Fragestellungen der Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit von Elektro- und Hybridfahrzeugen diskutiert. Im Fokus standen dabei die für Auslegung, Test oder Prüfung zugrunde gelegten Lastdaten. Die dahinter stehenden Themen sind vielschichtig und reichen von der rechnerischen und messtechnischen Lastdatenermittlung über die Lastdatenanalyse bis hin zur Korrelation von Belastungsart und Schädigungsmechanismen. Referenten aus Industrie und Forschung berichteten über aktuelle Ergebnisse und Erfahrungen. Auf Basis ihrer Impulsvorträge stand der Fachdialog zwischen den Experten im Mittelpunkt der Veranstaltung.

## 10 Leichtbau für Produkte von morgen.

### Lightweight construction for products of tomorrow.

Auf dem „Hessischen Transferforum - mit Innovationen Zukunft sichern“ stellte sich das Fraunhofer LBF dem Thema „Ist weniger mehr? – Leichtbau für die Produkte von morgen“. Am 5. Dezember diskutierten auf Einladung des Landes Hessen bei der IHK Frankfurt hochkarätige Fachleute über relevante Zukunftsthemen in Hessen.

## 11 Der Mobilität von morgen auf der Spur.

### On the tracks of the mobility of tomorrow.

Am 7. Dezember eröffnete der Hessische Staatsminister Axel Wintermeyer die Ausstellung „Antrieb Zukunft“ im Fraunhofer LBF. Sie ist im Rahmen der Fraunhofer Systemforschung Elektromobilität entstanden und war bisher ausschließlich in Berlin zu sehen. Nun führt sie in Darmstadt entlang der wichtigsten Meilensteine aus über hundert Jahren Elektromobilität direkt zu den Innovationen von Fraunhofer. Die Ausstellung wird durch Exponate aus den Laboren des Fraunhofer LBF ergänzt. Die Darmstädter Forscher zeigen u.a. Leichtbaulösungen mit hoher Funktionsintegration, einen Radnabenmotor mit Messtechnik und vieles mehr.



*Prof. Dr. rer. nat. Ulrich Buller  
(Vorstand Forschungsplanung  
der Fraunhofer Gesellschaft)*



*Die LBF Jazz-Combo: Dr. rer. nat.  
Jürgen Nuffer, Johanna Fleckenstein,  
Andreas Friedmann*

# Ein Jahr im Dialog.

A year of dialog.

LEISTUNG  
BEGEISTERUNG  
FORTSCHRITT

## Ein Jahrzehnt der Dynamik:

### Zwischenbilanz nach zehn Jahren Institutsleitung.

Mit Wegbegleitern aus Politik, Wirtschaft und Forschung feierte das Fraunhofer LBF im November 2011 im Jagdschloss Kranichstein. Dazu gab es gleich zwei Anlässe: Vor 10 Jahren übernahm Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka die Institutsleitung am Fraunhofer LBF. Zugleich feierte er am 4. 11. 2011 seinen 50. Geburtstag. Die positive Entwicklung der vergangenen zehn Jahre soll auch Ansporn für die Zukunft sein. Mit Leistungsfähigkeit und Leidenschaft, mit bekannten Wegbegleitern und neuen Partnern will das LBF-Team auch in Zukunft Innovationen schaffen und Fortschritt gestalten.

## A decade of dynamics:

### An interim report after 10 years of Institute management.

Fraunhofer LBF celebrated this anniversary with partners from politics, business and research at the Kranichstein Hunting Lodge. There were two things to celebrate: Prof. Hanselka took on the position as Director of the Institute ten years ago and, at the same time, on Nov. 4th 2011 he celebrated his 50th birthday. The positive retrospection on this day of celebration and the developments of the past ten years are to be an incentive for the future. With efficiency and passion, with long-standing companions and new partners, the experienced Fraunhofer LBF team wants to make progress and to create successful innovations in the future as well.



*Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka  
mit Familienmitgliedern*



Prof. Dr. Hans Jürgen Prömel  
(Präsident der Technischen  
Universität Darmstadt)



Dr. phil. nat. Ursula Eul  
(Leiterin Strategisches  
Management, Fraunhofer LBF)

Staatsministerin Eva Kühne-Hörmann (Hessisches  
Ministerium für Wissenschaft und Kunst)



Prof. Dr.-Ing. Johann-Dietrich Wörner (Vorstandsvorsitzender  
des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt)



Überraschungsgast:  
Frau Louise, Schlossver-  
waltergattin anno 1900



*Transferzentrum Adaptronik.  
Adaptronics Transfer Center.*

NEUE PERSPEKTIVEN | NEW PROSPECTS

# Sonderversuchsstände im Transferzentrum Adaptronik.

Special test stands at the Adaptronics Transfer Center.

Contact: Michael Matthias · Telephone: +49 6151 705-260 · [michael.matthias@lbf.fraunhofer.de](mailto:michael.matthias@lbf.fraunhofer.de)

**Im November 2010 wurde das Transferzentrum Adaptronik TZA des Fraunhofer LBF eröffnet und wird seitdem für Kooperationsprojekte genutzt, insbesondere mit Projektpartnern aus der Wirtschaft. Neben Büros, Werkstätten und Laboren stehen seit Mitte 2011 drei neuartige Prüfstände zur experimentellen Simulation strukturdynamischer Vorgänge zur Verfügung.**

## **1. VaSA – Versuchseinrichtung für aktive Systeme im Antriebsstrang**

Für neuartige Kupplungssysteme oder Tilger, die Dreh-schwingungen in Antriebssträngen reduzieren, sind spezielle Entwicklungsumgebungen gefragt, die im Betrieb auftretende Zustände und Schwingungen experimentell nachbilden. Vor diesem Hintergrund entstand VaSA, die **V**ersuchseinrichtung für **a**ktive **S**ysteme im **A**ntriebsstrang. Dank des modularen Aufbaus lassen sich die Einzelkomponenten unterschiedlich konfigurieren.

Als Antriebseinheiten dienen ein Verbrennungsmotor und ein Elektromotor. Zur Wandlung der eingespeisten Leistung sind zwei elektrodynamische Bremssysteme (Abtriebsmaschinen) vorhanden. Dazwischen kann ein Antriebsstrang, bestehend aus Kupplungen, Getriebe und Differential, geschaltet werden.

Je nach Anwendungsfall lassen sich aus den einzelnen Teilkomponenten angepasste Aufbauten mit verminderter Komplexität erstellen. Bei der Entwicklung des Antriebsstrangversuchsstands wurde bewusst zu Gunsten einer vereinfachten Handhabbarkeit auf die Möglichkeit der Abbildung realer im PKW und Nutzfahrzeugbereich auftretender Betriebslasten verzichtet. Komplementär zu diesem vereinfachten Versuchsstand stehen im LBF komplexe Prüfstände zur Simulation realer Betriebslasten zur Verfügung.

Der Versuchsstand ist ein Entwicklungstool für aktive Komponenten in konventionellen und in hybriden Antriebskonzepten. Auf dem Antriebsstrangversuchsstand werden unter anderem Systeme getestet, die einen Einfluss auf das Schwingungsverhalten eines gesamten Antriebsstranges oder einzelner Teilkomponenten in einem Antriebsstrang haben. Außerdem werden neuartige Kupplungssysteme auf Basis magnetorheologischer Flüssigkeiten untersucht. Weiterhin ist es möglich, hybride Antriebskonzepte, die im Rahmen der Elektromobilität entwickelt werden, darzustellen.

Steuerung und Software der flexiblen Versuchseinrichtung sind Eigenentwicklungen des Fraunhofer LBF.



*Prüfstand zur Vermessung von Rotationsschwingungssystemen.  
Test stand for the determination of rotational vibration systems.*



*VaSA - Versuchseinrichtung für aktive Systeme im Antriebsstrang.  
VaSA - test facility for active systems in power trains.*

**Fortsetzung auf Seite 26 →**  
**To be continued on page 26 →**

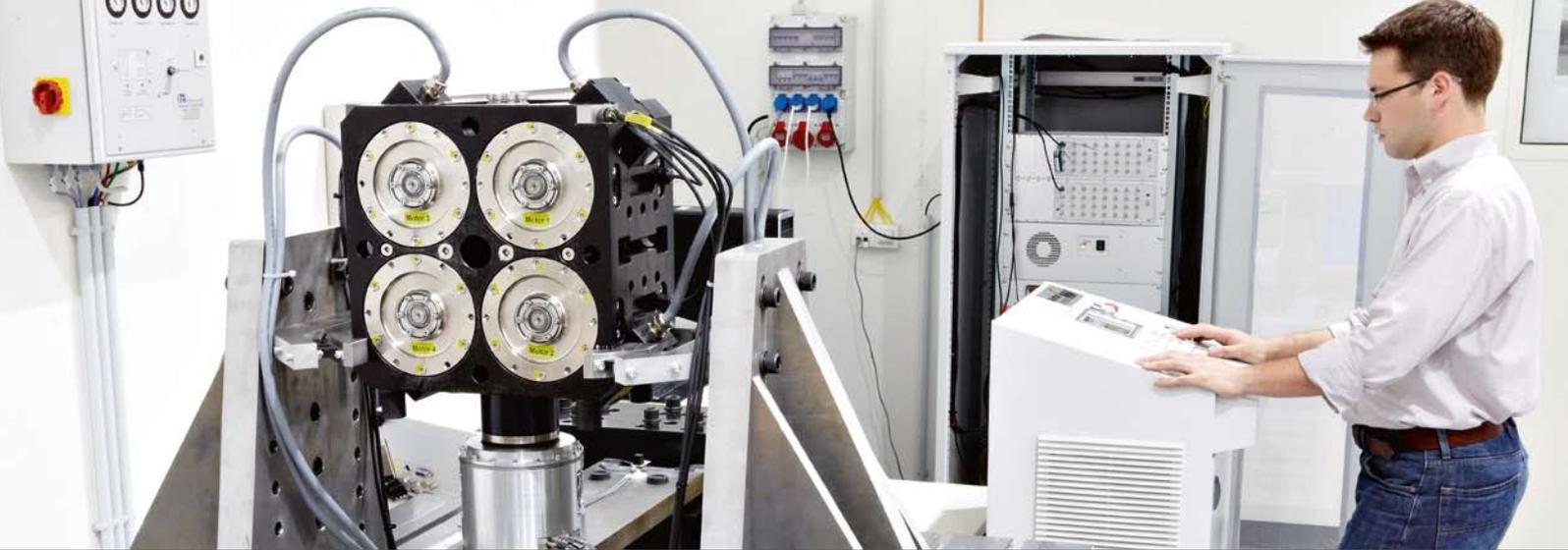
## **2. Prüfstand zur Vermessung von Rotationsschwingungssystemen**

Rotationsschwingungsdämpfer und -tilger werden vor allem zur Reduktion von Torsionsschwingungen an drehenden Wellen u.a. in den Bereichen des Automobil- und Maschinenbaus eingesetzt. Bei entsprechend ausgelegter Dämpfung bieten passive Systeme Vorteile bei konstanter Drehzahl bzw. in einem konstanten Drehzahlbereich oder beim Durchfahren von Resonanzen während eines Hochlaufs. Eine aktive Beeinflussung passiver Systeme kann ihr Einsatzspektrum erweitern, z. B. durch eine aktiv veränderbare Arbeitsfrequenz. Sowohl im passiven als auch im aktiven Fall ist die genaue Kenntnis des dynamischen Verhaltens des Dämpfers oder des Tilgers eine Grundvoraussetzung für ihren Einsatz. Das Fraunhofer LBF verfügt über einen neuartigen Prüfstand zur dynamischen Charakterisierung, also der Ermittlung von Resonanzfrequenz und Dämpfung derartiger Rotationssysteme. Im Vergleich zu alternativen Prüfständen ist durch den Einsatz von elektrodynamischen Schwingerreger eine hohe Prüffrequenz möglich. Über die im Prüfstand vorgesehenen Messstellen wird die Analyse des Schwingverhaltens des Rotationssystems ermöglicht. In Ergänzung mit einer umfangreichen Messausrüstung (u.a. Laservibrometrie und Stereokamerasystem) kann der Prüfab-

lauf flexibel an unterschiedliche Messaufgaben angepasst werden. So werden in Projekten mit industriellen Partnern über eine bloße dynamische Charakterisierung hinaus auch Betriebsuntersuchungen an rotatorisch angeregten Systemen durchgeführt.

## **3. Funktionsdemonstrator Motorlager**

Um am Fraunhofer LBF bereits bestehende Kompetenzen im Bereich aktiver Lagerungen von Aggregaten weiter auszubauen und die Leistungsfähigkeit erarbeiteter Lösungen nachweisen zu können, steht im Transferzentrum Adaptronik eine experimentelle Entwicklungsumgebung für aktive Lagerungssysteme zur Verfügung. Diese zeichnet sich durch eine starke Abstraktion der realen Anwendung bei gleichzeitig realistischen Bauteilbeanspruchungen aus und ermöglicht es somit, grundsätzliche Untersuchungen am Gesamtsystem unter realen Lasten vornehmen zu können. Für das Fraunhofer LBF wurde hierdurch eine bisherige Lücke zwischen idealisierten Versuchsaufbauten im Labormaßstab und der Funktionserprobung am realen System geschlossen. Eine wesentliche Komponente der Entwicklungsumgebung ist ein Unwuchterreger, durch den sowohl die auf das Lager wirkenden statischen Vorlasten als auch die Anregung durch das jeweilige Aggregat im Versuch simuliert werden.



*Motorlagerversuchsstand.  
Engine mounting test stand.*

Contact: Michael Matthias · Telephone: +49 6151 705-260 · michael.matthias@lbf.fraunhofer.de

Mit diesem Gerät können harmonische Schwingungen in drei Raumrichtungen in einem Frequenzbereich bis 200 Hz erzeugt werden. Die Schwingungsamplituden können während des Betriebs stufenlos verstellt werden. Die maximale Kraftamplitude bei 200 Hz beträgt 20 kN, so dass bei einer zu bewegenden Masse von 200 kg noch eine Wegamplitude von über 60 µm erreicht wird. Eine weitere wesentliche Komponente des Versuchsaufbaus ist ein Schwingfundament, das die einzelnen Teilsysteme aufnimmt. Da das dynamische Verhalten des Demonstrators innerhalb des Betriebsbereiches durch das Fundament nicht beeinflusst werden soll, wurde das Fundament derart ausgelegt, dass alle Starrkörpermoden bei Frequenzen unterhalb von 5 Hz und alle elastischen Moden erst bei Frequenzen oberhalb von 550 Hz auftreten. Um das gewünschte Verhalten zu erreichen, wurde das Fundament als eine mit Mineralguss gefüllte Schweißkonstruktion ausgeführt, deren konstruktive Ausgestaltung durch umfangreiche numerische und experimentelle Untersuchungen begleitet wurde.

**Customer Benefits** The new test stands presented here allow for an experimental simulation of structurally dynamic processes and the effects of adaptronic systems for vibrations reduction in important application areas in the field of adaptronics. Fraunhofer LBF has additional important tools available with this to enable a better transfer of adaptronic solutions to commercial products.

.....  
**Summary** With the objective of transferring new solution approaches in vibration reduction to commercial products, special test stands were developed at the Adaptronic Transfer Center to bridge a gap between ideal test setups with laboratory standards and function tests on the real system. This particularly applies to adaptronic products that, due to their mode of operation, have a high degree of interaction with the dynamic behavior of each of the target applications. The new test stands focus on the applications of vibration reduction systems and new types of clutches in power trains, the characterization of rotational vibration dampers as well as on measures for testing active bearings.



*Unwuchterreger.  
Unbalance exciter.*



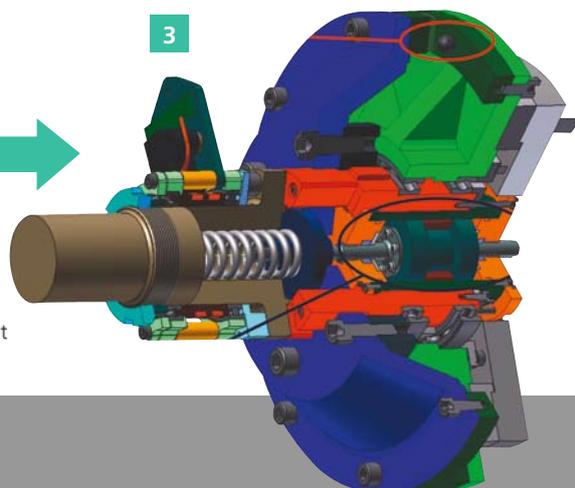
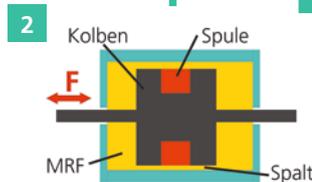
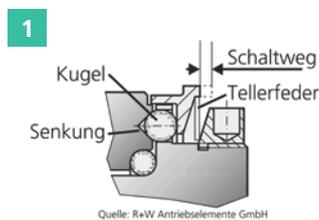
*Stephan Tretner,  
Netter Vibration  
GmbH.*

„Als Spezialist für Vibrationsantriebe wurde Netter Vibration mit der Entwicklung und Fertigung eines speziellen Unwuchterregers für den Motorlagerversuchsstand betraut. Die Kombination aus unserem vibrationstechnischem Know-how, der wissenschaftlichen Unterstützung durch das Fraunhofer LBF sowie deren exzellente messtechnische Ausstattung ermöglichte eine Lösung an der Grenze des technisch Machbaren.“

Für uns ist das Fraunhofer LBF seither ein wichtiger Ansprechpartner, den wir auch gerne an unsere Kunden weiterempfehlen.“

„As a specialist for vibration drives, Netter Vibration was responsible for the development and manufacture of a special unbalance exciter for the engine mounting test stand. The combination of our technical knowledge of vibrations, the scientific support of Fraunhofer LBF as well as their excellent measurement equipment made a solution possible that borders on the technically feasible.“

Since then, Fraunhofer LBF has become a very important contact for us, one whom we gladly recommend to our customers.“



NEUE PERSPEKTIVEN | NEW PROSPECTS

# Neuartiges Kupplungsprinzip.

New coupling principle.

Contact: Marco Jackel · Telephone: +49 6151 705-8274 · marco.jackel@lbf.fraunhofer.de

Magnetorheologische Flüssigkeiten (MRF) sind Suspensionen aus einer Trägerflüssigkeit und ferromagnetischen Partikeln. Unter Einfluss eines Magnetfeldes bilden sich Festkörperbrücken, die zu einer Erhöhung der übertragbaren Schubspannung führen. Kommerziell werden MRF unter anderem in einstellbaren Dämpfern und in Kupplungen eingesetzt. Diese Kupplungen werden hauptsächlich als Glocken- oder Scheibenkupplungen ausgeführt. In einem Spalt zwischen zwei Scheiben/Glocken, von denen eine mit der Eingangs- und eine mit der Ausgangswelle verbunden ist, befindet sich die MRF. Unter Einfluss eines Magnetfeldes kann die Viskosität der MRF und damit das Übertragungsverhalten beeinflusst werden.

Aus der Kombination der Technologien von MRF-Dämpfern und mechanischen Kugelsicherheitskupplungen resultiert ein neuartiges Kupplungsprinzip.

Das neue Prinzip „MRF-Kugelsicherheitskupplung“ ist die Kombination aus einer Kugelsicherheitskupplung und axialem MRF-Aktor. Bei mechanischen Kugelsicherheitskupplungen (Abb. 1) wird das Drehmoment über Kugeln übertragen, die über Tellerfedern in Senkungen gehalten werden. Je stärker die Federkraft, desto höher das Auslösemoment der Kupplung. Bei der MRF-Kugelsicherheitskupplung wird diese Haltekraft von einem axialen

MRF-Aktor (Abb. 2) geliefert. Eine Spule erzeugt im Spalt ein Magnetfeld und verhindert so ein Fließen der MRF durch den Spalt.

Als Funktionsdemonstrator wurde am Fraunhofer LBF ein Drehmomentschlüssel aufgebaut, der das Potential des Kupplungskonzepts bestätigt. Weiterhin wurde im Rahmen der Fraunhofer Systemforschung Elektromobilität (FSEM) eine auf diesem Kupplungsprinzip basierende 700 Nm-Sicherheitskupplung (Abb. 3) für die Motor-Generator-Einheit des Versuchsfahrzeugs AutoTram entwickelt. Erste Funktionstests auf einem Prüfstand lieferten vielversprechende Ergebnisse.

Die Vorteile gegenüber herkömmlichen Sicherheitskupplungen sind das im laufenden Betrieb einstellbare Auslösemoment der Kupplung und die NOT-AUS-Funktion. Potentielle Einsatzgebiete für die MRF-Kugelsicherheitskupplung sind schnell schaltende Sicherheitskupplungen zum Beispiel in Werkzeugmaschinen, Fördereinrichtungen oder für automobiler Anwendungen.



Foto: Thomas Bruder

NEUE PERSPEKTIVEN | NEW PROSPECTS

# Zentrum für Systemzuverlässigkeit mit Schwerpunkt Elektromobilität ZSZ-e.

Center for system reliability with emphasis on Electromobility ZSZ-e.

Contact: Rüdiger Heim · Telephone: +49 6151 705-283 · [ruediger.heim@lbf.fraunhofer.de](mailto:ruediger.heim@lbf.fraunhofer.de)  
Dr.-Ing. T. Bruder · Telephone: +49 6151 705-285 · [thomas.bruder@lbf.fraunhofer.de](mailto:thomas.bruder@lbf.fraunhofer.de)

## Zusammenfassung der Systemzuverlässigkeitsaktivitäten am Fraunhofer LBF.

Die zunehmende Komplexität technischer Systeme – speziell durch die Verknüpfung von Aktoren, Sensoren, Regelung, Software und weiteren Komponenten – macht es notwendig, anspruchsvolle Methoden und Verfahren zur Behandlung von Zuverlässigkeitsaspekten zu entwickeln und für die Anwendung zur Verfügung zu stellen.

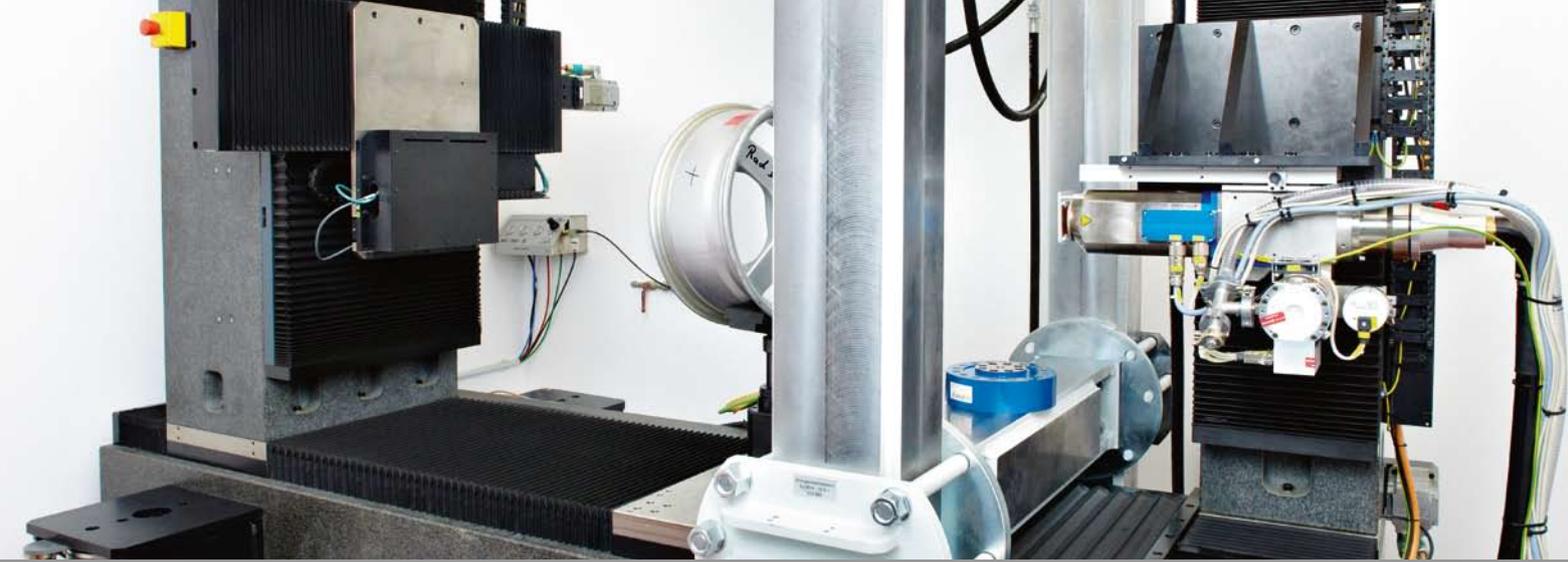
Mit der Elektrifizierung des Antriebsstrangs von emissionsfreien bzw. –reduzierten Straßenfahrzeugen werden solche Systeme – Beispiele hierfür sind elektrochemische Energiespeicher oder elektrische Antriebsmaschinen einschließlich deren Leistungselektronik – erstmals umfangreich in der Fahrzeugindustrie eingeführt und verlangen damit nach neuen Methoden für die Absicherung von Funktionssicherheit, Verfügbarkeit und Wartungsfähigkeit.

Die seit 2001 am Fraunhofer LBF entwickelten Kompetenzen in der Systemzuverlässigkeit sind die Basis für die Arbeiten in einem neuen Projekthaus, das mit Mitteln des Landes Hessen und des Bundes am Institutszentrum in Darmstadt-Kranichstein bis Ende 2013 entstehen wird. In unmittelbarer Nähe zu den anderen Gebäuden des Fraunhofer LBF wurde

in 2011 ein weiteres viergeschossiges Gebäude einschließlich des Grundstücks angekauft, das aktuell umgebaut und auf die Randbedingungen auch eines anspruchsvollen, experimentellen Umfelds ausgerichtet wird.

Hier entstehen Laborprüfeinrichtungen, die insbesondere gekoppelte Belastungen elektrischer, mechanischer sowie thermischer Natur abbilden werden. Dabei können beispielsweise auf einem Hexapod-Schwingtisch Komponenten und Baugruppen bis zu einer Masse von einer Tonne multiaxial und mit hohen Prüffrequenzen angeregt werden. In der Betriebslastensimulation von Hochvolt-Fahrzeuggatterien werden dieser Schwingungsanregung dann zusätzlich elektrische Lastzyklen sowie Zeitverläufe für Temperatur und Luftfeuchte überlagert. Für einen unter allen Umständen sicheren Prüfbetrieb werden entsprechende Sicherheitseinrichtungen vorgesehen.

Die zu jedem Entwicklungsschritt passende Testumgebung wird mittels XiL-Methoden zur Verfügung gestellt, d. h. die Kombination echter Prüfobjekte mit virtuellen Teilmodellen erlaubt die Nutzung von »in-the-loop«-Prüfszenarien, beispielsweise auch zum Testen von Regelungsstrategien.



NEUE PERSPEKTIVEN | NEW PROSPECTS

# Micro CT lässt tief blicken.

Micro CT provides deep insight.

Contact: Oliver Schwarzhaupt · Telephone: +49 6151 705-490 · [oliver.schwarzhaupt@lbf.fraunhofer.de](mailto:oliver.schwarzhaupt@lbf.fraunhofer.de)

Zerstörungsfreie Prüfung spielt sowohl in der Industrie als auch in der Wissenschaft eine große Rolle. Die Durchleuchtung von Materialien unter Last zur Beurteilung ihrer inneren Beschaffenheit, ist ein wichtiger Methodenbaustein in der Charakterisierung des Materialverhaltens. Aussagen über Fertigungsqualität und Materialbeschaffenheit können getroffen sowie Fehler und Schäden detektiert werden. Insbesondere Einschlüsse und Schädigungen im Werkstoff oder Bauteil haben großen Einfluss auf dessen Festigkeit und Lebensdauer.

Das neue System im Fraunhofer LBF wurde mit dem Fraunhofer Entwicklungszentrum für Röntgentechnik EZRT in Fürth entwickelt und speziell für die Röntgenuntersuchung von Kunststoffproben und Leichtmetallen konstruiert. Die Untersuchungen dienen der Schadenserkenkung, der Bewertung integrierter Subsysteme, wie z. B. Aktuatoren oder Sensoren, der Bewertung der Fertigungsqualität sowie der Prüfung unter Last, also im realen Einsatzfall. Durch den Einsatz einer Microfocus-Transmissionsröntgenröhre kann eine Detailauflösung von unter 1 µm erreicht werden. Gleichzeitig wird durch die Beschleunigungsspannung von bis zu 160 kV eine Strahlungsdurchdringung von bis zu 300 mm bei Kunststoffen möglich. Sehr kleine Objekte können ebenso durchleuchtet werden, wie Objekte, die größer als der

Detektor (200 mm x 200 mm) sind – bis zu einer Größe von ca. 800 mm x 600 mm.

Die Röntgenröhre, der Detektor und das Untersuchungsobjekt können in mehreren Achsen gegeneinander verfahren werden, so dass sich auch zusätzliche Untersuchungsverfahren wie die Tomosynthese (Laminographie), Helix-CT oder Messfelderweiterungen durchführen lassen.

Weltweit einmalig ist das Lastrahmenkonzept für die Prüfung unter Last bis zu 250 kN. Es bietet die Möglichkeit, Proben unter Zug-, Druck- oder Biegebelastung einer Röntgenuntersuchung zu unterziehen. Dies ist besonders dann wichtig, wenn sich Brüche im Inneren der Probe nach Entlastung wieder schließen und nicht mehr nachweisbar sind. Diese Konzeptionierung ist hier erstmalig umgesetzt und stößt auf großes Interesse.

Von dem neuen Computer Tomograph können alle Branchen, die sich mit Material- und Schadensanalyse beschäftigen, profitieren. Kenntnisse über den Zustand des Werkstückes im Inneren zu haben, ohne es dafür zu zerstören, ist von hohem Wert. Sowohl die metallographische Untersuchung von Gußteilen über Leichtmetalle bis hin zu Schweißproben, sowie die Bestimmung von Faserorientierung in faserverstärkten Kunststoffproben lassen sich durchführen.



NEUE PERSPEKTIVEN | NEW PROSPECTS

# Vom Molekül zum Bauteil und wieder zurück.

From the molecule to the component and back.

Contact: Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka · Telephone: +49 6151 705-0 · [info@lbf.fraunhofer.de](mailto:info@lbf.fraunhofer.de)

Zukünftig wird das Fraunhofer LBF in Bezug auf Polymerprodukte die gesamte Wertschöpfungskette vom Molekül zum Bauteil, von der Materialentwicklung für funktionale und konstruktive Anwendungen bis zur Freigabe von kompletten Systemen abdecken können. „Und wieder zurück“? Hier geht es um die Rückverfolgung der Schadensursachen. Bei Metallen konnte das Institut bereits in der Vergangenheit viele aufschlussreiche Analysen hinsichtlich Gefüge und Fertigungsprozess erstellen. Bei Kunststoffen sind wir nun in der Lage, den Schaden noch weiter zurück bis zu den Ursachen in der Materialentwicklung zu verfolgen.

Die Thematik der Kunststoffe hat das Fraunhofer LBF bereits im Jahre 2002 durch den Aufbau des Kompetenzzentrums Betriebsfester Leichtbau zukunftsweisend in seinem Portfolio verankert. Mit der Integration des heutigen Deutschen Kunststoff Instituts DKI zum 1. Juli 2012 als Institutsteil „Konstruktions- und Funktions-Kunststoffe“ entwickelt das Fraunhofer LBF im Bereich der Kunststoffe diese Strategie konsequent weiter. Dies ist besonders im Hinblick auf Leichtbau, Sicherheitskomponenten und Funktionsintegration für das Fraunhofer LBF von besonderer Bedeutung.

Im Bereich der Kunststoffe findet ein maßgeblicher Teil der Wertschöpfung in den frühen Phasen, der Polymersynthese,

der Material- und Verfahrensentwicklung statt. Durch die Integration des DKI in das Fraunhofer LBF kann künftig die komplette Wertschöpfungskette kompetenzseitig abgedeckt und damit das Angebot an den Markt wesentlich umfangreicher und attraktiver gestaltet werden. Ein Kunststoffbauteil, das bei Bedarf als funktionsintegriertes Element realisiert wird, kann dann als Teil eines z. B. automotiven Systems von der Polymerchemie über die Materialsynthese zum kunststoffgerechten Fertigungsprozess entwickelt, qualifiziert und etwa im Ganzfahrzeugprüfstand frei geprüft werden.

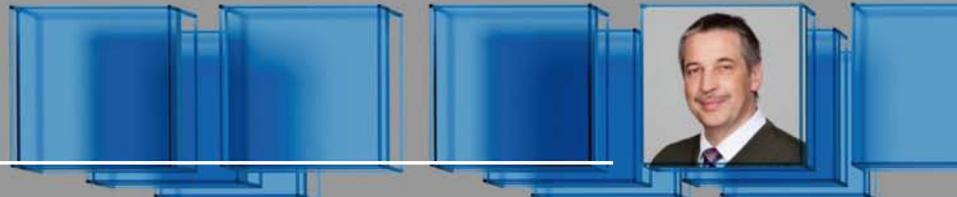
Gleichzeitig ermöglicht die Verfügbarkeit von Know-how und Technologie aus der Material- und Verfahrensentwicklung den systematischen, gemeinsamen Ausbau der Kompetenzen auf dem Gebiet der polymeren Funktionswerkstoffe und funktionalen Multimaterialsysteme sowie der Funktionsintegration. Die rasante Entwicklung im Bereich der Elektromobilität, der verstärkte Trend zum Leichtbau oder die Entwicklung von smarten Materialien eröffnen weitere neue Marktpotenziale für Konstruktions- und Funktions-Kunststoffe.

Durch die neuen Synergien kann das Fraunhofer LBF seinen Kunden neue Wettbewerbsvorteile bieten.

**DAS FRAUNHOFER LBF MANAGEMENT TEAM**  
**FRAUNHOFER LBF MANAGEMENT TEAM**

**Bauteilgebundenes Werkstoffverhalten**  
**Component Related Material Behavior**

Dr.-Ing. H. Kaufmann  
+49 6151 705-345  
heinz.kaufmann@lbf.fraunhofer.de



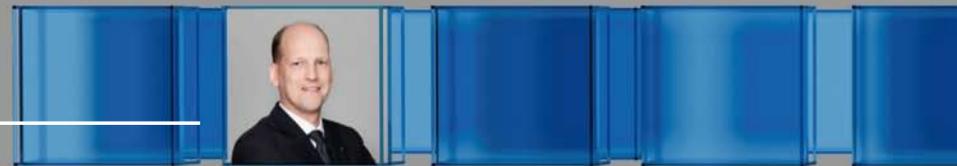
**Betriebsfester Leichtbau**  
**Lightweight Structures**

Prof. Dr.-Ing. A. Büter  
+49 6151 705-277  
andreas.bueter@lbf.fraunhofer.de



**Betriebslastensimulation und Bewertung**  
**Service Load Simulation and Evaluation**

Dipl.-Ing. M. Wallmichrath  
+49 6151 705-467  
marc.wallmichrath@lbf.fraunhofer.de



**Institutsleiter**  
**Director of Institute**

Prof. Dr.-Ing. H. Hanselka  
+49 6151 705-222  
holger.hanselka@lbf.fraunhofer.de



**CAX-Technologien**  
**CAX-Technologies**

Dr.-Ing. T. Bruder  
+49 6151 705-285  
thomas.bruder@lbf.fraunhofer.de



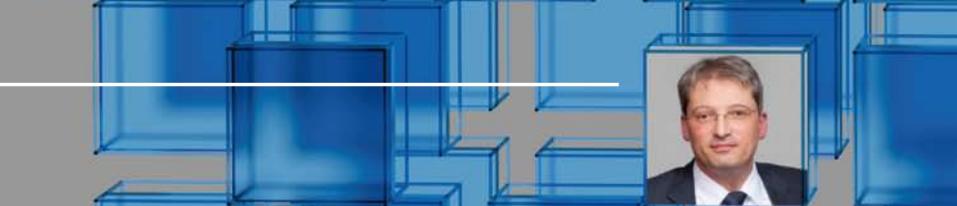
**Datenanalysen und**  
**Radbezogene Komponenten**  
**Data Analyses and Wheel-Related**  
**Components**

Dipl.-Ing. R. Heim  
+49 6151 705-283



**Mechatronik / Adaptronik**  
**Mechatronics / Adaptronics**

Prof. Dr.-Ing. T. Melz  
+49 6151 705-252  
tobias.melz@lbf.fraunhofer.de



**Systemzuverlässigkeit und**  
**Maschinenakustik (TU Darmstadt)**  
**System Reliability and Machine**  
**Acoustics (TU Darmstadt)**

Dr.-Ing. J. Böes  
+49 6151 1669-30  
boes@szm.tu-darmstadt.de



**MPM / Technische Leitung  
MPM / Technical Management**

Dipl.-Ing. H. Leimann  
+49 6151 705 -433  
heinrich.leimann@lbf.fraunhofer.de

---



**Strategisches Management  
Strategic Management**

Dr. phil. nat. U. Eul  
+49 6151 705 -262  
ursula.eul@lbf.fraunhofer.de

---



**Strategisches Controlling  
Strategic Controlling**

Dipl.-Betriebswirt P. Betzholz  
+49 6151 705 -233  
peter.betzholz@lbf.fraunhofer.de

---



**Öffentl. Auftraggeber  
Public Private Partnership**

Prof. Dr.-Ing. T. Bein  
+49 6151 705 -463  
thilo.bein@lbf.fraunhofer.de

---



**Industrie und Verbände  
Industry and Associations**

Prof. Dr.-Ing. C.M. Sonsino  
+49 6151 705 -244  
c.m.sonsino@lbf.fraunhofer.de

---





### Sehr geehrte Geschäftspartner und Freunde des Fraunhofer LBF, liebe Leser,

in zunehmendem Maße werden die Leistungen unserer Kompetenzträger auch international nachgefragt. FuE-Innovationen aus Hessen finden weltweit Beachtung. Das Know-how der LBF Wissenschaftler wird gleichermaßen in Forschungsk Kooperationen wie von der Industrie geschätzt. Von unseren Mitarbeitern wird damit nicht nur exzellentes Fachwissen sondern auch zunehmend interkulturelle Kompetenz gefordert. Die Internationalisierung ist ein Element des gemeinsam mit allen Führungskräften vorangetriebenen Strategieprozesses. Es ist unser erklärtes Ziel, die Kunden des LBF auch in ihren internationalen Märkten zu begleiten und unsere Aktivitäten entsprechend gesteuert auszubauen. Das strategische Management begleitet und unterstützt diese Prozesse.

Ein weiteres Ziel ist die nachhaltige Stärkung unserer Führungsposition in den Kernkompetenzen Betriebsfestigkeit, Adaptronik und Systemzuverlässigkeit. Hierbei wurden im zurückliegenden Geschäftsjahr erneut erfreuliche Fortschritte erzielt, die sich in den anspruchsvollen Projekten aber auch in Investitionen widerspiegeln.

In diesem Bericht stellen wir gleich mehrere neue Versuchseinrichtungen und Prüfstände des Fraunhofer-Transferzentrums Adaptronik vor, die unseren Kunden seit Mitte 2011 für die experimentelle Simulation strukturdynamischer Prozesse zur Verfügung stehen, etwa eine Versuchseinrichtung für aktive Systeme im Antriebsstrang oder eine Entwicklungsumgebung für aktive Lagersysteme.

Erweiterte Möglichkeiten für die Analyse und Bewertung der Zuverlässigkeit und Funktionssicherheit komplexer Baugruppen und Systeme unter gekoppelter mechanischer, elektrischer und thermischer Belastung werden die Prüfeinrichtungen im neuen Zentrum für Systemzuverlässigkeit mit Schwerpunkt Elektromobilität ZSZ-e bieten, das sich derzeit im Aufbau befindet.

Für die zerstörungsfreie Material- und Schadensanalyse von Kunststoffproben und Leichtmetallen unter Last wurde gemeinsam mit dem Fraunhofer-Entwicklungszentrum für Röntgentechnik EZRT in Fürth ein neuartiger, in dieser Form bisher einmaliger Mikro Computer Tomograph entwickelt und erfolgreich in Betrieb genommen.

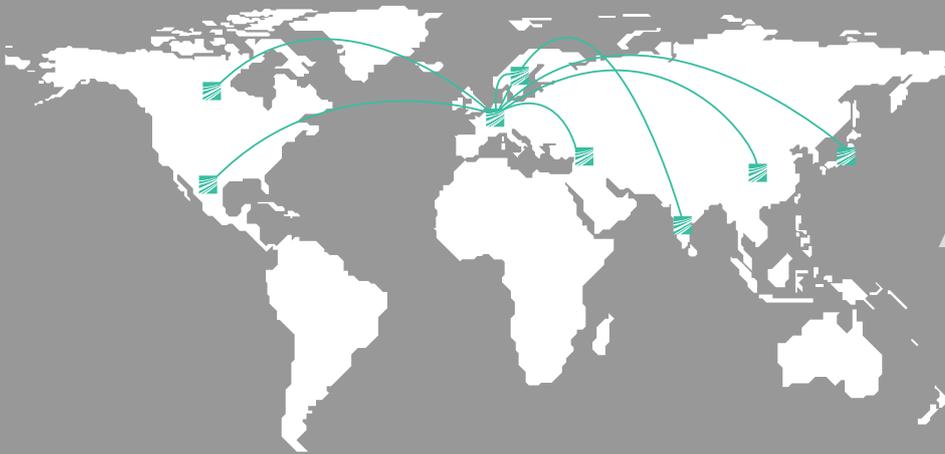
Das vielseitige und fundierte Kompetenzprofil unserer Wissenschaftler, verbunden mit tief gehendem Verständnis für die Bedarfe ihrer Kunden, ermöglicht es dem Institut, im Kundenauftrag zunehmend komplexere Aufgabenstellungen mit Systemforschungscharakter erfolgreich zu lösen. Es gehört zum Selbstverständnis der LBF Mitarbeiter, dass sie ihre wissenschaftlichen Erkenntnisse, ihre Ressourcen und ihr Engagement in teamorientierter, kompetenzübergreifender Zusammenarbeit zum Vorteil ihrer Kunden einsetzen.

Im Rahmen des Qualitätsmanagements unterziehen wir uns immer wieder der Bewertung durch unsere Kunden. Es freut und ermutigt uns, dass uns nationale wie internationale Kunden ihre hohe Zufriedenheit mit der Arbeit des Institutes bescheinigen. Diesem Anspruch wollen wir auch künftig gerecht werden.

Wir freuen uns auf neue, anspruchsvolle Aufgaben.  
Fordern Sie uns weiterhin!

Darmstadt, im März 2012

Dr. Ursula Eul  
Leiterin Strategisches Management



# „International präsent.“

LBF Dachstrategie 2017

Dear Partners and Friends of LBF,  
dear Reader,

Interest in the achievements and services of our experts and specialists is on the rise, also on an international level. F&E innovations „made in Hesse“ attract attention all over the world. The know-how of LBF scientists is in high demand, both from research cooperations and the industry. As a consequence, on top of excellent specialist knowledge and expertise, our employees are increasingly required to have intercultural skills, too. Internationalization is an element of the strategy process which is being promoted in a common effort with all executives. It is our declared aim to accompany our customers also in their international markets and to expand our activities accordingly, in line with this process, which is supported by strategic management.

Moreover, we aim at sustainably strengthening our leadership position in our core competencies structural durability, adapt-ronics and system reliability. The past business year saw again good progress being made in this respect, reflected by the demanding projects, but also by investments.

In this report, we are presenting several new test facilities and test rigs in the Fraunhofer Adaptronics Transfer Center, which have been at our customers' disposal since mid-2011 for experimental simulation of structural-dynamic processes, e. g. a test facility for active systems in the drive train or a development environment for active bearing systems, to name but two examples.

The new Center for System Reliability with a focus on electro-mobility (ZSZe), which is currently under construction, will offer expanded possibilities for analyzing and assessing the reliability and functional safety of complex assemblies and systems under coupled mechanical, electrical and thermal load.

For non-destructive material and damage analysis of plastic specimens and light metals under load, a novel, so far unique microfocus computed tomography system has been developed and successfully put into service in cooperation with the Fraunhofer Development Center for X-ray Technology (EZRT) in Fürth.

Our scientists' multi-faceted, well-founded competence profile, combined with a profound understanding of our customers' demands, enables our Institute to successfully solve the ever more complex tasks our customers pose to us - tasks calling for systems research approaches. LBF employees are committed to making use of their scientific findings, their resources and their efforts to the advantage of their customers, working efficiently together in cross-competence teams.

As a part of our quality management, we keep inviting customers to assess our work. We are pleased and encouraged by the fact that both national and international customers express high satisfaction with the work of the Institute. We will continue to endeavor to live up to this reputation.

We look forward to new, demanding tasks. Keep putting us to the challenge!

Darmstadt, March 2012

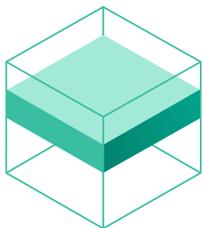
Dr. Ursula Eul  
Head of Strategic Management



## Kompetenzcenter

### **KNOW-HOW FÜR DIE ZUKUNFT.**

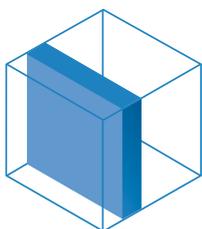
Unsere Wissenschaftlerteams in sechs Kompetenzcentern und dem assoziierten Fachgebiet SZM an der TU Darmstadt entwickeln für Sie die Technologien und Methoden für morgen. Wir setzen unser ganzes Know-how und aktuellste Forschungsergebnisse zur Entwicklung Ihrer neuen Produktgeneration, Ihrer Innovationskonzepte und Entwicklungsstrategien ein. Unsere Kompetenzcenterleiter und Projektleiter stehen Ihnen dabei für den persönlichen Fachdialog zur Verfügung. Sprechen Sie uns an! **Mehr dazu ab S. 38**



## Geschäftsfelder

### **MASSGESCHNEIDERTE LÖSUNGEN FÜR IHRE MÄRKTE.**

Unsere wichtigsten Märkte sind der Automobil- und Nutzfahrzeugbau, die Luftfahrt- und Schienenverkehrstechnik, der Schiffbau, der Maschinen- und Anlagenbau sowie die Bereiche Energie, Umwelt und Gesundheit. Wir bündeln für Sie marktspezifisch und technologieübergreifend die Einzelkompetenzen und Leistungen unseres Instituts zu maßgeschneiderten Lösungen. **Mehr dazu ab S. 44**



## Leistungskategorien

### **LEISTUNG AUF DEN PUNKT GEBRACHT.**

Vom Werkstoff bis zum System, von der Konzeptidee bis zum fertigen Produkt, vom Design bis zur Zuverlässigkeitsprüfung – wir erstellen Ihr Leistungspaket individuell für Sie. Im Mittelpunkt stehen dabei sicherheitsrelevante Bauteile und Aktive Systeme. Neben den vielseitigen Angeboten aus vier maßgeblich FuE-orientierten Leistungskategorien – Design und Konstruktion, Sicherheitsstrategien, Zuverlässigkeitskonzepte, Lärm- und Schwingungsreduktion – bietet das Fraunhofer LBF mit den LBF®.Products auch bereits im Markt eingeführte Lösungen: Zum Beispiel Standardprüfungen nach der Methode der ZWeiAxialen RadPrüfung (ZWARP), Softwarepakete für Struktur- und Systemanalyse oder Prüf- und Versuchsprotokolle in unseren dafür akkreditierten Laboren. **Mehr dazu ab S. 48**

## Competence Center

### **KNOW-HOW FOR THE FUTURE.**

Our teams of scientists in six different competence centers as well as in the associated competence center system reliability and machine accustics develop for you the technologies and methods of tomorrow. We employ our entire expertise and the latest research results for the development of your new generation of products, your innovation concepts and your development strategies. Our competence center manager and project manager are always available for a personal dialog. Don't hesitate to contact us!

**More on pg. 38**

## Business Areas

### **TAILORED SOLUTIONS FOR YOUR MARKETS.**

Our most important markets are automotive and commercial vehicle engineering, aviation and rail vehicle technology, ship building, mechanical and plant engineering as well as the areas of energy, environment and health. We pool together the individual competences and services of our institute in a market-specific and inter-technological manner to create tailored solutions. **More on pg. 44**

## Service Categories

### **FOCUSED SERVICES.**

From the material to the system, from the concept idea to the finished product, from the design to the reliability test: We put together an individual package for you. Focus is on safety-relevant components and active systems. In addition to the wide-ranging offers from four definitive R&D oriented service categories – Design & Construction, Safety Strategies, Reliability Concepts, Noise and Vibration Reduction – Fraunhofer LBF offers solutions with its LBF®.Products that have already been launched on the market. For example, standard tests with the ZWeiAxialen RadPrüfung (ZWARP) method, software packages for structure and system analyses or test and check routines in our accredited laboratories. **More on pg. 48**

# Know-how für die Zukunft.

Know-how for the future.

## **BAUTEILGEBUNDENES WERKSTOFFVERHALTEN COMPONENT RELATED MATERIAL BEHAVIOR**

### **Contact**

*Dr.-Ing. H. Kaufmann  
Telephone: +49 6151 705-345  
heinz.kaufmann@lbf.fraunhofer.de*

Das Kompetenzcenter Bauteilgebundenes Werkstoffverhalten befasst sich mit der experimentellen und numerischen Beanspruchbarkeitsanalyse von zyklisch belasteten metallischen und keramischen Werkstoffen bzw. Bauteilen. Zu den Aufgaben gehört die Durchführung von kraft- und dehnungsgeregelten Versuchen mit Proben und Bauteilen sowie die Ermittlung und FEM-gestützte Bewertung von Einflüssen aus Konstruktion (Kerben, Geometrie),

Fertigung (z. B. Gießen, Schmieden, Schweißen, Brennschneiden, Umformen, Nieten), Oberflächennachbehandlungen (z. B. Beschichten, Strahlen, Nitrieren, Härten, Festwalzen) und Belastung (konstante oder variable Amplituden, Temperatur, Umgebungsmedien) auf die Schwing- und Wälzfestigkeit. Dabei bildet die Korrelation der zyklischen Kennwerte mit lokalen Beanspruchungs- und Bauteilparametern die Basis für die Übertragbarkeit der Kennwerte.

## **BETRIEBSFESTER LEICHTBAU LIGHTWEIGHT STRUCTURES**

### **Contact**

*Prof. Dr.-Ing. A. Büter  
Telephone: +49 6151 705-277  
andreas.bueter@lbf.fraunhofer.de*

Im Kompetenzcenter Betriebsfester Leichtbau werden Leichtbaukomponenten aus faserverstärkten und unverstärkten Kunststoffen in der Ganzheitlichkeit von Werkstoff, Konstruktion, Fertigung und Einsatz bewertet. Dieses umfasst die Untersuchung und Optimierung der Eigenschaften und Lebensdauer unter besonderer Berücksichtigung der realen, einsatzspezifischen Betriebsbeanspruchungen und Umgebungsbedingungen. Wesentlicher Aspekt: Gewichtsminde- rung bei hinreichender Steifigkeit, dynamischer Stabilität und Betriebsfestigkeit.

Zu unseren Kompetenzen zählen u. a.:

- zyklische Charakterisierung von Kunststoffen und Verbundwerkstoffen: einachsig, mehrachsig, Umweltsimulation
- Berechnungsmethoden zur Lebensdauerabschätzung
- Leichtbau und Strukturoptimierung
- Bauteilkonstruktion und Funktionsintegration
- Entwicklung und Bewertung angepasster SHM-Systeme
- Technische Seminare und Weiterbildung
- Prototypische Fertigung.

## **BETRIEBSLASTENSIMULATION UND BEWERTUNG SERVICE LOAD SIMULATION AND EVALUATION**

### **Contact**

*Dipl.-Ing. M. Wallmichrath  
Telephone: +49 6151 705-467  
marc.wallmichrath@lbf.fraunhofer.de*

Im Kompetenzcenter Betriebslastensimulation und Bewertung werden mit vorwiegend experimentellen Methoden betriebsähnliche oder hierzu schädigungsäquivalente Beanspruchungen simuliert, die den Nachweis der betriebsfesten Dimensionierung von Bauteilen und -gruppen sicherstellen. Die Bewertung der Betriebsfestigkeit erfolgt dabei unter ganzheitlicher Betrachtung der verwendeten Werkstoffe, der konstruktiven Gestaltung, des Fertigungsprozesses sowie der Nutzungsbedingungen.

Die besonderen Kompetenzen liegen in

- der Entwicklung von individuellen Nachweiskonzepten für Bauteile und Baugruppen,
- der Erarbeitung von Bemessungskriterien und Prüfprogrammen,
- der Konzeption und dem Aufbau von Prüfständen,
- der Durchführung von experimentellen Spannungsanalysen und Festigkeitsversuchen sowie der Bewertung der Ergebnisse.



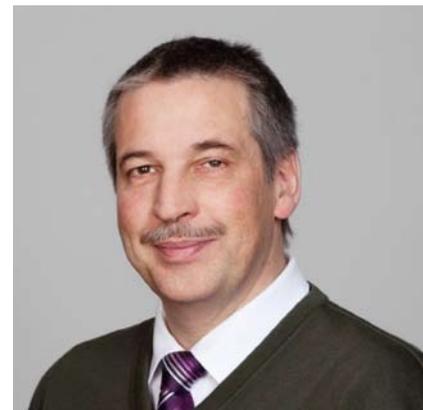
# Systemzuverlässigkeit

# Betriebsfestigkeit

# Adaptronik

The Competence Center Component-Related Material Behaviour focuses on the experimental and numerical strength analysis of metallic and ceramic materials and structures under cyclic loading. The tasks involve the performance of force and strain controlled fatigue tests with specimens and components as well as the determination and FEM-supported assessment of influences from the construction (notches, geometry), manufacturing (e.g. casting, forging,

welding, flame cutting, metal forming, riveting), surface treatment (e.g. coating, shot peening, nitriding, hardening, deep rolling) and loading (constant or variable amplitudes, temperature, environmental media) on the cyclic and rolling contact fatigue. In this regard the correlation of the fatigue data with local strength and component parameters is the basis for the transferability of the fatigue properties.



Lightweight components made of fiber-reinforced and non-reinforced polymers are evaluated at the Lightweight Structures Competence Center in their entirety, which encompasses the material, product design, manufacturing process and application area. This includes examining and optimizing the properties and life span under realistic operating loads and environmental conditions. One key objective is to reduce weight while maintaining stiffness, dynamic stability and fatigue strength. Structural optimization is only possible by combining structural dynamics, mechanics

and durability. Our competences include:

- the cyclical characterization of polymers and composite materials: uniaxial, multiaxial, environmental simulation
- computation methods for life span estimation
- lightweight construction and structural optimization
- component construction and integration of functions
- development and evaluation of adapted SHM systems
- technical seminars training
- prototypical manufacturing.



The Service Load Simulation and Evaluation Competence Center applies primarily experimental methods to simulate in-service loads or operational loads with equivalent damage results. These simulations help determine whether components and assemblies have been designed and manufactured with structurally durable dimensioning. The assessment of their structural durability is based on a comprehensive approach that takes into account the applied materials,

mechanical design, manufacturing process and the conditions of use. Our particular competencies lie in

- the development of individual verification concepts for components and assemblies,
- the development of measurement criteria and testing programs,
- the conception and set up of test stands,
- the implementation of experimental stress analyses and strength tests as well as an evaluation of the results.



# „Führend in Kernkompetenzen.“

LBF Dachstrategie 2017

## CAX-TECHNOLOGIEN CAX-TECHNOLOGIES

### Contact

Dr.-Ing. T. Bruder  
Telephone: +49 6151 705-285  
thomas.bruder@lbf.fraunhofer.de

Das Kompetenzzentrum CAX-Technologien unterstützt Sie entlang des Entwicklungsprozesses durch numerische Methoden und Werkzeuge. Im Fokus steht auf der einen Seite die simulationsgestützte ganzheitliche Bewertung der Kinematik, Dynamik und Belastung von komplexen Systemen. Die Ergebnishüte der Systemsimulationen wird u. a. durch die Entwicklung effizienter Modelle für „nicht-lineare“ Komponenten verbessert. Des Weiteren wird die virtuelle Systemauslegung durch Verfahren der Sensitivitätsanalyse und des Robust Design performanter und zuverlässiger gestaltet. Auf der anderen Seite werden Methoden

zur rechnerischen Beanspruchungs- und Lebensdaueranalyse (weiter-)entwickelt. Im Mittelpunkt steht hierbei der Einfluss von Fertigungsprozessen auf die Betriebsfestigkeit von Bauteilen.

Zu unseren Kompetenzen zählen u. a.:

- numerische Methoden und Werkzeuge
- numerische Analysen, u. a. von
- Fügeverbindungen (insbesondere Schweißen und Kleben)
- Guss- und Umformbauteilen
- Elastomerbauteilen
- CAD - Computer Aided Design
- Robust Design
- Lebensdaueranalysen.

## DATENANALYSEN UND RADBEZOGENE KOMPONENTEN DATA ANALYSES AND WHEEL-RELATED COMPONENTS

### Contact

Dipl.-Ing. R. Heim  
Telephone: +49 6151 705-283  
ruediger.heim@lbf.fraunhofer.de

Die Anregung bei straßen- oder schienen- gebundenen Fahrzeugen erfolgt über den Kontakt zwischen Fahrweg und Rad. Die hiermit assoziierten Lastgrößen liefern wichtige und grundlegende Informationen für Dimensionierung, Konstruktion und Erprobung. Mit dem Einsatz von Messrädern für Pkw, Nfz oder BOStrab-Fahrzeuge können Radkräfte und -momente gemessen und diese Lastdaten z. B. hinsichtlich Extremalwerten, Kollektivgrößen oder Frequenzinhalten weiterverarbeitet werden. Das Kompetenzzentrum ist in die

komplette messtechnische Ausrüstung sowie die Durchführung und Auswertung von Betriebsmessungen an Fahrzeugen, Maschinen und Anlagen eingebunden. Die Analyse komplexer Zeitreiheninformationen bildet die Basis für die Bewertung von Beanspruchungsgrößen und die Ableitung zeitverkürzter Lastprogramme für die Laborerprobung. Im Laborbereich stehen zahlreiche, überwiegend zweiaxiale Prüf- und Messeinrichtungen für radbezogene Komponenten (Reifen, Räder, Radnaben und -lager) zur Verfügung.



## Systemreliability

## Adaptronic

## Structrural Durability

The CAx Technologies Competence Center supports you in the development process with numerical methods and tools. On the one hand, the focus is placed on the simulation-supported, comprehensive evaluation of the kinematics, dynamics and loading of complex systems. The results of the system simulation are improved by the development of efficient models for the "non-linear" components, among other things. In addition, the virtual system concept is designed for good performance and more reliability with methods of sensitivity analysis and robust design. On the other hand, methods for the computational loading

and life span analysis are being (further) developed. The focus here is on the influence of manufacturing processes on the structural durability of components. The following are among our competencies:

- numerical methods and tools
- numerical analyses of joining connections (particularly welding and bonding), casted and forming components and elastomer components
- CAD – Computer Aided Design
- Robust Design
- life span analyses.



Excitation in road or rail vehicles occurs as a result of the contact between the road and the wheel. The associated load dimensions provide important and constitutive information for the dimensioning, construction and testing. The application of measuring wheels for passenger cars, utility vehicles or BOStrab vehicles enables the measurement of wheel forces or moments and these load data can be further processed with regard to the extremal values, sample size or frequency content. The Competence Center is involved with

the entire measurement equipment as well as with the implementation and analysis of the measurements of automobiles, machines and plants in operation. The analysis of complex time series data is the basis for the evaluation of load parameters and the derivation of time-reduced load programs for laboratory tests. A number of measurement facilities, primarily biaxial, are available for wheel-related components (tires, wheels, wheel hubs and bearing).



# Know-how für die Zukunft.

Know-how for the future.

## MECHATRONIK / ADAPTRONIK MECHATRONICS / ADAPTRONICS

Schwingungstechnische Problemstellungen sind bei der Entwicklung moderner Struktursysteme für wettbewerbsfähige Produkte von herausragender Bedeutung. Mit steigenden Anforderungen an Leichtbau, Präzision, Effizienz, Komfort und Wartungsaufwand nimmt der Bedarf nach Kenntnis und Beherrschung der Strukturschwingungen weiter zu. Das Team Mechatronik / Adaptronik unterstützt seine Kunden bei der Verbesserung der strukturmechanischen Eigenschaften von Bauteilen und Systemen. Dabei begleiten wir von der Schwingungsanalyse über die prototypische Lösung bis hin zur spezifischen Bewertung der technischen

Zuverlässigkeit. Durch Verwendung fortgeschrittener Methoden der Strukturanalyse, der Strukturmechanik und des Leichtbaus, der Signalverarbeitung und der Regelungstechnik und unter Einbeziehung neuartiger Aktoren und Sensoren entstehen innovative Struktursysteme für unsere Kunden.

Für die methodische Entwicklung steht die Kette aus der experimentellen Strukturanalyse, numerischen Verfahren für Auslegung und Simulation, der Fertigung von prototypischen Funktionsmustern sowie Prüfstände zur Absicherung der Funktion und Zuverlässigkeit zur Verfügung.

### Contact

Prof. Dr.-Ing. T. Melz  
Telephone: +49 6151 705-252  
tobias.melz@lbf.fraunhofer.de

## SYSTEMZUVERLÄSSIGKEIT UND MASCHINENAKUSTIK (assoziiertes Kompetenzcenter)

## SYSTEM RELIABILITY AND MACHINE ACOUSTICS (associated Competence Center)

### Contact

Dr.-Ing. J. Börs  
Telephone: +49 6151 16-2903  
boes@szm.tu-darmstadt.de

Das Fachgebiet Systemzuverlässigkeit und Maschinenakustik SzM der Technischen Universität Darmstadt ist als Kompetenzcenter Universitäre Grundlagenforschung auf dem Gebiet der Systemzuverlässigkeit und der Maschinenakustik in das Fraunhofer LBF integriert. Das Fachgebiet wurde 2001 an der TU Darmstadt neu gegründet mit dem Ziel, Grundlagen, Methoden und Verfahren zur Bewertung der

Zuverlässigkeit komplexer technischer Systeme zu entwickeln. Diese Thematik stellt international ein neues Forschungsgebiet dar. Die 2005 erfolgte Integration der Arbeitsgruppe Maschinenakustik, die auf jahrzehntelange Erfahrung im Bereich akustischer Fragestellungen zurückblickt, in das Fachgebiet ist eine konsequente Ergänzung der Kompetenzen in Hinblick auf die Entwicklung leiser und zuverlässiger Produkte.



# Betriebsfestigkeit

# Systemzuverlässigkeit

# Adaptronik

Problems with vibrations are a very important aspect in the development of modern and competitive structural systems. The increasing demand for lightweight construction and performance is resulting in a greater need for the knowledge and control of structural vibrations. The Mechatronics/ Adaptronics Competence Center team supports its customers with optimizing the structural mechanic properties of components and systems. We assist our customers from the analysis of vibrations and with prototypical solutions to the specific evaluation of the technical reliability. Our team works on active and

passive structural solutions to improve the product. We offer our R&D services with a focus on vibration technology, monitoring, active systems and smart actuators.

Our core competences are:

- experimental analysis and simulation
- creation of models and numerical simulation
- design and prototyping
- control technology and system integration
- system reliability.



The research group System Reliability and Machine Acoustics SzM at the Technische Universität Darmstadt is integrated in Fraunhofer LBF as the Competence Center for Basic University Research in the field of system reliability and machine acoustics. The new research group was established at TU Darmstadt in 2001 with the objective of developing the fundamentals, methods and procedures for the evaluation of the reliability of

complex technical systems. This topic represents a new field of research on an international level. The integration of the Machine Acoustics group – which can look back on decades of experience in technical acoustics and engineering noise control – into the research group in 2005 is a consistent supplementation of the competences with regard to the development of quieter and more reliable products.



# Maßgeschneiderte Lösungen für Ihre Märkte.

Tailored solutions for your markets.

## AUTOMOTIVE

Pkw und Nfz

## AUTOMOTIVE

Passenger cars and  
commercial vehicles



### Mit Sicherheit mobil.

Unser Leistungsangebot ist speziell auf die Anforderungen von Herstellern und Zulieferern der Personen Kfz-Industrie und der Nfz-Industrie zugeschnitten. Insbesondere im Bereich Antriebsstrang, Fahrwerk und Karosserie können Sie von unseren langjährigen Erfahrungen hinsichtlich Konstruktion, Werkstoff, Fertigungsverfahren und Sicherheit profitieren. In unserem neuartigen Ganzfahrzeugprüfstand können auch Elektro- und Hybridfahrzeuge untersucht werden.

## TRANSPORT

Luft- und Raumfahrt, Schiffbau,  
Schienengebundene Fahrzeuge

## TRANSPORTATION

Aerospace, Shipbuilding,  
rail-bound vehicles



### Mit Sicherheit verfügbar.

Rationalisierungsaspekte haben auch im Hinblick auf die Nutzung von Verkehrssystemen erheblich an Stellenwert gewonnen. Die angestrebte „Intermodalität“ zwischen verschiedenen Verkehrs- und Transportsystemen verschärft die Anforderungen an die Zuverlässigkeit und die Lebensdauer der entsprechenden Verkehrsträger. Die entsprechenden Bewertungskriterien für die verschiedenen Systeme müssen miteinander kompatibel sein.



Von der Durchführung von Messfahrten über die Analyse der Last- und Beanspruchungsdaten, die Entwicklung geeigneter Prüfkonzepte, numerische und experimentelle Simulation der Betriebsbeanspruchungen bis hin zu optimierten Leichtbaustrukturen und der Entwicklung aktiver Systeme bietet Ihnen das Fraunhofer LBF alle Leistungen aus einer Hand. Einen besonderen Schwerpunkt bilden Fragen der Systemzuverlässigkeit bei Elektrofahrzeugen.

#### Reliably mobile.

Our services for the automotive industry are particularly designed to meet the requirements of car and commercial vehicle manufacturers and their suppliers. Particularly in the areas of power trains, carriages and bodywork, you can benefit from our long-standing experience regarding construction, materials, manufacturing processes and safety. Also, electro- and hybrid vehicles can be tested in our new full vehicle test stand.

Fraunhofer LBF offers all services from a single source, ranging from the numerical and experimental simulation of fatigue testing, the improved design of lightweight structures to the development of active systems. A particular focus is on issues of system reliability in electric vehicles.

Das Fraunhofer LBF verfügt über einen hohen Erfahrungsschatz im Bezug auf Sicherheitsbauteile von Schienenfahrzeugen, Flugzeugen oder Schiffen und bietet Lösungen für unterschiedlichste Kundenansprüche. Wir tragen dazu bei, die Wettbewerbsfähigkeit und vor allem die Sicherheit der Verkehrsträger zu steigern und zu verbessern.

#### Reliably available.

Rationalization aspects with regard to the use of traffic systems have considerably increased in importance. The desired "interoperability" between different traffic and transportation systems has increased reliability requirements and the life span of the corresponding mode of transportation. The various assessment criteria for the different systems must be compatible with each other.

Fraunhofer LBF can draw on a considerable wealth of experience with regard to the safety components of track vehicles, aircraft or ships and offers solutions for different customer demands. We contribute to increasing and improving the competitive edge of your product.

# Maßgeschneiderte Lösungen für Ihre Märkte.

Tailored solutions for your markets.

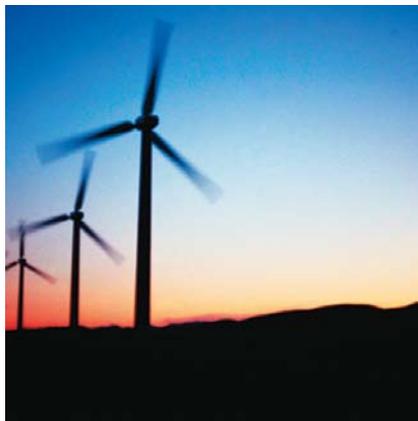
## MASCHINEN- UND ANLAGENBAU MECHANICAL AND PLANT ENGINEERING



### Mit Sicherheit präzise.

Präziser, effizienter, wirtschaftlicher und leiser, das sind wesentliche Wettbewerbsfaktoren im modernen Maschinenbau. In diesem Verständnis ist das Fraunhofer LBF mit seiner international gefragten Kompetenz in Betriebsfestigkeit, Systemzuverlässigkeit und Adaptronik Ihr Dienstleistungspartner für Optimierungen in allen Bereichen des Maschinen- und Anlagenbaus: von der Anlagentechnik über schnell laufende

## ENERGIE, UMWELT UND GESUNDHEIT ENERGY, ENVIRONMENT AND HEALTH



### Mit Sicherheit nachhaltig.

Der Mensch und die Schonung der Umwelt stehen im Vordergrund unserer Philosophie. Sie sind die Bindeglieder zwischen den unterschiedlichen Schwerpunkten im Geschäftsfeld „Energie, Umwelt und Gesundheit“. Wir sind Ihr Ansprechpartner für Themen wie lärmarme technische Konstruktionen, alternative Antriebe, Konzepte für



Maschinen und Maschinenteile bis zu Konsumerprodukten wie Haushalts- und Sportgeräten. Unser Leistungsspektrum umfasst die Unterstützung der Entwicklung, Konstruktion und Fertigung mit numerischen und experimentellen Methoden, die Überwachung im Betrieb sowie die Begutachtung und Analyse von Schadensfällen.

**Reliably precise.**

More precise, more efficient, more economical and quieter – these are key competitive factors in modern mechanical engineering. Fraunhofer LBF, with its internationally demanded competence in structural durability, system reliability and adaptronics, is your service partner for improvements in all areas of mechanical and plant engineering ranging from plant

technology, fast-running machines and machine parts to inoperation monitoring and the appraisal and analysis of damage cases.

Life-Cycle-Engineering und Life-Cycle-Control. Wir bieten unseren Kunden branchenspezifisch und unmittelbar am Bedarfsort neueste Entwicklungen und Erkenntnisse der Betriebsfestigkeit, Systemzuverlässigkeit und Adaptronik.

**Reliably sustainable.**

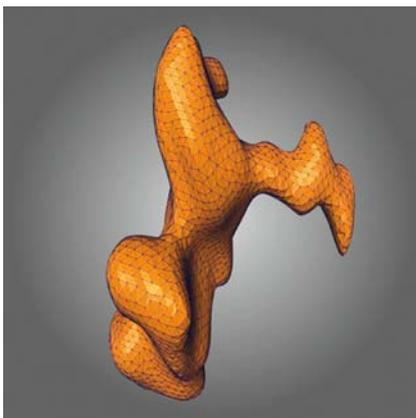
Human beings and environmental protection are the foremost aspects of our philosophy. They are the link between the various areas of research in the “Energy, Environment and Health” business unit. We are your point of contact for topics such as: low-noise technical structures, alternative drive

concepts, life-cycle engineering and life-cycle control concepts. We offer our customers the latest developments and insights into structural durability, system reliability and adaptronics that are specific to the customer’s industry and right on location where needed.

# Leistung auf den Punkt gebracht.

Focused services.

## DESIGN UND KONSTRUKTION SHAPE AND DESIGN



Die Basis jedes Maschinenbau-Produktes ist der Design- und Konstruktionsprozess auf der Grundlage von Lasten- und Pflichtenheften. Unsere Experten beraten Sie gerne bei der Erstellung oder Bewertung von Lastenheften, bei der Übernahme von Pflichten und bei der betriebsfesten Bemessung sicherheitsrelevanter Strukturen und Bauteile. Letztere ist häufig der Schlüssel für eine optimale Konstruktion. Wir berücksichtigen die Fertigungstechnologie, den Material-

## SICHERHEITSSTRATEGIEN SAFETY STRATEGIES

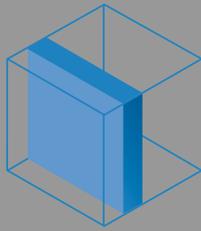


Zu den Grundbedürfnissen des modernen Menschen gehören Mobilität, Komfort und Sicherheit. Daraus resultieren steigende Ansprüche an die Funktionalität und die Sicherheit entsprechender Produkte. Die Expertenteams des Fraunhofer LBF entwickeln speziell auf Ihre Anforderungen zugeschnittene Strategien zum Schutz von Personen, Umwelt und Material. Die Betriebsfestigkeit ist dabei eine umfassende und langjährig erprobte Methodik zur Bewertung von

## ZUVERLÄSSIGKEITSKONZEPTE RELIABILITY CONCEPTS



Moderne Produkte im Maschinen und Anlagenbau sind durch mechatronische oder adaptronische Konzepte, d. h. durch die Integration von Sensoren, Aktuatoren, Elektronik und Regelungstechnik geprägt. Bei derartig hochkomplexen Systemen ist es nicht mehr ausreichend, die einzelnen Subsysteme (Mechanik, Regelungstechnik, Software, etc.) separat und nach unterschiedlichen Kriterien zu bewerten. Daher stellen wir am Fraunhofer LBF die Frage nach der Zuverlässigkeit des Gesamtsystems.



einsatz und die zu erwartenden Umgebungsbedingungen ebenso wie Aspekte der Kosten-, Gewichts- und Energieeinsparung:

- werkstoff- und fertigungsgerechte Konstruktionen für Komponenten und Bauteile
- beanspruchungsgerechte Auslegungen
- lärmarme und betriebs sichere Konstruktionen
- intelligente Leichtbaukonzepte.

The basis of every mechanical engineering product is the design and construction process based on the requirements and specifications. Our experts are happy to give you advice on compiling or assessing specifications, on the compliance of requirements and with the structural durability testing of safety-relevant structures and components. The latter is often the key to optimum construction. We take into account the manufacturing technology, material application and

the expected operating environment as well as cost, weight and energy-saving aspects:

- structural designs adapted to the material and manufacturing process of components
- stress-resistant design
- low-noise and structurally durable construction
- intelligent lightweight construction concepts.

Sicherheitsbauteilen. Unsere Leistungen für Sie könnten beispielsweise folgende Bausteine enthalten:

- Lastdatenerfassung
- Last- und Beanspruchungsanalysen
- Beanspruchbarkeitsanalysen
- Betriebslastensimulation
- Betriebsfestigkeitsnachweise
- standardisierte Belastungskollektive
- Bauteil- und Baugruppenprüfung
- Ganzfahrzeugprüfung.

Among modern man's most basic human needs are mobility, comfort and security. This results in increasing requirements for the functionality and safety of products designed to meet these needs. Fraunhofer LBF's teams of experts develop strategies for the protection of individuals, the environment and materials that are tailored to your needs. Structural durability is a comprehensive and well-established methodology for the evaluation of safety components. Our service packages may

contain the following modules:

- load data acquisition
- load and stress analysis
- stress capacity analysis/step stress testing
- operating load simulation
- structural durability verification/fatigue strength verification
- standardized average statistical load
- component and component assembly tests
- full vehicle tests.

Auf Basis unserer langjährigen Erfahrungen und neuester Forschungserkenntnisse bieten wir Ihnen eine ganzheitliche Optimierung Ihrer Systeme und Produkte an. Beispielsweise können Sie von folgendem Know-how profitieren:

- Systemcharakterisierung
- Sensibilitätsanalysen
- Modellbildung
- Strukturüberwachung (SHM)
- Strukturkontrolle (SHC)
- FMEA.

Modern mechanical and plant engineering products are being designed to incorporate mechatronic or adaptronic concepts, i.e. by integrating sensors, actuators, electronics and control technology. Evaluating the individual subsystems (mechanical parts, control technology, software, etc.) separately and according to different criteria is no longer sufficient when dealing with such highly complex systems. This is why we raise the issue of looking into the reliability of the entire system at Fraunhofer

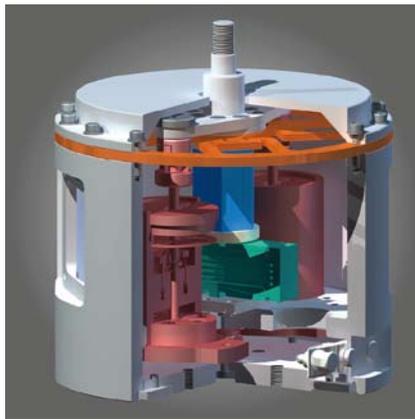
LBF. Based on our year-long experience and the latest research findings, we offer you a comprehensive approach for the optimization of your systems and products. Our areas of special expertise that you can benefit from include:

- system characterization
- sensitivity analyses
- modelling
- structural health monitoring (SHM)
- structural health control (SHC)
- FMEA.

# Leistung auf den Punkt gebracht.

Focused services.

## LÄRM- UND SCHWINGUNGSREDUKTION NOISE AND VIBRATION REDUCTION

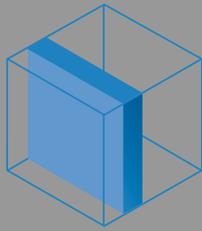


Europaweit leiden mehr als 100 Mio. Menschen in unterschiedlichen Formen und Auswirkungen unter Lärm. Stress, Schwerhörigkeit, Konzentrationsstörungen oder sogar erhöhtes Herzinfarktrisiko sind nachweislich die Folge. Lärm gilt mittlerweile weltweit als eine der wesentlichen Umweltverschmutzungen. Das soll nicht so bleiben. Wir analysieren die Lärmquelle und helfen mit unseren aktiven Strukturen, Schwingungen und Schallabstrahlung effizient und

## LBF®.PRODUCTS LBF®.PRODUCTS



Unter dem Namen LBF®.Products bieten wir Ihnen markterprobte Produkte und Dienstleistungen auf der Basis erfolgreicher Eigenentwicklungen an. Sie profitieren von neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen, kalkulierbaren Kosten und kurzen Bearbeitungszeiten. Zu den LBF®.Products zählen folgende Innovationen des Fraunhofer LBF:



frequenzselektiv zu reduzieren.  
Wir bieten Ihnen umfassendes  
Know-how u. a. in den Bereichen:

- Technische Akustik
- Intelligente Systeme zur aktiven Reduzierung der Schallabstrahlung
- Aktive Interfaces zur schwingungstechnischen Entkopplung
- Aktive Lagerung.

More than 100 million people suffer from the effects of noise in different ways. Stress, hardness of hearing, lack of concentration or even an increased risk of heart disease are proven side effects. Noise is now considered one of the greatest forms of environmental pollution worldwide. This should not remain the case. We analyze sources of noise and with our active structures help reduce vibrations and noise emissions efficiently and in a frequency-selective

manner. We offer you comprehensive expertise in the areas of:

- technical acoustics
- intelligent systems for the active reduction of sound radiation
- active interfaces for the decoupling of noise frequencies
- active mounts.

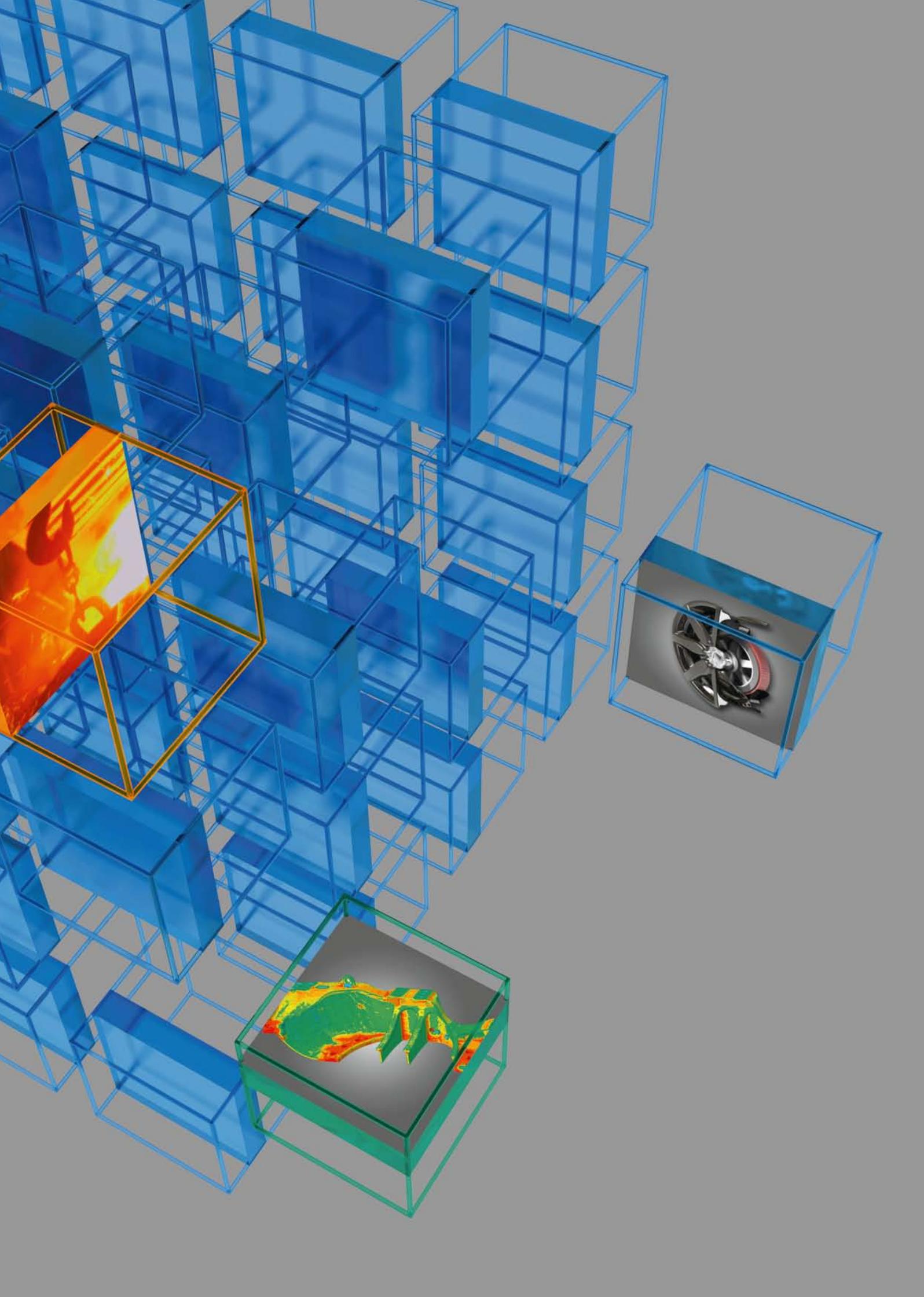
- LBF®.Wheel Strength/HubStrength: Spezialsoftware zur rechnerischen Auslegung von Fahrzeugrädern und Radnaben
- LBF®.DAP: numerisches Werkzeug zur Datenanalyse und Verkürzung von Zeitreihen
- ZWeiAxiale RadPrüfung im ZWARP oder im W/ALT-Prüfstand
- Produkte für aktive Lärm-, Schwingungs- und Strukturkontrolle (ISYS Adaptive Solutions GmbH).

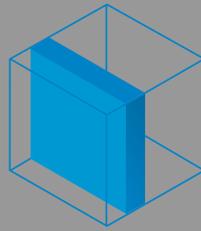
LBF®.Products is the name we have given to our range of market-tested products and services based on successful inhouse developments. They enable you to benefit from the latest scientific findings, calculable costs and short processing cycles. LBF®.Products include the following innovations by Fraunhofer LBF:

- LBF®.WheelStrength/HubStrength: special software for calculating the design parameters of vehicle wheels and wheel hubs
- LBF®.DAP: numerical tool for data analysis and for shortening time series
- Biaxial wheel test rig in the ZWARP or W/ALT test stand
- Products for active noise, vibration and structure control (ISYS Adaptive Solutions GmbH).

*„Schlagkräftig im Wettbewerb.“*

LBF Dachstrategie 2017





- > Faserverbundrad mit integriertem Elektromotor. 54
- > Composite fiber wheel with integrated electric motor.



- > Gefügeabhängige Bewertung von Gussbauteilen. 56
- > Microstructure-related evaluation of cast components.



- > Zerstörungsfreie Bewertung von Aluminiumguss. 58
- > Non-destructive evaluation of cast aluminium.



- > Mikroproduktionssystem. 60
- > Mikroproduction system.



*Kohlenstofffaserverbund (CFK) Rad mit integriertem Elektromotor.  
Carbon fiber reinforced polymer (CFRP) wheel with integrated electric motor.*

KNOW-HOW FÜR DIE ZUKUNFT | KNOW-HOW FOR THE FUTURE

# Faserverbundrad mit integriertem Elektromotor.

Composite fiber wheel with integrated electric motor.

Contact: Nicole Schweizer · Telephone: +49 6151 705-308 · [nicole.schweizer@lbf.fraunhofer.de](mailto:nicole.schweizer@lbf.fraunhofer.de)

**Durch ein geringeres Fahrzeuggewicht wird bei vergleichbaren Fahrleistungen eine geringere Antriebsleistung erforderlich – somit entstehen geringere Schadstoffemissionen. Eine Verringerung des Gewichts hat daher eine Reduktion der gewichtsabhängigen Fahrwiderstände des Fahrzeugs zur Folge, wodurch der Leichtbau eine Schlüsseltechnologie in der Automobilentwicklung darstellt. Darüber hinaus macht das hohe Batteriegewicht bei Hybrid- und Elektrofahrzeugen Leichtbaubestrebungen letztlich unumgänglich.**

## Weniger Gewicht – höhere Festigkeit.

Richtig konstruiert, werden durch den Einsatz von FKV (Faser-Kunststoff-Verbunde) bei geringerem Gewicht höhere Steifigkeiten, Materialdämpfungen und eine höhere Schadens-toleranz im Vergleich zu Metallen erzielt. Im Bereich der Anbindung zwischen E-Motor und FKV-Rad (Motorglocke) ist so zum Beispiel durch den Einsatz hochmoduliger Fasern eine höhere Eigenfrequenz bei höherer Dämpfung erreichbar, was neben dem Leichtbaupotenzial eine geringe Schallabstrahlung ermöglicht. Ein weiterer Vorteil der Leichtbauweise mit Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) ist neben der hohen Design-freiheit die Funktionsintegration. Im Gegensatz zu metallischen Leichtbaumaterialien bieten Faser-Kunststoff-Verbunde auch

einige Freiheitsgrade mehr, über die die Material- und Bauteileigenschaften beeinflusst werden können. Die Art der Matrix und der Faser beeinflussen die Eigenschaften ebenso wie deren Mengenverhältnis zueinander und die Orientierung der Fasern im Bauteil. Die Faktoren Gewicht, Betriebsfestigkeit und Herstellungsaufwand können je nach Anforderungsprofil optimal ausbalanciert werden.

Bei Elektrofahrzeugen wird der konventionelle Verbrennungsmotor durch einen oder mehrere Elektromotoren ersetzt. Um die Möglichkeit dieses alternativen Fahrzeugantriebs aufzuzeigen, wurde am Fraunhofer LBF im Rahmen des Verbundprojekts Systemforschung Elektromobilität ein Faserverbund-Leichtbaurad mit integriertem Elektromotor entwickelt und gebaut.

Das CFK-Leichtbaurad mit der Radgröße 6,5 x 15" hat ein Gewicht von ca. 3,5 kg (ohne CFK-Glocke zur Integration des Elektromotors, ohne Metallteile wie Hülsen für Lager und Schrauben und ohne Motorkomponenten). Somit ergibt sich im Vergleich zu einem Stahlrad gleicher Größe je nach Radkonstruktion eine Gewichtsersparnis von bis zu 60%, die Gewichtsersparnis gegenüber einem Aluminium-Gussrad beträgt je nach betrachteter Konstruktion bis zu 56%.



**Kohlenstoffaserverbund (CFK) Rad – Motorglocke und Radnabenmotor – Schnitt.**  
Carbon fiber-reinforced polymer wheel (CFRP) – motor adapter flange and wheel hub motor section.



**Bearbeitung der Radformen bei der Fertigung.**  
Work on the wheel shapes during the manufacturing process.

	Weight of a Steel wheel approx. 8,8 kg	Weight reduction 60 % compared to Steel an 56 % compared to Al-cast.
	Weight of a CFRP wheel approx. 3,5 kg	
	Weight of a CFRP housing approx. 4,9 kg	

**Gewichtvergleich zum Leichtbaupotenzial des Kohlenstoffaserverbund (CFK) – Rades.**  
Weight comparison for the lightweight potential of the carbon fiber composite (CFRP) wheel.

Contact: Oliver Schwarzhaupt · Telephone: +49 6151 705-490 · oliver.schwarzhaupt@lbf.fraunhofer.de

Hierbei ist die Motorglocke nicht direkt mit dem Felgenbett verbunden. Somit wird verhindert, dass eine radial oder lateral wirkende Kraft, insbesondere Stöße hervorgerufen durch Schlechtwegstrecke oder „Bordsteinrempler“, direkt auf den Elektromotor übertragen wird.

Für eine kraftflussgerechte, kontinuierlichere Faserführung und zur Vermeidung von Spannungsspitzen durch scharfe Ecken oder Steifigkeitssprünge, wurden im Bauteil werkstoffgerechte Radien und fließende Übergänge realisiert. Die Motorglocke ist mit dem inneren Bereich der Radachse verbunden. Zur Reduzierung der Masse und zur Erhöhung der Biegesteifigkeit wurden Schaumkerne in die Speichen eingebracht. Als Elektromotor wurde ein kleiner, kommerziell verfügbarer Radnabenmotor verwendet. Der aus einem Ring mit Permanentmagneten (Außenläufer) und aus einem Jochring mit Elektromagneten (Stator) bestehende Rollermotor hat eine Motorleistung von 4kW und eine Ansteuerspannung von 2 x 24,5 V. Im Weiteren werden Bauteiluntersuchungen zum Nachweis der Betriebsfestigkeit durchgeführt.

**Customer Benefits** The material, construction, manufacture and application of components made of fiber-reinforced and unreinforced polymers are comprehensively evaluated

at Fraunhofer LBF. The product development process of composite fiber components is supported all the way up to the manufacture of prototypes. Reliable data on material and component behavior under the required surrounding conditions (temperature, humidity and media) is determined to ensure the applicability of primary components.

**Summary** Because of its high specific strength and a high specific stiffness, using fiber-reinforced plastics (FRP) has a great lightweight potential. Compared to metal, the application of FRP additionally shows higher structural damping and damage tolerance. A further advantage of the composite fiber construction method is the possibility of integrating functions. A lightweight wheel made of composite fibers with an integrated electric motor was developed and built within the Fraunhofer System Research on Electromobility (FSEM) at Fraunhofer LBF. Research on the components to test their structural durability will be carried out in a second step.

**Deutschland Land der Ideen**  
  
 Ausgewählter Ort 2012

Das Faserverbundrad ist Preisträger im Wettbewerb 365 Orte im Land der Ideen 2012.



KNOW-HOW FÜR DIE ZUKUNFT | KNOW-HOW FOR THE FUTURE

# Gefügeabhängige Bewertung von Gussbauteilen.

Microstructure-related evaluation of cast components.

Contact: André Heinrietz · Telephone: +49 6151 705-271 · [andre.heinrietz@lbf.fraunhofer.de](mailto:andre.heinrietz@lbf.fraunhofer.de)

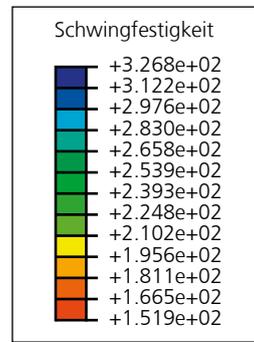
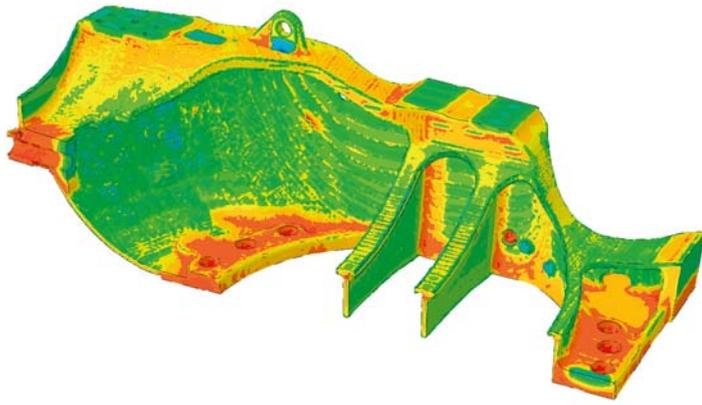
**Durch den Gießprozess werden Mittelwert und Streuung der Schwingfestigkeit eines Bauteils beeinflusst. Eisen-gussbauteile weisen neben einer tragenden metallischen Matrix Graphitpartikel auf, welche mechanisch gesehen Hohlräume darstellen. Die Anzahl, Form und Lage der Hohlräume eines ansonsten fehlerfreien Gusseisens beeinflussen die Lebensdauer um bis zu einem Faktor 10. Um die Schwankungen der Schwingfestigkeit derartiger Gusseisengefüge bewerten zu können, wurden im BMBF-Projekt MABIFF Methoden entwickelt, die eine Bauteilbewertung durch Gießsimulation oder metallographische Analysen ermöglichen.**

## Gefüge und Eigenschaften von Gusseisen.

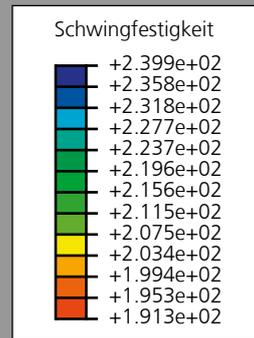
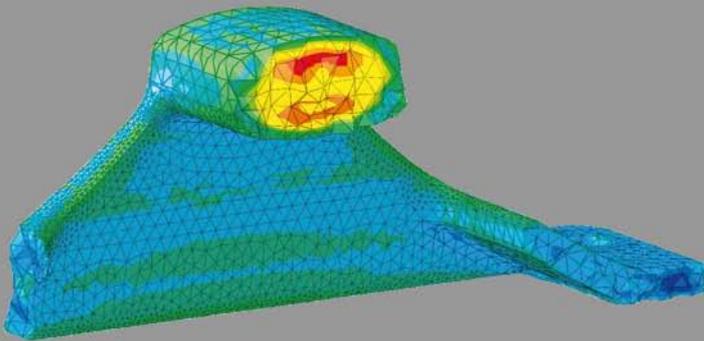
Die Schwingfestigkeit von Bauteilen aus Gusseisen mit Kugel- oder Vermikulargraphit wird nach dem Stand der Technik aus Kennwerten des statischen Zugversuchs abgeschätzt. Im BMBF Forschungsprojekt MABIFF (Maßgeschneiderte Bauteileigenschaften durch Integration von Fertigungs- und Funktionssimulation, FKZ 01RI0713) sind Versuche an Gussprobekörpern sowie an aus Bauteilen entnommenen Proben durchgeführt worden. An etwa 10% aller Proben wurden Gefügeanalysen durchgeführt. Anhand von Bildanalysen und Ergebnissen der Schwingfestigkeitsversuche wurden Korrelationen zwischen

ausgewählten Gefügekenngößen und Parametern von Dehnungs- und Spannungswöhlerlinien untersucht. Als Erfolg versprechend für eine zuverlässige rechnerische Abschätzung der Schwingfestigkeit wurden Korrelationen, welche den Perlitgehalt, die Kugelzahl und die Nodularität enthalten, identifiziert. Ein modifizierter Ansatz zur Berücksichtigung von Spannungskonzentrationen bei der Bauteilauslegung basierend auf dem höchst beanspruchten Werkstoffvolumen wurde vorgeschlagen. Rechnerische Lebensdaueranalysen von Versuchen an LKW-Lagerböcken und an Zylinderkurbelgehäusen wurden unter zu Hilfenahme der erarbeiteten Korrelationsgleichungen durchgeführt. Die Aussagegüte dieser Analysen im Vergleich zum Stand der Technik wurde sowohl für die Lebensdauer als auch für den Anrissort signifikant verbessert.

Ein Korrelationsmodell mit einer reduziertern Anzahl von Gefügekenngößen wurde durch den Projektpartner MAGMA in das Gießereisimulationsprogramm Magmasoft® implementiert. Die Versuchsergebnisse an Proben und Bauteilen stimmen gut mit den durch die Simulation ermittelten Schwingfestigkeiten überein.



*Simulierte Schwingfestigkeit eines Grundrahmens einer Windenergieanlage (geschnitten) – rot: niedrig, blau: hoch.  
Simulated fatigue strength of the main frame of a wind turbine (cut) – red: low, blue: high.*



*Simulierte Schwingfestigkeit eines Lagerbocks (geschnitten) – rot: niedrig, blau: hoch  
Simulated fatigue strength of a bearing block (cut) – red: low, blue: high*

**Customer Benefits** The project results enable an evaluation of the fatigue strength of cast-iron components with spheroidal and vermicular graphite already in the development phase. In addition, the local quality of the component can be estimated by means of quantitative metallography in a purposeful manner. Process-related variations of the fatigue strength that until now have been associated with random scatter, resulting in increased safety factors, can be systematically understood. Sensitivity studies are possible in which the mean value and the scatter of fatigue strength in the component can be estimated. Production-specific scatter of fatigue strength, which is smaller for cast-iron than that assumed in guidelines, can be used in the design process, and material-related safety factors can be reduced as a result.

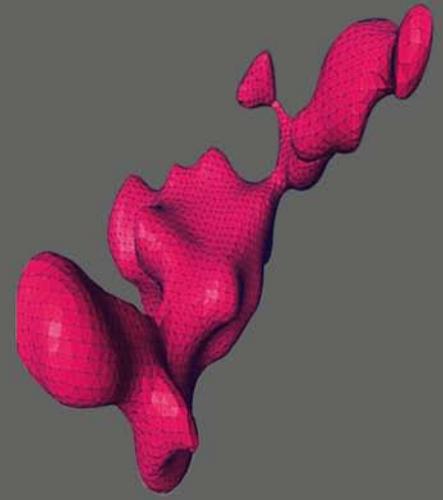
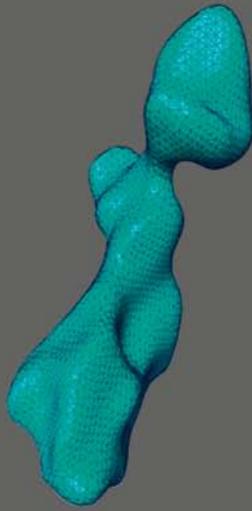
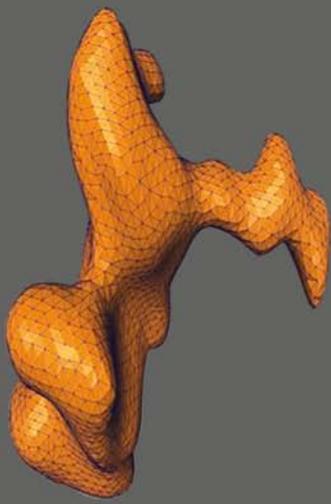
**Summary** The correlation developed between the microstructure parameters from metallography and experimentally determined fatigue strength enables a reliable estimation of the inhomogeneously distributed fatigue strength in cast-iron components. With the initial implementation of correlation equations in the Magmasoft® casting simulation program that was realized in this project it is possible to estimate the fatigue strength in the development phase. In addition, the influence of volatile process parameters on the fatigue strength can

be quantified. This enables an estimation of the scatter of fatigue properties and an optimization of the casting process with regard to the fatigue strength locally required for the component.

*Dipl.-Ing.,  
Dipl.-Wirtsch.-Ing.  
Fabio Pollicino  
Germanischer Lloyd  
Industrial Services  
GmbH  
Erneuerbare Energien  
Zertifizierung/  
Renewables  
Certification  
Brooktorkai 18  
20457 Hamburg*

„Die im gemeinsamen Projekt erarbeiteten Methoden ermöglichen ein weiterführendes Verständnis des Einflusses von Eisengussgefügen auf die Schwingfestigkeit. Das LBF Team hat mit seiner Kompetenz in den Bereichen Betriebsfestigkeit und Eisenguss einen essentiellen Beitrag zum Projektergebnis geleistet.“

“The methods worked out in this project allow for a more detailed understanding of the influence of cast iron microstructure on the fatigue strength. The LBF team has made an essential contribution to the project results with its competency in the area of structural durability and iron castings.”



KNOW-HOW FÜR DIE ZUKUNFT | KNOW-HOW FOR THE FUTURE

# Zerstörungsfreie Bewertung von Aluminiumguss.

Non-destructive evaluation of cast aluminium.

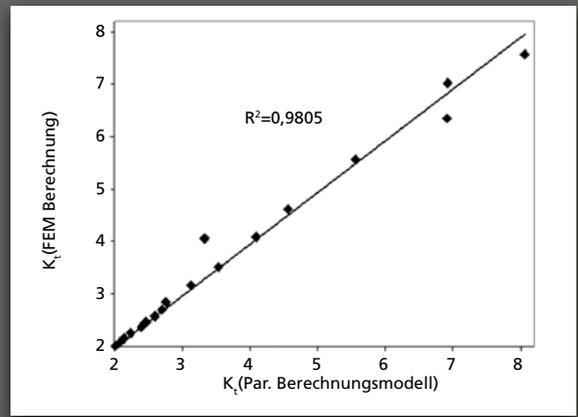
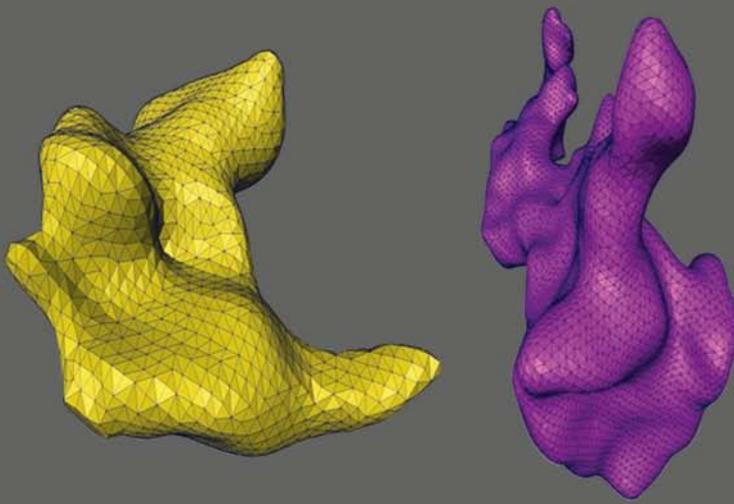
Contact: Yakub Tijani und André Heinrietz · Telephone: +49 6151 705-668 · [yakub.tijani@lbf.fraunhofer.de](mailto:yakub.tijani@lbf.fraunhofer.de)

**Die Herstellung von Aluminiumussteilen erfordert eine materialeffiziente und kostengünstige Konstruktion. Die zuverlässige Gewährleistung der mechanischen Eigenschaften von Aluminiumussteilen ist notwendig, um einen dauerhaften Wettbewerbsvorteil zu schaffen. Dies ist möglich, wenn die Festigkeiten von der Produktentwicklung bis zur Serienfertigung kontrolliert werden können. Im AiF-Forschungsprojekt „EPOS – Entwicklung und Integration von Beurteilungskriterien zur Qualitätssicherung und Bauteilberechnung unter Berücksichtigung des Einflusses von Poren und nichtmetallischen Verunreinigungen auf die Schwingfestigkeit von Aluminium-Gusslegierungen“ des Bundesverbands der Deutschen Gießerei-Industrie (BDG) wurde eine entsprechende Methode entwickelt (Projekt Nr. 295 ZN, AiF Bericht Nr. E-376).**

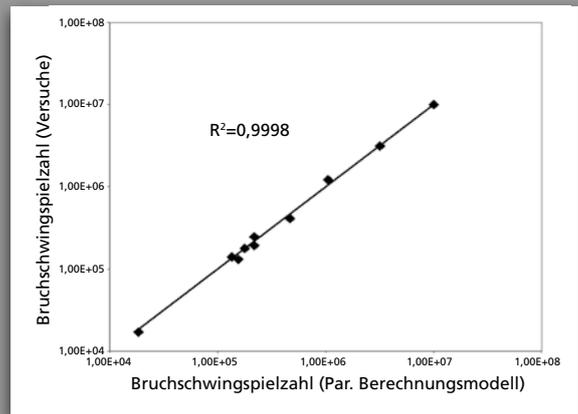
## Das EPOS-Projekt.

Mit Hilfe der Computertomographie wurden zerstörungsfreie Prüfungen an Schwingfestigkeitsproben aus den Aluminiumlegierungen durchgeführt. Aus den ermittelten dreidimensionalen Geometrieinformationen der Porositäten wurden relevante Kenngrößen abgeleitet. Die Wirkung der Porositäten auf die örtlichen Beanspruchungen im Gefüge, in Hinblick auf

die Form, Größe und Lage der Poren, wurde untersucht und quantifiziert. Im ersten Schritt wurden Finite-Element-Modelle für kugelförmige Poren erstellt, welche die untersuchten Gefüge aus Sicht der inneren Beanspruchung sinnvoll abbilden. In weiteren Schritten wurden Finite Element Modelle der realitätsnahen Gefügeinhomogenitäten erstellt. Anhand der aus der Computertomographie rekonstruierten Mikrostrukturen in Aluminiumproben wurden die mikromechanischen Beanspruchungen abgebildet und parametrisiert. Des Weiteren wurde die innere Kerbwirkung in Zusammenhang zu den charakteristischen Geometrie Kennwerten der Porositäten gebracht. Aus diesen Ergebnissen wurde ein parametrisiertes Lebensdauermodell abgeleitet. Um das Modell zu validieren, wurden an den ungekerbten Proben Schwingfestigkeitsuntersuchungen durchgeführt. Das erarbeitete Lebensdauermodell ermöglicht die Ableitung von dreidimensionalen Grenzbauteilen, welche die zulässigen Porositäten darstellen. Grundsätzlich besteht damit die Möglichkeit, die Schwingfestigkeitseigenschaften von Aluminiumussteilen auf Basis von zerstörungsfreien Prüfverfahren quantitativ ohne Versuche oder FEM-Berechnungen zu bewerten.



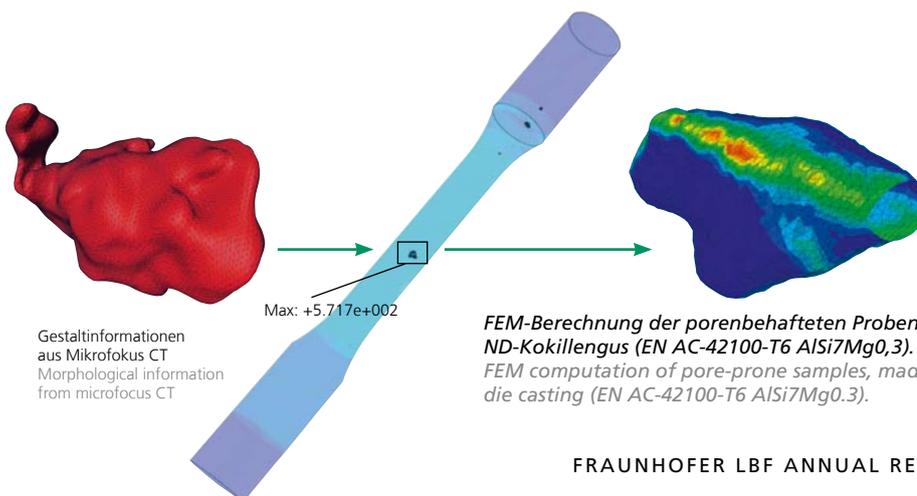
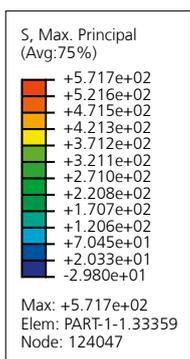
*Schwindungsporen aus zerstörungsfreier Prüfung mit Korrelation zwischen den berechneten Kerbformzahlen und Ergebnissen aus FEM Berechnungen. Shrinkage pores from non-destructive testing with a correlation between the computed stress concentration factors and results from FEM computations.*



*Korrelation zwischen den Ergebnissen der Lebensdauer von experimentellen Untersuchungen und dem parametrisierten Bewertungsmodell. Correlation between the results of fatigue life from experimental investigations and parameter model.*

**Customer Benefits** In addition to application in foundries, this concept is primarily used in the production of carriage parts, motor components and machine parts in the automobile industry and in mechanical engineering. The application enables the development of reliable aluminum castings that have been optimized to a great extent and whose quality can first be specifically examined by non-destructive testing. The quality criteria for cast components can be more specifically tailored to the desired component properties with this method. The property scattering of batches can be evaluated with CT photos.

**Summary** A general disadvantage of cast components made of aluminum alloys is porosity that develops during manufacturing. Taking the shape, size, position and distribution of the pores and inclusions into consideration is important for the fatigue life analysis of real components. These are decisive for the fatigue life of cyclically loaded components. A parameter model for calculating the fatigue life was developed by taking the geometric parameters of the defects into consideration. This enables the quantitative determination of the fatigue strength of aluminum castings based on non-destructive testing and can be used on aluminum cast components in general.



*FEM-Berechnung der porenbehafteten Proben, hergestellt aus ND-Kokillenguss (EN AC-42100-T6 AlSi7Mg0,3). FEM computation of pore-prone samples, made from low pressure die casting (EN AC-42100-T6 AlSi7Mg0,3).*



KNOW-HOW FÜR DIE ZUKUNFT | KNOW-HOW FOR THE FUTURE

# Mikroproduktionssystem.

Mikroproduction system.

Contact: Daniel Schlote · Telephone: +49 6151 705-405 · [daniel.schlote@lbf.fraunhofer.de](mailto:daniel.schlote@lbf.fraunhofer.de)

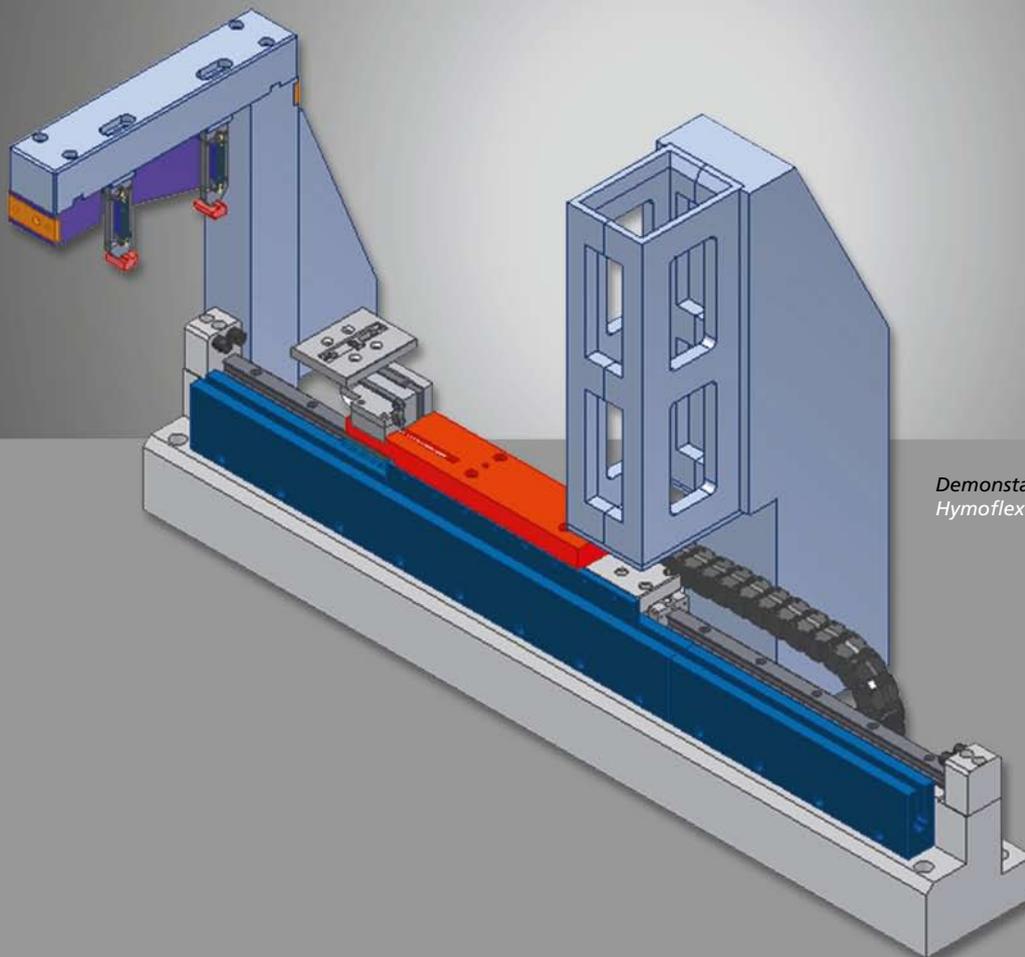
**An Hub- und Greifabläufe in der Automatisierungstechnik werden immer höhere Ansprüche im Bezug auf Dynamik, Positioniergenauigkeit und Flexibilität gestellt. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, sind innovative Lösungen gefragt. Die Firmen Anfotec, BWA-Werkzeugbau und das Fraunhofer LBF haben dazu ein hybrides Mikroproduktionssystem auf Basis von Piezoaktoren und einem Linearmotor entwickelt.**

Das unter dem Namen Hymoflex entwickelte Mikroproduktionssystem stellt die Möglichkeit bereit, beliebige Kurvenbewegungen in einem vorgegebenen Fenster auszuführen. Charakterisiert wird die hier betrachtete Kurvenbewegung, durch eine kurze Hubbewegung von ca. 1 mm und eine lange Förderbewegung von ca. 300 mm. Synchron zu der Kurvenbewegung findet ein sensibler Greifvorgang statt. Als Beispielprozess wurde das Vereinzeln von Bauteilen aus einem Magazin in Form eines Demonstrators umgesetzt.

Der Demonstrationsprozess läuft wie folgt ab: Der Schlitten eines Linearmotors mit einer piezoelektrischen Vertikalhubeinheit wird unter ein Magazin mit gelochten Metallplättchen gefahren. Dort wird die Vertikalhubeinheit positionsgeregelt in

die Fanglöcher der Bauteile ausgefahren. Der Linearmotor wird nun vom Magazin weg bewegt. Dabei wird ein Metallplättchen aus dem Magazin gezogen. Der Schlitten fährt anschließend an das andere Ende des Linearmotors. Dort befindet sich ein piezoelektrischer Greifer, der das Bauteil kraftgeregelt entgegennimmt. Die Hubeinheit fährt anschließend wieder ein und der Schlitten bewegt sich zurück zum Magazin. Der Greifer gibt das Plättchen zuletzt frei.

Die Aufgabe des Fraunhofer LBF bestand in der Entwicklung und Optimierung von Piezoachsen für Hub- und Greifbewegungen. Die Wegübersetzung der Piezostapelaktoren für die Piezoachsen ist in Form von Festkörpergelenkinematiken umgesetzt worden, welche mit Hilfe von genetischen Algorithmen optimiert wurden. Zur Ansteuerung der Kinematiken ist eine Weg- und Kraftregelung erarbeitet sowie eine spezielle Leistungselektronik für Anwendungen in der Automatisierungstechnik entwickelt worden. Die Sensorik für die Regelung erfolgt über eine Weg- und Kraftmessung auf Basis von DMS. Die Methode wurde ebenfalls im Fraunhofer LBF entwickelt. In Zusammenarbeit mit den Projektpartnern wurden die Piezoantriebe in eine Steuerungsumgebung mit einem Profibussystem eingebunden.



*Demonstator Hymoflex  
Hymoflex demonstrator*

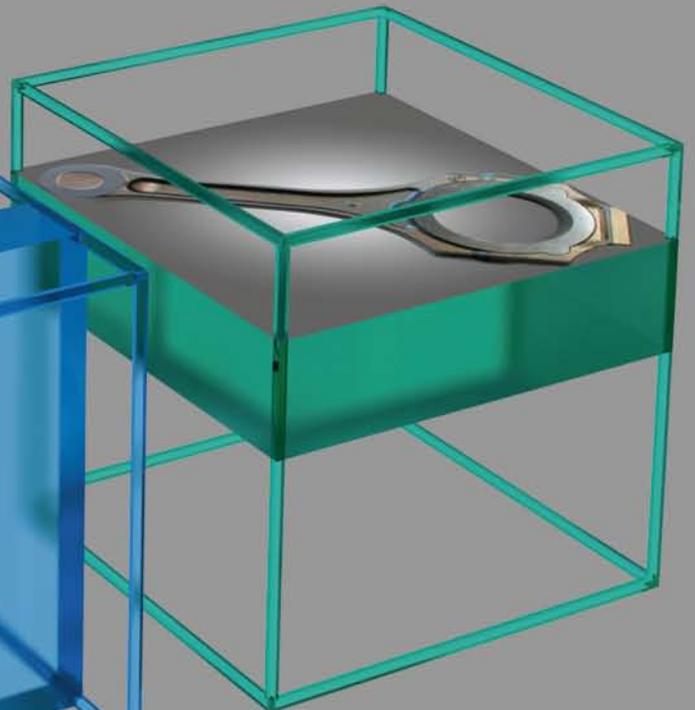
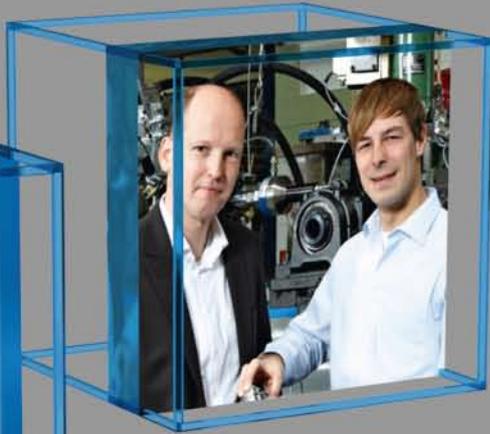
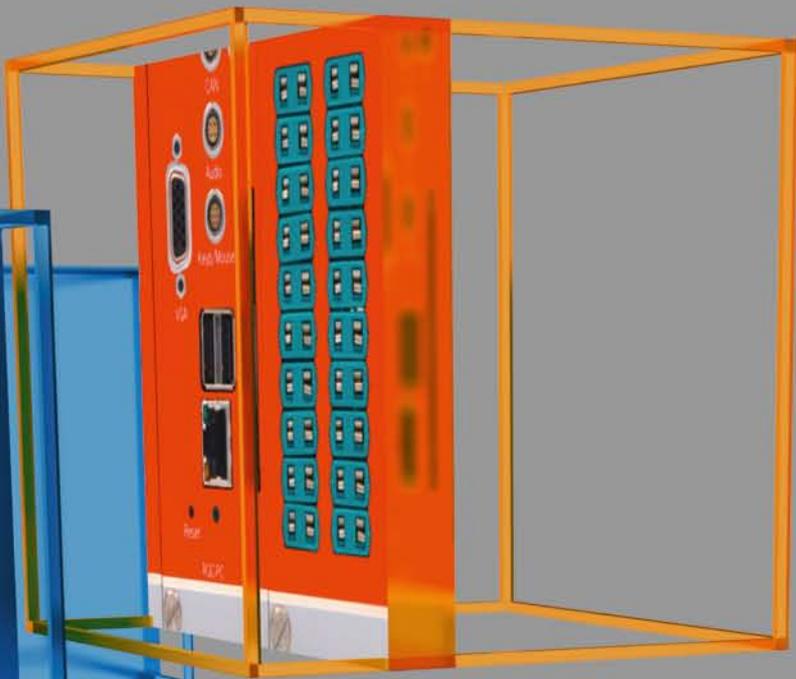
Hymoflex demonstriert das Potenzial, Piezoaktoren in Kombination mit Lineardirektantrieben in der Produktions- bzw. Automatisierungstechnik einzusetzen.

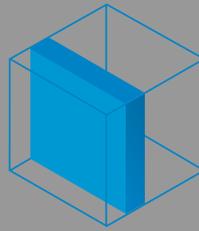
Das Projekt wurde im Rahmen von KMU-Innovativ – Produktionsforschung durch das BMBF gefördert.

**Customer Benefits** stroke amplified piezo stack actuators can be effectively used for positioning in automatization technology, e.g. in lifting or gripping movements of up to 1mm. It is possible to realize forces of up to 30 N. Particularly high dynamics of up to 100 repetitions per second are interesting for many applications. Piezo actuators can be integrated into control environments suitable for use in the industry and can be combined with other actuators, as shown in this example.

---

**Summary** In order to be able to contribute to higher dynamics, positioning accuracy and flexibility for curve movements in automatization technology, a hybrid microproduction system based on piezo actuators and a linear motor was developed by Anfotec GmbH, BWA-Werkzeugbau and Fraunhofer LBF. The separation of small metal sheet components from a magazine was selected for the demonstration process. A short lifting and a gripping movement is carried out by piezo actuators and a long conveyor motion is carried out by a linear motor. Fraunhofer LBF's main task was to develop and optimize the piezo actuators including the power electronics.





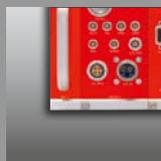
- > Elastomerlagerprüfung im Detail. 64
- > Elastomer bearing tests in detail.



- > Leichtbaupotential kaltumgeformter Bauteile. 66
- > Lightweight potential of cold-formed components.



- > Schmiede- und Sinterschmiedeepeleuel im Vergleich. 68
- > Die forged versus powder forged con-rods.



- > Strategische Partnerschaft  
mit der Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG. 70
- > Strategic Partnership with Dr. Ing. h. c. F. Porsche AG.



- > Verlässliches Bemessungskonzept für  
Sicherheitsbauteile aus AFP Stahl. 72
- > Reliable design concept for safety components  
made of AFP steels.



KNOW-HOW FÜR DIE ZUKUNFT | KNOW-HOW FOR THE FUTURE

# Elastomerlagerprüfung im Detail.

Elastomer bearing tests in detail.

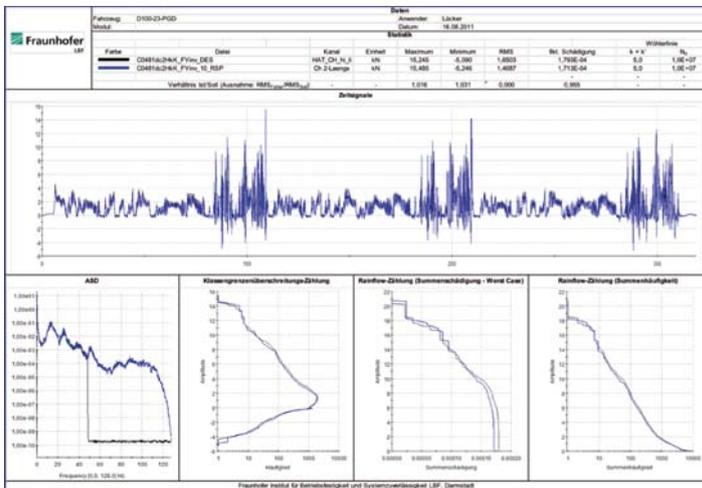
Contact: Erich Lücker · Telephone: +49 6151 705-362 · [erich.luecker@lbf.fraunhofer.de](mailto:erich.luecker@lbf.fraunhofer.de)

**Elastomerlager müssen im Fahrzeug nicht nur die Übertragung von Schwingungen verhindern bzw. mildern, sie müssen auch die Lasten übertragen und ein ganzes Fahrzeugleben lang zuverlässig ihren Dienst verrichten. Dabei unterliegen die Elastomerlager hohen mechanischen und thermischen Lasten. Motorlager müssen die durch den Motor erzeugten Schwingungen dämpfen und neben der so in Wärme umgewandelten Energie noch in der durch die Abwärme des Motors geprägten Umgebung sicher funktionieren. Hinterachsträgerlager mindern und dämpfen die aus der Straßenanregung resultierenden Schwingungen in die Karosserie und befinden sich dabei im Einflussbereich der heißen Abgasanlage.**

## Der Prüfaufbau.

Für die sinnvolle Elastomerlagerprüfung müssen die versagensrelevanten Belastungen möglichst genau reproduziert werden. Dies sind zum einen die vorwiegend in den drei Raumrichtungen angreifenden strukturellen, aber auch die thermischen Belastungen. Zur Einstellung einer geregelten Temperatur der das zu prüfende Elastomerlager umgebenden Luft kann eine Heizkammer verwendet werden. Diese hat jedoch, gerade bei flexibel auf unterschiedliche Anforderungen anpassbaren Prüfaufbauten, Nachteile in Bezug auf den angestrebten

kurzen Rüstaufwand. Sowohl im Labor des Kunden als auch im Fraunhofer LBF konnten allerdings gute Erfahrungen mit einer Temperierung durch eine „Folienkammer“ in Verbindung mit einem herkömmlichen, regelbaren Heißluftgebläse und einem nahe der Probe verbrachten Temperatursensor gemacht werden. Mit diesem Set-up können die zur Prüfung notwendigen Lufttemperaturen bis 120°C problemlos realisiert werden. Zu beachten ist zusätzlich, dass die weitere verbaute Sensorik, wie die nahe der Probe eingesetzte Kraftmesstechnik, vor den hohen Temperaturen durch dünne, starre Isolationsplatten entkoppelt wird. Die Kraftmesstechnik, eine Mehrkanalmessdose, sollte dabei immer an der nicht bewegten Seite des Prüflings angeordnet werden. Da Elastomerlager aufgrund ihrer geringen Steifigkeit recht große Wege zulassen, sind im Falle einer dynamischen Kennwertermittlung und eines Betriebslastennachfahrversuchs die durch die hohen Beschleunigungen resultierenden Massenkräfte an der „bewegten“ Prüflingsseite, also im Bereich der Lasteinleitung, nicht zu vernachlässigen. Eine wie beschrieben angeordnete Mehrkanalmessdose auf Dehnmessstreifenbasis stellt eine gute und die im Hinblick auf die Messgenauigkeit zweitbeste Lösung dar. Übertroffen wird sie insbesondere bei Messungen im hohen Frequenzbereich, von einem mit Piezozellen aufgebauten Messtisch, der hier seine höhere Steifigkeit ausnutzen kann, von der Anschaffung her jedoch teurer ist.



*Erreichte Simulationsgüte (Signal mit der höchsten Dynamik).  
Achieved simulation quality (signal with the highest dynamics).*

*Einrichtung zur multiaxialen Prüfung eines Hinterachsträgerlagers unter erhöhter Umgebungstemperatur.  
Equipment for the multiaxial test of a rear axle carrier bearing under increased ambient temperature.*

Im Falle der Betriebslastennachfahrversuche von Motorlager und Hinterachsträgerlager, beides Hydrolager, werden Kraftsignale bis zu 15 kN mit Frequenzinhalten bis 50 Hz zuverlässig reproduziert. Hierfür wird die Software MTS RPC PRO gekoppelt an einen modernen Regler genutzt. Bei Betriebslastennachfahrversuchen an Fahrwerksbuchsen nutzt das Fraunhofer LBF die Software IST RS LabSite modulogic mit ähnlichen Ergebnissen.

**Customer Benefits** Fraunhofer LBF's flexibly applicable multiaxial test setups for the testing and parameter determination of elastomer bearings allow for a fast reaction to special customer wishes. The tests secure new products with regard to a reliable operation of the vehicle and help find the ideal product design during the development process. As a result, the customer has an increased trust in the elastomer bearing product.

**Summary** Rubber-metal parts, so-called elastomer bearings, are used to decouple vibrations in many parts of a vehicle. The article shows the possibility of multiaxial tests under service loads with the simulation of the ambient temperature, performed at different engine mounts and rear subframe mounts. During the operating load follow up tests the dyna-

mic parameters of the elastomer bearing are determined in defined time intervals, thus helping assess the failure behavior of the elastomer bearings. The test setup that was used allows for a fast and flexible adaptation to different test objects and, with that, a fast reaction time to different customer requirements.

*Mathias Morch,  
Vibracoustic GmbH  
& Co.*

„Die beim Fraunhofer LBF durchgeführten Untersuchungen an verschiedenen Motor- und Hinterachsträgerlagern wurden schnell und kompetent ausgeführt. Da die Methoden mit den unsrigen vergleichbar sind, können wir auch in Zukunft bei Engpässen oder besonderen Herausforderungen in unseren Erprobungszyklen reibungslos mit dem LBF zusammenarbeiten.“

„Tests on different motor and rear axle carrier bearings were made quickly and competently at Fraunhofer LBF. Since their methods are comparable to ours, we will also be able to work together well with Fraunhofer LBF in the future if we have a bottleneck or a particular challenge in our test cycles.“



KNOW-HOW FÜR DIE ZUKUNFT | KNOW-HOW FOR THE FUTURE

# Leichtbaupotential kaltumgeformter Bauteile.

Lightweight potential of cold-formed components.

Contact: Volker Landersheim und Alessio Tomasella · Telephone: +49 6151 705-475 · [volker.landersheim@lbf.fraunhofer.de](mailto:volker.landersheim@lbf.fraunhofer.de)

**Für kaltumgeformte Bauteile existieren vielfältige Anwendungen im Maschinen- und Fahrzeugbau. Sie lassen sich wirtschaftlich und präzise fertigen. Ein weiterer Vorteil blieb bisher oft ungenutzt: durch die Kaltverfestigung ergibt sich eine erhöhte Festigkeit des Werkstoffs. Wenn dies bei der Bauteildimensionierung berücksichtigt werden kann, lassen sich zusätzliche Leichtbaupotentiale erschließen.**

## Experimentelle und numerische Untersuchungen.

Wie lässt sich die durch den Fertigungsprozess lokal erhöhte Festigkeit systematisch in die Bauteilbewertung einbeziehen? Dieser Frage ist das Fraunhofer LBF in Kooperation mit Schaeffler Technologies in einem gemeinsamen Projekt nachgegangen. Als Demonstratorbauteil dient dabei das in Abb. 3 dargestellte Gehäuse. Dieses Bauteil unterliegt als Fahrzeugkomponente hohen Leichtbauanforderungen und ist im Betrieb starken mechanischen Belastungen ausgesetzt. Das „dicke“ Blechbauteil aus Einsatzstahl wird durch einen Tiefziehprozess bei Raumtemperatur umgeformt.

Um die Schwingfestigkeit dieses Bauteils bewerten zu können ist es essentiell, das Werkstoffverhalten im umgeformten Zustand zu kennen. Dazu wurden zunächst Proben durch Vorrecken und Abwalzen definiert umgeformt und diese

hinsichtlich ihrer Schwingfestigkeitseigenschaften untersucht. Die zyklische Fließgrenze liegt bei den abgewalzten Proben um fast 30% höher als im Ausgangszustand. Im Bauteil ist der Vergleichsumformgrad stellenweise noch deutlich höher als in diesen Proben, so dass dort eine noch stärkere Festigkeitssteigerung zu erwarten ist.

Um auch Werkstoffzustände, für die keine Versuchsergebnisse vorliegen, bewerten zu können, werden Abschätzungsmethoden eingesetzt. Mit diesen werden die für die Schwingfestigkeitsbewertung nötigen zyklischen Kennwerte auf Basis der Härte oder des Umformgrads ermittelt. Die unterschiedlichen Schätzungsmethoden wurden im Rahmen des Projekts in ein selbst erstelltes Tool eingebunden, in dem die lokalen Härte- und Umformgradwerte eingegeben werden können. In dem Tool wurde auch das am Fraunhofer LBF entwickelte Programm ANSLC, das mit künstlichen neuronalen Netzen arbeitet, verwendet. Die Bewertung der Zuverlässigkeit der unterschiedlichen Methoden für den untersuchten Werkstoff ist in Abb. 1 dargestellt.

Basierend auf dieser Kennwertabschätzung ist eine numerische Bauteilbewertung möglich, bevor der erste Prototyp gefertigt wird. Unterschiedlichen Bereichen im für die

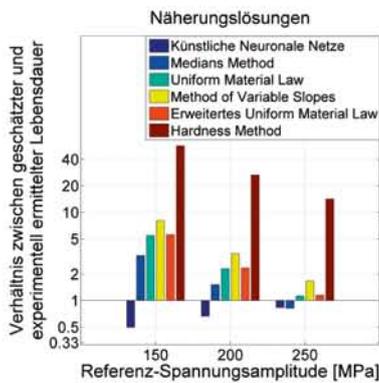


Abb. 1: Verhältnis geschätzter zu experimentell ermittelter Kennwerte bestimmter Lebensdauer für den untersuchten Werkstoff.

Fig. 1: Ratio of fatigue life derived with estimated and experimentally determined parameters.

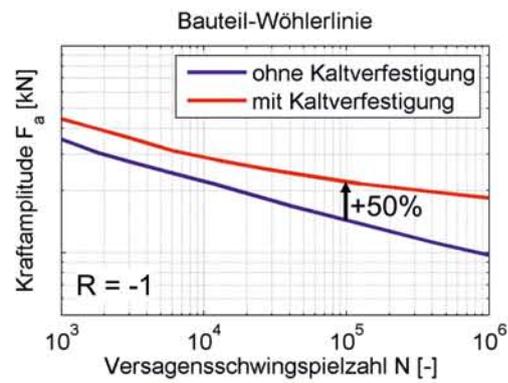


Abb. 2: Numerisch ermittelte Bauteilwöhlerlinie des Getriebegehäuses mit und ohne Berücksichtigung der Kaltverfestigung auf Basis von Abschätzungsmethoden.

Fig. 2: Numerically determined component S-N curves of a gear housing with and without considering the work hardening based on estimation tools.

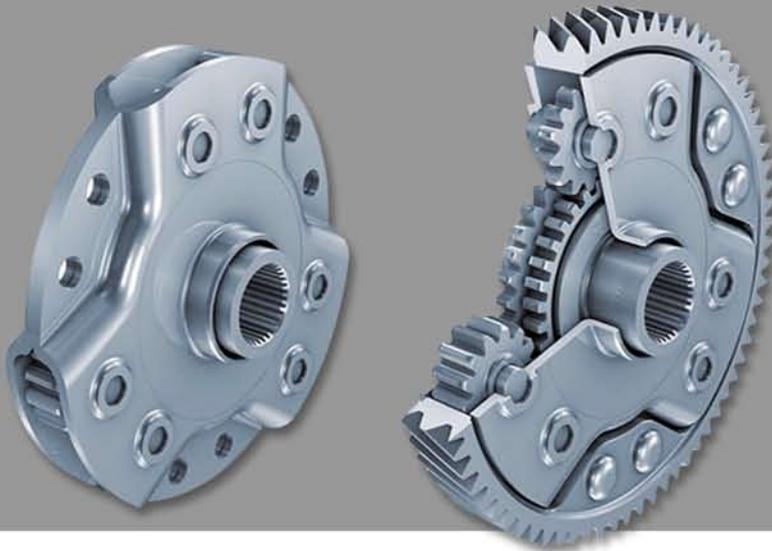


Abb. 3 Demonstratorbauteil: kaltumgeformtes Gehäuse eines Ausgleichgetriebes.  
Fig. 3 Demonstrator component: Cold-formed housing of a differential gear.

Bauteilbewertung eingesetzten FE-Modell werden je nach örtlichem Umformzustand unterschiedliche Werkstoffkennwerte zugeordnet. Für das Gehäuse in Abb. 3 wurde auf diese Weise eine deutlich höhere Schwingfestigkeit numerisch ermittelt als bei Vernachlässigung der Kaltverfestigung, siehe Abb. 2. Die experimentelle Validierung der Ergebnisse wird derzeit bei Schaeffler Technologies durchgeführt.

**Customer Benefits** Cold-formed components can be more highly loaded or less heavy dimensioned. As a result, the user is able to save weight and costs. If the forming simulation is included in the component assessment it is possible to optimize the component and its manufacturing before a prototype is made.

**Summary** Cold-formed components show a considerably higher strength. In order to make use of this potential, the local material parameters must be determined and integrated into the numerical component evaluation. The cold formed material samples are tested and estimation tools for determining the local material parameters are validated. A numerical fatigue strength evaluation based on the example of cold-formed housing for a differential gear was carried out that includes the forming simulation for the determining of

the parameters in the evaluation process. The tests and the numerical component evaluation both show a considerable lightweight design potential, which develops as a result of the cold forming process.



Ralf Waterkotte,  
Schaeffler  
Technologies  
AG & Co. KG

„Die stetig wachsenden Leichtbauanforderungen erfordern den Einsatz fortgeschrittener numerischer Bewertungsmethoden sowie eine möglichst genaue Ermittlung von Werkstoffkennwerten. In diesem Projekt konnte das durch die örtliche Kaltverfestigung entstehende Leichtbaupotential eindrucksvoll aufgezeigt werden, zum Vorteil für unsere Kunden.“

“Constantly increasing demands in lightweight design require the application of advanced numerical evaluation methods as well as a precise determination of material parameters. The lightweight potential that developed as the result of local work hardening could be impressively demonstrated in this project – to the advantage of our customers.”



KNOW-HOW FÜR DIE ZUKUNFT | KNOW-HOW FOR THE FUTURE

# Schmiede- und Sinterschmiedepfeuel im Vergleich.

Die forged versus powder forged con-rods.

Contact: Dr. Klaus Lipp · Telephone: +49 6151 705-243 · klaus.lipp@lbf.fraunhofer.de

**Die zunehmend höheren Anforderungen an moderne Benzin- und Dieselmotoren führen auch zu höheren Belastungen von Motorenbauteilen, wie z. B. Pleuelstangen. Die gleichzeitige Forderung nach Reduzierung der Massen führt daher zu dem Bedarf nach höherfesten Materialien für diese Bauteile. Im Großserienbereich werden heute überwiegend bruchgetrennte Pleuelstangen eingesetzt und es stehen im Wesentlichen zwei Methoden zur Rohteilherstellung im internationalen Wettbewerb: Geschmiedete und pulvergeschmiedete Stahlpleuel.**

## Motivation.

Die Werkstoffentwicklung für sowohl geschmiedete als auch sintergeschmiedete Pleuelstangen zielte darauf ab, dem Wunsch nach höherer Beanspruchbarkeit gerecht zu werden. Für eine umfassende Gegenüberstellung des Potentials von geschmiedeten sowie sintergeschmiedeten Pleuelstangen wurden die derzeit gebräuchlichsten Schmiede- sowie Sinterschmiedestähle für die Fertigung bruchtrennfähiger Pleuel untersucht, Tab. 1.

## Versuchsdurchführung und Ergebnisse.

Die Schwingfestigkeitsversuche erfolgten an Pleuelstangen, Abb. 2 (geschmiedete Pleuel), mit Fokus auf den Bereich des

Pleuelschafts und mit einem anwendungsnahen Belastungsverhältnis von einheitlich  $R_f = -2,5$ . Durch die Bauteilversuche werden alle fertigungstechnischen Einflüsse auf die Schwingfestigkeit berücksichtigt. Für alle Werkstoffe wurden die Ergebnisse als Nennspannungsamplitude im Schaft in Form von Wöhlerlinien ausgewertet. Die ertragbaren Nennspannungsamplituden bei  $N_G = 10^7$  Schwingspielen sind in Abb. 1 zusammenfassend für alle untersuchten Pleuelwerkstoffe im Säulendiagramm einander gegenübergestellt. Demnach weisen die aktuell verfügbaren Schmiedestähle gegenüber den Sinterschmiedestählen eine deutlich höhere Beanspruchbarkeit für den Schaft auf, wodurch auch ein größeres Potential zur Gewichtsreduktion oder Leistungssteigerung vorliegt. Die Streuung der Ergebnisse für die Pleuel beider Fertigungstechnologien ist gering und signifikante Unterschiede im Streumaß zwischen Sinterschmiede- und Stahlpleuel konnten nicht festgestellt werden. Für die Bauteilbemessung ist allerdings nicht nur die Beanspruchbarkeit im Pleuelschaft maßgebend. Abhängig vom Design liegen bei Pleuelstangen unterschiedliche Spannungskonzentrationen bei z. B. Querschnittsübergängen vor. Vor allem bei schräg geteilten Pleuelstangen ist auch das Bohrungsende der Lagerverschraubung im kurzen Schenkel hoch belastet. Für diese Bereiche ist neben einer hohen Festigkeit des Werkstoffs zudem eine geringe Kerbempfindlichkeit

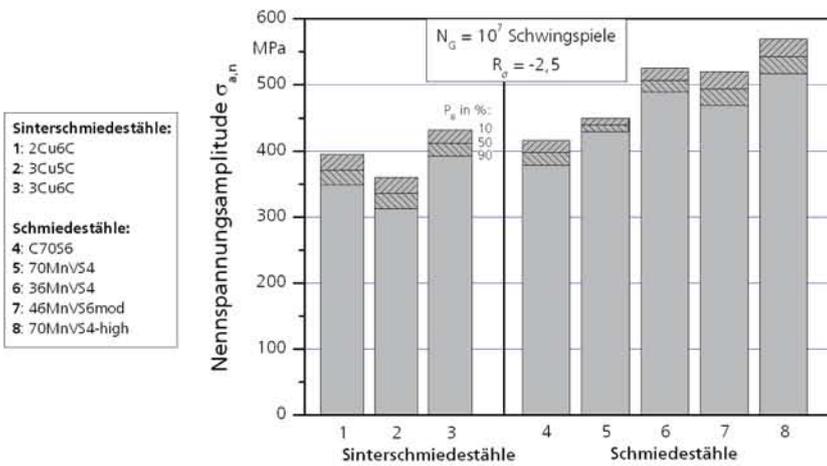


Abb. 1: Gegenüberstellung der ertragbaren Nennspannungsamplituden bei  $N_G = 10^7$  Schwingspielen für alle untersuchten Pleuelwerkstoffe.  
 Fig. 1: Comparison of the endurable nominal stress amplitudes at  $N_G = 10^7$  cycles for all investigated con-rod materials.

Abb. 2: Geschmiedeter Pleuelrohling.  
 Fig. 1: Die forged con-rod blank.



Werkstoff	Streckgrenze	Zugfestigkeit	Bruchdehnung	Brucheinschnürung	Härte
	$R_{p0,2}$ in MPa	$R_m$ in MPa	A in %	Z in %	HB 2,5/187,5
C70S6	660	1058	9,5	31,0	306
70MnVS4	701	1077	9,1	33,7	307
36MnVS4	851	1077	10,3	42,1	321
46MnVS6mod	849	1157	10,0	32,2	324
70MnVS4 high	823	1217	9,0	19,2	345
2Cu6C	591	922	8,8	22,3	304
3Cu5C	630	877	6,7	23,0	321
3Cu6C	830	1149	7,7	9,6	352

Tab. 1: Gegenüberstellung der derzeit gebräuchlichsten Schmiede- sowie Sinterschmiedestähle für die Fertigung bruchtrennfähiger Pleuel.  
 Tab. 1: Comparison of the forged and powder forged steels most commonly used today for the manufacture of fracture splitted con-rods.

gewünscht. Im Hinblick auf die Werkstoffauswahl für ein ausgewogenes wirtschaftliches und zuverlässiges Design ist die Kenntnis des zyklischen Werkstoffverhaltens auch für den gekerbten Zustand sowie die Bearbeitbarkeit der einzelnen Werkstoffe von Bedeutung.

**Customer Benefits** Different types of manufacturing processes often compete with each other for component design. An assessment of the interaction of material with the manufacturing process is hardly possible when examining the cyclical material behavior of unnotched samples only without taking into account the specific behavior due to the manufacturing process. A direct comparison of the fatigue behavior of different component materials including influences of the manufacturing process provides clear results and contrasts the performance with regard to the component behavior.

**Summary** The fatigue behavior of the shank of powder forged connecting rods is comparable to that of the die forged steel C70S6. Later developed die forged steels are showing a superior fatigue behavior compared to the investigated powder forged steels. The scatter of the test results for die forged and powder forged connecting rods does not differ considerably. Therefore,

presently available die forged steels have a higher potential for weight reduction or increase in performance of connecting rods compared to powder forged steel.



B. Reppen, Mahle Brockhaus GmbH, Plettenberg

„Als unabhängiges Institut bietet das Fraunhofer LBF ideale Voraussetzungen für einen neutralen Vergleich von Werkstoffeigenschaften an Bauteilen, die in miteinander konkurrierenden Fertigungsverfahren hergestellt werden. Wir zählen dabei auf die Kompetenz des LBF in Ausarbeitung, Durchführung und Analyse dieser breit angelegten Benchmark-Untersuchung.“

„As an independent institute, Fraunhofer LBF offers the ideal prerequisites for a neutral comparison of material properties of components that have been manufactured with competing manufacturing processes. We are counting on the competency of LBF in the planning, implementation and analysis of this extensive benchmark research.“



Foto: Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG

KNOW-HOW FÜR DIE ZUKUNFT | KNOW-HOW FOR THE FUTURE

# Strategische Partnerschaft mit der Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG.

Strategic Partnership with Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG.

Contact: Christian Pohl · Telephone: +49 172 633 8460 · christian.pohl@lbf.fraunhofer.de

**Das Fraunhofer LBF begleitet seit 2008 spezielle Messumfänge im Entwicklungszentrum der Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG. Die fachkundige Unterstützung sowie hohe Flexibilität und Einsatzbereitschaft der Ingenieure des Fraunhofer LBF war die Motivation für einen zunächst auf einen Zeitraum von fünf Jahren angelegten Vertrag für die umfassende messtechnische Betreuung von Porsche-Versuchsfahrzeugen. Damit ist das Institut der führende Entwicklungspartner im Bereich der messtechnischen Fahrzeugausrüstung und in der Durchführung von Messvorhaben des Sportwagenherstellers.**

## **Strategische Partnerschaft im Bereich der Operativen Messtechnik (SPOM).**

Die Überwachung von Schädigungskennzahlen während einer Dauerlauferprobung erfordert eine robuste Messtechnik sowie schnelle und standardisierte Auswerteroutinen. In diesem Umfeld sind Wissenschaftler und Ingenieure des Fraunhofer LBF seit langer Zeit sehr erfolgreich tätig. Seit 2010 werden diese Aktivitäten im Kompetenzcenter „Datenanalysen und radbezogene Komponenten“ abgebildet – auf Kundenwunsch auch mit den am Institut verfügbaren Pkw- und Nfz-Messrädern.

Neben den Betriebsfestigkeitsmessungen an Porsche-Fahrzeugen werden aktuell auch Messungen in den Bereichen Fahrdynamik, z. B. Erfassung von Steuergeräte-Daten oder Bremsversuche sowie Thermodynamik im Bereich von Bauteilen und Fluiden bzw. Messungen des Heiz- und Kühlverhaltens von Klimaanlage, durchgeführt. Seit kurzer Zeit erweitern sich die LBF-Aktivitäten um die Bereiche Datenlogging, d. h. das Messen von CAN-Bus-Datenströmen und die Programmierung von Auswerteroutinen.

Mit zunächst drei Ingenieuren ab Anfang 2010 unterstützte das Fraunhofer LBF die operative Messtechnik bei Porsche und arbeitete in den folgenden Monaten sehr zielstrebig an der Umsetzung eines neuen Betriebsmodells für das Institut – der längerfristigen Integration von LBF-Wissenschaftlern am Kundenstandort. Aktuell arbeiten zehn Wissenschaftler in der LBF-Arbeitsgruppe in Stuttgart. Seit kurzem auch die erste Ingenieurin.

Die Leistungen des Fraunhofer LBF finden sich in allen Projektteilbereichen der Messtechnik:

- Kommunikation und Abstimmung mit den Fachabteilungen,
- messtechnische Ausrüstung der Fahrzeuge mit Sensorik und Erfassungssystemen sowie die Inbetriebnahme der Messtechnik,



*Die neue Generation der Porsche-Messtechnik.  
The new generation of Porsche  
measurement technology.*

- vollständige Betreuung der Fahrbetriebsmessungen, einschließlich Umbauten und Anpassungen des messtechnischen Versuchsaufbaus,
- Abrüstung der Messsysteme sowie Auswertung und Archivierung der Messdaten.

Entsprechend den Erprobungszielen sind die Fahrzeuge – und damit die Ingenieure des LBF – in Prüfeinrichtungen wie Klimawindkanälen, auf öffentlichen Straßen, aber vor allem auf den Teststrecken in Europa und weltweit anzutreffen.

Als strategischer Partner der Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG ist das Fraunhofer LBF auch eingebunden in die Beschaffung und Bereitstellung der passenden Messtechnik und kann hier auf ein breites Portfolio von am Institut verfügbarer Hardware zurückgreifen, das ab 2012 nochmals um Module der von Porsche entwickelten neuen Messtechnikgeneration erweitert wird.

**Summary** Within the framework of a strategic partnership in the area of operative measurement technology, initially set for five years, ten staff members of Fraunhofer LBF are permanently involved in testing activities in the development center of Dr. Ing. h. c. F. Porsche AG in Weissach. The LBF

scientists and engineers are entrusted with measurement tasks in the areas of structural durability, driving dynamics, temperature measurements and data logging. With the acquisition of newly developed Porsche measurement technology, Fraunhofer LBF has considerably expanded its measurement equipment and will be able to support vehicle development and testing even better in the future.

*Mark Martins,  
(Fachreferent  
Messtechnik  
Anwendung,  
Dr. Ing. h.c. F.  
Porsche AG)*

„Dr. Ing. h. c. F. Porsche AG was searching for a long-term, strategic partner in order to react quickly, efficiently and flexibly to increasing capacity demands on operative measurement technology. Fraunhofer LBF has proven to be the ideal partner. The institute has been working in all measurement technology areas of vehicle development since 2010 with an outstanding level of quality, commitment and focus on results.“



KNOW-HOW FÜR DIE ZUKUNFT | KNOW-HOW FOR THE FUTURE

# Verlässliches Bemessungskonzept für Sicherheitsbauteile aus AFP Stählen.

Reliable design concept for safety components made of AFP steels.

Contact: *Andreas Herbert* · Telephone: +49 6151 705-279 · [andreas.herbert@lbf.fraunhofer.de](mailto:andreas.herbert@lbf.fraunhofer.de)

**AFP-Stähle haben sich als kostengünstige Alternativen zu den klassischen Vergütungsstählen bei der Herstellung von Schmiedeteilen erwiesen. Wesentliche Vorteile resultieren aus der Kostenersparnis sowie aus der geringeren CO<sub>2</sub>-Emission bei der Herstellung (Wegfall der Vergütungsstufe) gegenüber vergleichbaren Bauteilen aus Vergütungsstählen. Offen ist für die Hersteller aber mit welchen Sicherheiten die an die Bauteile gestellten Beanspruchungen ertragen werden. Daher ist es notwendig, Vorzüge und Grenzen des Einsatzes von Bauteilen aus AFP-Stählen aufzuzeigen.**

## Ziel und Arbeitsschritte.

Das Ziel dieses Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines Bemessungskonzeptes für Sicherheitsbauteile aus AFP-Stählen im Fahrwerksbereich. Inhalte eines derartigen Bemessungskonzeptes sind zum einen Informationen zur Werkstoffqualifizierung der AFP-Stähle hinsichtlich ihres Betriebsfestigkeitsverhaltens sowie Informationen zum Ermüdungsrisswachstum. Diese Werkstoffkennwerte werden in dem Projekt an Materialproben ermittelt und umfassen:

- Statische Werkstoffkennwerte und E-Modul
- Wöhler- und Gaßnerlinien an gekerbten und ungekerbten Proben

- Bruchzähigkeit
- Statische bruchmechanische Kennwerte
- Bruchmechanische Kennwerte für zyklische Belastung

Das bauteilgebundene Werkstoffverhalten unter den im Betrieb zu erwartenden Belastungen (zyklisch und dynamisch) wird an zwei Beispielbauteilen (Lenkhebel und Achsschenkel) geprüft. Hierfür werden zyklische Versuche unter konstanten und variablen Amplituden, sowie Impactversuche durchgeführt. Der Versuchsumfang umfasst die Untersuchung an den beiden Beispielbauteilen, jeweils gefertigt aus den zwei AFP Hauptwerkstoffen (30MnVS6+Ti und 18MnVS5) und einem Nebenwerkstoff (Vergütungsstahl 38MnB5). Hierbei durchlaufen die beiden Hauptwerkstoffe den vollen Versuchsumfang, der Nebenwerkstoff dient dagegen dem Abgleich spezifischer Parameter der Arbeitspakete. Die potentiell niedrigere Widerstandsfähigkeit von AFP-Stählen gegenüber schlagartigen Beanspruchungen wird mittels Impactversuchen unter tiefen Temperaturen näher untersucht und ein Bewertungskriterium entwickelt. Die Wahl der Bauteile Achsschenkel und Lenkhebel wurde getroffen, um Versagen sowohl in einer bearbeiteten Oberfläche (Achsschenkel) als auch in der Schmiedehaut (Lenkhebel) zu provozieren.

## Zuordnung der Arbeitspakete zu den Themenbausteinen

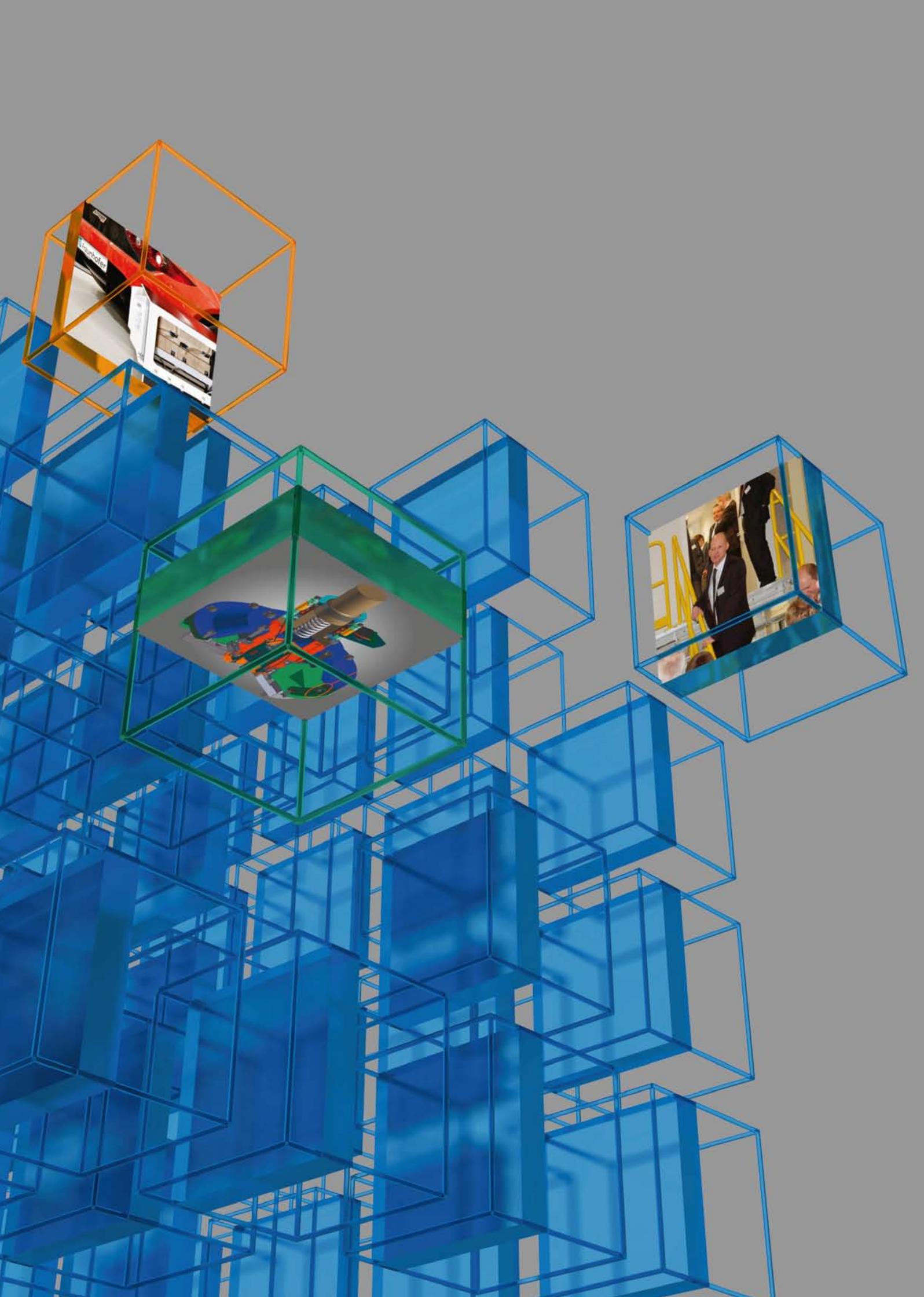
Themenbaustein	 <b>Fraunhofer</b> LBF	 Systemzuverlässigkeit und Maschinenakustik	 <b>imfd</b>
A: Ermittlung relevanter statischer und dynamischer Werkstoffparameter		Statische und zyklische Werkstoffparameter	Bruchmechanische Werkstoffparameter
B: Definition von einsetztypischen Lastfällen und Betriebsbelastungen	Bemessungsrelevante Betriebsbelastungen (zyklisch und schlagartig)		
C: Bauteilversuche unter Lebensdauerbeanspruchungen und Sonderlasten	Zyklische und schlagartige Bauteilversuche		Modellbildung und numerische Abbildung der schlagartigen Bauteilversuche
Ergebnis: Bemessungskonzept zur einfachen Anwendung in der Bauteilauslegung	Bemessungen gegen zyklisch auftretende Betriebsbelastungen	Bemessung gegen einzelne, schlagartig auftretende Sonderlasten	

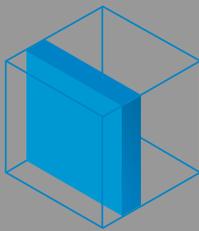
*Arbeitspakete und deren Bearbeitung im Projekt.  
Work packages and partners within the project.*

Aus diesen Ergebnissen wird die Übertragung der Werkstoffkennwerte auf das Bauteilverhalten unter den zu erwartenden Betriebsbelastungen abgeleitet. Dies stellt den Kern des Bemessungskonzeptes dar. Hierfür werden der Einfluss der Kerbschärfe und der Mittelspannung auf das Versagenverhalten ebenso einbezogen wie die zu ermittelnde rechnerische Schadenssumme. Die Übertragung der ermittelten bruchmechanischen Kennwerte auf den Rissfortschritt im Bauteil stellt die zweite Arbeitslinie bei der Bestimmung der Übertragbarkeit von Ergebnissen an der Probe auf das Bauteil dar.

**Customer Benefits** The aimed research object is a reliable calculation concept for components made of AFP steels. The application of AFP steels compared to tempered steel has economic benefits due to energy savings and the resulting decrease of CO<sub>2</sub> emissions during manufacture as well as lower costs.

**Summary** The research project "Operationally safe design of safety components made of AFP steels", (sponsor chassis suspension number IGF 16435EG) is supported by the AiF, accompanied by Industrieverband Massivumformung e.V (the German Forging Association) and carried out by three institutes: Fraunhofer LBF, SzM (Technical University of Darmstadt) and imfd (Technical University Bergakademie Freiberg). The research object is a design concept that is based on the failure-relevant parameters of typical AFP steels (precipitation hardening ferritic-perlitic steels) for a safe and economical design of vehicle components. The research results in new application possibilities for AFP steel which are much more economical with regard to manufacturing costs and energy compared to conventional tempered steel.





## ZUVERLÄSSIGKEIT | RELIABILITY



- > Sichere Batterieintegration für Elektrofahrzeuge. 76
- > Safe battery integration for electric vehicles.



- > Zuverlässigkeit und Sicherheit für die Elektromobilität. 78
- > Reliability and safety for electromobility.



- > Flexible Prüfumgebung für die Ganzfahrzeug- und Achserprobung. 80
- > Flexible testing environment of the tests on of whole vehicles and axes.



*Batterieschutzgehäuse vor dem Fraunhofer Konzeptfahrzeug Frecc0. Battery housing in front of the Fraunhofer e-concept car Frecc0.*

KNOW-HOW FÜR DIE ZUKUNFT | KNOW-HOW FOR THE FUTURE

# Batterieintegration für Elektrofahrzeuge.

Battery integration for electric vehicles.

Contact: Eva-Maria Hirtz · Klaus Höhne · Telephone: +49 6151 705-8265 · [eva-maria.hirtz@lbf.fraunhofer.de](mailto:eva-maria.hirtz@lbf.fraunhofer.de)

**Wenn es um die Entwicklung marktfähiger Elektrofahrzeuge geht, stellt die Integration der Energiespeichersysteme die Konstrukteure vor eine große Herausforderung. Denn das Batteriegehäuse soll vor allem den Bauraum optimal ausnutzen, daneben sind Leichtbau und Funktionsintegration gefragt und schließlich müssen die einzelnen Batteriezellen geschützt werden. Die Lösungen müssen betriebsfest sein und dürfen die Fahrdynamik nicht negativ beeinflussen.**

## **Batterieschutzsystem als Leichtbaulösung.**

Im Teilprojekt „Integration von betriebsfesten und crashtoleranten Batterien- und Energiespeichersystemen in Leichtbaustrukturen für Elektrofahrzeuge“ der Fraunhofer Systemforschung Elektromobilität FSEM wurde am Fraunhofer LBF eine Integrationslösung für die Batterie in das Demonstratorfahrzeug Frecc0 entwickelt.

Mit Bauraumuntersuchungen und konstruktiven Änderungen des Heckrahmens wurde Platz für das Batteriesystem geschaffen. Die im Heckrahmen vorgenommenen Anpassungen wurden mittels FE-Analysen bewertet. Die Lagerung des Batteriesystems erfolgt in der Nähe der ursprünglichen Lagerungspunkte von Verbrennungsmotor und Getriebe über drei

Elastomerlager. Hierbei wurde auf ein einfaches Entnehmen des Batteriesystems großen Wert gelegt. Das Konzept der Anbindung an den Heckrahmen wurde modelliert und mit Hilfe der FE-Analysen die Betriebsfestigkeit verifiziert. Die Lastkollektive für die betriebsfeste Auslegung wurden mit Hilfe des Ganzfahrzeugmodells in Mehrkörpersimulationen ermittelt.

Für Prototypen und Kleinserien wurde ein Batterieschutzgehäuse entwickelt und umgesetzt. Das Ergebnis ist eine Leichtbaulösung mit einem hohen Grad an Funktionsintegration. So wird das Temperiermittel für die einzelnen Batteriezellen durch die tragende Struktur zu den einzelnen Batteriemodulen geleitet. Des Weiteren dienen leichte Faserverbund-Sandwichplatten als Schubfelder zur Verstärkung des kompakten Aluminiumrahmens und gleichzeitig als Schutzbeplankung vor eindringenden Teilen. Geeignete Werkstoffpaarungen sorgen für die notwendige Sicherheit bei minimalem Gewicht des Batteriesystems.

Mittels Mehrkörpersimulationen analysierten die Forscher den Einfluss der Batteriemasse und deren Lage auf die Fahrdynamik. Dazu wurde ein Ganzfahrzeugmodell des Frecc0 aufgebaut. Dieser virtuelle Frecc0 fuhr unterschiedliche Fahrmanöver. Darunter waren Beschleunigen, Bremsen,

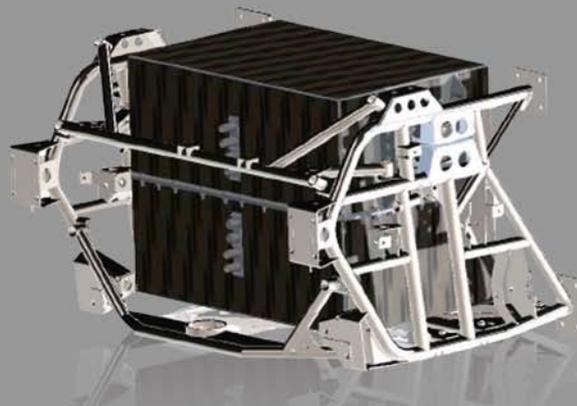


*Medieninteresse am neuen Batterieschutzgehäuse.  
Media interest in the new battery housing.*



*Virtuelles Gesamtfahrzeugmodell für Fahrdynamikuntersuchungen.  
Numerical model for vehicle dynamics.*

*CAD-Darstellung von Rahmen, Halterung und Batterieschutzgehäuse.  
CAD description of frames, mounting and battery housing.*



Lastwechsel, Spurwechsel, Schlechtweg und Schwellenüberfahrten. Neben der Ermittlung von Lastkollektiven und der Bewertung des Fahrverhaltens, diente das Modell ebenfalls für Sicherheitsbetrachtungen, um die FMEA zu unterstützen und spätere Ausfalltests im realen Fahrversuch vorab einzuschätzen.

**Customer Benefits** Fraunhofer LBF supports the development of safe integration solutions for energy storage systems in electric vehicles with numerical computation methods like CAD, FEM and MKS along the entire development process: from design and construction all the way to the evaluation of structural durability and driving dynamics.

**Summary** The integration of rechargeable energy storage systems in electric vehicles is a great challenge for design engineers. A structurally durable and safe method for the integration of batteries in electric vehicles was developed in the Fraunhofer System Research for Electromobility FSEM project. Design space analysis, construction, determination of loads, structural durability assessments and driving dynamics were carried out with the aid of CAD, FEM and MKS. The result was a lightweight battery housing made of a multi-material mix with a high degree of a functional integration. The driving dynamics of the vehicle were not impaired by this solution. The structurally durable design of the mounting enables a simple change of the battery system possible.



AutoTram® Foto: Fraunhofer IML

KNOW-HOW FÜR DIE ZUKUNFT | KNOW-HOW FOR THE FUTURE

# Zuverlässigkeit und Sicherheit für die Elektromobilität.

Reliability and safety for electromobility.

Contact: Matthias Rauschenbach · Telephone: +49 6151 705-8334 · [matthias.rauschenbach@lbf.fraunhofer.de](mailto:matthias.rauschenbach@lbf.fraunhofer.de)

**Im Zuge der Elektromobilität werden die Themen Zuverlässigkeit und vor allem Sicherheit gegenwärtig intensiv diskutiert. Die Risiken, insbesondere durch die neuartigen Batteriesysteme mit hohem Energiegehalt, bestimmen in besonderem Maße die Akzeptanz der neuen Technologien. Dies schlägt sich insbesondere in den allgegenwärtigen Diskussionen um die neu erschienene Norm ISO 26262 nieder, in welcher Richtlinien und Verfahren zur funktionalen Sicherheit im Automobilbereich festgelegt werden. Für Elektrofahrzeuge ist diese Normung in besonders hohem Maße relevant, da beispielsweise die Sicherheit elektrischer Energiespeicher und Antriebs-einheiten unmittelbar von der Integrität elektrischer und elektronischer Funktionen abhängt.**

## Funktionale Sicherheit.

Im Fokus dieses Projektes standen verschiedene technologische Ansätze, zu denen eine Bewertung der funktionalen Sicherheit und Zuverlässigkeit vorzunehmen war. So wurde ein innerhalb des Projektverbundes entwickelter und aufgebauter Radnabenmotor für Elektro-Automobile mit Hilfe der genannten Methoden der ASIL-Klassifizierung (Automotive Safety Integrity Level) und FMEA (Fehlermöglichkeits- und Einfluss-Analyse) hinsichtlich funktionaler Sicherheit bewertet.

Daraufhin wurden die Ergebnisse von den Partnerinstituten verwendet, um mit gezielten Fahrversuchen und Mehrkörpersimulationen die gefundenen Schwachstellen weiter zu charakterisieren und somit das Design des Motors weiter zu verbessern.

Des Weiteren wurden verschiedene Energiespeichersysteme für einen Nfz-Technologieträger des ÖPNV (AutoTram®) untersucht: sowohl ein von Fraunhofer entwickeltes Lithium-Ionen-Batteriesystem als auch sogenannte Supercaps. Dies sind elektrische Kondensatoren mit besonders großen Speicherkapazitäten, die eine besonders schnelle elektrische Leistungsaufnahme und -abgabe ermöglichen. Diese ergänzen die Grundversorgung durch die Lithium-Ionen-Batterien bei erhöhtem Leistungsbedarf beim Beschleunigen bzw. eignen sich für Rekuperationsvorgänge beim Bremsen. Auf dem Dach trägt die AutoTram® ein Scherenhub-Kontaktsystem, das bei Kurzstreckenfahrten von Haltestelle zu Haltestelle zum schnellen Aufladen der SuperCaps ausgefahren wird und sich so mit einem Hochstromladesystem verbindet. Diese Speichersysteme und das Hochstromkontaktsystem wurden auf ihre funktionale Sicherheit und Zuverlässigkeit hin beleuchtet.

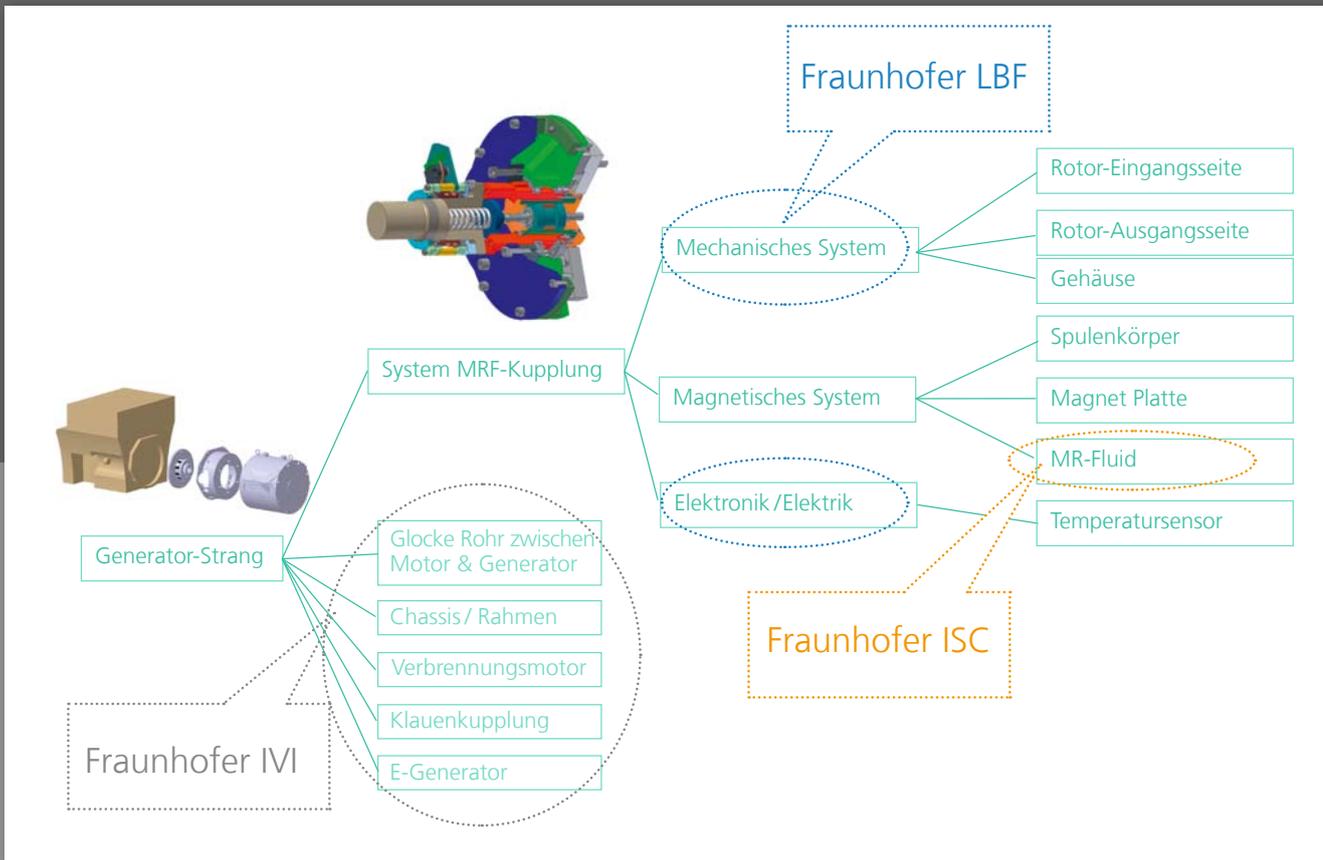


Abb 1: Ausschnitt aus der Fehlerstruktur der MRF-Kupplung für den Generator-Strang der AutoTram®.  
 Fig 1: Section of the failure structure of the MRF clutch for the AutoTram® generator string.

Contact: Dr. Jürgen Nuffer · Telephone: +49 6151 705-281 · juergen.nuffer@lbf.fraunhofer.de

Weiterhin wurde die genannte AutoTram® mit neuartigen Kupplungen auf Basis von Magnetorheologischen Flüssigkeiten (MRF) ausgestattet, die zur Aufgabe hatten, den Diesel-Motor vom elektrischen Generator durch ein elektrisch vorgegebenes Maximaldrehmoment zur Überlastsicherung zu entkoppeln. Diese Kupplungen wurden hinsichtlich der Zuverlässigkeit experimentell und auch qualitativ mittels FMEA bewertet, (Abb. 1). Besonders zum Tragen kam hier die durchgängige Kette von materialwissenschaftlichen Kompetenzen über Auslegung und Realisierung der elektrischen und mechanischen Peripherie bis hin zum systemischen Know-how zur Integration in die Auto-Tram®. Dieses Wissen ist in umfangreichen FMEA-Datenbeständen abgelegt und kann für die Weiterentwicklung dieser Systeme genutzt werden.

**Customer Benefits** In this project it was possible to combine the experimental reliability and safety assessments of major electromobility subcomponents with standard-specific methods for ASIL classification and FMEA generation. As a result, comprehensive reliability and safety know-how was developed enhancing the skills in application of the methods. Furthermore, the risk analysis and evaluation as well as the data of the ASIL classification of the components themselves are available. This project-based information is offered to the market by LBF.

**Summary** Experimental reliability and safety assessments of electromobility components were combined with standard-specific methods for ASIL classification and FMEA generation within the Federal Ministry for Education and Research project "Fraunhofer System Research Electromobility (FSEM)". Different subsystems were evaluated with this method, e.g., wheel hub motors that were developed and set up within the project, a safety clutch as well as different energy storage systems for commercial vehicle technology platforms of public transport (AutoTram®). This was done for a lithium-ion battery system developed by Fraunhofer as well as for an electric energy storage system with so-called supercaps. The comprehensive know-how that was generated here can thus be used for future development.



Prüfstand im Modus Ganzfahrzeugprüfung.  
Test stand in the full vehicle tests mode.

KNOW-HOW FÜR DIE ZUKUNFT | KNOW-HOW FOR THE FUTURE

# Flexible Prüfumgebung für die Ganzfahrzeug- und Achserprobung.

Flexible testing environment of the tests on of whole vehicles and axes.

Contact: Marc Wallmichrath · Telephone: +49 6151 705-467 · [marc.wallmichrath@lbf.fraunhofer.de](mailto:marc.wallmichrath@lbf.fraunhofer.de)

**Das Fraunhofer LBF befasst sich sowohl mit Projekten der Vorlauforschung, als auch mit der Durchführung von Prüfaufträgen für die Industrie. Die eingesetzten Prüfeinrichtungen müssen daher unterschiedlichen Anforderungen genügen. In Forschungsprojekten gilt es zu untersuchen, welche Zusammenhänge zwischen dem Aufwand und dem Ergebnis einer Prüfung existieren und optimale Setups zu erarbeiten. Andererseits müssen die individuellen Kundenanforderungen für die Ganzfahrzeug- und Achserprobung abgedeckt werden, um dem Kunden seine gewohnten Prüfandbedingungen zu bieten.**

## Möglichkeiten des Prüfstandes.

Der Ganzfahrzeugprüfstand des Fraunhofer LBF ist so konzipiert, dass er schnell vom Betriebsmodus „Ganzfahrzeugprüfung“ in den Modus „zwei Achsprüfungen“ umgebaut werden kann. Hierfür sind zwei auf Hubtischen verfahrbare Achsböcke (CFM EABII) ebenso vorhanden wie eine umschaltbare Sicherheitsüberwachung. Mittels der Sicherheitsüberwachung, welche die beiden Moden bedienen kann, und einer einbringbaren Trennwand können die beiden Achsprüfstände völlig unabhängig voneinander betrieben werden. Wird ein ganzes Fahrzeug geprüft, kann es in Längs- und Seitenrichtung „gefesselt“ werden, um auch die niederfrequenten

Fahrmanöver (Bremsungen und Kurvenfahrten) simulieren zu können. Antriebsmomente können durch einen in das Fahrzeug integrierbaren Drehzylinder simuliert werden. Aktive Fahrwerksbauteile wie Luftfedern, Dämpfer und Stabilisatoren können angesteuert werden, bis hin zu einer iterativen Optimierung der Regelsignale. Die erfolgreiche Durchführbarkeit der beiden Prüfarten „Ganzfahrzeugprüfung“ und „Achserprobung“ konnte in unterschiedlichen Betriebslastennachfahrversuchen für die Automobilindustrie unter Beweis gestellt werden. So wurden direkt nach der Abnahme des Prüfstandes durch eine Referenzprüfung mit einem Ganzfahrzeug fünf Achsprüfläufe durchgeführt. Nach der Erprobung erweiterter Fesselungskonzepte bei der Ganzfahrzeugprüfung wird aktuell die zweite Ganzfahrzeugprüfung für ein Unternehmen der deutschen Automobilindustrie beendet.

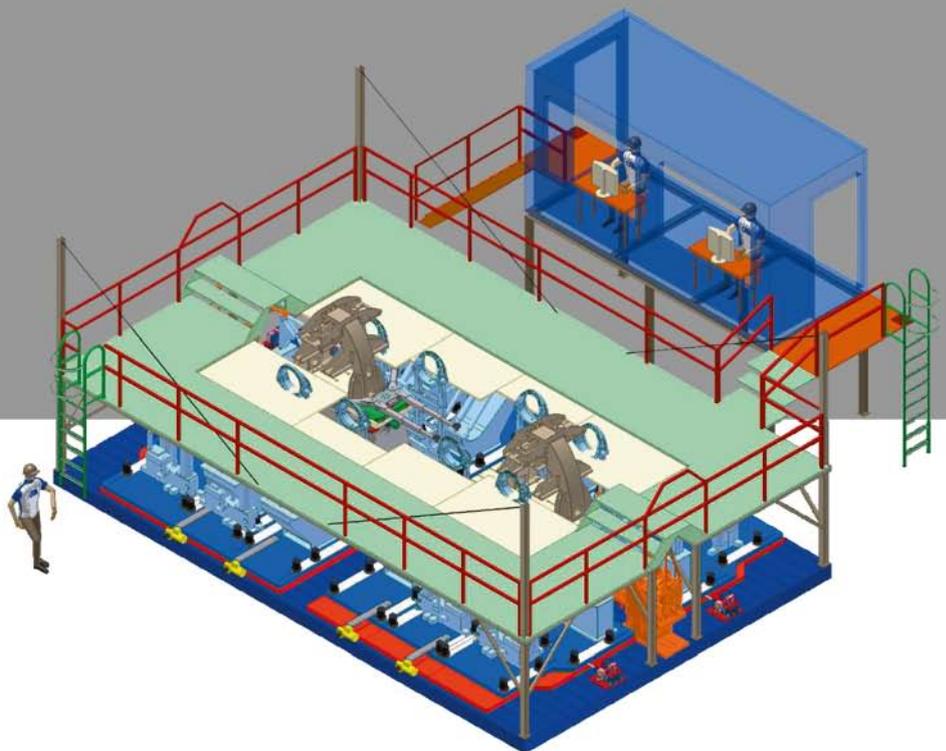
Diese modulare Prüfumgebung wird bereits auch von Automobilherstellern genutzt und bei Neuanschaffungen von Prüfständen zunehmend mit in die Auswahl einbezogen. Sie schafft die Möglichkeit, Bedarfsspitzen bei der Ganzfahrzeug- und Achserprobung, sofern diese nicht gleichzeitig auftreten, flexibel abzarbeiten ohne teure Prüftechnik doppelt vorhalten zu müssen.



*Prüfstand im Modus Achserprobung: Segment mit Hubtisch und Achsbock.  
Test stand in the axis test mode: segment with lift table and axle support.*



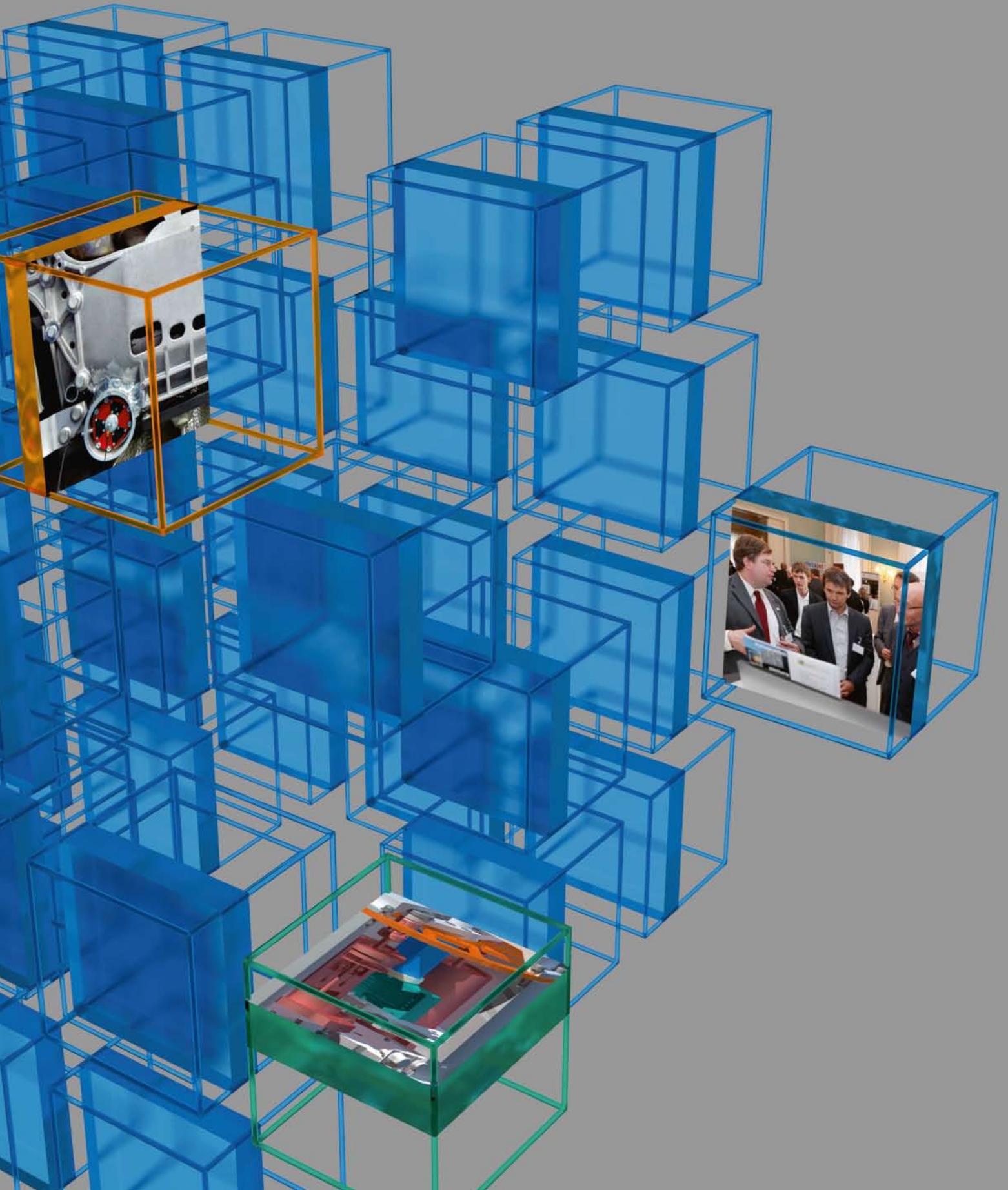
*Marc Wallmichrath erläutert die technischen Möglichkeiten des Ganzfahrzeugprüfstands.  
Marc Wallmichrath explains the technical possibilities of the full vehicle test stand.*

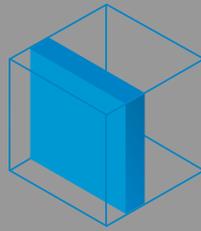


*Ganzfahrzeugprüfstand zur Straßensimulation mit 26 Freiheitsgraden.  
Full vehicle test stand for road simulation with 26 degrees of freedom.*

**Customer Benefits** Fraunhofer LBF is well positioned for research and testing with its modularly applicable testing environment for entire vehicles and axes. The different and in part very specific test requirements for the automobile industry can to a great extent be reproduced on the test stand. The possibilities the test stand has to offer and the competent testing team both secure a unique selling point for the institute among independent European research institutes.

**Summary** The customer can decide whether he wants to focus on testing the safety components in the carriage or on testing the entire vehicle. Fraunhofer LBF's flexible testing environment makes both possible. The full vehicle test stand for automobiles and transporters can be easily transformed into two complete axis test stands that are operated completely independent of each other. Almost all requirements from automobile manufacturers for the test boundary conditions, such as restraining the vehicle lengthwise and on the sides in the full vehicle test, the simulation of the drive moment and the control of active components can be reproduced.





- > Aktive Lagerung im Fahrwerksbereich. 84
- > Active mounts in carriages.



- > Autonome Strukturanalyse für den industriellen Langzeiteinsatz. 86
- > Autonomous structure analysis realized for long-term industrial application.



- > Aktive elastische Motorlagerung. 88
- > Active engine mount.



- > Akustikprüfmethoden für den Mittelstand. 90
- > Acoustic testing methods for medium-sized businesses.



*Testfahrt auf Versuchsgelände.  
Test drive on testing grounds.*

KNOW-HOW FÜR DIE ZUKUNFT | KNOW-HOW FOR THE FUTURE

# Aktive Lagerung im Fahrwerksbereich.

Active mounts in carriages.

Contact: Heiko Atzrodt · Telephone: +49 6151 705-349 · [heiko.atzrodt@lbf.fraunhofer.de](mailto:heiko.atzrodt@lbf.fraunhofer.de)

**Die Innenraumakustik in einem Fahrzeug wird unter anderem durch die Fahrbahnanregung beeinflusst. Das Rollgeräusch wird dabei über die Reifen und Fahrwerkskomponenten in die Fahrzeugkarosserie eingeleitet. Werden Fahrwerkskomponenten mittels aktiver Lager von der Karosserie entkoppelt, ist eine Reduktion des Schalldruckes im Innenraum zu erwarten.**

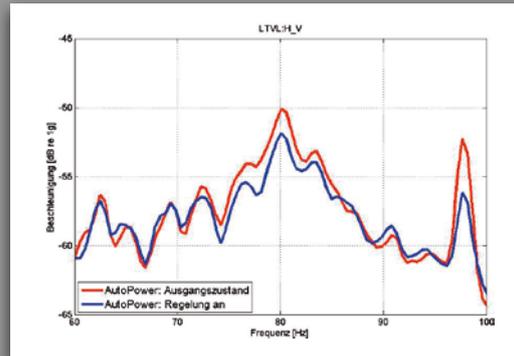
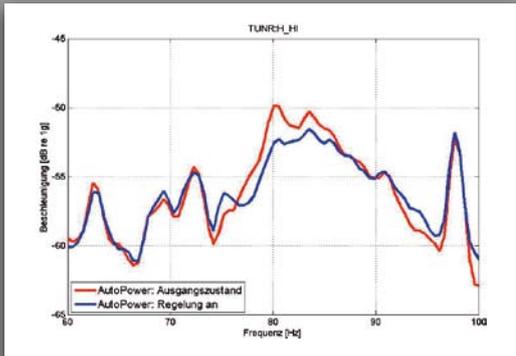
## Aktive Lager für den Einsatz im Fahrzeug.

Im Rahmen des BMBF Projektes FIEELAS wurden am Fraunhofer LBF aktive Lager zur Entkopplung von Fahrwerkskomponenten von der Karosserie aufgebaut. Mit den aktiven Lagern sollen die übertragenen dynamischen Kräfte reduziert und somit das Schwingungsverhalten und die Innenraumakustik des Fahrzeuges verbessert werden. Zu Beginn des Projektes wurden in ausführlichen Versuchen das Schwingungsverhalten und die Innenraumakustik untersucht. Die Messdaten wurden für den Aufbau eines numerischen Modells genutzt. Mit diesem Modell konnten anschließend verschiedene Konzepte überprüft, die Designparameter für das aktive Lager ermittelt, die Regelung erprobt und die mögliche Performance abgeschätzt werden. Damit konnte ein konstruktiver Entwurf aufgebaut und umgesetzt werden. In den aktiven Lagern werden 2x3 piezokeramische

Aktoren eingesetzt, die in 2 Ebenen kaskadiert angeordnet sind. Das Lager ist auf 90 µm Hub und 4.2 KN Blockierkraft ausgelegt.

In umfangreichen Laboruntersuchungen wurden die statischen und dynamischen Eigenschaften der Lager ermittelt und auf ihre Eignung im Fahrzeug überprüft. Nachdem alle Anforderungen an die aktiven Lager erfüllt waren, konnte der Einbau von vier aktiven Lagern in ein Versuchsfahrzeug erfolgen. Die im Fraunhofer LBF entwickelten Verstärker sind im Vergleich zu Laborgeräten sehr klein, leicht, kostengünstig und bieten dennoch eine ausreichend große Leistung. Der modulare Aufbau in Verbindung mit einem flexiblen Leiterplattendesign bietet vielfältige Anpassungsmöglichkeiten und Optionen als auch vereinfachte Reproduzierbarkeit durch den Wegfall der Freiverdrahtung. Die Hilfsspannungen können direkt vom Kfz-Bordnetz gewonnen und der Verstärker durch sein Flanschgehäuse einfach montiert werden.

Neben den Verstärkern wurden auch die Signalverarbeitung und die Regelung für den Einsatz im Fahrzeug vorbereitet und an das Bordnetz angeschlossen. Bei Versuchen auf einem am Fraunhofer LBF aufgebauten Prüfstand wurden die Regelparameter und die Sensorposition unter reproduzierbaren



Die Fahrverkaufhängung im Versuchsfahrzeug mit den roten aktiven Lagern. Carriage suspension in test vehicle with the red active mounts.

Messergebnisse bei konstanter Fahrt mit 40 km/h ohne (rot) und mit Regelung (blau) an zwei verschiedenen Punkten an der Karosserie. Measurement results at a constant speed of 40km/h without (red) and with (blue) control at two different points on the bodywork.

Bedingungen optimiert. Somit konnte die Anzahl der notwendigen Versuchsfahrten reduziert werden.

Im realen Fahrbetrieb wurde das Versuchsfahrzeug mit den aktiven Lagern auf einem Testgelände ausführlich erprobt. Dabei wurden unterschiedliche Fahrmanöver (z. B. Ausrollen von 80 auf 20 km/h, Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit, Kurvenfahrt, Bremsen, Schotterpiste) durchgeführt und die Belastbarkeit der Lager geprüft. Bei diesen Tests konnte die Performance der aktiven Lager ermittelt und die Wirksamkeit erfolgreich nachgewiesen werden.

**Customer Benefits** The entire development chain for active mounts could be presented within the framework of this project. All development steps in this process, ranging from the first experimental and numerical tests to constructive application, amplifier development, signal and control technology, integration of the mounts within the test vehicle and finally to the test itself are all offered by Fraunhofer LBF.

**Summary** Within the framework of the FIELAS project of the Federal Ministry of Education and Research, active mounts for the decoupling of carriage components from the body work were set up at Fraunhofer LBF. These active mounts reduce forces that are introduced from the road and tires in order to positively influence the vibration behavior and interior acoustics in vehicles. The setup of the mounts and preparations for the amplifier, signal processing and control for application in a test vehicle were based on the results of experimental tests and numerical analyses. This vehicle that contained the active mounts was tested comprehensively under real driving conditions on testing grounds.



Test des entwickelten Systems an einer Brücke.  
Test of the developed system at a bridge.

KNOW-HOW FÜR DIE ZUKUNFT | KNOW-HOW FOR THE FUTURE

# Autonome Strukturanalyse für den industriellen Langzeiteinsatz.

Autonomous structure analysis realized for long-term industrial application.

Contact: Dr. Dirk Mayer · Telephone: +49 6151 705-261 · [dirk.mayer@lbf.fraunhofer.de](mailto:dirk.mayer@lbf.fraunhofer.de)

**Die kontinuierliche Zustandsüberwachung mechanischer Strukturen wie z. B. Brücken, ermöglicht die Optimierung von Wartungsstrategien und die Erkennung entstehender Schäden. Als geeignetes Werkzeug hierfür hat sich die Analyse der Schwingungseigenschaften von Strukturen erwiesen. Aus Resonanzfrequenzen und Schwingformen werden Merkmale generiert, die Hinweise auf Veränderungen der Struktureigenschaften liefern.**

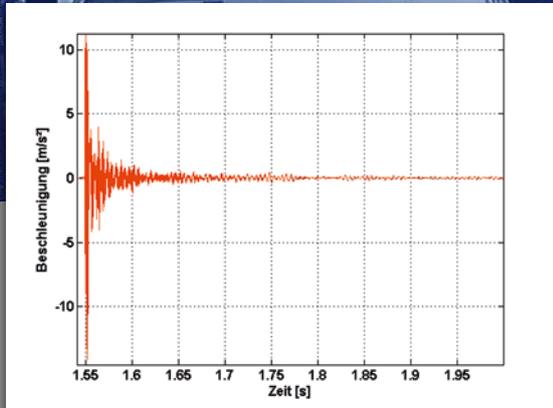
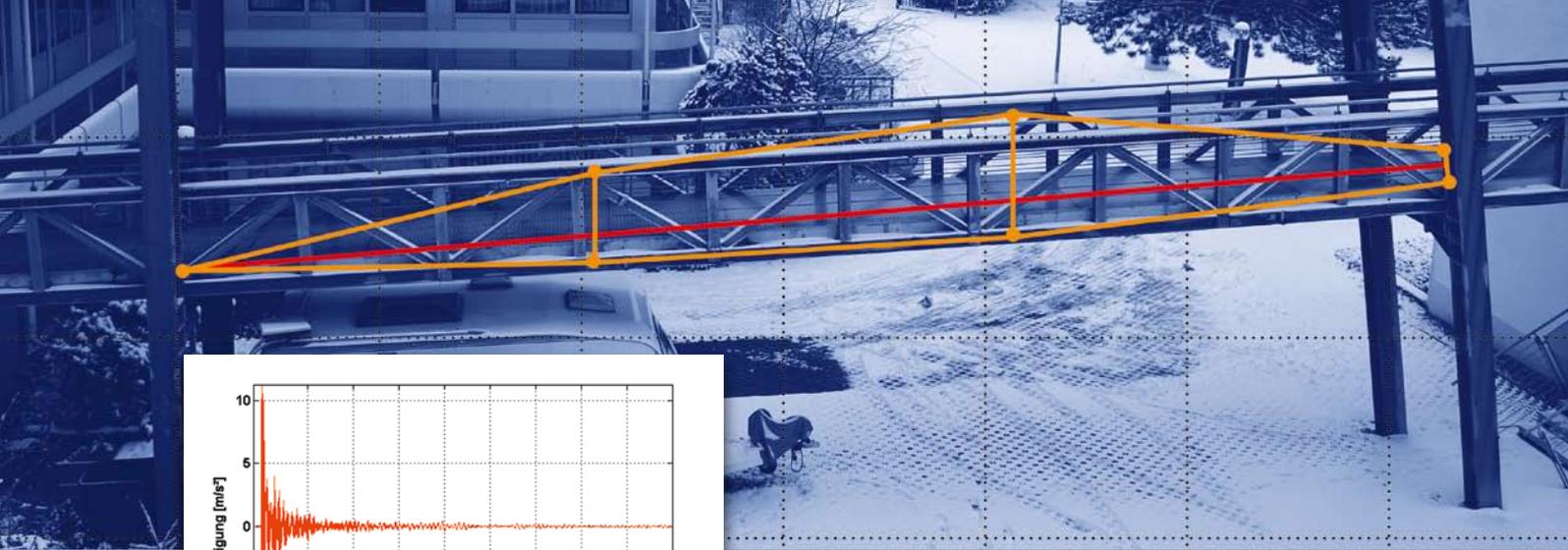
## Schadensdetektion über Schwingungsanalyse.

Die Umsetzung solcher Methoden des Structural Health Monitoring beschränkt sich bisher jedoch meist auf Versuche im Rahmen von Forschungsvorhaben. Ziel dieses Projekts ist daher die Realisierung eines Systems, welches die Anwendung der Schwingungsanalyse als Basis für eine Schadensdetektion im praktischen Einsatz ermöglicht. Eine Herausforderung hierbei ist die autonome Vorverarbeitung und Analyse der Schwingungsdaten. Diese soll dem Anwender nur die relevanten Informationen liefern. Es soll vermieden werden, die während einer Langzeitmessung auflaufenden großen Datenmengen als Rohdaten abspeichern oder übertragen zu müssen.

Am Fraunhofer LBF wurden hierzu Algorithmen zur Schwingungsanalyse weiterentwickelt, welche zunächst

eine Korrelationsschätzung vornehmen und in einem zweiten Schritt die interessierenden Schwingformen und Resonanzfrequenzen extrahieren. Da für eine reale dauerhafte Instrumentierung keine künstliche Erregung mit Schwingeregern in Frage kommt, wird hierbei auf Methoden der operationellen Modalanalyse zurückgegriffen, welche zur Analyse von Schwingungen, die aus Umwelteinflüssen resultieren, geeignet sind. Aufbauend auf einem existierenden und vielfach im industriellen Einsatz angewandten System zur Erfassung von Lastdaten wurde parallel hierzu bei der Swift GmbH die Hardware weiter entwickelt. Neben einer Erweiterung um die Anbindung von Beschleunigungssensoren, wurde eine zusätzliche, leistungsstärkere Prozessoreinheit integriert, um die umfangreichen Berechnungen zur Schätzung von Resonanzfrequenzen und Schwingformen zu ermöglichen. Die einfache Programmierbarkeit dieser Plattform ermöglicht dabei die schnelle Implementierung der zuvor entwickelten Algorithmen.

In abschließenden Tests an einer auf dem Institutsgelände befindlichen Fußgängerbrücke wurde die Leistungsfähigkeit des Systems erfolgreich erprobt.



*Im Versuch ermittelte Autokorrelationsfunktionen der Vibration und Beispiel für eine ermittelte Eigenschwingform der Brücke.  
Experimentally determined autocorrelation functions and an estimated mode shape of the bridge.*



**HessenAgentur**

HA Hessen Agentur GmbH



**EUROPÄISCHE UNION:**  
Investition in Ihre Zukunft  
– Europäischer Fonds  
für regionale Entwicklung.

**Customer Benefits** In a cooperation between Fraunhofer LBF and Swift GmbH a system was developed that, on the one hand, is robust enough for long-term industrial application and, on the other, that processes efficient algorithms for autonomous vibration analyses on structures which can be flexibly adapted to different measurement tasks. This development is relevant in areas in which knowledge of the vibration behavior is necessary, be it detecting damage or deriving measures for decreasing vibration. Potential areas of application are infrastructural objects (bridges, buildings), wind power plants or in mechanical and plant engineering.

**Summary** Continuous analysis of the vibration properties of technical structures enables predictions to be made on developing damage which, in turn, contributes to a condition-based maintenance strategy. In the project "Expanded structure monitoring by means of integrating load and structure analysis" that was funded within the framework of the Hessen.Modell Projekte program, a system was developed in a cooperation between Fraunhofer LBF and Swift GmbH that realizes methods for autonomous structure analysis in hardware that is suitable for long-term industrial application. The system was successfully tested on a pedestrian bridge.



*Renate Dickler-Schütz  
(Geschäftsführerin  
SWIFT GmbH,  
Reinheim)*

„Dank der engen und konstruktiven Kooperation mit dem Fraunhofer LBF und der Förderung des Landes Hessen ist es gelungen, die Implementierung der SHM-Algorithmen erfolgreich zu implementieren. Durch die damit verbundene Erweiterung unseres Produktportfolios wird unsere Position am Markt erheblich gestärkt werden.“

Ohne die stets bereichernde Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer LBF wäre ein solches Projekt für ein kleines mittelständisches Unternehmen wie das unsere allerdings kaum zu realisieren gewesen.“





*Aktives Lager zur Entkopplung des Motors von der Karosserie.  
Active engine mount for decoupling the motor from the body work.*

KNOW-HOW FÜR DIE ZUKUNFT | KNOW-HOW FOR THE FUTURE

# Aktive elastische Motorlagerung.

Active engine mount.

Contact: Roman Kraus · Telephone: +49 6151 705-8336 · [roman.kraus@lbf.fraunhofer.de](mailto:roman.kraus@lbf.fraunhofer.de)

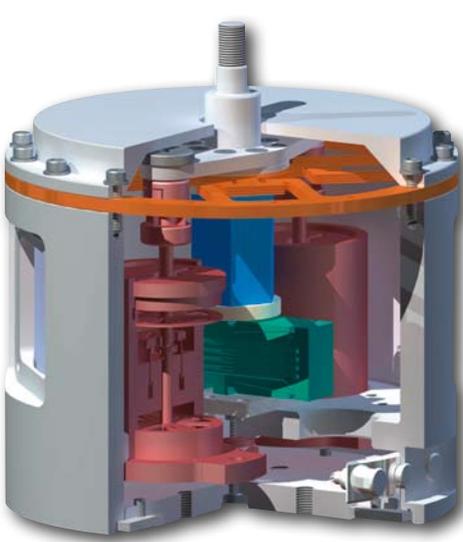
**In Fahrzeugen gelangen die vom Motor erzeugten Schwingungen über die Motorlagerung und die Karosserie in die Fahrgastzelle, wo sie sich als unangenehm empfundener Schall äußern können. Das Potential passiver Maßnahmen zur Schwingungsentkopplung ist hier weitestgehend ausgeschöpft. Im Hinblick auf einen geringen Leistungsbedarf wurde am Fraunhofer LBF eine neuartige Lagertopologie mit aktiver Schwingungsreduktion entwickelt und erfolgreich getestet.**

## **Aktive Schwingungsentkopplung im Automobilbereich.**

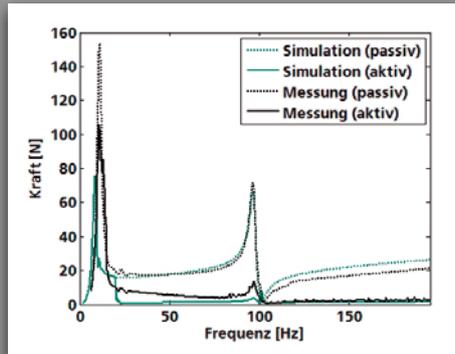
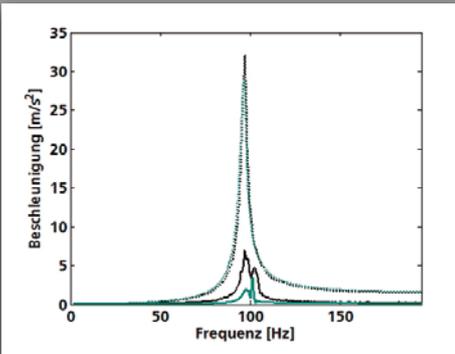
Zur Schwingungsreduktion an strukturdynamischen Systemen entwickelt das Fraunhofer LBF aktive Lösungen, die auch dort Einsatzmöglichkeiten bieten, wo passive Maßnahmen an ihre Grenzen stoßen. In Fahrzeugen besteht dabei z. B. die Möglichkeit, die von der Fahrbahn oder dem Motor zu Schwingungen angeregte Karosserie direkt am Motorlager oder im Fahrwerk durch Gegenschwingungen zu beruhigen. Aktive Fahrwerkslager mit dem Ziel, die durch die Fahrbahn-anregung erzeugten Rollgeräusche zu reduzieren, wurden beispielsweise im Rahmen des BMBF Projektes FIEELAS entwickelt und am realen Fahrzeug getestet. (Vergl. S. 84/85)

Die vom Motor verursachten Schwingungen hingegen können sehr effektiv direkt am Motorlager entkoppelt werden. Die Aktorik ist bei solchen aktiven Motorlagern üblicherweise unmittelbar im Kraftfluss zwischen Motor und Karosserie angeordnet und muss sowohl die statischen als auch die dynamischen Kräfte aufnehmen. Die statisch wirkenden Lasten können dabei die dynamische Last um Größenordnungen übersteigen, sie verursachen jedoch keinen Schwingungseintrag in das Fahrzeug. Eine auf die statische Belastung ausgelegte Aktorik ist demnach zur Kompensation der dynamischen Kräfte deutlich überdimensioniert und hat einen unnötig hohen Leistungsbedarf. Eine neuartige aktive Motorlagerung, die die genannten Nachteile umgeht, wurde am Fraunhofer LBF entwickelt und erfolgreich getestet. Die Lagerung zeichnet sich durch zwei getrennte Kraftpfade aus. So kann ein Großteil der statisch wirkenden Lasten an der Aktorik auf Basis eines Piezoaktors mit Wegübersetzungsmechanismus vorbei geleitet werden. Hieraus ergeben sich reduzierte Anforderungen an die Dimensionierung der Aktorik und an die für die Ansteuerung erforderliche Leistungselektronik.

Aufgrund der ausgeprägten Wechselwirkungen zwischen den Teilkomponenten wurde die Auslegung des Lagers und der Regelungstechnik bereits in einem frühen Stadium durch eine



CAD-Modell (links) und Entwicklungsumgebung (rechts) für das aktive Lager. CAD-model (left) and development environment (right) for the active engine mount.



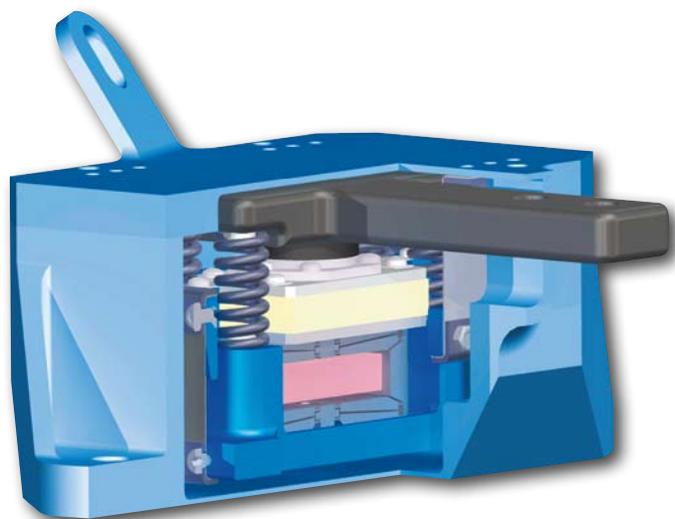
Vergleich von Simulations- und Messergebnissen (Beschleunigung der Anbindungsstruktur / übertragener dynamischer Kraftanteil). Comparison of simulation and measurement results (acceleration of connecting structure / transferred dynamic force ratio).

Gesamtsystemsimulation entwicklungsbegleitend unterstützt. Die Erprobung des Lagers wurde an einer am LBF einzigartigen Entwicklungsumgebung zur Untersuchung von Motorlagern unter realitätsnahen Bedingungen durchgeführt. Um den hohen Anforderungen für den Fahrbetrieb gerecht zu werden wird das Prinzip dieser Lagerung derzeit in verschiedenen Projekten weiterentwickelt.

**Customer Benefits** Fraunhofer LBF possesses a unique development environment in which active engine mounts can be tested under realistic conditions before being integrated in a real vehicle, reducing development cost and time. This development environment was used to develop an active engine mount with strongly reduced power demands, which uses the actuator mentioned above. Already at this stage it has shown close proximity to the market.

**Summary** Fraunhofer LBF is working intensively on the further development of active engine mounts in areas of application where they are potentially superior to passive mounts. One of the engine mounts developed has separate parallel load paths for the static and dynamic external loads. This arrangement decouples the actuator from the relatively

large static loads, such as the engine weight. As a result, the bearing is characterized by a particularly low power requirement, allowing the use of a much smaller actuator; in this case a stroke amplified piezo actuator.



Weiterentwicklung der Lagerung für den Einsatz im Fahrzeug. Further development of the engine mount for an automotive application.



CAD-Modell und Realbild des entwickelten Messrohres.  
CAD model and real image of developed measurement tube.

KNOW-HOW FÜR DIE ZUKUNFT | KNOW-HOW FOR THE FUTURE

# Akustikprüfmethoden für den Mittelstand.

Acoustic testing methods for small and medium-sized businesses.

Contact: Karsten Moritz · Telephone: +49 6151 16-4671 · [moritz@szm.tu-darmstadt.de](mailto:moritz@szm.tu-darmstadt.de)

**Dem Schallschutz in Arbeits- und Büroräumen kommt in Zeiten zunehmender Lärmbelastung eine immer größere Bedeutung zu. Dabei spielen für die Auswahl eines geeigneten Produktes nicht nur akustische Eigenschaften, sondern z. B. auch brandschutztechnische Vorgaben und das Design eine wichtige Rolle. Diese Vorgaben müssen in der Entwicklung in Einklang gebracht werden, um ein konkurrenzfähiges Produkt herstellen zu können.**

## Messeinrichtung für die Vorentwicklung.

Im Rahmen eines von der Hessen Agentur geförderten Projektes entwickelte die Keil GmbH neuartige Akustikpaneele, die erhöhten Anforderungen an den Brandschutz gerecht werden und gleichzeitig durch eine strukturierte Oberfläche als dekorative Elemente genutzt werden können. Zur Unterstützung auf dem Gebiet der Akustik entwickelte das Fachgebiet Systemzuverlässigkeit und Maschinenakustik SzM Messeinrichtungen, die akustische Messungen bei der Materialauswahl und Erprobung wesentlich beschleunigen.

Bei der Beurteilung von schallabsorbierenden Materialien ist der sogenannte  $\alpha$ -Wert eine wichtige Größe. Er beschreibt, wie viel der auftreffenden Schallenergie dissipiert und somit „geschluckt“ wird. Üblicherweise werden hierzu zwei ver-

schiedene Verfahren benutzt: Bei der ersten Methode wird der senkrechte Schalleinfall in einem Messrohr simuliert. Dieses Verfahren erfordert nur kleine Materialproben, bildet aber nur einen idealisierten Anwendungsfall ab. Die zweite Methode ist die Beschallung in einem Hallraum. Dieses Verfahren wird auch bei der Bestimmung des  $\alpha_w$ -Wertes nach EN ISO 11654 verwendet und liefert den Herstellern so einen genormten Vergleichswert für verschiedene Produkte. Für dieses Verfahren werden je nach Größe des Hallraums allerdings mehrere Quadratmeter des Probenmaterials benötigt, was während der Entwicklung oft nicht ohne weiteres möglich ist.

In einem ersten Schritt wurde ein neues Messrohr gefertigt, das (in einigen Punkten) an die Bedürfnisse der Keil GmbH angepasst wurde. So wurde der Durchmesser dahingehend verringert, dass die physikalisch gegebene obere Auswertefrequenz auf 5.600 Hz angehoben werden konnte. Das Messrohr deckt somit den kompletten in der Norm verlangten Frequenzbereich ab. Zusätzlich können mit mehreren Vorsatzstücken auch unterschiedliche Abstände zwischen Probe und Wand realisiert werden. Die robuste Bauweise und die speziell zugeschnittene Software erlauben außerdem eine Auswertung direkt vor Ort in der Schreinerei. Im zweiten Schritt wurde ein verkleinerter Hallraum errichtet, in dem Materialproben mit einer Fläche von ca. 1 m<sup>2</sup> vermessen werden können. Hier

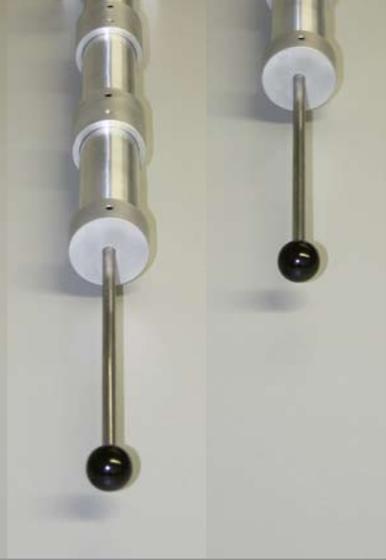


Foto: HessenAgentur

*Realisierung unterschiedlicher Wandabstände durch Verwendung von Distanzstücken. Realizing different distances from the wall by applying spacers.*

*Projektpartner Uwe Keil beim Einpassen einer Materialprobe in die Hallkabine. Die Kabine wurde von der Keil GmbH errichtet und vom Fachgebiet SzM ausgestattet. Project partner Uwe Keil fitting a material sample in the echo cabinet. The cabinet was set up by Keil GmbH and equipped by the SzM group.*

*Dr. Lothar Kurtze (SzM) und Uwe Keil (Keil GmbH) im Gespräch mit Ernst Hahn und Jens Krüger (beide Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesförderung). Dr. Lothar Kurtze (SzM) and Uwe Keil (Keil GmbH) talking to Ernst Hahn and Jens Krüger (both from the Hessian Ministry of Economics, Transport and Regional Development).*

**LOEWE – Landes-Offensive**  
zur Entwicklung Wissenschaftlich-  
ökonomischer Exzellenz



„Leistungsstark  
für Hessen.“

LBF Dachstrategie 2017

bestand eine große Herausforderung darin, einen Kompromiss zwischen möglichst geringer Probenfläche und damit kleinem Raumvolumen einerseits und ausreichender Nachhallzeit andererseits zu finden. Als Neuerung wurde außerdem eine versenkbare Bodenplatte eingebaut, mit der es möglich ist, einen variablen Wandabstand bei gleicher Probenplatzierung zu simulieren. Auf diese Weise kann die Wirkung abgehängter Deckenelemente eingeschätzt werden.

**Customer Benefits** If new materials or material combinations that have stood up to fire protection tests are to be examined for their acoustic suitability as absorbers, this is something that can only be done on location. When using a Kundt's tube, first assessment results are already available after a few minutes. Reverberation time tests carried out in one's own reverberation chamber reduces the work involved since only a fraction of the material surface area is required. Also, there are no rental charges. As a result, considerably more samples can be examined, which is a clear advantage for product optimization.

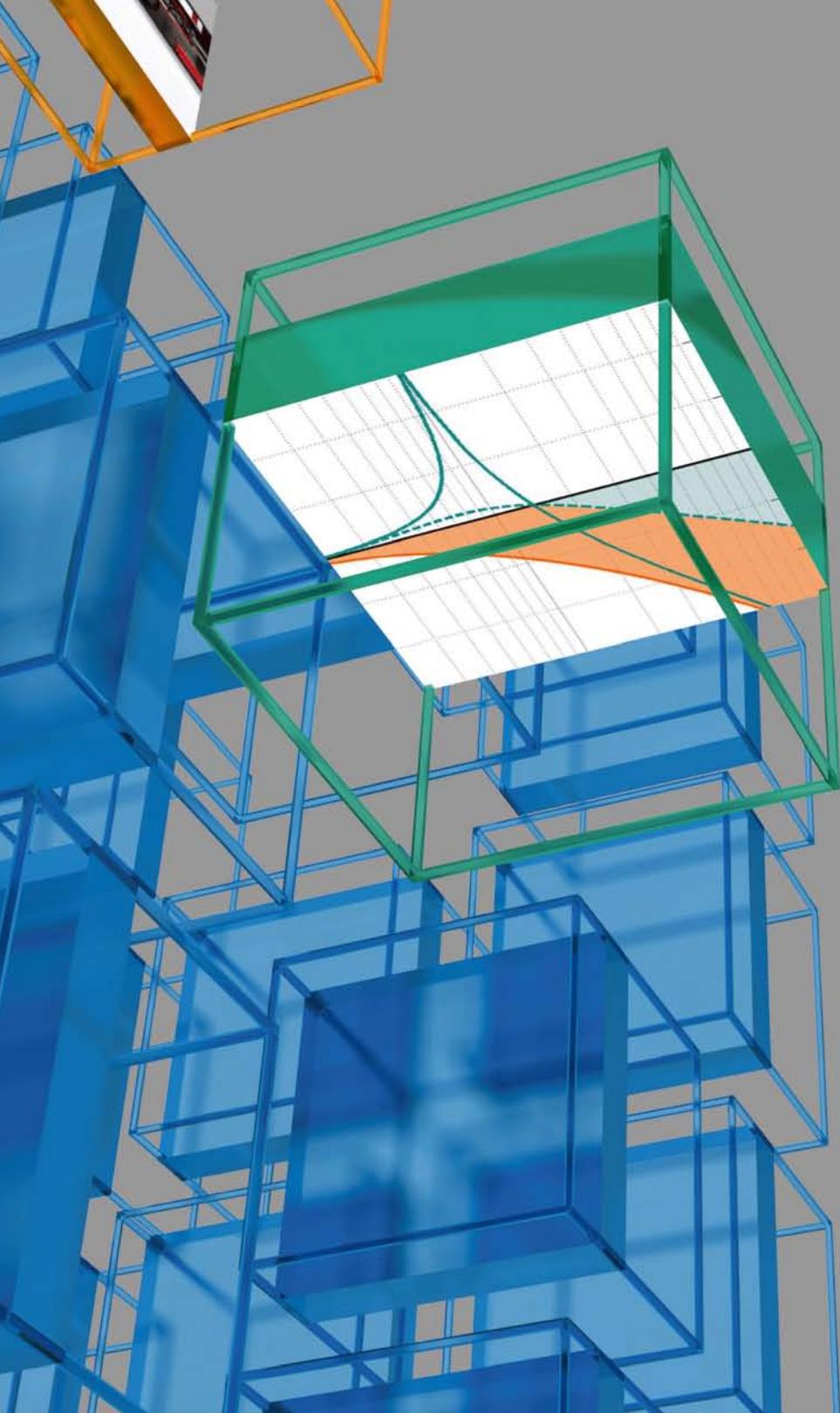
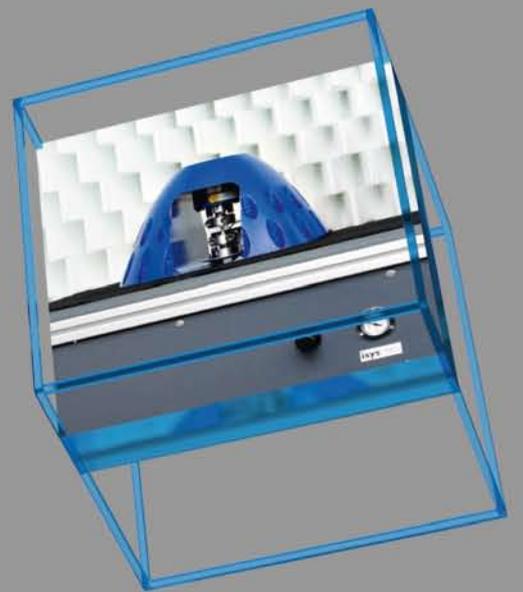
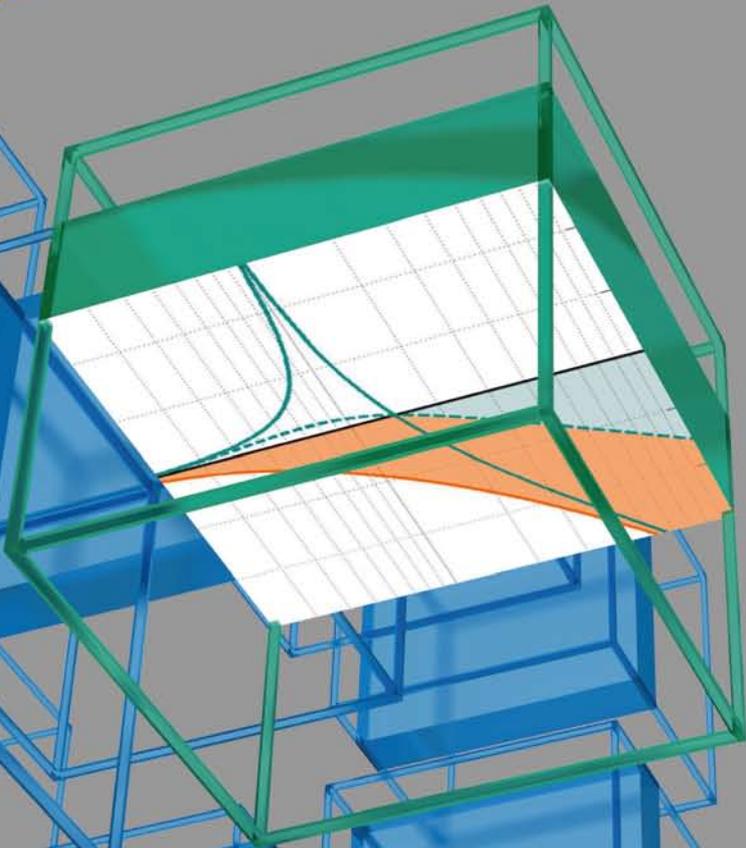
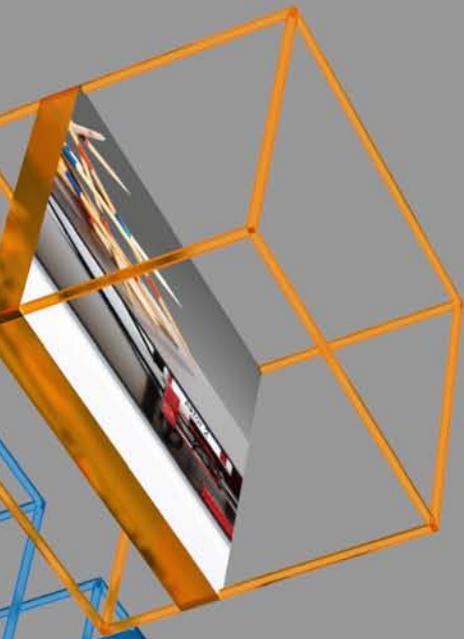
**Summary** Within the framework of a project that involved the manufacture of wall and ceiling panels, cost-effective solutions were worked out to determine the acoustic properties of the panels during the development phase. A measurement tube was built that is adapted to the required frequency range and

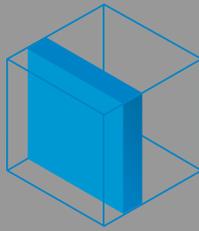
production environment. A reverberation chamber was set up as a testing room for small material surface areas of approx. 1m<sup>2</sup>. The objective was to enable unadulterated, reproducible measurements in the frequency range of the later assessment. The application during the development phase accelerates the material selection and saves additional material and costs for repeated tests in a standardized reverberation room.

Uwe Keil  
(Keil GmbH):

„Die Zusammenarbeit mit dem Fachgebiet SzM bei der Entwicklung messtechnischer Einrichtungen zur Optimierung der akustischen Verbundeigenschaften war für die Realisierung unseres Gesamtprojektes ein entscheidender Faktor. Wir sind nun in der Lage, bei uns im Hause mit kleinen Proben Materialien auf deren akustische Wirkungen zu prüfen.“

“The cooperation with the SzM group in the development of measurement equipment for optimization of the acoustic composite properties was decisive for the realization of our entire project. This way we are able to test the acoustic impact of small material samples here on location at our company.”





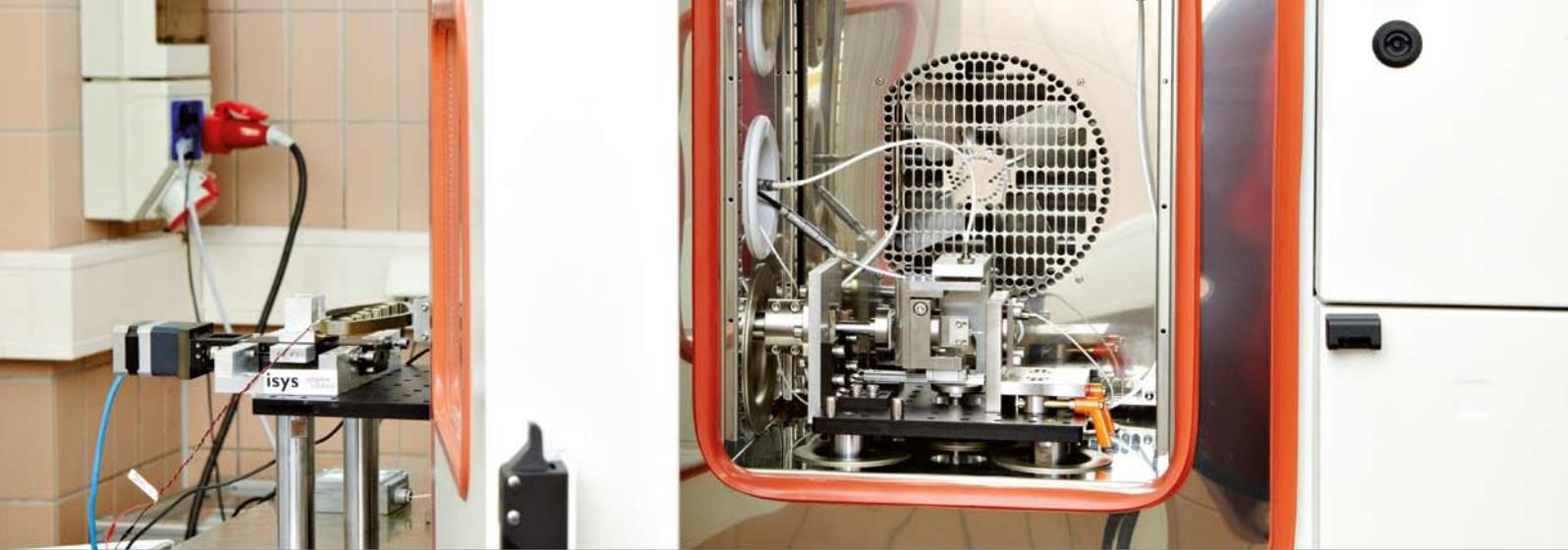
> Angepasste Prüftechnik für Einpressverbindungen. 94

> Adapted testing technology for press-fit connections.



> Ruhezeiten – Schwingungen aktiv isolieren. 96

> Quiet zones in noisy areas – actively isolating vibrations.



Mehrachsiges Belastungseinrichtung für Powerpins.  
Multi-axial test facility for power pins.

KNOW-HOW FÜR DIE ZUKUNFT | KNOW-HOW FOR THE FUTURE

# Angepasste Prüftechnik für Einpressverbindungen.

Adapted testing technology for press-fit connections.

Contact: Dr. Rainer Wagener · Telephone: +49 6151 705-444 · [rainer.wagener@lbf.fraunhofer.de](mailto:rainer.wagener@lbf.fraunhofer.de)

**Im Automobil ist die Elektronik ein fester und nicht mehr wegzudenkender Bestandteil. Die Hauptentwicklungstreiber sind Innovation, kurze Entwicklungszeiten und vor allem Kostensparpotenziale, die zu einer Miniaturisierung und dem Einsatz alternativer Technologien führen. Um eine zuverlässige Bemessung in der Vorentwicklung gewährleisten zu können, wird eine experimentell abgesicherte Bemessungsmethode benötigt.**

## Höchstkomplexe Prüfanforderungen.

Die Einpressverbindung als eine kalte Kontaktiertechnologie ist im Bereich der Elektrotechnik eine Alternative zur konventionellen Lötverbindung. Dabei werden Stifte aus Kupferlegierungen in Kupferhülsen der Leiterplatte eingepresst, um eine elektrische und mechanische Verbindung zu den äußeren Anschlüssen herzustellen. Zwei von vielen Vorteilen im Vergleich zur Löttechnik sind die Verarbeitung bei Umgebungstemperatur anstelle hoher Lötprozess-temperatur sowie die gänzliche Vermeidung von Kurzschlussbrücken durch das Lötzusatzmaterial. Erprobungsversuche am Steuergerät sind für die Modellbildung der Einzelkomponenten ungeeignet. Der Grund liegt in der Komplexität, hervorgerufen durch die hohe Anzahl an Einflussparametern, Rand- und

Zwangsbedingungen, die eine systematische, experimentell abgesicherte Variation der einzelnen Einflüsse nicht zulässt.

Da die Erprobung am Gesamtsteuergerät lediglich als Validierung dienen soll, müssen in der Vorentwicklung für die Einzelkomponenten und verwendeten Technologien zuverlässige Bemessungskonzepte vorhanden sein. Die Einpresstechnik stellt eine innovative Verbindungsmethode auch für sicherheitsrelevante Fügestellen dar, sofern ein zuverlässiges Bemessungskonzept zur Verfügung steht. Um in Kooperation mit der Robert Bosch GmbH erfolgreich ein Bemessungskonzept entwickeln zu können, galt es, die prüftechnischen Voraussetzungen für biaxiale Versuche mit Wegauflösung im Mikrometerbereich und Kraftauflösung im Newtonbereich zu realisieren.

Aufgrund der Erfahrungen und Anforderungen werden die Belastungseinheiten mit piezokeramischer Aktorik ausgeführt. Dabei besteht eine Achse aus einem einzelnen Stapelaktor (Spezialanfertigung) und die zweite Achse aus einem hybriden System aus Linearantrieb und wegübersetztem Piezoaktor. Eine weitere Anforderung aus dem Automobilbereich zeigt sich in der Temperaturwechselbelastung in einem typischen Temperaturbereich von  $-40^{\circ}\text{C}$  bis  $150^{\circ}\text{C}$ . Um diesen



*Detailansicht des Probenraums.  
Detailed view on the specimen space.*

Anforderungen entsprechen zu können, ist die biaxiale Beanspruchungseinheit in eine Temperaturkammer integriert. Regelungs-, mess- und auswertetechnische Randbedingungen des Prüfsystems auf piezokeramischer Basis erforderten eine Neuentwicklung der Ansteuerung, da kommerzielle Systeme nicht den Anforderungen genügten.

**Customer Benefits** In the age of electromobility, miniaturization and increasing integral construction methods, it is necessary to observe multi-physical effects and take them into consideration in design concepts. In cooperation with ISYS adaptive solutions GmbH, Fraunhofer LBF is able to realize and optimize application oriented highly complex test requirements and thus efficiently support customers in the development of numerical design methods.

**Summary** Press-fit connections in control devices of automobile electronics represent a cold contacting technology whose potential can be taken advantage of if an experimentally based measurement concept for pre-development is available. This enables a faster, better and more cost-effective development of innovative products. Prerequisite for the derivation of a design concept is the combination of experiments and in numerics. The development of adapted testing technology

is absolutely necessary for the experimental research of the material behavior in order to comprehend the world of micro and meso components.

*Dipl.-Phys.  
Thomas Kimpel  
(Robert Bosch GmbH  
Automotive  
Electronics  
Engineering and  
Validation of  
Reliability)*

„Durch die Unterstützung des Fraunhofer LBF und der ISYS GmbH konnte ein Bemessungskonzept erfolgreich entwickelt werden. Aufgrund der firmen- und kompetenzcenterübergreifenden Zusammenarbeit konnte bedarfsangepasst auf das Know-how von experimenteller und numerischer Analyse zurückgegriffen und somit die Entwicklungszeit deutlich reduziert werden.“

“With the support of Fraunhofer LBF and ISYS GmbH it was possible to successfully develop a design concept. Based on the integrative cooperation of the company and Fraunhofer LBF competence centers, it was possible to access the know-how of experimental and numerical analyses as needed to reduce the time of development.”



KNOW-HOW FÜR DIE ZUKUNFT | KNOW-HOW FOR THE FUTURE

# Ruhezonen – Schwingungen aktiv isolieren.

Quiet zones in noisy areas – actively isolating vibrations.

Contact: Torsten Bartel · Telephone: +49 6151 705-497 · [torsten.bartel@lbf.fraunhofer.de](mailto:torsten.bartel@lbf.fraunhofer.de)

**Neben der Vibrations- oder Lärmeinwirkung auf den Menschen, können Schwingungen die Ursache für Schäden, eine Funktionsbeeinträchtigung oder eine Leistungsreduktion von Maschinen oder Geräten darstellen. Ein konkretes Anwendungsgebiet, bei dem bereits die Auswirkung sehr geringer Schwingungen stört, ist der Einsatz von präzisen Analyse- und Fertigungsgeräten, wie z. B. Rasterelektronenmikroskopen.**

## Aktive Isolationssysteme.

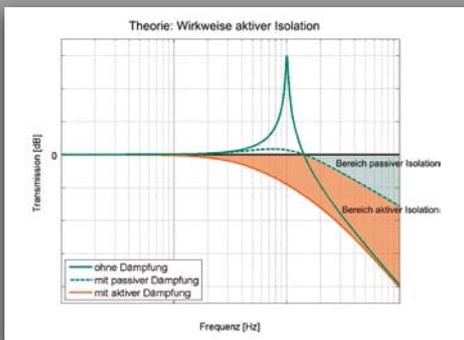
Eine Möglichkeit Schwingungen zu vermindern, ist die Unterdrückung ihrer Übertragung (Transmission) von einem Ort zu einem anderen – zum Beispiel durch den Einsatz von Feder-Dämpferelementen. Dabei können sowohl die Umgebung gegenüber schwingenden Maschinen abgegrenzt (Quellenisolation) als auch empfindliche Geräte von ihrer Umgebung entkoppelt werden (Empfängerisolation). Die bei passiven Systemen erreichbare Schwingungsisolation kann durch die Integration aktiver Ansätze weiter gesteigert werden (Abb. 2). Hierzu wird das mechanische System um Aktoren, Sensoren sowie eine Regelung erweitert. Als aktorische und sensorische Komponenten werden häufig piezokeramische Materialien eingesetzt.

Sowohl in öffentlichen Forschungsprojekten als auch in bilateralen Kooperationen erforscht und entwickelt das Fraunhofer LBF neue Ansätze und technische Lösungen für Isolationssysteme für verschiedenste Anforderungen (Abb. 1). Durch eine jahrelange Zusammenarbeit mit industriellen Partnern sind Systeme entstanden, welche die Anwendungsbereiche für schwingungsisolierende Maßnahmen deutlich erweitern. Für den konkreten Einsatz werden Lagerungssysteme im Bereich sensiblen Equipments oder der optischen Kommunikation über große Entfernungen entwickelt.

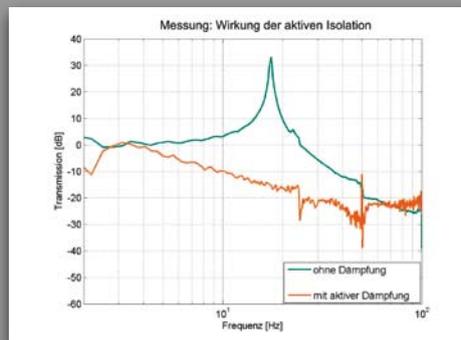
Die Reduktion der Anregung empfindlicher Mess- und Fertigungsgeräte stellt unterschiedliche Anforderungen an die verwendete Technik. Zum einen müssen die schwingungsisolierenden Elemente bereits bei sehr niedriger Frequenz wirken, zum anderen ist eine sensorische Erfassung von geringsten Beschleunigungen notwendig. Ein Lösungsansatz besteht aus der Verwendung funktionsintegrierter Biegefederlager, welche strukturelle, aktorische und sensorische Eigenschaften in einem Element vereinen. Durch ihre modulare Bauweise können mehrere Lagerelemente flexibel in einem Netzwerk zusammengeschaltet werden. Diese Flexibilität wird durch die Verwendung einer angepassten Verstärkertechnik und Regelungselektronik ergänzt. Die Wirkung solcher Systeme konnte in ganzheitlichen Prototypen nachgewiesen werden (Abb. 3).



**Abb. 1: Vollintegrierte multi-axiale Isolationsplattform.**  
 Fig. 1: Fully integrated, multi-axial isolation platform.



**Abb. 2: Theorie: Wirkweise aktiver Isolation.**  
 Fig. 2: Theorie: mode of operation of active isolation.



**Abb. 3: Messung: Wirkung der aktiven Isolation.**  
 Fig. 3: Measurement: effect of the active isolation.

Contact: Dr. Sven Herold · Telephone: +49 6151 705-259 · [sven.herold@lbf.fraunhofer.de](mailto:sven.herold@lbf.fraunhofer.de)

**Customer Benefits** Complete, product-oriented systems for vibration isolation at already low excitation frequencies (e.g. building vibrations) are the result of these projects. The systems are particularly designed for reducing the vibrations of sensitive measurement and analysis devices but, due to their flexible and modular construction method, can be adapted to different isolation tasks.

Customers benefit from Fraunhofer LBF's comprehensive experimental equipment for the analysis of vibration problems in joint projects. In addition, this makes it possible to efficiently support the customer with tried and tested methods for the numerical prediction of the effect of passive and active counter measures as well as for the constructive implementation of identified solutions.

**Summary** During the application of sensitive measurement and analysis devices as well as during optical communication over long distances, a correct functioning of the system can be influenced by vibrations brought in from the outside. This problem can be remedied with active isolation systems as well as with methods for their design and set up that are developed by Fraunhofer LBF. Compact, functionally integrated prototypes for the isolation of sensitive devices are set up in specific projects. These prototypes represent comprehensive systems in which adapted amplifier and control technologies are applied in addition to new actuators and sensors.



# Ausgründungen des Fraunhofer LBF.

Fraunhofer LBF spin-offs.

## ISYS Adaptive Solutions GmbH



Die ISYS Adaptive Solutions GmbH ist ein Spin-Off des Fraunhofer LBF aus dem Bereich Mechatronik / Adaptronik mit Sitz in Darmstadt. Kerngeschäft ist die Entwicklung und der Vertrieb von sonderprüf-technischen Anlagen und Komponenten. Im Fokus stehen prüftechnische Lösungen einerseits zur höherfrequenten und andererseits hochpräzisen mechanischen Charakterisierung und Prüfung von Klein- und Kleinstbauteilen. Dabei werden die besonderen Vorteile der Piezotechnologie für die Umsetzung von Haupt- und Nebenaktoren gezielt ausgenutzt. Es werden Standardprüfstände und prüftechnische Komponenten angeboten, kundenspezifische Anforderungen erfüllt und entsprechende mechatronische Systemlösungen realisiert sowie beim Kunden vorhandene Anlagentechnik bzgl. ihrer dynamischen Eigenschaften und ihrer Präzision verbessert. Zusammen mit dem Fraunhofer LBF wird zudem an der Entwicklung effizienter prüftechnischer Lösungen für den VHCF- (Very High Cycle Fatigue) Bereich gearbeitet. Unsere Kunden stammen aus den Bereichen Automotive, Elektronik, Medizintechnik, Academia.

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Christoph Axt · Dipl.-Kfm. André Neu · Telefon: +49 6151 66920 - 0 · [info@isys-as.de](mailto:info@isys-as.de) · [www.isys-as.de](http://www.isys-as.de)

## Software-Entwicklung und Vertrieb (S&S GmbH)



Die Stress & Strength GmbH (S&S) wurde im Mai 2000 vom Fraunhofer LBF als Spin-Off gegründet. Kerngeschäft ist Entwicklung und Vertrieb von Spezialsoftware für die Zeitreihen- und Datenanalyse sowie den rechnerischen Betriebsfestigkeitsnachweis. Das Spin-Off befasst sich hauptsächlich mit der softwaretechnischen Umsetzung von im Fraunhofer LBF entwickelten numerischen Methoden und vertreibt diese Softwareprodukte selbstständig.

Weiterhin unterstützt die S&S ihre Kunden im Rahmen von spezifischen Softwareentwicklungen und CAE-Dienstleistungen. Die S&S bietet ebenfalls Schulungen, Workshops und Seminare für ihre Softwareprodukte und rund um die Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit an (S&S-Academy). Als KMU ist die S&S auch erfolgreich als Projektpartner für Förder- und Forschungsprojekte in den oben genannten Kompetenzbereichen eingebunden. Ziel des Unternehmens ist es, als Partner mit breit gefächelter Kompetenz für Software und Algorithmen in der Betriebsfestigkeit die Industrie, vor allem in den Branchen Automobil-, Bahn-, Luft- und Raumfahrtindustrie, Medizintechnik, Optik und des Maschinenbaus bei Forschung und Entwicklung zu unterstützen. Die Stress & Strength GmbH ist ein weltweit operierender Partner der Industrie. Unter anderem zählen folgende Unternehmen zu ihren Kunden: Alcoa Wheel Products Europe Ltd (Ungarn) | Audi AG | Bayerische Motorenwerke AG | Knorr Bremse GmbH | MAN Nutzfahrzeuge AG | Otto Fuchs Metallwerke | Trenkamp & Gehle GmbH | Volkswagen AG | Volvo (Schweden)

Ansprechpartner: Dipl.-Kfm. André Neu · Dipl.-Ing. Rüdiger Heim · Telefon: +49 6151 96731 - 0 · [info@s-and-s.de](mailto:info@s-and-s.de) · [www.s-and-s.de](http://www.s-and-s.de)

## FLUDICON Fluid Digital Control

smart PID solutions

Die Fludicon GmbH ist Technologieführer im Bereich der Elektrorheologie. Elektrorheologische Fluide (ERF) lassen sich in ihrer Viskosität durch Anlegen eines elektrischen Steuerfeldes verändern. Darüber können adaptive Komponenten wie z. B. verstellbare Dämpfer, Kupplungen, nicht-mechanische Ventile und Aktoren realisiert werden. Fludicon wurde 2001 als Spin-Off der Schenck AG in Darmstadt gegründet. Heute sind das Fraunhofer LBF und sein Würzburger Schwesterinstitut, das Fraunhofer ISC, an der Fludicon GmbH beteiligt. Durch die Beteiligung der Forschungsinstitute am Unternehmen können Forschungsergebnisse und Markterfordernisse besser abgeglichen und Innovationen schneller realisiert werden. Fraunhofer ISC und LBF bringen dabei ihre Expertise in den Bereichen der Materialtechnologie (ISC) und aktiven, elektromechanischen Struktursystemen sowie der Strukturoptimierung (LBF) ein.

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Lucien Johnston · Telefon: +49 6151 2798 -800 · [johnston@fludicon.com](mailto:johnston@fludicon.com) · [www.fludicon.de](http://www.fludicon.de)

# Die Fraunhofer-Gesellschaft.

The Fraunhofer Gesellschaft.

Forschen für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsorganisation betreibt anwendungsorientierte Forschung zum Nutzen der Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit mehr als 80 Forschungseinrichtungen, davon 60 Institute. Mehr als 20 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 1,8 Milliarden Euro. Davon fallen 1,5 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Über 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Knapp 30 Prozent werden von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen erarbeiten können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Internationale Niederlassungen sorgen für Kontakt zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Mit ihrer klaren Ausrichtung auf die angewandte Forschung und ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien spielt die Fraunhofer-Gesellschaft eine zentrale Rolle im Innovationsprozess Deutschlands und Europas.

Die Wirkung der angewandten Forschung geht über den direkten Nutzen für die Kunden hinaus: Mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Leistungsfähigkeit, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen für Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft die Möglichkeit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen in ihren Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft. Studierenden eröffnen sich an Fraunhofer-Instituten wegen der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

Namensgeber der als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft ist der Münchner Gelehrte Joseph von Fraunhofer (1787–1826). Er war als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreich.



# Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS.

The Fraunhofer Materials and Components Group.

**Der Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS bündelt die Kompetenzen der materialwissenschaftlich orientierten Institute der Fraunhofer-Gesellschaft.**

Fraunhofer-Materialwissenschaft und Werkstofftechnik umfasst die gesamte Wertschöpfungskette von der Entwicklung neuer und der Verbesserung bestehender Materialien über die Herstelltechnologie im industrienahen Maßstab, die Charakterisierung der Eigenschaften bis hin zur Bewertung des Einsatzverhaltens. Entsprechendes gilt für die aus den Materialien hergestellten Bauteile und deren Verhalten in Systemen. In all diesen Feldern werden neben den experimentellen Untersuchungen in Labors und Technika gleichrangig die Verfahren der numerischen Simulation und Modellierung eingesetzt. Stofflich deckt der Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS den gesamten Bereich der metallischen, anorganisch-nichtmetallischen, polymeren und aus nachwachsenden Rohstoffen erzeugten Werkstoffe sowie Halbleitermaterialien ab.

Mit Schwerpunkt setzt der Verbund sein Know-how in den Geschäftsfeldern Energie & Umwelt, Mobilität, Gesundheit, Maschinen- & Anlagenbau, Bauen & Wohnen, Mikrosystemtechnik und Sicherheit ein. Über maßgeschneiderte Werkstoff- und Bauteilentwicklungen sowie die Bewertung des kundenspezifischen Einsatzverhaltens werden Systeminnovationen realisiert.

**Schwerpunktt Themen des Verbundes sind:**

- Erhöhung von Sicherheit und Komfort sowie Reduzierung des Ressourcenverbrauchs in den Bereichen Verkehrstechnik, Maschinen- und Anlagenbau
- Steigerung der Effizienz von Systemen der Energieerzeugung, Energiewandlung und Energiespeicherung
- Verbesserung der Biokompatibilität und der Funktion von medizin- oder biotechnisch eingesetzten Materialien
- Erhöhung der Integrationsdichte und Verbesserung der Gebrauchseigenschaften von Bauteilen der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik

- Verbesserung der Nutzung von Rohstoffen und Qualitätsverbesserung der daraus hergestellten Produkte

**Beteiligt sind die Fraunhofer-Institute für**

- Angewandte Polymerforschung IAP
- Bauphysik IBP
- Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF
- Chemische Technologie ICT
- Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM
- Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut, WKI
- Keramische Technologien und Systeme IKTS
- Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut, EMI
- Silicatforschung ISC
- Solare Energiesysteme ISE
- System- und Innovationsforschung ISI
- Werkstoffmechanik IWM
- Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP

sowie als ständige Gäste die Institute für:

- Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM
- Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB.

**Verbundvorsitzender:**

Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka

Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF · Bartningstraße 47 · 64289 Darmstadt

**Stellvertretender Verbundvorsitzender:**

Prof. Dr.-Ing. Peter Elsner

Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT  
Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7 · 76327 Pfinztal

**Geschäftsführung:**

Dr. phil. nat. Ursula Eul

Telefon: +49 6151 705 - 262 · Fax: +49 6151 705 - 214  
ursula.eul@lbf.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF · Bartningstraße 47 · 64289 Darmstadt

# Rhein-Main Adaptronik: Eine Partnerschaft – viele Vorteile.

One partnership – many advantages.

Renommierte Unternehmen der Region haben sich gemeinsam mit dem Fraunhofer LBF zum Netzwerk Rhein-Main Adaptronik e. V. zusammengeschlossen. Durch einen zielgerichteten Dialog, gemeinsame Projekte und den vertrauensvollen Erfahrungsaustausch bei der Implementierung adaptronischer Konzepte in der Produkt- und Systementwicklung tragen die Partner dazu bei, die Wettbewerbsfähigkeit der Region zu stärken. Eines der wichtigsten Anliegen des Vereins ist es, die Interaktion der Mitglieder untereinander wie auch mit internationalen Märkten von der Forschung über das Engineering bis hin zur Anwendung zu erleichtern.

Rhein-Main Adaptronik bedient dabei vor allem die Zielmärkte Automotive, Maschinen- und Anlagenbau, Aerospace und Automatisierungstechnik.

Der Verein bietet seinen Mitgliedern eine Plattform zum Austausch und zur Initiierung und Umsetzung gemeinsamer Projekte, ein umfangreiches Netzwerk von Partnern aus angegliederten Branchenfeldern, gezielte Informationen z. B. zu Förderoptionen und Fachveranstaltungen sowie verschiedene weitere Serviceleistungen.

Es ist das erklärte Ziel, eine systemische Vernetzung des Rhein-Main Adaptronik e. V. mit dem Fraunhofer-Transferzentrum Adaptronik in Darmstadt und mit dem regionalen Wirtschaftsumfeld zu bewirken. So wird ein nachhaltiger Beitrag zum Technologietransfer in der Region geleistet.

## Vorstand:

Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka (Vorsitzender)

Dr.-Ing. Ralf-Michael Fuchs

Dr. phil. nat. Ursula Eul (Geschäftsführung)

Telefon: +49 6151 705 - 262

eul@rhein-main-adaptronik.com

[www.rhein-main-adaptronik.com](http://www.rhein-main-adaptronik.com)



*Der Verein Rhein-Main-Adaptronik e. V. ist auch auf Messen präsent, wie hier auf der Hannover Messe Industrie.*

## Mitglieder im Netzwerk sind:

- Adam Opel AG
- ContiTech Vibration Control GmbH
- Faurecia Innenraum Systeme GmbH
- FLUDICON GmbH
- Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF
- Freudenberg Forschungsdienste KG
- Harmonic Drive AG
- Hochschule Darmstadt
- ISYS Adaptive Solutions GmbH
- KSB Aktiengesellschaft
- LORD Germany GmbH
- Mecatronix GmbH
- Sparkasse Darmstadt (Fördermitglied)
- Schenck RoTec GmbH
- Technische Universität Darmstadt
- ts3 – the smart system solution gmbh
- TÜV Technische Überwachung Hessen GmbH

# Allianzen und Netzwerke.

## Alliances and networks.

Mit unserem Engagement in Verbänden und marktorientierten Netzwerken innerhalb und außerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft erweitern wir Ihre und unsere Möglichkeiten in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht. Die enge und interdisziplinäre Zusammenarbeit mit unseren spezialisierten Schwester-Instituten im Fraunhofer-Leistungsverbund schafft optimale Voraussetzungen für den Aufbau von Systemleistungen und verstärkt unsere Innovationskraft für die Auslegung Ihrer Produktentwicklungen. Gleichzeitig können wir mit den Industriepartnern in marktbezogenen Netzwerken über die Prozesskette hinweg neue Entwicklungen wettbewerbsfähig und höchst wirtschaftlich gestalten. Nutzen Sie unsere umfangreichen Möglichkeiten in einem Netzwerk von Experten aus Wirtschaft, Forschung und Verwaltung.

### Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile

[www.vwb.fraunhofer.de](http://www.vwb.fraunhofer.de)

Verbundvorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka  
Geschäftsführung: Dr. phil. nat. U. Eul · [ursula.eul@lbf.fraunhofer.de](mailto:ursula.eul@lbf.fraunhofer.de)



### Fraunhofer-Allianz Adaptronik

[www.adaptronik.fraunhofer.de](http://www.adaptronik.fraunhofer.de)

Sprecher: Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka  
[holger.hanselka@lbf.fraunhofer.de](mailto:holger.hanselka@lbf.fraunhofer.de)  
Geschäftsführer: Dr.-Ing. Tobias Melz · [tobias.melz@lbf.fraunhofer.de](mailto:tobias.melz@lbf.fraunhofer.de)



### Fraunhofer-Allianz Bau

[www.bau.fraunhofer.de](http://www.bau.fraunhofer.de)

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF:  
Prof. Dr.-Ing. Thilo Bein · [thilo.bein@lbf.fraunhofer.de](mailto:thilo.bein@lbf.fraunhofer.de)



### Fraunhofer-Allianz Hochleistungskeramik

[www.hochleistungskeramik.fraunhofer.de](http://www.hochleistungskeramik.fraunhofer.de)

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF:  
Dr.-Ing. Ulrich May · [ulrich.may@lbf.fraunhofer.de](mailto:ulrich.may@lbf.fraunhofer.de)



### Fraunhofer-Allianz Leichtbau

[www.leichtbau.fraunhofer.de](http://www.leichtbau.fraunhofer.de)

Sprecher: Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka  
[holger.hanselka@lbf.fraunhofer.de](mailto:holger.hanselka@lbf.fraunhofer.de)  
Geschäftsführer: Prof. Dr.-Ing. Andreas Büter  
[andreas.bueter@lbf.fraunhofer.de](mailto:andreas.bueter@lbf.fraunhofer.de)



### Fraunhofer-Allianz Numerische Simulation von Produkten und Prozessen

[www.simulation.fraunhofer.de](http://www.simulation.fraunhofer.de)

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF: Dr.-Ing. Thomas Bruder  
Dipl.-Ing. Klaus Störzel · [thomas.bruder@lbf.fraunhofer.de](mailto:thomas.bruder@lbf.fraunhofer.de)



### Fraunhofer-Allianz Verkehr

[www.verkehr.fraunhofer.de](http://www.verkehr.fraunhofer.de)

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF: Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka  
Lenkungsreis · [holger.hanselka@lbf.fraunhofer.de](mailto:holger.hanselka@lbf.fraunhofer.de)



### Fraunhofer-Allianz autoMOBILproduktion

[www.automobil.fraunhofer.de](http://www.automobil.fraunhofer.de)

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF:  
Dipl.-Ing. Ivo Krause · [ivo.krause@lbf.fraunhofer.de](mailto:ivo.krause@lbf.fraunhofer.de)



### Fraunhofer-Innovationscluster Adaptronische Systeme, Darmstadt

[www.fraunhofer.de/institute-einrichtungen/  
innovationscluster/adaptronische-systeme.jsp](http://www.fraunhofer.de/institute-einrichtungen/innovationscluster/adaptronische-systeme.jsp)

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF:  
Dr.-Ing. Roland Platz · [roland.platz@lbf.fraunhofer.de](mailto:roland.platz@lbf.fraunhofer.de)

### Fraunhofer-Innovationscluster Automotive Quality Saar AQS, Saarbrücken

[www.fraunhofer.de/institute-einrichtungen/  
innovationscluster/Automotive-quality.jsp](http://www.fraunhofer.de/institute-einrichtungen/innovationscluster/Automotive-quality.jsp)

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF:  
Dr.-Ing. Thomas Bruder · [thomas.bruder@lbf.fraunhofer.de](mailto:thomas.bruder@lbf.fraunhofer.de)

### Fraunhofer-Systemforschung Elektromobilität

[www.elektromobilitaet.fraunhofer.de](http://www.elektromobilitaet.fraunhofer.de)

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF: Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka  
Hauptkoordinator · [holger.hanselka@lbf.fraunhofer.de](mailto:holger.hanselka@lbf.fraunhofer.de)



Our involvement in alliances and market-oriented networks within and outside of the Fraunhofer Gesellschaft expands your technical and economic possibilities. The close and interdisciplinary cooperation with our specialized sister institutes in the Fraunhofer performance alliance lays the optimum foundations for the setup of system performances and strengthens our innovation potential for the design of your product developments. At the same time, we can create competitive and very profitable new developments along the process chain with industry partners in market-related networks. Take advantage of our extensive possibilities in a network of experts from business, research and administration.



[www.rhein-main-adaptronik.de](http://www.rhein-main-adaptronik.de)

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF: Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka ·  
Vorstandsvorsitzender · [holger.hanselka@lbf.fraunhofer.de](mailto:holger.hanselka@lbf.fraunhofer.de)  
Geschäftsführung: Dr. phil. nat. U. Eul · [ursula.eul@lbf.fraunhofer.de](mailto:ursula.eul@lbf.fraunhofer.de)



Deutscher Verband für Materialforschung und -prüfung e.V.

[www.dvm-berlin.de](http://www.dvm-berlin.de)

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF: Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka  
Vorstandsmitglied · [holger.hanselka@lbf.fraunhofer.de](mailto:holger.hanselka@lbf.fraunhofer.de)

**materials valley**

[www.materials-valley-rheinmain.de](http://www.materials-valley-rheinmain.de)

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF: Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka ·  
Vorstandsmitglied · [holger.hanselka@lbf.fraunhofer.de](mailto:holger.hanselka@lbf.fraunhofer.de)



European Automotive Research Partners Association

[www.earpa.org](http://www.earpa.org)

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF:  
Prof. Dr.-Ing. Thilo Bein · [thilo.bein@lbf.fraunhofer.de](mailto:thilo.bein@lbf.fraunhofer.de)



[www.forum-elektromobilitaet.de](http://www.forum-elektromobilitaet.de)

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF: Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka ·  
Vorstandsmitglied · [holger.hanselka@lbf.fraunhofer.de](mailto:holger.hanselka@lbf.fraunhofer.de)



[www.machining-network.com](http://www.machining-network.com)

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF:  
Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka · [holger.hanselka@lbf.fraunhofer.de](mailto:holger.hanselka@lbf.fraunhofer.de)



[www.euceman.com](http://www.euceman.com)

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF: Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka,  
Vorstandsmitglied, [holger.hanselka@lbf.fraunhofer.de](mailto:holger.hanselka@lbf.fraunhofer.de)

*Im Transferzentrum Adaptronik arbeiten wir u. a. mit hochdynamischer Sonderaktorik zum Beispiel zur Neuentwicklung von Piezopumpen.*

*In the Adaptronics Transfer Center we also work with special, highly dynamic actuators for the new development of piezo pumps.*





# Labor und Prüfeinrichtungen für Ihre individuellen Anforderungen.

Laboratory equipment and large equipment – the entire world of testing technology.

## Flexibel testen

Das Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF bietet komplette Lösungen für die Entwicklung und Qualifikation innovativer Strukturen, Komponenten und Systeme durch Vernetzung von experimenteller und numerischer Simulation. Mit unserem Know-how, den vielseitigen Versuchseinrichtungen und den modularen Versuchsaufbauten können wir auf Ihre individuellen Anforderungen flexibel und schnell reagieren. Wir arbeiten unkompliziert und professionell mit regionalen, hoch qualifizierten Partnern zusammen. Das Fraunhofer LBF realisiert ergebnisorientiert effiziente Lösungen von höchster Qualität. Mit Sicherheit innovativ.

## Experimentelle Simulationstechniken

### Variable Versuchsaufbauten:

- Servohydraulische Prüfzylinder für Kräfte zwischen 5 und 2500 kN und Torsionsmomente bis 64 kNm (> 200 hydraulische Prüfzylinder, 330 Kraftsensoren, Dehnungsaufnehmer)
- Diverse elektrodynamische Schwingerreger (Shaker) für Lastbereich von 20 N bis 27 kN (RKV) und einem Frequenzbereich bis 15 kHz
- Innendruckversuchseinrichtungen bis 750 bar
- Entwicklung neuartiger Antriebe für mechanische Sonderprüfaufbauten
- Versuchseinrichtung für aktive Systeme im Antriebsstrang (VaSA)
- Integration von Verbrennungsantrieben in komplexe Prüfaufbauten
- Prüfstandsdesign, Spannzeugkonstruktion und Probenherstellung nach Kundenanforderung Labor und Prüfeinrichtungen für Ihre individuellen Anforderungen

### Stationäre Versuchsaufbauten:

- 8 Zweiaxiale Rad / Naben-Versuchsstände für Pkw, Nutzfahrzeuge und Sonderfahrzeuge sowie Motorräder einschließlich Bremssimulation und Antriebssimulation
- vollkinematischer Rad-Straßensimulator W/ALT (Wheel Accelerated Life Testing)
- 25-Kanal Ganzfahrzeugprüfstand für Pkw, Transporter, Elektro- und Hybridfahrzeuge
- 12-Kanal-Achsprüfstand für Betriebsfestigkeitsuntersuchungen komplexer Systeme von Pkw- und Nutzfahrzeugachsen
- flexibel einsetzbarer 8-Kanal-Prüfstand (Nutzfahrzeuge, Militärfahrzeuge, Schienenfahrzeuge)
- Versuchsaufbau zur 2- oder 3-kanaligen Prüfung von Sattelkupplungen
- Prüfstand für Adaptive Strukturen im Automobil (ASF)
- Getriebeprüfstand für Komponenten im Antriebsstrang (Antriebswellen, Gelenke, Kupplungen und Kompletgetriebe), Nenndrehmoment max. 2000 Nm, Drehzahl max. 7500 U/min
- Lagerprüfstand zur praxisnahen Prüfung von Pkw-Radlagern in der Originalbaugruppe
- dreiaxialer Versuchsstand zur Prüfung von Pkw-Anhängerkupplungen
- Schienenradsatzversuchsstand
- servohydraulische Säulenprüfmaschinen von 5 bis 2500 kN
- Resonanzprüfmaschinen für Prüfkräfte von 20 bis 600 kN
- Dynamische Kleinlastprüfstände ab 1 N
- 3 Tension-Torsion Prüfstände
- 2 Elastomerprüfstände (1- und 3-Kanal)
- Fallgewichtsanlage bis 11 000 J Energieeintrag
- Impactprüfstände von 2 bis 800 J, z. B. für Leichtbaustrukturen
- Statische Zug- und Druckprüfung mit bis zu 200 kN, z. B. Compression after Impact (CAI)
- Prüfstand zur Simulation der Performance von Motorlagern
- Prüfstand zur Charakterisierung von Piezoaktoren



### Messtechnik:

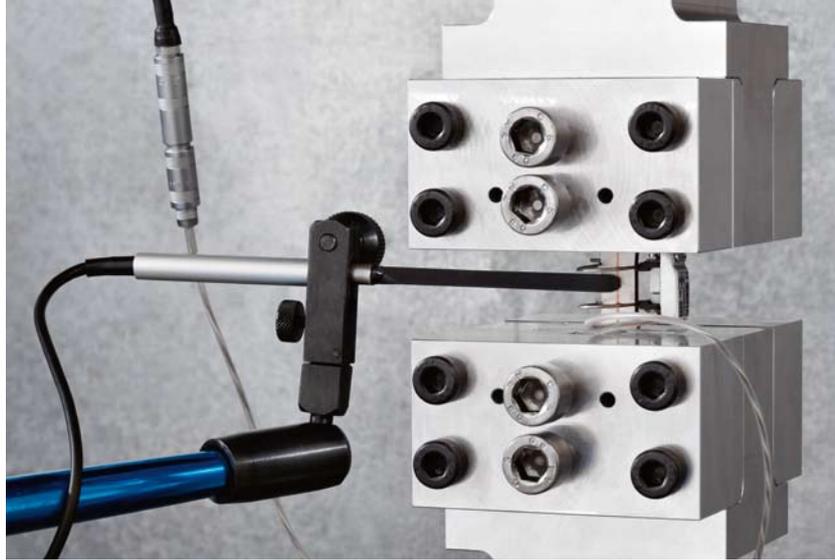
- Mesdatenerfassung physikalischer Größen, Telemetrieanlagen zur Erfassung an rotierenden Systemen, Hochfrequenzanalyse
- Mesdatenerfassung für Langzeituntersuchungen an Kundenfahrzeugen mit Abfrage per Modem
- Wärmebildkamera, z. B. zur Thermischen Spannungsanalyse (TSA) oder Lock-in Thermographie
- Bildkorrelationssystem (optische Dehnungs- und Verformungsmessung)
- Entwicklung von Sensorik, speziell an Messaufgaben des Kunden angepasst
- Schienenmessrad für multiaxiale Beanspruchungsermittlung LBF®.R-Wheelos
- Abrollprüfstand für Fahrzeugräder
- Rapid Control Prototyping Systeme als Entwicklungs-umgebung für Algorithmen der Regelungstechnik und Signalverarbeitung
- 4 Pkw / Lieferwagen-Messräder RoaDyn® S650 der Firma Kistler anpassbar an verschiedene Felgengrößen und statische Radlasten
- 4 Nfz-Messräder der Firma KistlerIGel RoaDyn® S6HT mit Vertikal- und Longitudinalkraft maximal 200 kN, Seitenkraft maximal 100 kN, und entsprechende Brems- / Antriebs-, Hoch- und Längsmomente an verschiedene Fahrzeuge und Konfigurationen anpassbar
- System zur Ortung von Schäden in Großstrukturen (Acoustic Emission)
- Farbeindringprüfung
- Faseroptische Dehnungsmesstechnik mit Spleissgerät und mehreren Interrogatoren
- Ultraschallhandgerät mit verschiedenen Frequenzbereichen für Metalle und Kunststoffe
- Berührungslose Messung der Dehnungsverteilung mit 3D-Kamerasystem bis 400 Hz
- Optische Dehnungsregelung von Wöhlerversuchen
- Computertomographie und Röntgenlaminographie, z. B. für große flächige Faserverbundstrukturen

### Strukturschwingungen und Akustik:

- Halbschalltote Messumgebung
- Schallpegelmesser, Messmikrophone, 2 Mikrophonarrays
- mehr als 50 Beschleunigungsaufnehmer, großteils dreiachsig
- Impulshämmer, elektrodynamische Shaker
- Scanning Vibrometer (dreidimensionale, berührungslose Schwinggeschwindigkeitsmessung)
- ein 40- und ein 64-kanaliges System zur Erfassung und Analyse vibroakustischer Größen
- experimentelle Modalanalyse (LMS CADA-X und LMS Test.Lab)
- Schallquellenortung mit stationärer oder transients akustischer Holographie, auch mit gekrümmten Mikrophonarrays
- Betriebsschwingformanalyse
- Output-Only Modalanalyse
- Bewegungs- und Verformungsanalyse inkl. Visualisierung mit Hochgeschwindigkeitskameras

### Sonderversuchsstände:

- Kombiniert elektrisch, mechanische Prüfung von Sensoren (z. B. DMS, FOBG) und strukturintegrierten Komponenten (z. B. Faserverbund-Sensor-Wechselwirkungen)
- Belastungseinrichtungen zur Qualifikation multifunktionaler Materialien
- Hochdynamische Prüfanlagen für Anwendungen bis zu 1000 Hz (z. B. zur Prüfung von Mikrosystemen, Charakterisierung von Elastomeren, etc.)
- Elektrische und mechanische Zuverlässigkeitsprüfung von Akkus und Elektronik-Bauteilen
- Prüfstand zur Vermessung von Rotationsschwingungssystemen
- Motorlagerversuchsstand mit Umwuchterreger



### Materialographie:

- Licht- und Rasterelektronenmikroskopie mit EDX-Analyse, Härteprüfung nach Vickers, Brinell, Rockwell, Oberflächenmessungen
- Faservolumengehaltsbestimmung durch Veraschung
- Feuchtigkeitsbestimmung an Kunststoffproben
- Kooperation mit lokalen Partnern im Bereich der Kunststoffanalyse

### Umweltsimulation unter zyklischer Belastung:

- Klimakammern zur Trocknung; Konditionierung von Proben und Bauteilen sowie zur Simulation von Umweltbedingungen für Temperaturbereiche von -70°C bis +350°C
- Hochtemperaturversuchseinrichtungen bis 1100°C
- Einrichtungen zur Simulation von Medieneinflüssen, wie z. B. Salz, Bremsflüssigkeit, Kraftstoffe mit Temperaturregelung bis 100° C, Wasserstoff

### Faserverbundlabor:

- Formenbau unter Nutzung von z. B. Rapid-Prototyping
- Herstellung von Faserverbundproben mit Prepreg, Vakuuminfusion, VAP, RTM
- Heipresse bis 450°C
- Heiluftfen bis 1m<sup>3</sup>
- Tiefkhlzelle fr Prepreglagerung
- Diamantscheiben und CNC-Abrasivwasserstrahlanlage fr Probenfertigung

### Realittsnah Simulieren

Als Ergnzung zu unseren experimentellen Prfdienstleistungen finden Sie im Fraunhofer LBF ein umfangreiches Angebot an Simulationslösungen.

Mehr ber unsere Angebote erfahren Sie unter [www.lbf.fraunhofer.de/numerische-analyse](http://www.lbf.fraunhofer.de/numerische-analyse)

Sprechen Sie uns an: [info@lbf.fraunhofer.de](mailto:info@lbf.fraunhofer.de)

Fr einige, standardisierte Prfungen (z. B. die Radprfung im zweiaxialen Rad / Naben-Versuchsstand) ist unser Institut akkreditiert nach DIN EN ISO / IEC 17025:2005.



DGL-PL-3906.00

# Mitarbeit in Fachausschüssen.

Work in technical committees.

## acatech-Themenkreis Werkstoffe

Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka  
stv. Dr. phil. nat Ursula Eul

## Adaptronic Congress

Expertenrat  
Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka,  
Beirat  
Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz

## Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. AiF

Gutachter  
Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka

## Arbeitskreis Luftverkehr der TU Darmstadt

Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka

## ASTM American Society for Testing and Materials, Philadelphia Committee E-08 in Fatigue and Fracture, Subcommittee EXX.04, Structural Applications, Subcommittee EXX.05, Cyclic Deformation and Crack Formation, Subcommittee EXX.09, Fracture of Advanced Materials

Prof. Dr.-Ing. Cetin Morris Sonsino

## AVIF Forschungsvereinigung der Arbeitsgemeinschaft der Eisen und Metall verarbeitenden Industrie e. V.

Beiratsmitglied / Gutachter  
Prof. Dr.-Ing. Cetin Morris Sonsino

## AVK TV Arbeitsgemeinschaft Verstärkte Kunststoffe Arbeitskreis Naturfaserverstärkte Kunststoffe

Prof. Dr.-Ing. Andreas Büter

## Beirat des TU Darmstadt Energy Center e. V.

Prof. Dr.-Ing. Thilo Bein

## CADFEM

Expertenbeirat  
Dr.-Ing. Sven Herold

## DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e. V.

Dr. phil. nat. Ursula Eul  
Dipl.-Ing. Kathrin Bauer  
Dipl.-Ing. Heinrich Leimann

## DEGA Deutsche Gesellschaft für Akustik e. V.

Fachausschuss Lehre in der Akustik  
Dr.-Ing. Joachim Bös  
Fachausschuss Physikalische Akustik  
Dr.-Ing. Joachim Bös

## DGLR Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt Lilienthal-Oberth e. V.

Prof. Dr.-Ing. Andreas Büter  
Dipl.-Ing. Katharina Krause

## DGM Deutsche Gesellschaft für Materialkunde

Arbeitskreis Ermüdung  
Dipl.-Ing. Jens Wiebesiek,  
Dipl.-Ing. Nora Exel  
Dipl.-Ing. Steffen Schönborn  
Dr.-Ing. Rainer Wagener  
Dr.-Ing. Heinz Kaufmann

## DGZfP Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung

Fachausschuss Struktur-  
überwachung  
Prof. Dr.-Ing. Thilo Bein

## DiFi Diskussionskreis Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationsmanagement

Dr. phil. nat. Ursula Eul

## DIN Normenausschuss Luftfahrt „131-02-01 Faserverstärkte Kunststoffe“

Dipl.-Ing. Martin Lehmann

## DVM Deutscher Verband für Materialforschung und -prüfung

Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka  
(Vorstand)  
Prof. Dr.-Ing. Cetin Morris Sonsino  
(Vorstand)  
Dr.-Ing. Heinz Kaufmann  
Zuverlässigkeit adaptronischer und  
mechatronischer Systeme  
Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka  
(Obmann)  
Dr.-Ing. Jürgen Nuffer  
Arbeitskreis Fahrradsicherheit  
Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka  
(Obmann)

Arbeitskreis Elastomerbauteile  
Dr.-Ing. Thomas Bruder (Obmann)  
Numerische Simulation  
(Vorsitzender Programmausschuss)  
Dr.-Ing. Thomas Bruder  
Arbeitskreis Betriebsfestigkeit  
(Mitglied Programmausschuss)  
Dr.-Ing. Thomas Bruder

## DVS Deutscher Verband für Schweißtechnik

Fachausschuss 9, Konstruktion  
und Berechnung  
Dr.-Ing. Thomas Bruder  
Dipl.-Ing. Jörg Baumgartner  
Dipl.-Ing. Klaus Störzel  
Dr.-Ing. Heinz Kaufmann  
Dr.-Ing. Rainer Wagener  
Arbeitsgruppe Q1 und Q1.1  
Dr.-Ing. Thomas Bruder



**EARPA European Automotive Research Partners Association**

Task Force Noise, Task Force Safety,  
Task Force Materials (Chairman)  
Prof. Dr.-Ing. Thilo Bein  
Task Force Modelling and Simulation  
Dr.-Ing. Thomas Bruder

**EPMA European Powder Metallurgy Association**

Prof. Dr.-Ing. Cetin Morris Sonsino

**ERTRAC Supporting Institutions Group**

Prof. Dr.-Ing. Thilo Bein

**ESIS European Structural Integrity Society**

**Fatigue and Multiaxial Fatigue**  
Dipl.-Ing. Jens Wiebesiek

**EUROLab e. V. Berlin**

Dr. Henrik Rüterjans

**FAG Kugelfischer-Stiftung**

Mitglied Stiftungsrat  
Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka

**FAT Forschungsvereinigung Automobiltechnik**

Arbeitskreis 25 Fügetechnik  
Dr.-Ing. Thomas Bruder,  
Dipl.-Ing. Jörg Baumgartner,  
Dipl.-Ing. Klaus Störzel,  
Dipl.-Ing. Halvar Schmidt,  
Dipl.-Ing. Jens Wiebesiek

**FKM Forschungskuratorium Maschinenbau**

Arbeitskreis Bauteilfestigkeit  
Dr.-Ing. Thomas Bruder,  
Dipl.-Ing. Jens Eufinger,  
Dipl.-Ing. Roland Franz,  
Dr.-Ing. Rainer Wagener

**Forum ElektroMobilität e. V.**

Vorstandsmitglied  
Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka

**FOSTA Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V.**

Fördermitglied  
Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka

**FVA Forschungsvereinigung Antriebstechnik**

Projektbegleitender Ausschuss  
Geräusche  
Dr.-Ing. Joachim Bös

**FVV Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen**

PG2 „Gestaltfestigkeit“, Arbeitskreis  
Innendruck Sphäroguss  
Dr.-Ing. Heinz Kaufmann,  
Dipl.-Ing. Steffen Schönborn

**GESA Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik Experimentelle Strukturanalyse**

Dipl.-Ing. Michael Matthias

**GfKORR Gesellschaft für Korrosionsschutz e. V.**

Dipl.-Ing. Kathrin Bauer

**GMA Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik**

GMA-Fachausschuss 4.16 Unkonventionelle Aktorik der VDI/VDE  
Dr.-Ing. Tobias Melz

**GMM – Gesellschaft für Mikroelektronik, Mikro- und Feinwerktechnik**

Fachausschuss 4.6 Funktionelle Grenzflächen  
Prof. Dr.-Ing. Thilo Bein  
Fachausschuss 4.1 Grundsatzfragen der Mikro-/ Nanotechnologie  
Dr. phil. nat. Ursula Eul

**GUS Gesellschaft für Umweltsimulation**

Arbeitskreis Batterien  
Dr.-Ing. Thomas Bruder

**HDIA Heinz Dürr Innovation Award**

Mitglied der Jury  
Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka

**IASB Industrieausschuss Struktur Berechnung**

Dipl.-Ing. Martin Lehmann

**ifW Materialforschungsverbund Rhein-Main**

Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka

**IHK-Darmstadt**

Ausschuss für Industrie, Forschung und Innovation  
Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka

**International Advisory Board of the Centre of Structural Integrity**

Opole, Polen Kuratoriumsmitglied  
Prof. Dr.-Ing. Cetin Morris Sonsino

**IIW, IIS Internationales Institut für Schweißtechnik**

DVS-Delegierter in Arbeitsgruppen XIII / XV  
Arbeitsgruppen XIII / XV  
Dr.-Ing. Heinz Kaufmann,  
Dr.-Ing. Thomas Bruder,  
Dipl.-Ing. Jörg Baumgartner

# Mitarbeit in Fachausschüssen.

Work in technical committees.

## Industrieverband

### Massivumformung e. V.

Dr.-Ing. Heinz Kaufmann,  
Dipl.-Ing. Marc Wallmichrath,  
Dipl.-Ing. Nora Exel,  
Dipl.-Ing. Steffen Schönborn

### ISMA Noise and Vibration Engineering

Conference 2008 Scientific Committee  
Prof. Dr.-Ing. Thilo Bein

### Jugend forscht

Regionalwettbewerb Hessen-Süd,  
Jurymitglied  
Dipl.-Ing. Johannes Käsgen

### Machining Innovations Network e. V.

Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka

### MatWerk Bundesvereinigung

#### Materialwissenschaft und

#### Werkstofftechnik

Dr. phil. nat. Ursula Eul

## Magdeburger Verein für

### Technische Mechanik e. V.

Editorial Board Technische Mechanik  
Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka

### Mathworks

Expertenbeirat  
Dipl.-Ing. Matthias Kurch

### Pulvermetallurgieausschuss

Expertenkreis „Sinterstähle“ und  
Expertenkreis „Sinteraluminium“  
Dr.-Ing. Klaus Lipp

### Arbeitsausschuss des Ausschusses für Pulvermetallurgie

Dr.-Ing. Klaus Lipp

### Rhein-Main Adaptronik e. V.

Vorstand, Geschäftsführung  
Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka,  
Dr. phil. nat. Ursula Eul

## SAE Society of Automotive Engineering

Biaxial Wheel-Hub Fatigue Test  
Proccure Task Force, USA  
Dipl.-Ing. Rüdiger Heim  
Fatigue Design and Evaluation  
Committee, USA  
Dipl.-Ing. Rüdiger Heim

### TÜV Süd tire.wheel.tech

Congress  
Programmausschuss  
Dipl.-Ing. Andreas Herbert

### VDEh Verein Deutscher

#### Eisenhüttenleute

Werkstoffausschuss, Ausschuss für  
Anlagentechnik, Unterausschuss  
Betriebsfestigkeit und Anlagenüber-  
wachung  
Dr.-Ing. Heinz Kaufmann

### VDEI Verband Deutscher

#### Eisenbahn-Ingenieure

Dipl.-Math. Michael Kieninger

## VDG Verein Deutscher

### Gießereifachleute

Fachausschuss Duktiles Gusseisen  
Dr.-Ing. Heinz Kaufmann,  
Dipl.-Ing. Christoph Bleicher  
Arbeitskreis Konstruieren in Guss  
Dr.-Ing. Heinz Kaufmann,  
Dipl.-Ing. Christoph Bleicher  
Fachausschuss Leichtmetallguss  
Dr.-Ing. Heinz Kaufmann

### VDI Richtlinienausschuss Aktive

#### Schwingungskontrolle

Prof. Dr.-Ing. Thilo Bein  
Dr.-Ing. Dirk Mayer

### VDSI Verband der Sicherheitsingenieure e. V.

Reinhard Wirth

### Wissensregion Frankfurt-

#### RheinMain

Dr. phil. nat. Ursula Eul  
Katja Schroll  
Anke Zeidler-Finsel



# Vorträge 2011.

Lectures 2011.

**Käsgen, J.; Heim, R.: Product development & testing requirements for electric wheel hub motors.**

10. Internationales CTI-Symposium – Innovative Fahrzeug-Getriebe, Berlin, 05.–08.12.2011.

**Büter, A.: Multifunctional Design – Possibilities and Challenges in the Era of E-Mobility.**

2nd International Congress – Automotive Composites, München, 06.–08.12.2011

**Sonsino, C.M.; Tölle, J.; Hahn, O.; Teutenberg, D.; Schmidt, H.: Untersuchung des Versagensverhaltens von stanzgenieteten, punkt- und nahtgeschweißten Verbindungen aus Aluminiumwerkstoffen im Hinblick auf die Vergleichbarkeit der Schwingfestigkeit.**

1. Fügetechnisches Gemeinschaftskolloquium Gemeinsame Forschung in der Mechanischen Fügetechnik, Garbsen, 06.12.2011

**Bein, Th.: Steuerung und Wartung von Offshore-Windparks – Das AERTOs Projekt OMO.**

Fraunhofer-Symposium „NETZWERT“ 2011, München, 28.–29.11.2011

**Hartmann, J.; Monin, M.; Marie Louise, A.; Ayglon, D.; Robichon, P.; Limousin, E.; Gerard, F.; Naudin, F.; Guyon, D.; Launay, A.; Raoult, I.; Büter, A.; Sonsino, C.M.: Influence of frequency and stress-concentration on fatigue behaviour of short**

glass-fibre reinforced polyamides. Fatigue design 2011, Senlis, Frankreich, 23.–24.11.2011

**Bös, J.; Stoewer, T.; Schneeweiß, H.; Hering, Th.; Hanselka, H.: Mit Schwingungsenergieflussberechnungen zur effizienteren akustischen Auslegung von Fahrzeugstrukturen.**

Aachener Akustik Kolloquium 2011, Aachen, 21.–23.11.2011

**Eufinger, J.: Systemzuverlässigkeit – Weiterentwicklung der Kompetenz am Fraunhofer LBF.**

Leistung, Begeisterung, Fortschritt – Ein Jahrzehnt der Dynamik, Darmstadt, 04.11.2011

**Bein, Th.: Einsatz moderner Technologie / Telematik in der Pkw- und Nutzfahrzeug-Instandhaltung.**

1. Konferenz Deutschland intelligent mobil, Frankfurt am Main, 02.–03.11.2011

**Heinrietz, A.; Eufinger, J.; Bruder, T.; Hanselka, H.: Challenges of Accurate Fatigue Analysis of Cast Iron Components due to Non Homogenous Microstructure.**

Material, Science and Technology Conference (MS&T), Columbus, Ohio, USA, 16.–20.10.2011

**Tijani, Y.; Hanselka, H.; Heinrietz, A.; Bruder, T.: Quantitative Evaluation of Fatigue Life of Cast Aluminium**

**Alloys by Non-Destructive Testing and Parameter Model.**

Technology Conference (MS&T), Columbus, Ohio, USA, 16.–20.10.2011

**Heinrietz, A.; Diefenbach, C.; Landersheim, V.; Hochbein, H.: Potential innovativer Methoden für den Betriebsfestigkeitsnachweis unter Berücksichtigung von Werkstoff und Fertigung.**

38. Tagung des DVM-Arbeitskreises Betriebsfestigkeit, Clausthal-Zellerfeld, 12.–13.10.2011

**Schmidt, H.; Bruder, T.: Schwingfestigkeitsanalyse struktureller Klebverbindungen unter Belastung mit variablen Amplituden.**

38. Tagung des DVM-Arbeitskreises Betriebsfestigkeit, Clausthal-Zellerfeld, 12.–13.10.2011

**Fleckenstein, J.; Büter, A.: Leichtbau mit Kunststoffen – Ermüdungsverhalten von langfaserverstärkten Kunststoffen.**

38. DVM-Tagung „Konsequenter Leichtbau und Festigkeitssteigerung – (k)ein Widerspruch?“, Clausthal-Zellerfeld, 12.–13.10.2011

**Lipp, K.; Zafari, A.; Beiss; Broeckmann, C.: Assessing the Fatigue Strength of a Sintered Steel as Affected by the Highly Stressed Volume.**

EURO PM 2011, Barcelona, Spanien, 09.–12.10.2011

**Baumgartner, J.; Lipp, K.: Application of Appropriate Design**

**Methods for Reliable Fatigue Assessment of P/M Components.**

EURO PM 2011, Barcelona, Spanien, 09.–12.10.2011

**Schönborn, S.; Issler, S.: Drucksteigerung bei zyklisch innendruckbeanspruchten Bauteilen durch Verwendung von neu entwickelten höherfesten Gusswerkstoffen.**

Informationstagung Motoren, Fulda, 29.09.2011

**Bein, Th.: Advanced Lightweight Design for Electric Cars.**

E-MRS Fall Meeting, Workshop “The World Energy Challenge”, Warsaw, Polen, 22.09.2011

**Bein, Th.: Aktor- und Sensorintegration in Leichtbaustrukturen.**

26. Darmstädter Kunststoff-Kolloquium, Darmstadt, 15.–16.09.2011

**Matthias, M.; Melz, T.; Jungblut, T.; Bös, J.: Active measures to reduce the transmission of noise and vibrations in engine mounts – concepts and application examples.**

2nd Polish-German Structured Conference on Acoustics, part 2, Jurata, Polen, 13.–15.09.2011

**Nattermann, R.; Thyges, C.; Anderl, R.; Bös, J.; Hanselka, H.: Integration of acoustics simulation into a development environment for adaptronic systems.**

# Vorträge 2011.

Lectures 2011.

2nd Polish-German Structured Conference on Acoustics, part 2, Jurata, Polen, 13.–15.09.2011

**Tschesche, J., Li, Y., Bös, J., Hanselka, H.: Metamodeling and sensitivity analysis of smart structures for active noise reduction.**

2nd Polish-German Structured Conference on Acoustics, part 2, Jurata, Polen, 13.–15.09.2011

**Tschesche, J.; Bös, J.; Hanselka, H.: Response surface methodologies in design exploration of active shell structures.** 14th International Adaptronic Congress 2011, Darmstadt, 07.–08.09.2011

**Baumgartner, J.; Bruder, T.: An efficient meshing approach for the calculation of notch stresses.** 64th Annual Assembly of the International Institute of Welding 2011, Chennai, Indien, 19.07.2011

**Heinrietz, A.; Eufinger, J.; Sobota, A.: Gusseisen mit Kugelgraphit – Einfluss des Gefüges auf die Betriebsfestigkeit.** Internationale Gießereifachmesse GIFA, New Cast Forum, Düsseldorf, 28.06.–02.07.2011

**Bös, J.; Bein, Th.; Hanselka, H.: LOEWE-Zentrum AdRIA: First results and future plans.** Forum Acusticum 2011, Aalborg, Dänemark, 27.06.–01.07.2011

**Kurtze, L.; Ellermeier, W.; Kattner, F.; Bös, J.; Roos, M.; Seeber, S.: Psycho-physical scaling of the annoyance produced by photovoltaic inverters.**

Forum Acusticum 2011, Aalborg, Dänemark, 27.06.–01.07.2011

**Bein, Th.: Forschung in Deutschland – Innovation für Europa: Die Schlüsseltechnologie Adaptronic.** KOWI-Bundestagung zur EU-Forschungsförderung, Köln, 28.–30.06.2011

**Bruder, T.; Pyttel, B.; Eufinger, J.: Approaches to fatigue life assessment applied in the very high cycle regime.** Fifth International Conference on Very High Cycle Fatigue VHCF5, Berlin, 28.–30.06.2011

**Fischer, C.; Wagener, R; Friedmann, A.; Axt, C; Melz, T; Kaufmann, H.: Piezoelectric driven testing facilities to research the very high cycle fatigue regime.**

Fifth International Conference on Very High Cycle Fatigue VHCF5, Berlin, 28.–30.06.2011

**Bein, Th.: Sensors for Adaptronic Applications.** Sensor 2011, Nürnberg, 09.06.2011

**Hartmann, J.; Moosbrugger, E.; Büter, A.: Variable amplitude loading with components made of short fiber reinforced polyamide 6.6.** 11th International Conference on

the Mechanical Behavior of Materials (ICM), Como, Italien, 05.–09.6.2011

**Fleckenstein, J. et al.: Fatigue design optimization of safety components made of SMC.**

11th International Conference on the Mechanical Behavior of Materials (ICM), Como, Italien, 05.–09.6.2011

**Exel, N.; Kaufmann, H.: Influence of manganese sulfide inclusions on fatigue properties of AFP steels.**

3rd International Conference on Steel in Cars and Trucks, Salzburg, 06.06.2011

**Sonsino, M.: Structural Durability of Forged Automotive Aluminium Chassis Components Submitted to Spectrum Loading and Salt-Corrosion by the Example of a Tension Strut.** International Conference on Mechanical Behaviour of Materials ICM11, Como, Italien, 05.–09.06.2011

**Landersheim, V.; Bruder, T.; Hanselka, H.: Approximation of mean stress relaxation by numerical simulation using the Jiang model and extrapolation of results.** International Conference on Mechanical Behaviour of Materials ICM11, Como, Italien, 05.–09.06.2011

**Eufinger, J.; Heinrietz, A.; Bruder, T.; Hanselka, H.: Microstructure based fatigue analysis of cast components under variable amplitude loading.**

Symposium on Structural Durability (SoSDiD), Darmstadt, 26.–27.05.2011

**Bein, Th.: Coordination of the IP InMAR.** FP7 People Info-Day, Split, Croatia, 26.05.2011

**Lipp, K.; Beiss, P.; Zafari, A.; Baumgartner, J.: Fatigue Behavior of a Sintered Steel Containing 4% Ni, 1,5% Cu, 0,5% Mo and 0,6% C** PowderMet 2011, San Francisco, USA, 18.–21.05.2011

**Franz, R.: Übertragungsverhalten von Elastomerlagern für die Mehrkörpersimulation; Modellierung, Parametrierung und Verifikation.** DVM-Tagung „Elastomerbauteile“, Weinheim, 13.–14.04.2011

**Wolter, S.; Franz, R.; Jungblut, T.; Möller, R.; Bruder, T.: Aktive Anbindungsimpedanzen: Ein Anwendungsszenario echtzeitfähiger Lagermodelle.** DVM-Tagung „Elastomerbauteile“, Weinheim, 13.–14.04.2011

**Jöckel, M.; Hanselka, H.: Fraunhofer Systemforschung Elektromobilität.** Anwenderforum MobilitTec 2011, Hannover, 05.04.2011

**Skowronek, A.; Kuhl, S.; Bös, J.; Hanselka, H.: Untersuchung der akustischen Auswirkungen von Wellenfehlstellungen in Sondergetrieben.** DAGA 2011–37. Deutsche



Jahrestagung für Akustik, Düsseldorf, 21.–24.03.2011

**Bös, J.; Bein, Th.; Hanselka, H.;**  
**LOEWE-Zentrum AdRIA: Überblick über die Ergebnisse der Aufbau-phase.** DAGA 2011–37. Deutsche Jahrestagung für Akustik, Düsseldorf, 21.–24.03.2011

**Thyes, C.; Heuss, O.; Klaus, T. B.;**  
**Bös, J.; Hanselka, H.: Aufbau eines adaptiven Helmholtzresonators zur gezielten Frequenzgangbeeinflussung.** DAGA 2011, 37. Deutsche Jahrestagung für Akustik, Düsseldorf, 21.–24.03.2011

**Kurtze, L.; Ellermeier, W.; Kattner, F.;**  
**Roos, M.; Seeber, St.; Bös, J.:**  
**Psychoakustische Analyse der Betriebsgeräusche von Photovoltaik-Wechselrichtern.** DAGA 2011, 37. Deutsche Jahrestagung für Akustik, Düsseldorf, 21.–24.03.2011

**Buckert, S.; Bös, J.; Hanselka, H.:**  
**Sensitivitätsanalyse an einem aktiv geregelten Rahmen-Platte-Prüfstand.** DAGA 2011, 37. Deutsche Jahrestagung für Akustik, Düsseldorf, 21.–24.03.2011

**Pondrom, P.; Stein, L.; Kurtze, L.;**  
**Hillenbrand, J.; Bös, J.; Hanselka, H.;**  
**Sessler, G.: Beschleunigungsaufnehmer-Arrays auf Basis von Piezoelektrischen Folien zur Realisierung modularer Sensoren.**

DAGA 2011, 37. Deutsche Jahrestagung für Akustik, Düsseldorf, 21.–24.03.2011

**Thyes, C.; Tschesche, J.; Ibis, M.;**  
**Herold, S.; Bös, J.; Groche, P.;**  
**Hanselka, H.: Akustisch optimiertes Leiterbahnlage aktivier Schalenstrukturen.** DAGA 2011, 37. Deutsche Jahrestagung für Akustik, Düsseldorf, 21.–24.03.2011

**Sonsino, C.M.: Surface Treatment for Improving the Structural Durability of PM Components.** AMES Barcelona, Barcelona, Spanien, 23.03.2011

**Eufinger, J.; Heinrietz, A.; Bruder, T.;**  
**Hanselka, H.: An engineering approach to fatigue analysis based on elastic-plastic fracture mechanics.** 1st Int. Journal of Fatigue & Fatigue and Fracture of Engineering Materials and Structures Joint Workshop, Forni di Sopra, Italien, 07.–09.03.2011

**Jöckel, M.; Hanselka, H.: Elektromobilität – Aspekte, Chancen und Herausforderungen.** 26. Jahrestreffen der Kaltmassivumformer 2011, Düsseldorf, 02.–03.03.2011

**Jöckel, M.; Hanselka, H.: Elektromobilität aus der Systemsicht.** 3. Darmstädter Energiekonferenz, Darmstadt, 24.02.2011

**Brede, M.; Schneider, B.; Nagel, C.;**  
**Kurnatowski, B.; Matzenmiller, A.;**  
**Schmidt, H.; Bruder, T.: Schwingfestigkeitsauslegung von geklebten Stahlbauteilen des Fahrzeugbaus unter Belastung mit variablen Amplituden.** 11. Kolloquium Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik, Frankfurt am Main, 23.02.2011

**Bein, Th.: Operation and Maintenance (monitoring) of Off-shore wind parks – OMO.** AERTOs Pilot Seminar, München, 22.–23.02.2011

**Eufinger, J.; Heinrietz, A.; Bruder, T.;**  
**Hanselka, H.: Bruchmechanisch basierte Schwingfestigkeitsanalyse von Gusseisen unter Berücksichtigung der Gefügeeigenschaften.** 43. Tagung DVM-Arbeitskreis Bruchvorgänge, Rostock, 22.–23.02.2011

**Baumgartner, J.; Schmidt, H.; Fritz, D.;**  
**Störzel, K. Bruder, T.: Schwingfestigkeitsanalyse von stoffschlüssigen Dünnschweißverbindungen mit Struktur- und Kerbspannungskonzepten.** DVM-Workshop, Numerische Simulation in der Betriebsfestigkeit, Darmstadt, 01.–02.02.2011

**Wolter, S.; Franz, R.; Möller, R.;**  
**Bruder, T.: Numerische Simulation aktiver Anbindungsimpedanzen für die experimentelle Betriebsfestigkeitsbewertung.** DVM-Workshop.

Numerische Simulation in der Betriebsfestigkeit, Darmstadt, 01.–02.02.2011

**Hirtz, E.: Numerische Simulation in der Betriebsfestigkeit am Beispiel Batterieintegration.** Roadshow des Forum ElektroMobilität e. V. 2011, Darmstadt, 19.01.2011

# Wissenschaftliche Veröffentlichungen.

Scientific publications.

- Alujevi, N.; Wolf, H.; Gardonio, P.; Tomac, I.: **Stability and performance limits for active vibration isolation using blended velocity feedback.** In: Journal of Sound and Vibration 330 (2011), Nr. 21, S. 4981–4997
- Bartel, T.; Baghaie, M.; Melz, T.; Tarle, P.: **Design of a Seismic Piezoelectric Acceleration Sensor.** In: Friedmann, A.; Sabirin, C.; Bartel, T.; Hanselka, H.; Herold, S.; Kauba, M.; Mayer, D.; Melz, T.; Siebel, T.; **Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren, Institutsteil Dresden:** 5th ECCOMAS Thematic Conference on Smart Structures and Materials SMART'11: Book of Abstracts. 2011, S.166–169.
- Baecker, M.; Gallrein, A.; Heim, R.: **Exploring new fields of virtual load prediction by accurate tire simulation for large deformations and flexible rim support.** In: Materialwissenschaft und Werkstofftechnik 42 (2011), Nr.10, S. 909–920
- Bartel, T.; Buff, H.; Kauba, M.; Koch, M.; Mayer, D.: **Experimental investigation of a random decrement based modal estimation on a pedestrian bridge.** In: Active Systems for Dynamic Markets. Proceedings of the 14th International Adaptronic Congress, 7.–8. September 2011, Darmstadt, S. 247–253
- Baumgartner, J.; Lipp, K.; Bruder, T.; Kaufmann, H.: **Advanced maintenance concepts for commercial vehicles.** In: **Active Systems for Dynamic Markets.** In: Materialwissenschaft und Werkstofftechnik 42 (2011), Nr.10, S. 894–903
- Bein, T. Artus, S.; Bonnot, T.: **Advanced maintenance concepts for commercial vehicles.** In: Active Systems for Dynamic Markets. Proceedings of the 14th International Adaptronic Congress, 7.–8. September 2011, Darmstadt, S. 263–268
- Berg-Pollack, A.; Voellmecke, F.-J.; Sonsino, C.M.: **Fatigue strength improvement by ultrasonic impact treatment of highly stressed spokes of cast aluminium wheels.** In: International journal of fatigue 33 (2011), Nr.4, S. 513–518
- Berger, Lutz-Michael; Lipp, Klaus; Spatzier, Jörg; Bretschneider, Jörg: **Dependence of the rolling contact fatigue of HVOF-sprayed WC-17%Co hardmetal coatings on substrate hardness.** In: Lude- ma, K.C.: 18th International Conference on Wear of Materials, WOM 2011: Philadelphia, USA 4-7 April 2011, Amsterdam: Elsevier, 2011, S. 2080–2088, Wear 271.2011, Nr. 9/10 1, S. 17–28.
- Bös, J.; Bein, T.; Hanselka, H.: **LOEWE-Zentrum AdRIA: Überblick über die Ergebnisse der Aufbauphase.** In: **Becker-Schweitzer, J.: Fortschritte der Akustik, 37. Jahrestagung für Akustik, DAGA 2011.** Fachhochschule Düsseldorf: Deutsche Gesellschaft für Akustik (DEGA), 21.–24. März 2011 in Düsseldorf. CD-ROM, DEGA, 2011, S. 693–694
- Bös, J.; Ellermeier, W.; Kattner, F.; Kurtze, L.; Seeber, S.; Roos, M.: **Psychoakustische Analyse der Betriebsgeräusche von Photovoltaik-Wechselrichtern.** In: Becker-Schweitzer, J.: Fortschritte der Akustik. 37. Jahrestagung für Akustik, DAGA 2011. Fachhochschule Düsseldorf: Deutsche Gesellschaft für Akustik (DEGA), 21.–24. März 2011 in Düsseldorf. CD-ROM, DEGA, 2011, S. 595–596
- Bös, Joachim; Bein, Thilo; Hanselka, Holger: **LOEWE-Zentrum AdRIA: First results and future plan.** In: European Acoustics Association -EAA-: Danish Acoustical Society -DAS-: Proceedings. CD-ROM: 27 June–01 July, Aalborg, Denmark, Madrid: Spanish Acoustical Society, 2011.
- Bruder, Thomas; Eufinger, Jens; Pyttel, Britta: **Approaches to fatigue life assessment applied in the very high cycle regime.** In: Berger, C.: Fifth International Conference on Very High Cycle Fatigue, VHCF 2011: June 28–30, 2011, Berlin, Germany, Deutscher Verband für Materialforschung und -prüfung e.V. -DVM-, 2011, S. 35–43
- Buckert, S.; Bös, J.; Hanselka, H.: **Sensitivitätsanalyse an einem aktiv geregelten Rahmen-Platte-Prüfstand.** In: Becker-Schweitzer, J.: Fachhochschule Düsseldorf: Deutsche Gesellschaft für Akustik. In: Becker-Schweitzer, J.: Fortschritte der Akustik. 37. Jahrestagung für Akustik, DAGA 2011. Fachhochschule Düsseldorf: Deutsche Gesellschaft für Akustik (DEGA), 21.–24. März 2011 in Düsseldorf. CD-ROM, DEGA, 2011, S. 709–710
- Buff, H.; Friedmann, A.; Koch, M.; Bartel, T.; Kauba, M.: **Systematic Preparation of Random Decrement Method Based Structural Health Monitoring.** In: Technical University of Lisbon: Proceedings: ICEDyn 2011. 2011, S. 46–47.



Büter, A.; Hanselka, H.: **Structural Health Monitoring (SHM) – Konzepte zur Lebensdauerverlängerung und zur Gewichtsreduktion.** In: Hesselbach, J.: *Adaptronik für Werkzeugmaschinen: Forschung in Deutschland*; DFG Schwerpunktprogramm 1156 Aachen: Shaker, 2011, S. 121–130

Dornbusch, T.; Nottbeck, M.; Bartel, T.; Buff, H.; Friedmann, A.; Kauba, M.; Koch, M.; Mayer, D.:

**Experimental investigation of a Random Decrement based modal estimation on a pedestrian bridge.** In: *Proceedings: 14th International Adaptronic Congress 2011: Active Systems for Dynamic Markets.* 2011, S. 247–253.

Ellermeier, Wolfgang; Kattner, Florian; Kurtze, Lothar; Bös, Joachim; Roos, Maria; Seeber, Steffen:

**Psychophysical scaling of the annoyance produced by photovoltaic inverter.** In: *European Acoustics Association -EAA-: Danish Acoustical Society -DAS-: CD-ROM, 27 June-01 July, Aalborg, Denmark. Madrid: Spanish Acoustical Society, 2011, S. 1075–1078*

Eufinger, J.; Heinrietz, A.; Bruder, T.; Hanselka, H.: **Microstructure based fatigue analysis of cast components under variable amplitude loading.** In: *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik* 42 (2011), Nr.10, S. 866–873

Eufinger, Jens; Heinrietz, Andre; Hanselka, Holger; Bruder, Thomas: **Bruchmechanisch basierte Schwingfestigkeitsanalyse von Gusseisen unter Berücksichtigung der Gefügeeigenschaften.**

In: Klingbeil, D.: *Bruchmechanische Werkstoff- und Bauteilbewertung: Beanspruchungsanalyse, Prüfmethoden und Anwendungen*; 43. Tagung des DVM-Arbeitskreises Bruchvorgänge, 22. + 23. Februar 2011, Rostock. Berlin: DVM-Bericht 243, 2011, S. 203–213

Eufinger, Jens; Bruder, Thomas; Heinrietz, Andre; Hanselka, Holger: **An engineering approach to fatigue analysis based on elastic-plastic fracture mechanics.** In: James, M.N.: *Gruppo Italiano Frattura -IGF-: First IJFatigue & FFEMS Joint Workshop Characterisation of Crack Tip Stress Fields 2011: Forni di Sopra (UD), Italy, March 7-9 2011, Forni di Sopra, 2011, S. 34–41*

Eufinger, Jens; Heinrietz, Andre; Bruder, Thomas; Hanselka, Holger: **Microstructure based fatigue analysis of cast components under variable amplitude loading.** In: Oechsner, M.: *Proceedings of the 3rd Symposium on Structural Durability, SoSDiD, May 26-27, 2011, Darmstadt, Germany. Technische Universität Darmstadt, 2011, S. 157–171*

Exel, N.; Kaufmann, H.; Türk, M.: **Einfluss des Faserverlaufs auf die Schwingfestigkeit von AFP-Stählen.** In: *Schmiede-Journal* (2011), Nr. 3, S. 32–34

Exel, N.; Kaufmann, H.: **Influence of manganese sulfide inclusions on fatigue properties of AFP steels.** In: *International Conference on Steels in Cars and Trucks, SCT 2011, 5. bis 9. Juni 2011 in Salzburg, Proceedings. CD-ROM: Verein Deutscher Eisenhüttenleute -VDEh-, Düsseldorf: Technologie Marketing AG*

Flaschenträger, D.; Nuffer, J.; Groh, C.; Sapper, E.; Jo, W.; Rödel, J.; Gjødvad, L.: **Development of a lead-free Piezoceramics and first implementation in lead-free multilayer actuators.** In: *Proceedings: 14th International Adaptronic Congress 2011: Active Systems for Dynamic Markets.* 2011, S. 175–180.

Flaschenträger, D.; Nuffer, J.; Hofmann, D.; Gäng, J.; Bertsche, B.: **Zuverlässigkeitsbewertung eines adaptronischen Systems zur aktiven Vibrationsminderung** In: *Konstruktion.* 63 (2011), 1/2, S. 52–55.

Fleckenstein, J.; Jaschek, K.; Büter, A.; Stoess, N.: **Fatigue design optimization of safety compon-**

**ents made of SMC.** *International Conference on the Mechanical Behavior of Materials (ICM). Procedia Engineering* 10 (2011), S. 390–396

Hanselka, H.; Jöckel, M.: **Elektromobilität aus dem Blickwinkel des betriebsfesten Leichtbau.** In: *Korthauer, R.: Handbuch Elektromobilität, Frankfurt/Main: EW Medien und Kongresse, 2011, S. 139–147*

Hanselka, H.; Abele, E.; Schlote, D.; Haydn, M.; Schiffler, A.; Melz, T.: **Entwicklung eines adaptronischen Werkstückhalters.** In: *Hesselbach, J.: Adaptronik für Werkzeugmaschinen: Forschung in Deutschland; DFG Schwerpunktprogramm 1156, Aachen: Shaker, 2011, S. 424–444*

Hanselka, H.; Bös, J.; Hering, T.; Stower, T.; Schneeweiß, H.: **Efficiency improvements in the acoustical design of vehicle structures by means of energy flow calculation.** *AAC 2011, Aachen Acoustics Colloquium: Aachener Akustik Kolloquium 2011, 21.-23.11.2011, Aachen, S. 213–219*

Hartmann, J.: **Betriebsfeste Bemessung von Bauteilen aus Kunststoffen.** In: *Polymer Forschung Darmstadt* (2011), Nr. 1, S. 66–67

# Wissenschaftliche Veröffentlichungen.

Scientific publications.

- Hartmann, J.; Büter, A.; Sonsino, C. M.: **Influence of frequency and stress concentration on fatigue behavior of short glass-fibre reinforced polyamides.** In: Centre Technique des Industries Mécaniques -CETIM-: International conference on fatigue design 2011. CD-ROM, Senlis (France), November 23–24, 2011, Senlis.
- Hartmann, J.; Moosbrugger, E.; Büter, A.: **Variable amplitude loading with components made of short fiber reinforced polyamide 6.6.** In: International Conference on the Mechanical Behavior of Materials (ICM), Procedia Engineering 10 (2011), S. 2009–2015
- Heinrietz, A.; Diefenbach, C.; Landersheim, V.; Eufinger, J.; Hochbein, H.: **Potential innovativer Methoden für den Betriebsfestigkeitsnachweis unter Berücksichtigung von Werkstoff und Fertigung.** In: Deutscher Verband für Materialforschung und -prüfung e.V. -DVM-, Berlin: Bauteilzuverlässigkeit – Schäden und ihre Vermeidung. DVM-Tag 2011: Vorträge 4.–6. Mai 2011, Berlin. DVM-Bericht 678.
- Heller, M.; Hansmann, J.; Hanselka, H.; Baca, A.: **Development of a self sustaining adaptive mountainbike shock absorber system as an example for simulation and optimization of mechatronical-biomechanical coupled systems.** In: Proceedings: 14th International Adaptronic Congress 2011: Active Systems for Dynamic Markets. 2011, S. 233–235.
- Herlein, R.: **Numerical modelling of the magnetorheological fluid.** In: Active Systems for Dynamic Markets. Proceedings of the 14th International Adaptronic Congress, 7.–8. September 2011, Darmstadt, S. 133–137
- Herold, S.; Kaal, W.; Melz, T.: **Dielectric elastomers for active vibration control applications. (In: Bar-Cohen, Y.: Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers -SPIE-, Bellingham/Wash.: Electroactive Polymer Actuators and Devices, EAPAD 2011: SPIE Smart Structures/ NDE, 6.–10.3.2011, San Diego, California, USA, Bellingham, WA: Proceedings of SPIE 7976, 2011, Paper 797611**
- Hoffmann, K.-H.; Feulner, P.; Alizadeh, A.; Neugebauer, M.; Atzrodt, H.; Koch, T.: **Development of a Piezohydraulic Pump for Automotive Applications.** In: Proceedings: 14th International Adaptronic Congress 2011: Active Systems for Dynamic Markets. 2011, S. 101–107.
- Jackel, Marco; Kloepfer, Jannes; Matthias, Michael; Seipel, Björn: **MRF-ball-clutch: A novel magnetorheological clutch design.** In: Active Systems for Dynamic Market. Proceedings of the 14th International Adaptronic Congress, 7.–8. September 2011, Darmstadt, S. 229–231
- Jöckel, M.; Hanselka, H.: **Elektromobilität aus Sicht der Systemforschung.** In: Steiner, P.M.: Übergänge und Lösungen. Für eine Nachhaltige Mobilität der Zukunft, Stuttgart, 2011, S. 93–108
- Kaal, W.; Hansmann, J.; Herold, S.: **Dielectric Stack Actuators with Innovative Electrode Design.** In: Friedmann, A.; Sabirin, C.; Bartel, T.; Hanselka, H.; Herold, S.; Kauba, M.; Mayer, D.; Melz, T.; Siebel, T.; Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren, Institutsteil Dresden: 5th ECCOMAS Thematic Conference on Smart Structures and Materials SMART'11 : Book of Abstracts. 2011, S. 166–169.
- Jungblut, T.; Wolter, S.; Hanselka, H.: **Realistische Bewertung schwingungsaktiver Maschinen und deren Lagerungen mittels aktiver Anbindungsimpedanzen.** In: Heinrich Heine Universität Düsseldorf: Proceedings: DAGA 2011 37. Jahrestagung für Akustik in Düsseldorf. Düsseldorf, 2011, S. 701–702.
- Kaal, W.; Herold, S.: **Electroactive polymer actuators in dynamic applications.** In: IEEE ASME transactions on mechatronics 16 (2011), Nr. 1, S. 24–32
- Käsgen, J.; Heim, R.: **Product development & testing requirements for electric wheel hub motor.** In: Car Training Institute -CTI-, Sulzbach/Taunus: 10. Internationales CTI-Symposium - Innovative Fahrzeug-Getriebe 2011. Proceedings: Berlin, 5.–8. Dezember 2011
- Klimkeit, B.; Nadot, Y.; Castagnet, S.; Nadot-Martin, C.; Dumas, C.; Bergamo, S.; Sonsino, C.M.; Büter, A.: **Multiaxial fatigue life assessment for reinforced polymers** In: International journal of fatigue 33 (2011), Nr. 6, S. 766–780
- Koenen, J. F.; Platz, R.; Hanselka, H.: **General approach and possibility to evaluate uncertainty in estimating loads acting on a beam.**



In: Technical University of Lisbon: ICEDyn 2011, International Conference on Structural Engineering Dynamics. Proceedings. CD-ROM, 20. – 22.06.2011, Tavira, Portugal

Kraus, R.; Millitzer, J.; Hatzfeld, C.; Werthschützky, R.: **Entwicklung eines hybriden aktiven Lage-  
rungssystems mit paralleler  
Krafteinleitung.** In: Heinrich Heine  
Universität Düsseldorf: Proceedings:  
DAGA 2011 37. Jahrestagung für  
Akustik in Düsseldorf. Düsseldorf,  
2011, S. 789–790.

Kurch, M.: **Design and manufac-  
turing of piezoelectric energy  
harvester for bridge applications.**  
In: Active Systems for Dynamic  
Markets. Proceedings of the 14th  
International Adaptronic Congress,  
7. – 8. September 2011, Darmstadt,  
S. 255–260

Kurch, M. ; Mayer, D.: **On Modeling  
of Energy Self-Sufficient Vibrati-  
on Absorber Sensor Modules.** In:  
Friedmann, A. ; Sabirin, C. ; Bartel,  
T. ; Hanselka, H. ; Herold, S. ; Kauba,  
M.; Mayer, D. ; Melz, T.; Siebel, T. ;  
Fraunhofer-Institut für Zerstörung-  
sfreie Prüfverfahren, Institutsteil  
Dresden: 5th ECCOMAS Thematic  
Conference on Smart Structures  
and Materials SMART'11 : Book of  
Abstracts. 2011, S. 166–169.

Landersheim, V.; Jöckel, M.: Dsoki,  
C.E.: Bruder, T.: Hanselka, H.:  
**Fatigue strength evaluation of  
linear flow split profile sections  
based on hardness distribution.**  
In: International journal of fatigue  
(2011), Online First

Li, Y.; Pfeiffer, T.; Nuffer, J.: Hanselka,  
H.: **Experimental sensitivity  
analysis for robustness studies  
of a controlled system.** In: Active  
Systems for Dynamic Markets.  
Proceedings of the 14th Internati-  
onal Adaptronic Congress, 7.–8.  
September 2011, Darmstadt,  
S. 119–123

Lilov, M. ; Kauba, M. ; Mayer,  
D.: **Strukturüberwachung an  
luftfahrtkonformen CFK-Platten.**  
In: Heinrich Heine Universität  
Düsseldorf: Proceedings: DAGA  
2011 37. Jahrestagung für Akustik in  
Düsseldorf. Düsseldorf, 2011,  
S. 489–490.

Lipp, K.: Kaufmann, H.: **Schmiede-  
und Sinterschmiede-Werkstoffe  
für PKW-Pleuel.** In: Motortech-  
nische Zeitschrift: MTZ 72 (2011),  
Nr. 4, S. 416–421

Lipp, K.: Baumgartner, J.: Zafari, A.:  
Beiss, P.: **Fatigue behavior of a  
sintered steel containing 4% Ni,  
1.5% Cu, 0.5% Mo and 0.6% C.**  
In: Jesberger, T.J.: Advances in  
powder metallurgy & particulate ma-

terials 2011. Vol.2: Parts 7–12: Pro-  
ceedings of the 2011 International  
Conference on Powder Metallurgy  
& Particulate Materials; May 18–21,  
San Francisco, CA; PowderMet  
2011, Princeton/NJ, 2011

Melz, Tobias: **Active vibration  
control approaches in mechani-  
cal engineering applications.** In:  
Active Systems for Dynamic Markets.  
Proceedings of the 14th Interna-  
tional Adaptronic Congress, 7.08.  
September 2011, Darmstadt, S. 213

Moosbrugger, E.: Demonte, M.: Ja-  
schek, K.: Fleckenstein, J.: Büter, A.:  
**Multiaxial fatigue behaviour of  
a short-fibre reinforced poly-  
amide – Experiments and calcu-  
lations.** In: **Materialwissenschaft  
und Werkstofftechnik 42 (2011),**  
Nr. 10, S. 950–957

Nguyen, N.: Bacher-Höchst, M.: Son-  
sino, C.M.: **A frequency domain  
approach for estimating multia-  
xial random fatigue life.**In: Materi-  
alwissenschaft und Werkstofftechnik  
42 (2011), Nr.10, S. 904–908

Niesony, A.: Kurek, A.: Dsoki, C. el:  
Kaufmann, H.: **A study of compati-  
bility between two classical fati-  
gue curve models based on some  
selected structural materials.**  
In: International journal of fatigue  
(2011), Online First

Nuffer, J.: Riedel, R.: **Reply to the  
„comment on ‚piezoresistive ef-  
fect in SiOC ceramics for integra-  
ted pressure sensors‘“.** In: Journal  
of the American Ceramic Society 94  
(2011), Nr. 1, S. 290.

Nuffer, Jürgen: Flaschenträger, D.:  
Janssen, Enrico: Hoffmann, D.:  
Gäng, J.: **Characterization of reli-  
ability.** In: **Czichos, Horst: Saito,  
Tetsuya: Springer handbook of  
metrology and testing.**  
Berlin: Springer, 2011

Platz, R.: Stapp, C.: Hanselka, H.:  
**Statistical approach to evaluating  
reduction of active crack propa-  
gation in aluminum panels with  
piezoelectric actuator patches.** In:  
Smart materials and structures: SMS  
20 (2011), Nr. 8, Art. 085009

Platz, R.: Hanselka, H.: Ondoua, S.:  
**A study on scatter om piezoelec-  
tric stackactuator characteristics  
as an uncertainty criterion in  
usage process of a load-carrying  
system.** In: Technical University of  
Lisbon: ICEDyn 2011, International  
Conference on Structural Engi-  
neering Dynamics. Proceedings.  
CD-ROM, 20.–22.06.2011, Tavira,  
Portugal

Platz, R.: Hanselka, H.: Enß, G.:  
**A survey on uncertainty in the  
control of an active column**

# Wissenschaftliche Veröffentlichungen.

Scientific publications.

**critical to buckling.** In: ICEDyn 2011, International Conference on Structural Engineering Dynamics. Technical University of Lisbon, 20.–22.06.2011

Pondrom, P.; Stein, L.; Kurtze, L.; Hillenbrand, J.; Bös, J.; Hanselka, H.; Sessler, G.M.: **Beschleunigungs-aufnehmer-Arrays auf Basis von Piezoelektret-Folien zur Realisierung modaler Sensoren.** In: Becker-Schweitzer, J.: Fortschritte der Akustik. 37. Jahrestagung für Akustik, DAGA 2011. Fachhochschule Düsseldorf: Deutsche Gesellschaft für Akustik (DEGA), 21.–24. März 2011 in Düsseldorf. CD-ROM, DEGA, 2011, S. 197–198

Pyttel, B.; Berger, C.; Schneider, N.; Bruder, T.; Eufinger, J.: **Approaches to fatigue life assessment applied in the very high cycle regime.** In: Materialwissenschaft und Werkstofftechnik 42 (2011), Nr. 10, S. 934–941

Röglin, T.; Sabirin, C.; Rausch, J.; Mayer, D.: **Schwingungsminderung an einer Tragwerkstruktur mit Hilfe Adaptiver Tilger.** In: Heinrich Heine Universität Düsseldorf: Proceedings: DAGA 2011 37. Jahrestagung für Akustik in Düsseldorf. Düsseldorf, 2011, S. 695–696.

Samman, F.; Hollstein, T.; Glesner, M.: **New theory for deadlock-free multicast routing in wormhole-switched virtual-channelless networks-on-chip.** In: IEEE transactions on parallel and distributed systems 22 (2011), Nr. 4, S. 544–557

Schlote, D.; Kloepfer, J.: **Hybrid micro-production system driven by piezoelectric actuators and a linear motor for a flexible production.** In: Active Systems for Dynamic Markets. Proceedings of the 14th International Adaptronic Congress, 7.–8. September 2011, Darmstadt, S. 225–227

Schmidt, H.; Bruder, T.; Hanselka, H.: **On-line damage detection and monitoring at thin sheet joints for deriving failure criteria.** In: Materiaux et techniques 99 (2011), Nr. 7, S. 743–750

Schmidt, M.; Atzrodt, H.; Sabirin, C.R.; Rue, G. de; Melz, T.: **Comparative operational modal analysis: Application of a semi-active vibration absorber to a manufacturing machine.** In: 4th International Operational Modal Analysis Conference, IOMAC 2011. Proceedings: Istanbul, Turkey, 9–11 May 2011, Istanbul, 2011, 8 S.

Skowronek, A.; Kuhl, S.; Bös, J.; Hanselka, H.: **Untersuchung der akustischen Auswirkungen von Wellenfehlstellungen in Sondergetrieben.** In: Becker-Schweitzer, J.: Fortschritte der Akustik. 37. Jahrestagung für Akustik, DAGA 2011. Fachhochschule Düsseldorf: Deutsche Gesellschaft für Akustik (DEGA), 21.–24. März 2011 in Düsseldorf. CD-ROM, DEGA, 2011, S. 203–204

Sonsino, C.M.; Wiebesiek, J.: **Beurteilung von mehrachsigschwingbeanspruchten Schweißverbindungen in den IIW-Empfehlungen.** In: MP materials testing 53 (2011), Nr. 3, S. 125–135

Sonsino, C.M.; Oechsner, M.; Vormwald, M.: **Foreword.** In: Materialwissenschaft und Werkstofftechnik 42 (2011), Nr. 10, S. 845

Sonsino, C.M.; Susmel, L.; Tovo, R.: **Accuracy of the modified Wöhler Curve Method applied along with the  $r_{ref} = 1$  mm concept in estimating lifetime of welded joints subjected to multiaxial fatigue loading.** In: International journal of fatigue 33 (2011), Nr. 8, S. 1075–1091

Sonsino, C.M.: **Influence of material's ductility and local deformation mode on multiaxial fatigue response.** In: International journal of fatigue 33 (2011), Nr. 8, S. 930–947

Sonsino, C.M.; Carpinteri, A.; Pook, L.P.: **Special Issue on „Multiaxial fatigue models”: Selected papers from the 9th International Conference on Multiaxial Fatigue and Fracture (ICMFF9), held in Parma, Italy, on 7-9 June 2010.** In: International journal of fatigue 33 (2011), Nr. 8, S. 929

Sonsino, C.M.; Kaufmann, H.; Palin-Luc, T.; Saintier, N.; el Dsoki, C.; Dumas, C.; Völlmecke, F.J.: **Overload effects on a ferritic-bainitic steel and a cast aluminium alloy: Two very different behaviours.** In: Oechsner, M.: Proceedings of the 3rd Symposium on Structural Durability, SoSDiD, May 26-27, 2011, Darmstadt, Germany. Technische Universität Darmstadt, 2011, S. 141–155

Sonsino, C.M.; Hägele, N.: **Structural durability of forged automotive aluminium chassis components submitted to spectrum loading and salt-corrosion by the example of a tension strut.** International Conference



- on the **Mechanical Behavior of Materials (ICM)**. In: *Procedia Engineering* 10 (2011), S. 330–339
- Sonsino, C. M.; Susmel, L.; Tovo, R.: **Accuracy of the modified Wöhler curve method applied along with the  $r_{ref}=1$  mm concept in estimating lifetime of welded joints subjected to multiaxial fatigue loading**. In: *International journal of fatigue* 33 (2011), Nr. 8, S. 1075–1091
- Stoerzel, K.; Baumgartner, J.; Bruder, T.; Hanselka, H.: **Festigkeitskonzepte für schwingbelastete geschweißte Bauteile**. In: *MP materials testing* 53 (2011), Nr. 7–8, S. 418–426
- Stoffregen, H.A.; Fischer, J.; Abele, E.; Flaschenträger, D.; Rauschenbach, M.; Nuffer, J.; Melz, T.: **Additive Manufacturing of Adaptive Components by Selective Laser Melting**. In: *Proceedings: 14th International Adaptronic Congress 2011: Active Systems for Dynamic Markets*. 2011, S. 83–88.
- Thyes, C.; Heuss, O.; Klaus, T.; Bös, J.; Hanselka, H.: **Aufbau eines adaptiven Helmholtzresonators zur gezielten Frequenzgabeeinflussung**. In: *Becker-Schweitzer, J.: Fortschritte der Akustik*. 37. Jahrestagung für Akustik, DAGA 2011. Fachhochschule Düsseldorf: Deutsche Gesellschaft für Akustik (DEGA), 21.–24. März 2011 in Düsseldorf. CD-ROM, DEGA, 2011
2011. Fachhochschule Düsseldorf: Deutsche Gesellschaft für Akustik (DEGA), 21.–24. März 2011 in Düsseldorf. CD-ROM, DEGA, 2011
- Tomasella, A.; El Dsoki, C.; Hanselka, H.; Kaufmann, H.: **A computational estimation of cyclic material properties using artificial neural networks**. *International Conference on the Mechanical Behavior of Materials (ICM)*, In: *Procedia Engineering* 10 (2011), S. 439–445
- Troßmann, T.; Yu, L.; Bauer, K.; Kaufmann, Heinz; Grimm, J.: **Aluminium alloys exposed to borderline solutions – A methodology to evaluate the susceptibility to corrosion fatigue with respect to corrosive deicers**. In: *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik* 42 (2011), Nr. 10, S. 921–928
- Tschesche, J.; Ibis, M.; Herold, S.; Bös, J.; Groche, P.; Hanselka, H.: **Akustisch optimiertes Leiterbahnlayout aktiver Schalenstrukturen**. In: *Becker-Schweitzer, J.: Fortschritte der Akustik*. 37. Jahrestagung für Akustik, DAGA 2011. Fachhochschule Düsseldorf: Deutsche Gesellschaft für Akustik (DEGA), 21.–24. März 2011 in Düsseldorf. CD-ROM, DEGA, 2011, S. 537–538
- Tschesche, J.; Bös, J.; Hanselka, H.: **Response surface methodologies in design exploration of active shell structures**. In: *Active Systems for Dynamic Market. Proceedings of the 14th International Adaptronic Congress*, 7.–8. September 2011, Darmstadt, S. 139–143
- Wagener, R.; Melz, T.; Fischer, C.; Matthias, M.; Kaufmann, H.: **New experimental methods for investigating variable amplitude loading effects in HCF and VHCF regimes**. In: *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik* 42 (2011), Nr. 10, S. 929–933
- Wagner, M.; Schneider, P.; Hinnerichs, A.; Bruder, T.; Stork, A.: **FunctionalDMU: Co-simulation of mechatronic systems in a virtual environment**. In: *American Society of Mechanical Engineers -ASME-: ASME World Conference on Innovative Virtual Reality, WINVR 2011*. DVD-ROM: June 27 – 29, 2011, Milan, Italy, New York/NY.: ASME, 2011
- Wallmichrath, M.: **Fahrwerkserprobung. Sicherstellung der Zuverlässigkeit im harten militärischen Einsatz**. In: *Strategie und Technik* 53 (2011), Nr. 2, S. 58–61
- Waterkotte, R.; Baumgartner, J.; Sonsino, C.M.: **Fatigue assessment of laserbeam welded PM steel components by the notch stress approach**. In: *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik* 42 (2011), Nr. 10, S. 881–887
- Wiebesiek, J.; Zemke, M.; Sonsino, C.M.; Kaufmann, H.: **Fatigue assessment of laserbeam-welded aluminium joints under multiaxial loading**. In: *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik* 42 (2011), Nr. 10, S. 855–865
- Wiebesiek, J.; Störzel, K.; Bruder, T.; Kaufmann, H.: **Multiaxial fatigue behaviour of laserbeam-welded thin steel and aluminium sheets under proportional and non-proportional combined loading**. In: *International journal of fatigue* 33 (2011), Nr. 8, S. 992–1005
- Wiebesiek, Jens; Zemke, Matthias; Sonsino, Cetin Morris; Kaufmann, Heinz: **Notch stress concept for assessing the multiaxial fatigue behaviour of laserbeam-welded aluminum joints under constant and variable amplitude loading**. In: *Oechsner, M.: Proceedings of the 3rd Symposium on Structural Durability, SoSDiD*, May 26-27, 2011, Darmstadt, Germany. Technische Universität Darmstadt, 2011, S. 173–188

# Vorlesungen, Gutachten.

Lectures, certificates.

Prof. Dr.-Ing. H. Hanselka,  
Steffen Ochs, M.Sc.,  
Technische Universität Darmstadt:  
**„Systemzuverlässigkeit  
im Maschinenbau“**

Prof. Dr.-Ing. H. Hanselka,  
Dr.-Ing. Soong-Oh Han,  
Technische Universität Darmstadt:  
**„Zuverlässigkeit im  
Maschinenbau“**

Prof. Dr.-Ing. H. Hanselka,  
Dr.-Ing. Joachim Bös,  
Technische Universität Darmstadt:  
**„Maschinenakustik – Grundlagen“**

Dr.-Ing. Joachim Bös,  
Dr.-Ing. Lothar Kurtze,  
Technische Universität Darmstadt:  
**„Maschinenakustik –  
Anwendungen“**

Prof. Dr.-Ing. T. Melz,  
Technische Universität Darmstadt:  
**„Grundlagen der Adaptronik“**

Prof. Dr.-Ing. Th. Bein,  
Technische Universität Darmstadt:  
**„Aktormaterialien und -prinzipien“**

Prof. Dr.-Ing. H. Hanselka,  
Prof. Dr.-Ing. A. Büter,  
Dipl.-Ing. M. Lehmann,  
Fraunhofer LBF: **„Seminar zur  
Systemzuverlässigkeit im  
Maschinenbau – Ausgewählte  
Beiträge zur Betriebsfestigkeit  
und Systemzuverlässigkeit“  
(Seminar)**

Prof. Dr.-Ing. C. M. Sonsino, Tech-  
nische Universität Darmstadt: **„Be-  
triebsfestigkeit und bauteilge-  
bundenes Werkstoffverhalten“**

Prof. Dr.-Ing. C. M. Sonsino,  
Universität des Saarlandes  
Saarbrücken:  
**„Betriebsfestigkeit  
Teil 1 und Teil 2“**

Prof. Dr.-Ing. C. M. Sonsino,  
University of Calabria, Cosenza:  
**„Fatigue Design and  
Structural Durability“**

Prof. Dr.-Ing. H. Hanselka  
Technische Universität Darm-  
stadt: **„Forschungsseminar  
Systemzuverlässigkeit und  
Maschinenakustik“**

Dipl.-Ing. Klaus Störzel,  
Technische Hochschule  
Mittelhessen: **„Betriebsfestigkeit“**

Prof. Dr.-Ing. Andreas Büter,  
Hochschule Darmstadt:  
**„Modellierung mecha-  
tronischer Systeme“**

Prof. Dr.-Ing. Andreas Büter,  
Hochschule Darmstadt:  
**„Leichtbau“**

Prof. Dr.-Ing. Andreas Büter,  
Dipl.-Ing. Katrin Jaschek,  
Dipl.-Ing. Martin Lehmann  
Hochschule Darmstadt:  
**„Betriebsfestigkeit  
von Kunststoffen“**

Dr.-Ing. Sven Herold,  
Dr.-Ing. Dirk Mayer,  
Dipl.-Ing. Michael Matthias,  
Hochschule Darmstadt:  
**„Adaptive Struktursysteme“**

## GUTACHTER BEI PROMOTIONEN

**Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka**  
**Referat**  
Han, Song-Oh  
Varianzbasierte Sensitivitätsanlage  
als Beitrag zur Bewertung der  
Zuverlässigkeit adaptronischer  
Struktursysteme.  
TU Darmstadt, 01.02.2011

Atamer, Serter  
Schädigungsberechnung zur  
Lebensdauerprognose von

Rohbaukarosserien unter Berück-  
sichtigung von dynamischen Effek-  
ten. TU Darmstadt, 28.06.2011

Kauba, Michael  
Verteilte Systeme zur adaptiven  
Schwingungskompensation.  
TU Darmstadt, 19.10.2011

**Prof. Dr.-Ing. Thilo Bein**  
Hulskamp, Anton Werner  
The Smart Rotor Concept on  
Wind Turbines - Actuators and  
Structures. TU Delft, 11.11.2011



# Ausgewählte Patente.

Selected patents.

## **FhG-Nr. 04F46436**

C. Morgenstern, R. Sindelar  
Werkstoffprobe für Ermüdungsversuche  
Patent-Nr.: DE 10 2005 054 331 B4  
Erteilung: 30.09.2009

---

## **FhG-Nr. 04F46210**

T. Melz, B. Seipel, E. Zimmerman, B. Sielhorst  
Vorrichtung für ein Kraftfahrzeug zum Insassenschutz bei einem kollisionsbedingten, auf eine Kraftfahrzeugtür gerichteten Energieeintrag  
Patent-Nr.: EP 1 855 901  
Erteilung: 21.10.2009

---

## **FhG-Nr. 05F46227**

T. Melz, B. Seipel, E. Zimmerman, B. Sielhorst  
Vorrichtung zur Erhöhung des Insassenschutzes in einem Fahrzeug bei einem Seitenaufprall  
Patent-Nr.: EP 1 881 915 B1  
Erteilung: 10.03.2010

---

## **FhG-Nr. 04F45582**

H. Hanselka, T. Melz  
Verfahren und Vorrichtung zur Beeinflussung der mechanischen Beanspruchbarkeit und/oder Beanspruchung einer technischen Struktur  
Patent-Nr.: US 7,694,575 B2  
Erteilung: 13.04.2010

---

## **FhG-Nr. 05F46191**

T. Melz, B. Seipel  
Vorrichtung für eine bidirektionale Auslenkung eines Mittels längs einer Führung  
Patent-Nr.: US 7,770,391  
Erteilung: 10.08.2010

---

## **FhG-Nr. F46038**

H. Hanselka, C. Klein, D. Mayer, T. Melz  
Vorrichtung und Verfahren zur Schwingungstilgung einer mechanischen Struktur  
Patent-Nr.: EP 1 880 119 B1  
Erteilung: 8.09.2010

---

## **FhG-Nr. 05F46700**

S. Herold, B. Seipel, J. Bös, T. Melz  
Vorrichtung zur Herstellung einer Reib- und/oder Formschlussverbindung zwischen zwei relativ zueinander rotierbar oder linearbeweglich angeordneten Komponenten  
Patent-Nr.: EP 1 952 040 B1  
Erteilung: 15.09.2010

---

## **FhG-Nr. 06F47587**

T. Melz, B. Seipel, J. Käsgen,  
E. Zimmerman, C. Gavrilov, V. Muntean  
Vorrichtung für ein Kraftfahrzeug zum Insassenschutz bei einem kollisionsbedingten, auf eine Kraftfahrzeugtür gerichteten Energieeintrag  
Patent-Nr.: 11 2007 000 020 B4  
Erteilung: 16.09.2010

---

## **FhG-Nr. 09F50387**

B. Seipel, M. Matthias, M. Jackel  
Drehmomentbegrenztes Kupplungselement sowie Verfahren zum drehmomentbegrenzten Kuppeln  
Patent-Nr.: DE 10 2009 034 055 B4  
Erteilung: 21.07.2011

---



### **Ansprechpartner für Patente und Lizenzierungsfragen:**

Dr. Henrik Rüterjans  
Qualitätsmanagement  
Telefon: 06151 705 - 423  
[henrik.rueterjans@lbf.fraunhofer.de](mailto:henrik.rueterjans@lbf.fraunhofer.de)

# Impressum.

Imprint.

## **Herausgeber | Publisher**

Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit  
und Systemzuverlässigkeit LBF  
Bartningstraße 47  
64289 Darmstadt

Telefon: +49 6151 705 - 0  
Fax: +49 6151 705 - 214  
info@lbf.fraunhofer.de  
www.lbf.fraunhofer.de

## **Institutsleitung | Director of Institute**

Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka

## **Redaktion | Editor**

Dr. phil. nat. Ursula Eul,  
Strategisches Management

## **Koordination | Coordination**

Anke Zeidler-Finsel,  
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

## **Koordinaten für GPS | GPS coordinates**

49° 54' 13'' N  
08° 40' 56'' E

Die Anfahrtsbeschreibung finden Sie im Internet unter:  
[www.lbf.fraunhofer.de/anfahrt](http://www.lbf.fraunhofer.de/anfahrt)

## **Konzeption | Conception**

Dr. phil. nat. Ursula Eul, Fraunhofer LBF  
innos – Sperlich GmbH, Göttingen, [www.innos-sperlich.de](http://www.innos-sperlich.de)

## **Design/Layout/PrePress**

Gute Botschafter GmbH,  
Agentur für Kommunikation und Design,  
Haltern am See, Köln am Rhein  
[www.gute-botschafter.de](http://www.gute-botschafter.de)

## **Fotografie | Photography**

LBF-Archiv, Wolfram S. C. Heidenreich,  
Katrin Binner, Ursula Raapke, Claus Borgenheimer,  
MEV Verlag GmbH

## **Druck | Printing**

gutenberg beuys gesellschaft für digital-  
und printmedien mbh, feindruckerei, Hannover  
[www.feindruckerei.de](http://www.feindruckerei.de)

## **ISSN**

1864-0958

© Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und  
Systemzuverlässigkeit LBF, Darmstadt, März 2012

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung  
und Verbreitung sowie der Übersetzung, vorbehalten.

# Danke!

**Die Institutsleitung des Fraunhofer LBF dankt den Kuratoren im Namen aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter für ihr Engagement sowie die fruchtbare und konstruktive Zusammenarbeit!**

Dr. Hartmut Baumgart (Vorsitzender)  
Adam Opel AG, Rüsselsheim

---

Dr. Gerold Bremer  
Volkswagen AG, Wolfsburg

---

Dr.-Ing. Thomas Czirwitzky  
Bundesministerium der Verteidigung, Bonn

---

Dr. Mathias Glasmacher  
Diehl Stiftung & Co. KG, Nürnberg

---

Dr.-Ing. Frank Höller  
Carl Zeiss AG, Oberkochen

---

Dr.-Ing. Ferdinand Hollmann  
Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bonn

---

Prof. Dr.-Ing. Werner Hufenbach  
Technische Universität Dresden, Dresden

---

Dr. Stefan Kienzle  
Daimler AG, Ulm

---

Dr. Patrick Kim, Benteler  
Automobiltechnik GmbH, Paderborn

---

Dr.-Ing. Peter Klose  
MBTech Consulting GmbH (BDU), Sindelfingen

---

Lothar Krueger  
Bayerische Motorenwerke AG, München

---

Dr. Ulrike Mattig  
Hessisches Ministerium für Wissenschaft und Kunst, Wiesbaden

---

Dr.-Ing. Andreas Müller  
Dr.-Ing. h.c. F. Porsche AG, Weissach

---

Dr.-Ing. Heinz Neubert  
Robert Bosch GmbH, Stuttgart

---

Prof. Dr.-Ing. Matthias Oechsner  
Technische Universität Darmstadt, Darmstadt

---

Hermann Riehl  
Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn

---

Dr.-Ing. Oliver Schlicht  
Audi AG, Ingolstadt

---

Dr. Hans-Joachim Wieland, FOSTA Forschungsvereinigung  
Stahlanwendung e. V., Düsseldorf

---



Das Kuratorium setzt sich aus Vertretern der Wissenschaft, Wirtschaft und öffentlichen Hand zusammen. Die Mitglieder stehen dem Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft und der Institutsleitung beratend zur Seite.



# Mit Sicherheit innovativ.

Innovative for sure.

[www.lbf.fraunhofer.de](http://www.lbf.fraunhofer.de)