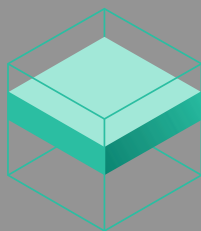
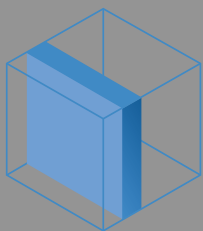
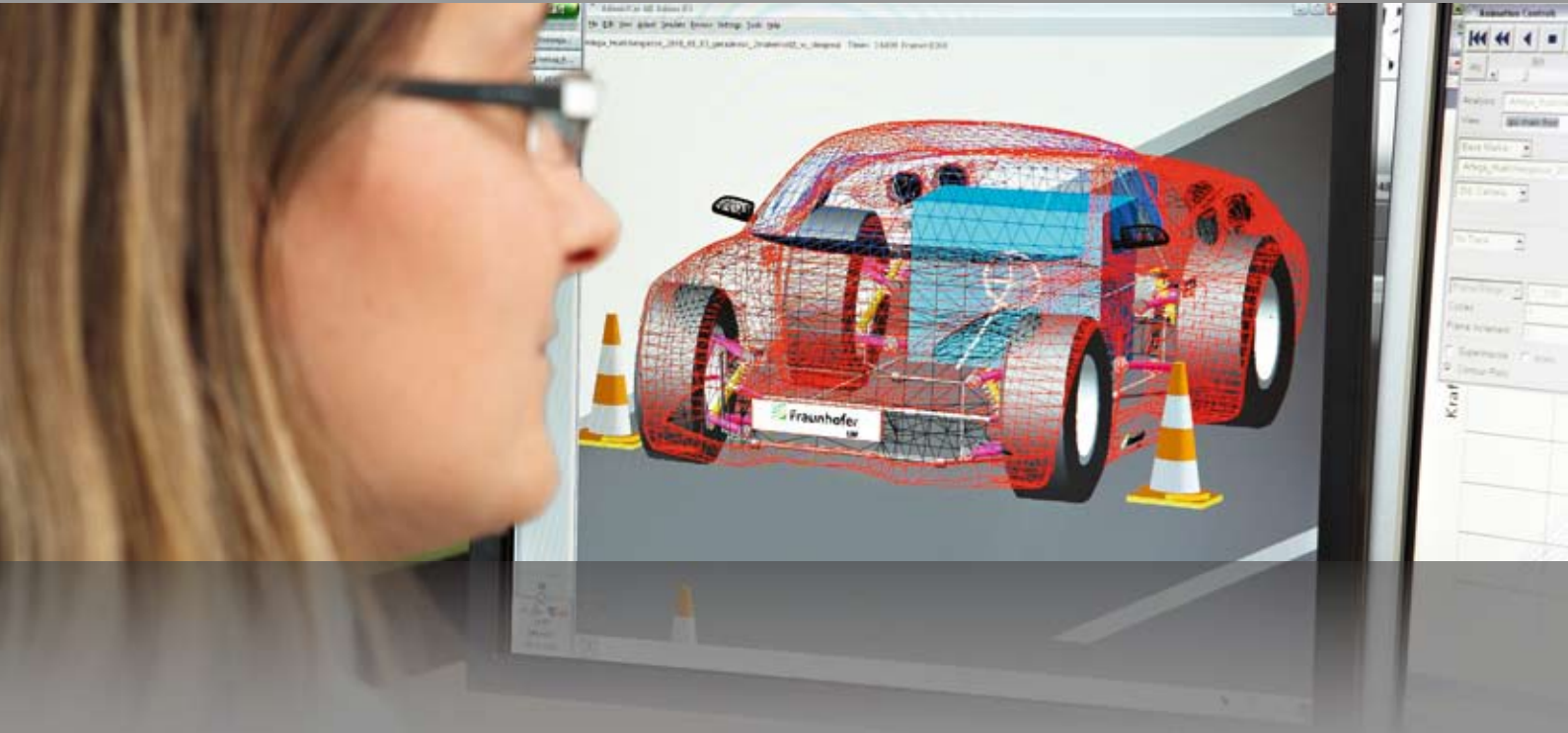




Fraunhofer

LBF

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BETRIEBSFESTIGKEIT UND SYSTEMZUVERLÄSSIGKEIT
FRAUNHOFER INSTITUTE FOR STRUCTURAL DURABILITY AND SYSTEM RELIABILITY



Jahresbericht Annual report 2010



KOOPERATIONEN | COOPERATIONS

Zusammenkunft ist ein Anfang.
Zusammenhalt ist ein Fortschritt.
Zusammenarbeit ist ein Erfolg.

Henry Ford



PORSCHE

BEHR



HONSEL[®]



SIEMENS



Power. Passion. Partnership.



HÄMMERLING
G R O U P

MAHLE



RONAL



Wir leben Autos.

Inhalt.

Index.

Einblicke <i>Insights</i>	6	Know-how für die Zukunft <i>Know-how for the future</i>	44
Das Fraunhofer LBF in Zahlen.	11	Die Basis für Erfolg!	44
Ein Jahr im Dialog.	12	Dynamische Beanspruchung von Bauteilen am Beispiel A380.	46
Neue Perspektiven <i>New prospects</i>	16	Betriebsfeste Großgussbauteile für Zukunftsmärkte.	48
Elektroaktive Elastomere – Mit Spannung zum Erfolg?	16	Hochdynamische Sonderaktorik am Beispiel einer hochfrequenten Piezopumpe.	50
Aktive Anbindungsimpedanzen für realistische Prüfumgebungen.	17	Betriebsfestigkeitsuntersuchungen mit begleitender Identifikation von Elastomerbauteilen.	52
Gerissen, aber berechenbar.	18	Worauf Sie sich verlassen können!	54
Elektrische Energie aus mechanischen Schwingungen.	19	Funktionale Sicherheit und Zuverlässigkeit in der Elektromobilität.	56
LOEWE-Zentrum AdRIA – Ganzheitliche Kompetenz in Adaptronik.	20	Mechanische Uhren auf dem Prüfstand.	58
Das Fraunhofer LBF-Management-Team.	24	Sichere und zuverlässige Elektrofahrzeuge.	60
Das Kuratorium.	25	Vermessung einer adaptiven Flügelvorderkante.	62
Mit Sicherheit innovativ <i>Innovative for sure</i>	26	Kontrolle ist besser!	64
Mit Sicherheit innovativ – In drei Dimensionen.	28	Ermüdungsfestigkeit von langfaserverstärktem Sheet Moulding Compound (SMC).	66
Leistung auf den Punkt gebracht.	30	Virtuelle Ermittlung lokaler, transienter Felgenbeanspruchungen.	68
Maßgeschneiderte Lösungen für Ihre Märkte.	34		
Know-how für die Zukunft.	38		

Erprobung und Bewertung von radintegrierten Antrieben.	70	Daten und Fakten Facts and Figures	94
Wälz- und Verschleißfestigkeit effizient und realitätsnah prüfen.	72	Ausgründungen des Fraunhofer LBF.	94
LBF-ONLINE Service zur Abschätzung und Ermittlung zyklischer Kennwerte.	74	Die Fraunhofer-Gesellschaft.	95
Die richtige Schwingung macht's!	76	Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS.	96
Schwingungstechnische Auslegung mit numerischen Verfahren.	78	Rhein-Main Adaptronik: Eine Partnerschaft – viele Vorteile.	97
Adaptive Schwingungstilger steigern Effizienz und Lebensdauer.	80	Allianzen und Netzwerke.	98
Entkopplung von Strukturkomponenten und Aggregaten mittels aktiver Lager.	82	Labor und Prüfeinrichtungen für Ihre individuellen Anforderungen.	100
Advanced Design Projects: Praxisnahe Studentenprojekte zur technischen Lärminderung.	84	Mitarbeit in Fachausschüssen.	104
Das Fraunhofer-Innovationscluster Adaptronische Systeme „FIAS“.	86	Vorträge 2010.	107
LBF®.Products – Immer ein Stück voraus!	88	Wissenschaftliche Veröffentlichungen.	110
Messung und Bewertung von Schwingungen – Experimentelle Analyse und Simulation.	90	Vorlesungen, Gutachten.	115
LBF®.Wheel/HubStrength 2.0 – Open Version.	92	Ausgewählte Patente.	116
		Impressum.	118



EINBLICKE



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

noch vor einem Jahr haben wir an dieser Stelle von der „Krise“ und den direkten sowie indirekten Auswirkungen auf die Arbeiten und die Position des Fraunhofer LBF gesprochen. Ist die Krise wirklich schon beendet? Das Fraunhofer LBF spürt aktuell eine nie zuvor gekannte Dynamik in seinen Märkten, die Leistungsspitzen steigen und die Zeitabstände dazwischen werden immer kleiner. Auf diese Dynamik mit der geeigneten Strategie zu reagieren und gleichzeitig die für uns so wichtige Kundenzufriedenheit auf hohem Niveau zu halten, das war die große Herausforderung in 2010. Unser Jahresabschluss und die Auswertung unserer jährlichen Kundenzufriedenheitsanalyse bescheinigen, dass dies in hohem Maße gelungen scheint.

Der Umsatz des Fraunhofer LBF ist im vergangenen Jahr weiter um 13 % 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 Wirtschaftserträge am Betriebshaushalt, der sog. Rho-Wirtschaft, beträgt 47,1 % und stellt damit einen ausgezeichneten Wert im Beurteilungssystem der Fraunhofer-Gesellschaft dar.

Traditionell erzielt das Fraunhofer LBF einen großen Anteil seiner Wirtschaftserträge auf internationalen Märkten. Im Jahr 2010 waren es 25 %. Dem Globalisierungstrend unserer Kunden folgend werden wir unsere internationalen Aktivitäten weiter ausbauen. Aufgrund seiner besonderen Stärke im Industriegeschäft konnte das Fraunhofer LBF hier mit überzeugenden Leistungen nicht nur die Beziehungen zu den angestammten Kunden festigen, sondern auch neue Partnerschaften entwickeln und ausbauen. Im öffentlichen Geschäft haben wir darüber hinaus deutlich zugelegt und konnten mit langfristigen Projekten auch für Stabilität in den Folgejahren sorgen. Insbesondere im Zukunftsfeld Elektromobilität

haben wir neue Wertschöpfungspotenziale und Perspektiven geschaffen, indem wir u. a. Großinvestitionen in einen Gesamtfahrzeugprüfstand sowie in Komponentenprüfstände getätigt haben. Darüber hinaus zeichnet das Fraunhofer LBF im Auftrag des Fraunhofer Vorstandes verantwortlich für die Hauptkoordination des Gemeinschaftsprojekts „Fraunhofer Systemforschung Elektromobilität“ mit 33 Fraunhofer-Instituten, das vom BMBF mit über 30 Mio. € gefördert wird. Durch dieses Engagement hat sich das Fraunhofer LBF einen wichtigen Platz in der Elektromobilitäts-Community erarbeitet und wirkt darüber hinaus aktiv und gestaltend im Rahmen der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE), der acatech, des Forum ElektroMobilität e. V., des Elektromobilitätsbeirats des Landes Hessen sowie bei vielen wichtigen Elektromobilitäts-Foren mit. Insgesamt ist das Fraunhofer LBF damit für die kommenden Herausforderungen im Zielfeld Elektromobilität bestens gerüstet und positioniert.

Der Ganzfahrzeugprüfstand ist das komplexeste Prüfsystem, welches aktuell vom Fraunhofer LBF betrieben wird. Er ist ein wichtiger Beitrag zur Weiterentwicklung unserer Kernkompetenz „Betriebsfestigkeit“. Wir sind besonders stolz darauf, dass vom Tag der Kaufentscheidung bis zur finalen Inbetriebnahme weniger als 12 Monate erforderlich waren und wir nach weiteren vier Monaten Einarbeitungszeit inzwischen Vollauslastung auf diesem Prüfsystem haben. Begleitet werden diese Prüfungen durch umfangreiche Berechnungswerkzeuge zur Bewertung des Ganzfahrzeugs sowie kritischer Komponenten, bis hin zu den nichtlinearen Elastomerbauteilen. Neben diesem Systemprüfstand betreiben wir intensiv unsere vielfältigen Komponentenprüfstände, im Moment mit besonderer Begeisterung den hexapodbasierten Räderprüfstand (W/ALT) – eine Eigenentwicklung des Instituts, in dem sich zurzeit Radnabenmotoren beweisen müssen.

Diese Arbeiten haben u. a. dazu beigetragen, dass das Fraunhofer LBF seine Kernkompetenz „Systemzuverlässigkeit“ weiter geschärft hat. Wir sind zudem sehr froh über die Zusage des Landes Hessen zur Errichtung eines Zentrums für Systemzuverlässigkeit am Beispiel der Elektromobilität. Damit werden wir uns die Möglichkeit erschließen, auch komplexe Antriebsstränge und große Energiespeicher unter automobilgerechten Bedingungen als System bewerten zu können und die dafür notwendigen Methoden weiterzuentwickeln.

Unsere Adaptronik-Aktivitäten machen große Fortschritte und der Markt dafür entwickelt sich stetig wachsend. Konnten wir in 2009 den vollen Betrieb des LOEWE-Zentrums AdRIA aufnehmen und zwei wichtige Professuren an uns binden, so ist in 2010 mit der offiziellen Einweihung unseres Transferzentrums Adaptronik ein weiterer Meilenstein erreicht. Ende des Jahres haben wir mit den hochmodernen Laboren des LOEWE-Zentrums unser Leistungsportfolio Adaptronik erweitert, so dass heute in diesem Zielfeld mehr als 150 Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen des Fraunhofer LBF, der Technischen Universität Darmstadt und der Hochschule Darmstadt unter einem Dach wirken.

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 60 Wissenschaftler/Wissenschaftlerinnen tätig, die eng verknüpft mit dem Fraunhofer LBF forschen und zugleich eine ideale Nachwuchs-Schmiede bilden. Beispielsweise wurde auch auf Universitätsebene ein Forschungsschwerpunkt Adaptronik an der Schnittstelle zum LBF eingerichtet, in dem 22 Professoren der TU Darmstadt eng vernetzt zusammenarbeiten. Darüber hinaus erlaubt mir u. a. meine neue 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 folglich in den Verbänden und Allianzen der Fraunhofer-Gesellschaft bestens vernetzt, verfügt über exzellente Industriekontakte im In- und Ausland und pflegt einen ganz intensiven Austausch mit der TU Darmstadt sowie der Hochschule Darmstadt. Das Fraunhofer LBF ist stolz darauf, Teil dieser starken Gemeinschaft zu sein und blickt optimistisch nach vorne.

All diese Facetten unserer Arbeit sind nur möglich durch die Kreativität und Einsatzbereitschaft unserer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, denen ich für ihren hervorragenden Einsatz im Jahr 2010 danke. 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 2011



Prof. Dr.-Ing Holger Hanselka

Dear Friends and Partners of Fraunhofer LBF,

Just one year ago we talked about the “crisis” and the direct and indirect effects it would have on the work and position of Fraunhofer LBF. Is the crisis really already over? Fraunhofer LBF is experiencing dynamics in its markets not seen up to now. Performance peaks are increasing and the time between them is getting shorter. A great challenge in 2010 was reacting to these dynamics with the right strategy while simultaneously maintaining our customers’ satisfaction at a high level, which is so important to us. Our annual financial statement and the evaluation of our customer satisfaction analysis attest that we seem to have greatly succeeded here.

Fraunhofer LBF’s turnover increased by 13 % last year with a positive result at the end of the year. The hiring of new staff and the investment in a new infrastructure were necessary in order to meet these challenges. Earnings on the operational budget, the so-called Rho-Wirtschaft in German, amounted to 47,1 %, representing an excellent figure in the assessment system of the Fraunhofer Gesellschaft.

Fraunhofer LBF traditionally acquires a large share of its earned revenue in international markets. It amounted to 25 % in 2010. Following the globalization trend of our customers, we will continue to further expand our international activities. Because of its particular strengths in the industrial sector, Fraunhofer LBF was able to not only strengthen relations to its customer base with its compelling range of services but was also able to develop and expand new partnerships. In addition, we have had considerable increase in business in the public sector and have been able to provide for stability in subsequent years with long-term projects. Particularly in the future field of electromobility we have created new added value potential and prospects with large-scale investments in a full-vehicle test stand as well as in component test stands. On behalf of the Fraunhofer Board of Directors, Fraunhofer LBF is also responsible for the main coordination of the “Fraunhofer

System Research on Electromobility” joint project with 33 Fraunhofer institutes that is being funded with over 30 million Euro by the Federal Ministry for Education and Research. This dedication has resulted in an important position of Fraunhofer LBF in the electromobility community and also has an active and constitutive effect in the framework of the National Electromobility Platform (NPE), in acatech, Forum ElektroMobilität e. V., the electromobility advisory board of the State of Hessen as well as in many important electromobility forums. All in all, Fraunhofer LBF is well equipped and positioned for upcoming challenges in the target field of electromobility.

The full vehicle test stand is the most complex testing system presently being operated by Fraunhofer LBF. It is an important contribution to the further development of our core competency of “structural durability”. We are particularly proud of that fact that less than 12 months were necessary from the day of decision to purchase to the final commissioning and that the test system is being used to its full capacity after a four-month training period. These tests are accompanied with extensive computation tools for assessment of the full vehicle as well as critical components up to nonlinear elastomer components. In addition to this test stand we intensively operate our multifaceted component test stands. In particular, we are presently operating with great enthusiasm the hexapod-based wheel test stand (W/ALT), a further development of the institute in which wheel hub motors are presently being tested. Among other things, this work has contributed to Fraunhofer LBF’s sharpening of its core competency of “system reliability”. We are additionally very pleased about the confirmation of the state of Hessen for the establishment of a center of reliability based on the example of electromobility. This will open up the opportunity to also analyze complex power trains and large energy storage devices under automobile-compatible conditions as a system and to further develop the necessary methods.

Our adaptronic activities are making great progress and the market is developing continuously. After launching the LOEWE Center AdRIA into full operation and acquiring two important professorships in 2009, an additional milestone was reached with the official opening of our Transferzentrum Adaptronik in 2010. We expanded our adaptronics service portfolio at the end of the year with the state-of-the-art laboratories of the LOEWE center so that today more than 150 staff members of Fraunhofer LBF, the Technical University of Darmstadt and the University of Darmstadt can work together in this target field under one roof.

Of particular importance for the development steps of Fraunhofer LBF is its close and trustworthy cooperation with the University of Darmstadt. Over 60 scientists are involved in our university work group (SzM – Department of System Reliability and Machine Acoustics) that does research in close cooperation with Fraunhofer LBF and, at the same time, creates ideal up-and-coming talents. For example, an adaptronics research focus was set up on the university level at the interface with LBF in which 22 professors from the TU Darmstadt work closely together with each other. In addition, my new position as Vice President for Knowledge and Technology Transfer at TU Darmstadt allows me to advance the joint work. As a result, both facilities are connected on all levels with the promise of synergies for the benefit of all those involved. Particular thanks here go to all partners and colleagues of TU Darmstadt for the trustworthy and productive cooperation.

Fraunhofer LBF is accordingly strongly networked in the groups and alliances of the Fraunhofer Gesellschaft. It has excellent contacts to the industry both in Germany and abroad and has close ties to TU Darmstadt and the University of Darmstadt. Fraunhofer LBF is proud to be part of this strong community and looks forward into the future with optimism.

All of these facets of our work are only possible with the creativity and commitment of our staff, whom I thank for their outstanding work in 2010. I also thank all project partners of Fraunhofer LBF for a pleasant cooperation, even in these demanding times. We are looking forward to a continued dialog and further project work with you!

Darmstadt, March 2011



Prof. Dr.-Ing Holger Hanselka

Das Fraunhofer LBF in Zahlen.

Fraunhofer LBF in numbers.

Betriebshaushalt | Operational budget 2010

Aufwand Betriebshaushalt 18 113

Erträge Betrieb | Income of operation

Bearbeitung von Aufträgen aus der Industrie 6 665

Bearbeitung von Forschungsaufgaben für Wirtschaftsverbände 465

Bearbeitung von Forschungsaufgaben für die EU 925

Institutionelle Förderung des BMBF und der Länder zum Betriebshaushalt sowie sonstige Erträge 4 029

Interne Programme 295

Bearbeitung von Forschungsaufgaben für Bund/Länder 522

Bearbeitung von Forschungsaufgaben für Bund/Länder 5 212

Summe | total 18 113

Investitionen | Investments

aus der institutionellen Förderung des BMBF und der Länder 994

aus Vertragsforschungsvorhaben 338

aus Sondermitteln finanzierte Investitionen 5 802

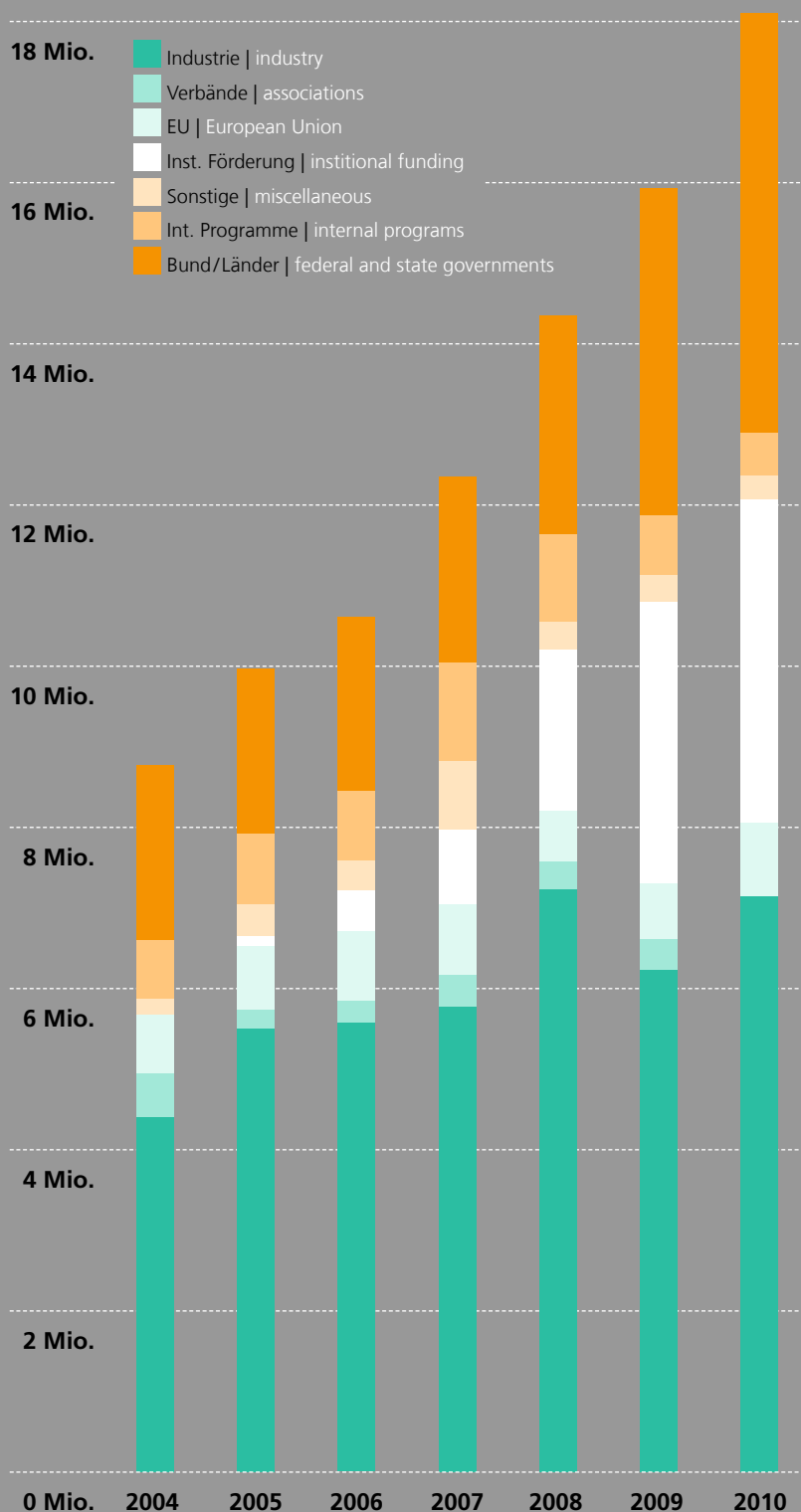
Summe | total 7 134

Personal

2010 waren am Institut 253 Mitarbeiter (inkl. Hiwis und Azubis) beschäftigt. Zusätzlich waren 66 Mitarbeiter am assoziierten Lehrstuhl an der TU Darmstadt tätig (Zahlen nach Köpfen, ohne Leiharbeiter, ohne Praktikanten und Diplomanden).

Personnel

In 2010 the institute had 253 employees (including research assistants and apprentices). In addition 66 persons were employed by the Technical University Darmstadt (all numbers refer to persons, not included borrowed workforce, trainees and graduate students).





1 Die Gewinnerinnen von „Jugend forscht“ an einem Prüfstand für Umweltsimulation im Fraunhofer LBF.

The winners of „Jugend forscht“ (German contest for young scientists) at a test stand for environmental simulations at Fraunhofer LBF.



2 Marc Wallmichrath (rechts) erläutert die Möglichkeiten des neuen Ganzfahrzeugprüfstands am Tage der Inbetriebnahme.

Marc Wallmichrath (on the right) explains the possibilities of the new full vehicle test stand on the day of its initial operation.



3 Dr. Michael Jöckel vom Fraunhofer LBF (3. v. l.) bei der Podiumsdiskussion des 3. E-MOTIVE Expertenforums. (Foto: FVA)

Dr. Michael Jöckel from Fraunhofer LBF (3rd from left) at a podium discussion of the 3rd E-MOTIVE Expert Forum. (Photo: FVA)

Ein Jahr im Dialog.

A year of dialog.

1 Wie funktioniert Wissenschaft? – Jungforscher schnuppern Laborluft.

How does science work? – Young scientists get a taste of the laboratory.

Drei junge Nachwuchsforscherinnen, Siegerinnen der Kategorie Technik im Regionalwettbewerb „Jugend forscht“ Hessensüd, schnupperten eine Woche lang Praxisluft. Im August durchstreiften die Schülerinnen das Fraunhofer LBF und schauten in den Laboren hinter die Kulissen. LBF-Wissenschaftler, vor allem junge Ingenieurinnen, zeigten ihnen aus nächster Nähe, wie praxisnahe Forschung funktioniert. Sie analysierten Proben am Rasterelektronenmikroskop, berechneten die Lebensdauer von verschiedenen Bauteilen und prüften, wie schnell unterschiedliche Materialien unter Belastung ermüden. Das Institut hatte die Jungforscherpraxistage zusätzlich zum Hauptpreis ausgelobt.

2 Neuer Ganzfahrzeugprüfstand in Betrieb. New full vehicle test stand in operation.

Erstmals können beim Fraunhofer LBF nun komplette Fahrzeugkarosserien geprüft werden. Bisher waren am Institut Prüfungen nur für das Fahrwerk möglich, jetzt können alle relevanten Kräfte über die Achsen auch in die Karosserie eingeleitet werden, optimal ergänzt um numerische Analysen dieser Baugruppen. Der neue Ganzfahrzeugprüfstand wurde in Bezug auf die Vertikal-, die Längs- und die Bremskräfte mit verstärkten Hydraulikzylindern ausgestattet. Damit können auch Fahrzeuge mit höheren Leergewichten problemlos getestet werden. Dies ist vor allem für Elektroautos mit ihren schweren Batterien sowie für Sicherheitsfahrzeuge wichtig. Finanziert wurde das neue System mit Mitteln aus dem Konjunkturpaket I der Bundesregierung. Der Prüfstand baut auf dem MTS 329 LT Modell auf und bietet die Möglichkeit, an jedem Rad alle sechs physikalischen Freiheitsgrade zu simulieren. Es können Fahrzeuge bis zu einem Gewicht von sechs Tonnen geprüft werden.



4 Eva Kühne-Hörmann (Mitte) erfährt näheres über die Forschungen zur Elektromobilität am Beispiel eines Radnabenmotors.

Eva Kühne-Hörmann (middle) obtaining more information on electromobility research with the example of a wheel hub motor.



5 Prof. Buller (Fraunhofer-Vorstand), Dr. Melz (Leiter Mechatronik/Adaptronik, Fraunhofer LBF), Ministerialrätin Horst (BMBF), Ministerin Kühne-Hörmann (HMWK) und Prof. Hanselka (Institutsleiter Fraunhofer LBF) eröffnen gemeinsam das Transferzentrum Adaptronik in Darmstadt.

Prof. Buller (Fraunhofer Executive Board), Dr. Melz (Head of Mechatronics/Adaptronics, Fraunhofer LBF), Ministerialrätin Horst (German Federal Ministry of Education and Research), Minister Kühne-Hörmann (Hessian Ministry of Science and Arts) and Prof. Hanselka (Director of Fraunhofer LBF) jointly open the Transferzentrum Adaptronik in Darmstadt.

3 Expertenforum „Elektrische Fahrzeugantriebe“ in Darmstadt.

“Electric Vehicle Drives” expert forum.

Das Fraunhofer LBF war Mitveranstalter des 3. E-MOTIVE Expertenforums „Elektrische Fahrzeugantriebe“. Forschungseinrichtungen und Unternehmen aus Automobil- und Zulieferindustrie sowie Maschinenbau und Elektrotechnik stellten neueste Entwicklungen zur Elektrifizierung des Fahrzeugantriebs vor. Die Teilnehmer diskutierten über Energiespeicher, Elektroantriebe und Getriebe, über Leistungselektronik und Systemintegration. Chancen und Risiken sowie die Rolle des Verbrauchers auf dem Weg zur Elektromobilität wurden ebenfalls thematisiert.

4 Erlebnis Elektromobilität – vom Labor auf die Straße. Experiencing electromobility – from the laboratory to the road.

Hessens Ministerin für Wissenschaft und Kunst, Eva Kühne-Hörmann, widmete ihre Sommerreise dem Thema Elektromobilität und erkundete bei ihrer Fahrt die Anwendungen der Elektromobilität in Hessen – vom Pedelec über den Segway bis zum E-Auto. Die erste Anlaufstelle war das Fraunhofer LBF. Das Institut setzt seine Kompetenzen in der Betriebsfestigkeits- und Systemzuverlässigkeitsbewertung sowie in der Adaptronik konsequent für die Weiterentwicklung der Elektromobilität

ein. Die Beiträge reichen von der Datenerfassung über die numerische und experimentelle Simulation bis hin zum funktionsintegrierten Leichtbau und zur Verbesserung des Komforts.

5 Transferzentrum Adaptronik eröffnet. Adaptronics Transfer Center is open.

Viel Platz für Kooperation bietet das neue Transferzentrum Adaptronik TZA des Fraunhofer LBF Partnern aus Forschung und Industrie. Nach 32 Monaten Bauzeit wurde die von Bund und Land für über acht Millionen Euro Bau- und Technikkosten errichtete Fraunhofer-Forschungseinrichtung im November 2010 eröffnet. Mit der Maxime „Aktion und Reaktion“ greifen die Planer in der auffälligen architektonischen Gestaltung das zentrale Thema Adaptronik auf (siehe Seite 86). Labore, Büros, Seminarräume und Werkstätten bieten im Transferzentrum den Raum und die passende Umgebung für Vor-Ort-Kooperationen von Projektteams. Ausgestattet ist das TZA mit modernster schwingungstechnischer Messtechnik, Fertigungstechnik für adaptronische Strukturlösungen sowie Testständen und IT-Technik.



6 *Weit über 100 Gäste kamen zur Vernissage der Ausstellung „Wissenschaft begegnet Kunst – Kunst begegnet Wissenschaft“.*

Far more than 100 guests visited the vernissage of the exhibition “Science meets the arts – the arts meet science”.



7 *Nader Safi (2.v.l.) aus dem Fraunhofer LBF im Dialog mit einigen Teilnehmern der DVM-Tagung Zuverlässigkeit.*

Nader Safi (2nd from left) from Fraunhofer LBF talking to participants of the DVM Conference on Reliability.



8 *General Freers, der Inspektor des deutschen Heeres, und seine Begleiter informierten sich über die neuesten Entwicklungen bei Fraunhofer im Bereich Luftfahrt.*

General Freers, Inspector of the German army, and his entourage obtained information on the latest developments at Fraunhofer in the field of aviation.

Ein Jahr im Dialog.

A year of dialog.

6 Wissenschaft und Kunst im neuen Transferzentrum. Science and art at the new Transfer Center.

Inspiration, Kreativität und Neugier treiben Wissenschaftler und Kunstschaffende gleichermaßen an. Diese Erfahrung machten sechs Adaptroniker des Fraunhofer LBF und sechs Künstler des BBK (Bund Bildender Künstler e. V.) Darmstadt im 2. Projekt „Wissenschaft begegnet Kunst“. Gemeinsame Workshops in den Laboren des Instituts sowie im Atelierhaus des BBK ermöglichten wechselseitig Einblicke in die unterschiedlichen Denkmodelle, Arbeitsprozesse und Materialwelten. Die Ergebnisse dieses ungewöhnlichen Dialogs waren in einer dreimonatigen Ausstellung in den Räumlichkeiten des neuen Fraunhofer-Transferzentrums Adaptronik zu sehen.

7 Interdisziplinäres Forum für Industrie und Forschung – DVM Arbeitskreis Zuverlässigkeit.

**Interdisciplinary forum for industry and research –
DVM reliability work group.**

Obwohl mechatronische Systeme sich längst in allen modernen Massenmärkten etabliert haben, sind Zuverlässigkeitsaspekte nach wie vor eine große Herausforderung. Dies gilt im Besonderen für adaptronische Systeme, die

mithilfe von Sensoren, Regelungstechnik und Aktuatoren aktiv in die mechanische Struktur maschinenbaulicher Produkte eingreifen. Die dritte Tagung des DVM-Arbeitskreises „Zuverlässigkeit mechatronischer und adaptronischer Systeme“ bot Gelegenheit zum intensiven Dialog über die aktuellen Anforderungen. Gäste des Fraunhofer LBF erhielten Einblicke in die Prüf- und Forschungswelt zur Lösung mechatronischer und adaptronischer Herausforderungen.

8 Fraunhofer startet durch – Messeauftritt bei der ILA in Berlin.

**Fraunhofer goes all out –
trade fair presence at the ILA in Berlin.**

10 Institute hatten sich unter der Fachkoordination des Fraunhofer LBF zu einem Gemeinschaftsstand zusammen gefunden. Besonderer Augenmerk lag auf der so genannten „ground pollution“, die zunehmend an Bedeutung gewinnt: Jedes Teil eines Flugzeuges soll von seiner Entstehung bis zur Entsorgung einer verbesserten ökologischen Bilanz unterworfen werden. Hierzu entwickelt Fraunhofer umweltschonende Methoden, Prozesse, Verfahren und Materialien für Design, Herstellung, Betrieb und Recycling von Luftfahrzeugen. Fraunhofer zeigt in diesem Wachstumsmarkt Präsenz.



9 Mitarbeiter der TU Darmstadt und des Fraunhofer LBF nehmen ihre Pedelects in Empfang. (Foto: Roman Grösser/TU Darmstadt)

Staff members of TU Darmstadt and Fraunhofer LBF receive their Pedelects. (photo: Roman Grösser/TU Darmstadt)



10 Klaus Höhne, Fraunhofer LBF, erklärt Staatssekretär Ingmar Jung vom HWMK die Untersuchungen an dem mit Messtechnik bestückten Elektro-Roller.

Klaus Höhne, Fraunhofer LBF, explains to State Secretary Ingmar Jung from HWMK the tests carried out on the electric scooter equipped with measurement technology.



11 Im Rahmen der 32. Automobil Ausstellung in Darmstadt warb das Fraunhofer LBF für seine Themen.

Fraunhofer LBF promoted its fields of activity within the framework of the 32nd Automobile Exhibition in Darmstadt.

9 Fraunhofer LBF gestaltet Hessens elektromobile Zukunft mit.

Fraunhofer LBF takes part in shaping Hessen's future in electromobility.

Michael Boddenberg, Hessischer Minister für Bundesangelegenheiten und Bevollmächtigter des Landes Hessen beim Bund diskutierte mit Darmstädter Wissenschaftlern über die „Fraunhofer Systemforschung Elektromobilität“. Hessen will zum Vorreiter für nachhaltige Elektromobilität werden und wurde vom Bundesverkehrsministerium dafür als Modellregion ausgewählt. Speziell die Rhein-Main-Region ist ein idealer Standort, um Elektromobilität nachhaltig auf verschiedenen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Ebenen zu implementieren, da sie zu den bundesweit wirtschaftsstärksten Metropolregionen zählt und national wie international eine der zentralen Verkehrsdrehscheiben darstellt. Im Rahmen des Projekts „bike+business 2.0“ der Modellregion Rhein-Main hat sich auch das Fraunhofer LBF mit einigen Elektrofahrzeugen, sog. Pedelects, ausgestattet. Sie werden für Dienstfahrten eingesetzt.

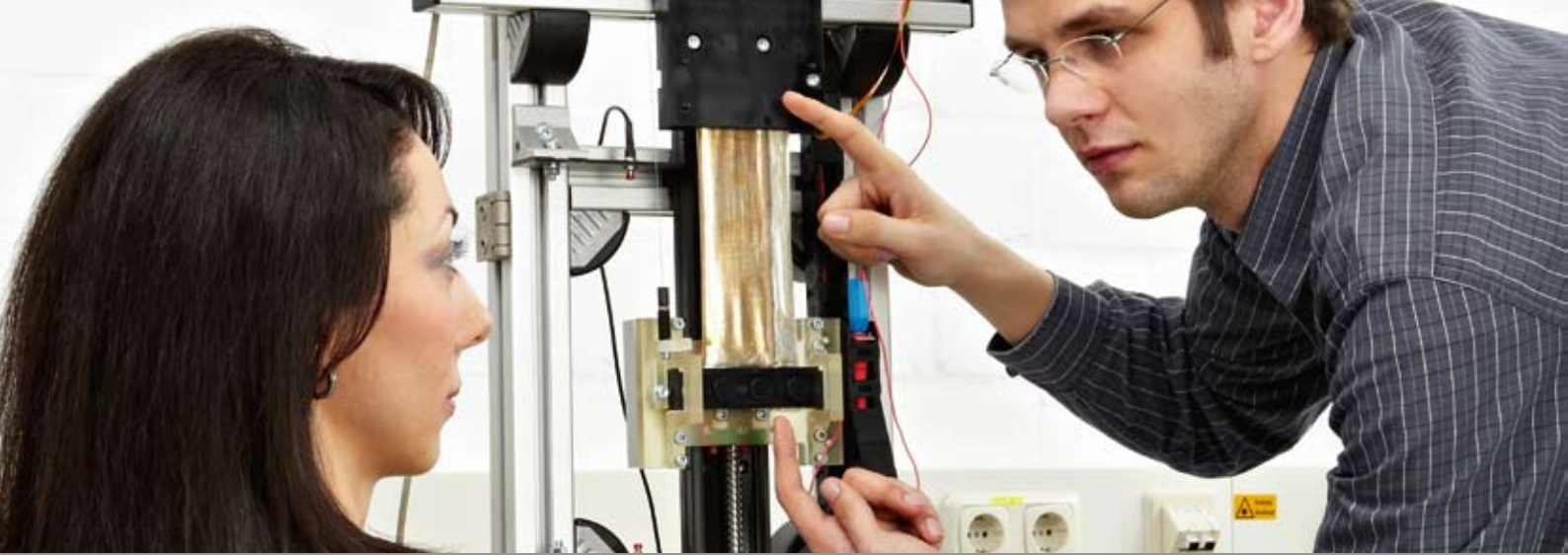
10 Nachhaltigkeitsschau Darmstadt – Elektromobilität erleben.

Sustainability Exhibition Darmstadt – Experiencing Electromobility.

Unter diesem Motto und auf Einladung des Hessischen Ministeriums für Wissenschaft und Kunst HMWK präsentierten sich im September alle Darmstädter Institutionen aus Wirtschaft und Wissenschaft, die sich mit nachhaltigen Themen beschäftigen. Elektrofahrzeuge sind in vielen Aspekten anders als herkömmliche Pkw. Mit der Verknüpfung von numerischer Simulation und experimentellen Verfahren ist das Fraunhofer LBF prädestiniert dazu, die Querschnittsaufgabe „Sicherheit und Zuverlässigkeit“ entlang der kompletten Entwicklungskette von Fahrzeugen zu bearbeiten.

11 Wissenschaftspartner Elektromobilität. Science partner for electromobility.

An einem Wochenende im Mai zeigte sich Darmstadts Innenstadt mit der 32. Automobilausstellung von ihrer mobilen Seite. Als „Wissenschaftspartner Elektromobilität“ nutzte das Fraunhofer LBF diese Schau zum intensiven Standortmarketing und zur Kontaktpflege mit der Darmstädter Bevölkerung. Am Stand wurde ein Elektroroller ausgestellt und es gab reichlich Informationen rund um das Thema Elektromobilität und zu Fraunhofer.



*Prüfstand zur Energiegewinnung mit elektroaktiven Elastomeren.
Test rig for energy harvesting with electroactive polymers.*

NEUE PERSPEKTIVEN | NEW PROSPECTS

Elektroaktive Elastomere – Mit Spannung zum Erfolg?

Electroactive elastomers – with power to success?

Contact: Dr. Sven Herold · William Kaal · Telephone: +49 6151 705-440 · william.kaal@lbf.fraunhofer.de

Elastomere werden überall dort eingesetzt, wo große Bewegungen ausgeglichen werden müssen. Mit Bauteilen aus diesen Materialien lassen sich beispielsweise Stöße bei Fahrzeugen abfedern und Schwingungen in Maschinen reduzieren. Was wäre, wenn diese elastischen Komponenten intelligent wären und sich bei angelegter Spannung aktiv verformen könnten? Wenn sie Massen heben und zum Schwingen anregen könnten? Sie könnten dann viel effektiver störende Schwingungen bekämpfen, indem sie Gegenschwingungen erzeugen. Denkbar ist sogar, dass sie aus den Schwingungen, die sie dämpfen, elektrische Energie gewinnen. Damit ergeben sich völlig neue Anwendungsszenarien für energieautarke Systeme. Selbst Kraftwerke zur großtechnischen Energieerzeugung beispielsweise aus der Wellenbewegung sind vorstellbar.

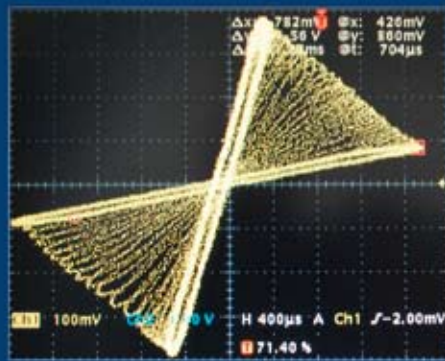
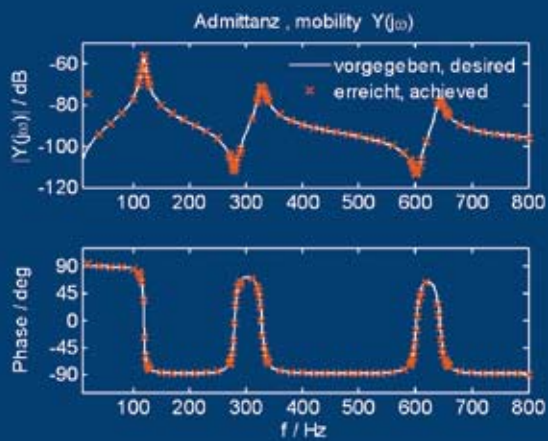
Solche Visionen könnten bald Realität werden, da verstärkt an Bauteilen aus Elastomeren geforscht wird, die sich elektroaktiv verhalten. Diese Materialien sind seit einiger Zeit bekannt und werden in Forschungslabors getestet. Am Fraunhofer LBF wird jetzt daran gearbeitet, sie fit für technische Einsatzgebiete, beispielsweise im Fahrzeugbau, zu machen. Dafür müssen sie robust und zuverlässig sein und den rauen Bedingungen im industriellen Alltag standhalten können. Kleine und große Herausforderungen gilt es dabei zu meistern. Dazu müssen

experimentelle Untersuchungen und aufwändige Computersimulationen durchgeführt werden. Aber der Einsatz lohnt sich. Denn für elektroaktive Elastomere gibt es ein breites Anwendungsfeld sowohl im Maschinen- und Fahrzeugbau als auch im Bauingenieurwesen und der Medizintechnik, um nur einige Beispiele zu nennen.

Die Wissenschaftler am Fraunhofer LBF prüfen gerne, ob für Ihre technische Problemstellung ein Einsatz von elektroaktiven Elastomeren in Frage kommt und unterstützen Sie bei der Entwicklung Ihrer Systemlösungen. Dabei können Sie sich sowohl auf unsere Kompetenz im Bereich der numerischen Simulation als auch bei der experimentellen Charakterisierung von aktiven Systemen verlassen.



*Finite-Elemente-Modell eines elektroaktiven Elastomeraktors.
Finite element model of an electroactive polymer actuator.*



*Nachbildung des dynamischen Verhaltens einer Anbindungsstruktur (Messergebnisse).
Replication of a base structure's mobility (measured values).*

*Variation einer Anbindungssteifigkeit während des Betriebs (Messergebnisse).
Stiffness modification during operation (measured values).*

NEUE PERSPEKTIVEN | NEW PROSPECTS

Aktive Anbindungsimpedanzen für realistische Prüfumgebungen.

Realistic test environments by means of active control of mobility.

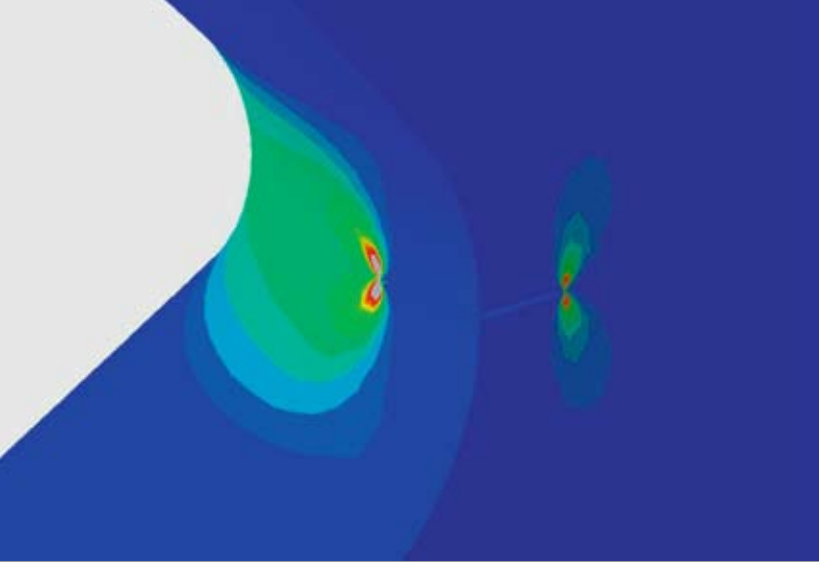
Contact: [Timo Jungblut](mailto:Timo.Jungblut@lbf.fraunhofer.de) · [Stefan Wolter](mailto:Stefan.Wolter@lbf.fraunhofer.de) · Telephone: +49 6151 705-461 · timo.jungblut@lbf.fraunhofer.de

Zahlreiche technische Produkte sind durch ausgeprägte Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Teilsystemen gekennzeichnet. Im Laufe des Entwicklungsprozesses werden häufig einzelne Komponenten des Gesamtsystems in Prüfständen und Versuchsaufbauten experimentell bewertet. Wird hierbei nur das zu betrachtende Teilsystem in den Versuch übernommen, bleiben Effekte, die im realen Einbauzustand durch Wechselwirkungen mit benachbarten Teilsystemen entstehen, in der Prüfung unberücksichtigt. Je nach dem, wie stark die Wechselwirkungen im realen System ausgeprägt sind und welche Größen bei der experimentellen Bewertung von Interesse sind, können die im Versuch ermittelten Ergebnisse erheblich von den Werten abweichen, die sich im realen Einbauzustand einstellen. Dies kann beispielsweise auf die experimentelle Betriebsfestigkeitsbewertung einzelner Baugruppen, die Charakterisierung von hochintegrierten Aktorsystemen oder die Körperschallanalyse von Maschinen zutreffen.

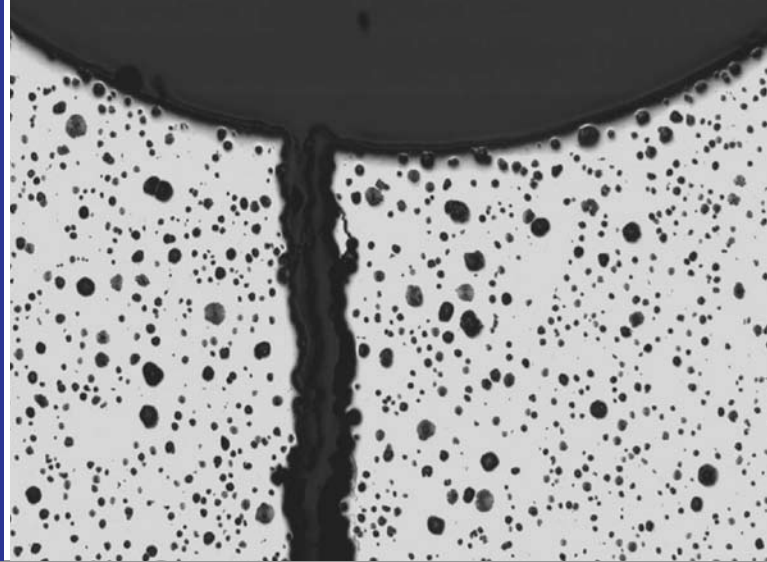
Am Fraunhofer LBF werden aktive Systeme entwickelt, die es ermöglichen, das statische und dynamische Verhalten angrenzender Teilsysteme – wie zum Beispiel Anbindungs-

strukturen – gezielt nachzubilden und somit im Versuch zu berücksichtigen. Zu diesem Zweck werden geeignete Aktoren in den Prüfstand integriert, denen durch spezielle Regelungsansätze das gewünschte Systemverhalten aufgeprägt wird. Die für die Regelung benötigten Sollwertmodelle können sowohl numerisch als auch experimentell oder, im Fall von einfach nachzubildenden Anbindungsbedingungen, analytisch bestimmt werden.

Mit aktiven Anbindungsimpedanzen wird eine realistische Bewertung technischer Systeme in einer, an die jeweilige Aufgabe flexibel anpassbaren, experimentellen Entwicklungs- oder Prüfumgebung möglich. Beispielsweise können so die experimentelle Betriebslastensimulation von Baugruppen verbessert oder aktive Systeme zur Schwingungsreduktion unter realitätsnahen Randbedingungen erprobt werden. Das nachzubildende Verhalten der Anbindung kann während eines Testlaufes variiert werden. Hierdurch können zeitveränderliche Randbedingungen im Versuch berücksichtigt und der Einfluss des dynamischen Verhaltens von angrenzenden Teilsystemen auf die zu bewertende Komponente oder Maschine systematisch untersucht werden.



3D-FE-Rissmodell in einer gekerbten Struktur.
3D-FE-crack model in a notched component.



Riss in einem gegossenen Bauteil.
Crack in a cast component.

NEUE PERSPEKTIVEN | NEW PROSPECTS

Gerissen, aber berechenbar.

Cracked but predictable.

Contact: Jens Eufinger · Telephone: +49 6151 705-276 · jens.eufinger@lbf.fraunhofer.de

Im industriellen Entwicklungsprozess besteht oftmals die Herausforderung, Aspekte der Funktionsintegration sowie der Gewichts- und Bauraumreduktion mit einer betriebsfesten Konstruktion zu kombinieren. In diesen Prozessen sind stetig die Grenzen des Machbaren zu erweitern. Die Bruchmechanik, effizient und transparent eingesetzt, kann hier ein hilfreiches Werkzeug sein.

Stehen Sie vor der Frage, ...

- ob die Werkstoffqualität hinreichend für Ihre Konstruktion ist?
- ob inhomogene Werkstoffbereiche im Bauteil versagensrelevant werden könnten?
- ob Sie eine Sonderfreigabe für Ihre fehlerbehaftete Komponente geben können?
- ob der betriebsfeste Weiterbetrieb möglich oder eine Stilllegung notwendig ist?
- wie notwendige Inspektionsintervalle festzulegen sind?

Oder sehen Sie sich vor der Herausforderung, bruchmechanische Analysen in die Betriebsfestigkeitsbewertung Ihrer Bauteile mit einzubeziehen?

Das Fraunhofer LBF bietet Ihnen effiziente und transparente Lösungsansätze zur Beantwortung Ihrer individuellen Fragestellungen. Die industriell umsetzbare und zugleich realitätsnahe Berechnung des Risswachstums ist neben den Möglichkeiten zur Detektion von Ungängen in der Fertigung oder von Rissen im Betrieb von entscheidender Bedeutung. Bei oftmals komplexen Bauteilgeometrien in versagensrelevanten Kerbbereichen bietet die effiziente Modellerstellung gerissener Strukturen hier ein großes Einsparpotenzial.

Im Fraunhofer LBF werden Softwarelösungen zur automatisierten 3D-Finite-Elemente-Rissmodellerstellung in komplexen Bauteilgeometrien eingesetzt. Die Schnittstellen zu kommerziellen FE-Softwareprodukten wie ABAQUS® und ANSYS® sind vorhanden. Ein „LBF-Inhouse-Code“ ermöglicht den Wissenschaftlern des Fraunhofer LBF darüber hinaus auch die bruchmechanisch basierte Schwingfestigkeitsanalyse. Somit kann dem Kunden eine transparente, auf seine individuelle Fragestellung angepasste Lösung angeboten werden. Des Weiteren setzt das Institut auch bekannte bruchmechanische Softwareprodukte wie z. B. AFGROW® ein. So steht zusätzlich eine umfangreiche Bibliothek von analytischen Rissmodellen und bruchmechanischen Werkstoffkennwerten zur Verfügung.



*Elektrodynamischer Generator zur Wandlung von Schwingungen in elektrische Energie.
Electrodynamic generator for harvesting electrical energy from vibrations.*

NEUE PERSPEKTIVEN | NEW PROSPECTS

Elektrische Energie aus mechanischen Schwingungen.

Electrical energy from mechanical vibrations.

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

Intelligente Sensorsysteme werden immer kleiner und günstiger. Sie lassen sich mittlerweile zusammen mit der drahtlosen Übertragungstechnik auch an schwer zugänglichen Orten installieren. Das ist für zahlreiche Anwendungen aus dem Umfeld des Fraunhofer LBF interessant; zum Beispiel können Nutzfahrzeuge oder Güterwaggons dauerhaft mit drahtlosen Sensoren zur Erfassung der tatsächlichen mechanischen Belastungen instrumentiert werden, die den Nutzer über den Zustand wichtiger Bauteile informieren.

Eine wesentliche Herausforderung hierbei ist die Energieversorgung der Sensoren. Ein Batteriewechsel kann erheblichen Aufwand bedeuten. Daher ist Energieautarkie ein erstrebenswertes Ziel, bedingt allerdings die Gewinnung elektrischer Energie aus der Umgebung des Sensorsystems. Etablierte Techniken wie Solarzellen lassen sich nicht immer einsetzen, weshalb besonders die Wandlung mechanischer Schwingungen in elektrische Energie interessant ist.

Das Fraunhofer LBF trägt mit seiner Forschung dazu bei, solche Systeme für den Anwender nutzbar zu machen. Zentraler Punkt ist die Betrachtung des Gesamtsystems aus schwingender Struktur, elektromechanischen Wandlern

und elektrischer Beschaltung, die für die Energiespeicherung sorgt. In numerischen Simulationen wird das Zusammenwirken aller Komponenten analysiert und damit eine Optimierung des Wirkungsgrads ermöglicht. Die gewonnenen Erkenntnisse fließen in die Konstruktion und Umsetzung von Energy-Harvesting-Systemen ein, die in der Praxis getestet werden. Zur Entwicklung langlebiger energieautarker Systeme tragen die Analysen der Zuverlässigkeit bei, die insbesondere bei piezoelektrischen Generatoren relevant sind. Darüber hinaus werden aber auch andere Wandlerwerkstoffe für die Energiegewinnung genutzt, z. B. dielektrische Polymere (s. a. auf Seite 16).

Die Abfuhr mechanischer Energie aus einer Struktur kann auch zu einer merklichen Rückwirkung in Form einer Schwingungsreduktion führen und entsprechend genutzt werden. Um diese Potenziale nutzbar zu machen, befasst sich das Fraunhofer LBF in laufenden Forschungsvorhaben mit der Kombination der Schwingungsminderung, Energiegewinnung und intelligenten Sensorik in einem energieautarken Tilger-Sensor-Modul.



Die Kunst

der Anpassung

NEUE PERSPEKTIVEN | NEW PROSPECTS

LOEWE-Zentrum AdRIA – Ganzheitliche Kompetenz in Adaptronik.

LOEWE-Zentrum AdRIA offers unique and comprehensive competency in adaptronics.

Contact: Prof. Dr. Thilo Bein · Telephone: +49 6151 705-463 · thilo.bein@lbf.fraunhofer.de

Im globalen Wettbewerb und den damit verbundenen Herausforderungen steigen die Anforderungen an zukünftige Produkte kontinuierlich an. Um den daraus resultierenden, produktbezogen häufig gegensätzlichen Anforderungen gerecht zu werden, stoßen heutige technologische Ansätze zunehmend an ihre Grenzen. Zum Überwinden dieser technischen und durch den Gesetzgeber induzierten Grenzen steigt der Bedarf nach neuartigen Strukturansätzen. Dem begegnet die Adaptronik durch die Modifikation von oder die Ausbildung neuer mechanischer Struktureigenschaften, so dass der bekannte technische Rahmen verlassen und neue Produkteigenschaften in erweiterten Grenzen realisiert werden können. Um hierfür die erforderlichen wissenschaftlich-technologischen Themenfelder der Adaptronik konsequent in Tiefe und Breite weiterzuentwickeln, wurde 2008 das LOEWE-Zentrum AdRIA im Rahmen des hessischen Forschungsförderprogramms LOEWE (Landes-Offensive zur Ermittlung Wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz) initiiert. Unter der Federführung des Fraunhofer LBF ist das vorrangige Ziel des Zentrums, gemeinsam mit den Partnern Technische Universität Darmstadt und Hochschule Darmstadt eine systematische, ganzheitliche Entwicklung sowie einen hohen Marktreifegrad adaptronischer Produkte zu erreichen.

Neben den wissenschaftlichen Inhalten standen in der Aufbauphase des LOEWE-Zentrums AdRIA vor allem struktur- und profilbildende Maßnahmen im Vordergrund. Um den interdisziplinären Anforderungen aus Sicht der Adaptronik gerecht werden zu können, wurden hierfür die fachlich komplementären Partner aus sechs Fachbereichen der TU Darmstadt und dem Fachbereich Maschinenbau und Kunststofftechnik der Hochschule Darmstadt (FH) mit dem Fraunhofer LBF zusammengeführt. Eine der zentralen Maßnahmen war der Aufbau der Forschungsinfrastruktur, die den Zukauf und die Sanierung eines Gebäudes für das LOEWE-Zentrum sowie umfangreiche Investitionen in wissenschaftliche Geräte umfasste. In dem Gebäude findet ein Großteil der über LOEWE finanzierten Mitarbeiter ihre Heimat, wobei neben Büroflächen zusätzliche Laborkapazitäten von mehr als 550 m² bereitgestellt wurden. Diese Labore sind mit modernster Technik für strukturdynamische und vibro-akustische Fragestellungen, Zuverlässigkeitsanalysen oder Rapid Prototyping ausgestattet. Zusammen mit den wissenschaftlichen Investitionen ist so eine Infrastruktur geschaffen worden, die weltweit ihresgleichen suchen muss. Über die gemeinsam genutzte Infrastruktur und anhand definierter Funktionsdemonstratoren arbeiten im LOEWE-Zentrum AdRIA mittlerweile mehr als 100 Wissenschaftler sehr eng vernetzt zusammen. Als weiteres profilgebendes Element wurde



Prüfstand zur Umsetzung aktiver Systeme im Antriebsstrang.
 Test rig for the implementation of smart systems in a drive train.

an der Hochschule Darmstadt (FH) für den Forschungs- und Ausbildungsschwerpunkt „Funktionsintegrierter Leichtbau“ die erste LOEWE-Proffessur etabliert. Diese W2-Proffessur konnte in Kooperation mit dem Fraunhofer LBF berufen werden.

Im Rahmen der wissenschaftlichen Arbeiten wurden vier Funktionsdemonstratoren „Tragwerk“, „Akustik-Aquarium“, „Motorlager“ und „Antriebsstrangprüfstand“ umgesetzt, anhand derer alle wissenschaftlich-technischen Fragestellungen des LOEWE-Zentrums betrachtet werden können. Diese

Funktionsdemonstratoren haben einen Querschnittscharakter und fungieren als gemeinsame Technologieträger für die Technologiebereiche und Leitprojekte. Jeder Funktionsdemonstrator lässt sich allerdings schwerpunktmäßig - bedingt durch seine Konstruktion und betrachtete Fragestellung - einem Leitprojekt zuordnen: Anhand des Tragwerks werden vornehmlich Tilger und Tilgernetzwerke betrachtet, das Akustik-Aquarium ist die Basis für akustische Fragestellungen im LOEWE-Zentrum AdRIA (Leitprojekt „Leises Büro“), das Motorlager und der Antriebsstrang finden Verwendung für das „Adaptive Auto“. →



LOEWE – Landes-Offensive zur Entwicklung Wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz



Offizielle Einweihung der neuen AdRIA-Labore durch die hessische Wirtschaftsministerin Kühne-Hörmann.

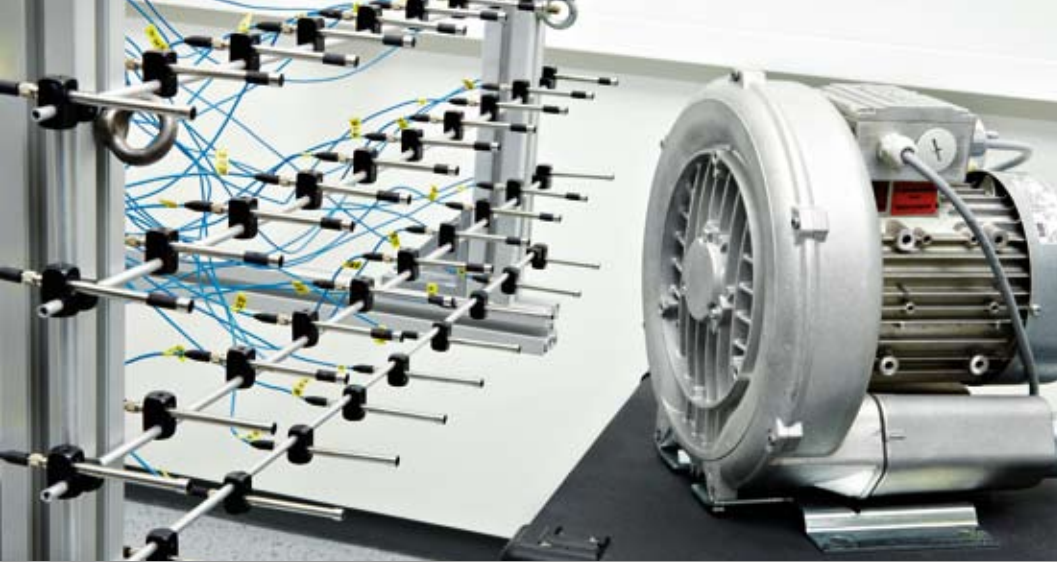
Official opening of the new AdRIA laboratories by Minister Kühne-Hörmann.

Contact: Prof. Dr. Thilo Bein · Telephone: +49 6151 705-463 · thilo.bein@lbf.fraunhofer.de

Hieran konnten über alle Technologiebereiche maßgebliche Fortschritte im Reifegrad der betrachteten Technologien erzielt werden, auf die teilweise an anderer Stelle im Jahresbericht im Detail eingegangen wird. Darüber hinaus wurden beispielsweise bleifreie Keramiken, neuartige Sensoren auf Basis elektroaktiver Polymere, leistungsfähige aber energieeffiziente Sensorknoten, Rapid-Prototyping-Verfahren zur Integration piezokeramischer Aktoren oder Methoden zur Bewertung der Systemzuverlässigkeit entwickelt.

Die in der Aufbauphase entwickelten und validierten Konzepte und Methoden der jeweiligen Technologiebereiche sollen in der Betriebsphase anhand komplexerer, anwendungsnaher Technologiedemonstratoren in adaptronische Gesamtsysteme überführt werden. So sollen stellvertretend für sehr viele Anwendungsszenarien aus dem Maschinen- und Anlagenbau u. a. eine Fahrzeugkarosserie, ein Motorfundament, ein Raum im Raum und ein hochskaliertes Tragwerk aufgebaut werden, mit denen Systemlösungen studiert und demonstriert werden können. Die in der Aufbauphase entwickelten Funktionsdemonstratoren nehmen dabei weiterhin eine wichtige Rolle ein, um die an den einzelnen Demonstratoren gewonnenen Erkenntnisse in die Optimierung der jeweiligen Technologie einfließen zu lassen.

Customer Benefits For the first time tailored and comprehensive research and development projects along the entire development chain can be implemented with this infrastructure. The range of services encompasses the experimental and numerical actual analysis and system identification of technical structures, the development of new functional materials, simulation methods, control strategies and embedded systems for adaptronics as well as the continual conception and development of adaptronic systems, their system integration and prototyping as well as the assessment of their system reliability. High-capacity equipment is available for partners on location such as experimental and operational modal analysis, acoustic holography and acoustic cameras, state-of-the-art software packages for structurally dynamic and vibro-acoustic simulation, rapid-prototyping methods such as selective laser sintering for polymers and metals or a computer tomography for service life and reliability analyses.



*Akustische Holographie zur Analyse von Lärmquellen.
Acoustic holography for the analysis of noise sources.*



*Zwei-axialer Unwulterreger zur Anregung
und Testen von aktiven Motorlagern.
Bi-axial exciter for loading and testing of active
engine mounts.*

Summary A worldwide unique research infrastructure on the topic of adaptronics has become established in the past years at the location of Darmstadt. In addition to the Fraunhofer Transferzentrum Adaptronik this particularly includes the LOEWE-Zentrum AdRIA (adaptronics – research, innovation, application). The LOEWE-Zentrum AdRIA is a worldwide unique center for adaptronics that pools together

a comprehensive service offer ranging from research and development to applications on a small-series scale. This basis enables comprehensive and tailored research projects in all adaptronics-related branches of industry to be carried out together with research and development partners on location.



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

DAS FRAUNHOFER LBF MANAGEMENT TEAM
FRAUNHOFER LBF MANAGEMENT TEAM



Prof. Dr.-Ing. H. Hanselka

INSTITUTSLEITUNG | DIRECTOR OF INSTITUTE

KOMPETENZCENTER
COMPETENCE CENTER

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



CAx-Technologien

CAx-Technologies

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



Datenanalyse und radbezogene Komponenten

Data Analyses and Wheel-Related Components

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



Mechatronik / Adaptronik

Mechatronics / Adaptronics

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. Bös · +49 6151 16-2903
boes@szm.tu-darmstadt.de



GESCHÄFTSFELDER
BUSINESS FIELDS

Industrie und Verbände

Industry and Associations

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



Öffentliche Auftraggeber

Public Private Partnership

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



INSTITUTS-STEUERUNGSTEAM
INSTITUTE MANAGEMENT TEAM

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



Vertreter der Kompetenzcenter
Representative Competence Center

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



Vertreter der Geschäftsbereichleiter
Representative Business Areas

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



Multiprojektmanagement
Multi-Project-Management

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



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 GmbH, Rüsselsheim

Prof. Dr. Christina Berger

Technische Universität Darmstadt, Darmstadt

Burkhard Domke

Airbus Deutschland GmbH, Hamburg

Herbert Heinisch

Volkswagen AG, Wolfsburg

Prof. Dr. Axel Herrmann

CTC GmbH, Stade

Dr.-Ing. Frank Höller

Carl Zeiss AG, Oberkochen

Dr.-Ing. Ferdinand Hollmann

Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bonn

Dr. Stefan Kienzle

Daimler AG, Ulm

Dr.-Ing. Peter Klose

MBtech Consulting GmbH (BDU), Sindelfingen

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

Dr.-Ing. Oliver Schlicht

Audi AG, Ingolstadt

Prof. Dr. rer. nat. Rudolf Stauber

BMW AG, München

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.



Sehr geehrte Kunden und Partner des Fraunhofer LBF, liebe Leser,

im nun folgenden Teil unseres Berichts informieren wir Sie wieder über eine Auswahl jüngster FuE-Ergebnisse und aktueller Projekte im Fraunhofer LBF.

Spannende Beispiele sind die numerischen und experimentellen Untersuchungen an den Landeklappenträgern des Airbus A380 oder die Entwicklung einer neuartigen, hochfrequenten Piezopumpe zur Injektion von AdBlue® in das Abgassystem von Kraftfahrzeugen, an der das Fraunhofer LBF gemeinsam mit den Unternehmen Ricardo und Noliac arbeitet.

Weitere, hoch aktuelle Projekte befassen sich mit Fragen zur Funktionsfähigkeit, Sicherheit und Zuverlässigkeit bei Elektrofahrzeugen. So werden radintegrierte Antriebe im LBF-eigenen Spezialprüfstand W/ALT, einem echten Rad-Straßensimulator geprüft, Lebensdaueranalysen von Motorkomponenten durchgeführt und Konstruktionslösungen zur Integration von Hochvolt-Energiespeichern in das Fahrzeug bewertet.

Auf welcher vielfältigen Weise LBF-Know-how und LBF-Technologie Kundennutzen stiften, zeigen die Schock- und Vibrationstests, die im Ganzfahrzeugprüfstand des Instituts an hochwertigen Rallyechronographen und klassischen Uhren der Firma SINN durchgeführt wurden. Die Zeitmesser bestanden die Extremtests mit Bravour! Diese und viele weitere Beispiele finden Sie ab der Seite 46.

Erstmals ist unser Jahresbericht nun über weite Passagen zweisprachig gehalten und passt sich so der Globalisierung an, die wir immer deutlicher erfahren, sowohl auf der Anbieterseite durch neue Konkurrenten als auch auf der Nachfrageseite durch neue Marktchancen. Wie für die Fraunhofer-Gesellschaft insgesamt, so ist auch für unser Institut der international

erwirtschaftete Ertragsanteil im vergangenen Jahr maßgeblich gestiegen. Unsere Strategie ist auf weiteres Wachstum in diesem Segment ausgerichtet. Das bedeutet für das Institut zunehmende Vernetzung in internationale Märkte hinein, verbunden mit der Erprobung darauf abgestimmter, neuer Formen der Zusammenarbeit und neuer Geschäftsmodelle.

Das Fraunhofer LBF bleibt traditionell innovativ, in drei Dimensionen:

Über unsere Geschäftsfelder sind wir dicht am Markt, entwickeln Visionen und gestalten Wachstum und Innovation in national wie international hochdynamischen Branchen mit. In unseren Kompetenzcentern wird ambitioniert geforscht und entwickelt. Hier entsteht heute das Know-how für die Märkte von morgen. Unsere Erkenntnisse setzen wir in konkrete Leistungsangebote für Sie, unsere Kunden und Partner, um und schaffen damit nachhaltige Wettbewerbsvorteile. Wir haben den Anspruch, Sie und uns voran zu bringen.

Messen Sie uns auch weiterhin daran! Wir freuen uns auf neue Herausforderungen.

Darmstadt, im März 2011

Dr. Ursula Eul
Leiterin Strategisches Management

Dear Fraunhofer LBF Customers and Partners,
Dear Readers,



As usual, in the following part of our report you can expect another wealth of spotlights on the latest R&D results and current projects at the Fraunhofer LBF.

Particularly exciting examples include the numeric and experimental examinations of Airbus A380 flap track fairings, or the development of new, high-frequency Piezo pumps for the injection of AdBlue® into the exhaust systems of vehicles, which is being worked on by Fraunhofer LBF, together with the companies, Ricardo and Noliac.

Several other highly up-to-date projects are concerned with questions regarding the functionality, safety and reliability of electric vehicles. In-wheel electric drive systems are tested in a custom W/ALT LBF test station, an authentic roadway simulator, as well as durability analyses of motor components carried out and construction solutions for the integration of high-volt energy storage devices in the vehicle evaluated.

The diverse range of customer use cases founded on the use of LBF know-how and technology can be seen in the impressive example of impact and vibration tests run in the institute's complete vehicle test station, using high-grade rallye chronographs and classic clocks from the company, SINN. The timers passed the extreme tests with flying colors! – These and several more examples can be found on page 46.

Our annual report is now available for the first time in extended passages in two languages. We are experiencing globalization more and more, promoted by specific economic dynamics during the so-called crisis; both on the supplier side with new competitors and on the side of request, with new market opportunities. The internationally obtained profit share

for both the Fraunhofer institute and the association as a whole has risen significantly in the previous year. Our strategy is set on further growth in this segment. For the institute this means an increasing networking in international markets, linked with the testing of new forms of cooperation and business models designed around this.

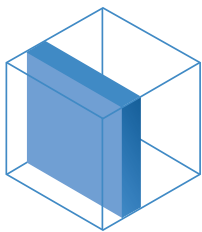
Fraunhofer LBF remains traditionally innovative in three dimensions:

Our fields of business keep us close to the market, developing visions, designing growth and innovation in highly dynamic, national and international lines of business. Our competence centers ambitiously research and develop ideas. This generates the necessary know-how for the markets of tomorrow. Our knowledge is set in concrete ranges of services for you, our customers and partners, in order to establish a sustainable competitive advantage. We carry the responsibility of driving you and ourselves forward.

You can hold us to that! We welcome new challenges.

Darmstadt, March, 2011

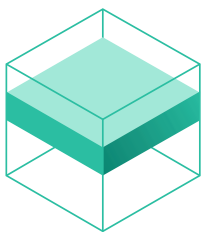
Dr. Ursula Eul
Director of Strategic Management



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 Versuchsroutinen in unseren dafür akkreditierten Laboren. [Mehr dazu ab S. 30](#)



Geschäftsbereiche

MASSGESCHNEIDERTE LÖSUNGEN FÜR IHRE MÄRKTE.

Unsere wichtigsten Märkte sind der Automobil- und Nutzfahrzeugbau, die Luftfahrt- und Schienenverkehrstechnik, der Schiffsbau, 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. In unseren Geschäftsfeldleitern finden Sie erste Ansprechpartner. [Mehr dazu ab S. 34](#)



Kompetenzcenter

KNOW-HOW FÜR DIE ZUKUNFT.

Unsere Wissenschaftlerteams in sieben Kompetenzcentern 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 stets zur Verfügung. Sprechen Sie uns an! [Mehr dazu ab S. 38](#)

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. 30](#)

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 intertechnological manner to create tailored solutions. [More on pg. 34](#)

Competence Center

KNOW-HOW FOR THE FUTURE.

Our teams of scientists in eight different competence centers 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](#)

Leistung auf den Punkt gebracht.

Focused services.

DESIGN UND KONSTRUKTION DESIGN AND CONSTRUCTION



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

SICHERHEITSSTRATEGIEN SAFETY STRATEGIES

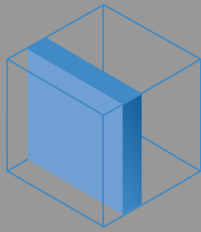


Zu den Grundbedürfnissen des modernen Menschen gehören Mobilität, Komfort und Sicherheit. Daraus resultieren steigende Ansprüche an die Funktionalität und die Sicherheit entsprechender Produkte. Die Expertenteams des Fraunhofer LBF entwickeln speziell auf Ihre Anforderungen zugeschnittene Strategien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

ZUVERLÄSSIGKEITSKONZEPTE RELIABILITY CONCEPTS



Immer mehr Produkte im Maschinen- und Anlagenbau sind durch mechatronische oder adaptionskonzepte, d. h. durch die Integration von Sensoren, Aktuatoren, Elektronik und Regelungstechnik geprägt. Bei derartigen 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



Fertigungstechnologie, den Materialeinsatz 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 betriebssichere 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.

Methodik zur Bewertung von 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.

Gesamtsystems. 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.

An increasing number 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



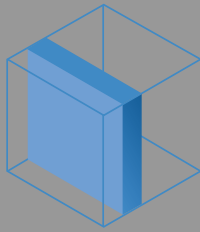
Europaweit leiden mehr als 100 Mio. Menschen in unterschiedlichen Formen und Auswirkungen unter Lärm. Stress, Schwerhörigkeit, Konzentrationsstörungen oder sogar erhöhtes Herzinfarktrisiko sind nachweislich die Folge. Lärm gilt mittlerweile weltweit als eine der wesentlichen Umweltverschmutzungen. Das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

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:

- LBF®.Wheel Strength/HubStrength: Spezialsoftware zur rechnerischen Auslegung von Fahrzeugrädern und Radnaben



LEISTUNGSKATEGORIEN | SERVICE CATEGORIES

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

- Technische Akustik
- Noise Vibration Harshness (NVH)
- 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. Our adaptive structures help consistently reduce vibrations and noise emissions both efficiently and at selected frequencies.

We offer you comprehensive expertise in the areas of:

- technical acoustics
- noise vibration harshness (NVH)
- intelligent systems for the active reduction of sound radiation
- active interfaces for the decoupling of noise frequencies
- active bearings.

- LBF®.DAP: numerisches Werkzeug zur Datenanalyse und Verkürzung von Zeitreihen
- ZWeiAxiale RadPrüfung im ZWARP oder im W/ALT-Prüfstand
- Produkte für aktive Lärm- und Schwingungskontrolle (ISYS Adaptive Solutions GmbH).

LBF®.Products is the name we have given to our range of market-tested products and services based on successful in-house 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 and vibration control (ISYS Adaptive Solutions GmbH).

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, Schiffe,
Schienenfahrzeuge

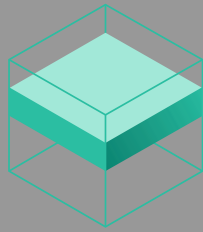
TRANSPORTATION

Aerospace, shipbuilding,
rolling stock



Mit Sicherheit verfügbar.

Rationalisierungsaspekte haben auch im Hinblick auf die Nutzung von Verkehrssystemen erheblich an Stellenwert gewonnen. Die angestrebte „Interoperabilität“ 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 Entwicklung geeigneter Prüfkonzepete über numerische und experimentelle Simulationen der Betriebsbeanspruchungen bis hin zu optimierten Leichtbaustrukturen und der Beurteilung aktiver Systeme bietet Ihnen das Fraunhofer LBF alle Leistungen aus einer Hand.

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 on 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 assessment of active systems.

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 Ihrer Produkte 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.

**Geschäftsfeldleiter |
Business Unit Managers**

**INDUSTRIE UND VERBÄNDE |
INDUSTRY AND ASSOCIATIONS**



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

**ÖFFENTLICHE AUFTRAGGEBER |
PUBLIC PRIVATE PARTNERSHIP**



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

Maßgeschneiderte Lösungen für Ihre Märkte.

Tailored solutions for your markets.

MASCHINEN- UND ANLAGENBAU MECHANICAL AND PLANT ENGINEERING



Mit Sicherheit präzise.

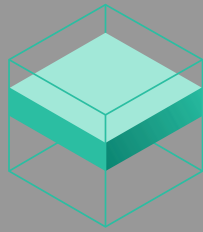
Präziser, wirtschaftlicher und leiser, das sind wesentliche Wettbewerbsfaktoren im modernen Maschinenbau. In diesem Verständnis ist das Fraunhofer LBF mit seiner international gefragten Kompetenz in Betriebsfestigkeit, Systemzuverlässigkeit und Adaptronik Ihr Dienstleistungspartner für Optimierungen 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,



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 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 in-operation monitoring and the appraisal and analysis of damage cases.

alternative Antriebe, Konzepte für 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.

**Geschäftsfeldleiter |
Business Unit Managers**

**INDUSTRIE UND VERBÄNDE |
INDUSTRY AND ASSOCIATIONS**

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

**ÖFFENTLICHE AUFTRAGGEBER |
PUBLIC PRIVATE PARTNERSHIP**

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

Know-how für die Zukunft.

Know-how for the future.

BAUTEILGEBUNDENES WERKSTOFFVERHALTEN COMPONENT RELATED MATERIAL BEHAVIOR

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, 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

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

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 for "Component-Related Material Behavior" focuses on the experimental and numerical step stress testing of metal and ceramic materials and structures under cyclic loading. Among the tasks are the implementation of force and axial strain-controlled test with samples and components as well as the determination and FEM-supported assessment of influence from the construction (indentations, geometry), manufacture (e.g.

casting, forging, welding, flame cutting, riveting), surface treatment (e.g. coating, abrasive blasting, nitrogenization, curing, deep rolling) and loading (constant or variable amplitudes, temperature, environmental medium) on the dynamic and roll resistance. The correlation of the cyclical parameters with local load and component parameters form the basis for the transferability of the specific values.

Contact



Dr.-Ing. H. Kaufmann

Telephone: +49 6151 705-345

heinz.kaufmann@lbf.fraunhofer.de

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.

Contact



Prof. Dr.-Ing. A. Büter

Telephone: +49 6151 705-277

andreas.bueter@lbf.fraunhofer.de

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.

Contact



Dipl.-Ing. M. Wallmichrath

Telephone: +49 6151 705-467

marc.wallmichrath@lbf.fraunhofer.de

Know-how für die Zukunft.

Know-how for the future.

CAX-TECHNOLOGIEN CAX-TECHNOLOGIES

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

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 Extremalwerte, Kollektivgrößen oder Frequenzinhalte 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.

Contact



Dr.-Ing. T. Bruder

Telephone: +49 6151 705-285

thomas.bruder@lbf.fraunhofer.de

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).

Contact



Dipl.-Ing. R. Heim

Telephone: +49 6151 705-283

ruediger.heim@lbf.fraunhofer.de

Know-how für die Zukunft.

Know-how for the future.

MECHATRONIK / ADAPTRONIK **MECHATRONICS / ADAPTRONICS**

Schwingungstechnische Problemstellungen sind bei der Entwicklung moderner, wettbewerbsfähiger Struktursysteme von herausragender Bedeutung. Mit steigenden Anforderungen an Leichtbau und Performance nimmt der Bedarf nach Kenntnis und Beherrschung der Strukturschwingungen weiter zu. Das Team des Kompetenzzentrums Mechatronik/Adaptronik unterstützt seine Kunden bei der Optimierung der strukturellen Eigenschaften von Bauteilen und Systemen. Dabei begleiten wir unsere Kunden von der Schwingungsanalyse über die prototypische Lösung bis hin zur spezifischen Bewertung der

technischen Zuverlässigkeit. Unser Team erarbeitet dabei aktive und passive Strukturlösungen zur Produktverbesserung. Unsere FuE-Dienstleistungen bieten wir mit den Schwerpunkten Schwingungstechnik, Monitoring, aktive Systeme und smarte Aktoren an. Unsere Kernkompetenzen sind:

- Experimentelle Analyse und Simulation,
- Modellbildung und numerische Simulation,
- Design und Prototyping,
- Regelungstechnik und Systemintegration und
- Systemzuverlässigkeit.

SYSTEMZUVERLÄSSIGKEIT UND MASCHINENAKUSTIK (assoziiertes Kompetenzzentrum)

SYSTEM RELIABILITY AND MACHINE ACOUSTICS (associated Competence Center)

Das Fachgebiet Systemzuverlässigkeit und Maschinenakustik SzM der Technischen Universität Darmstadt ist als Kompetenzzentrum 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

Adaptronik

Systemzuverlässigkeit

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.

Contact



Dr.-Ing. T. Melz

Telephone: +49 6151 705-252

tobias.melz@lbf.fraunhofer.de

The Department of System Reliability and Machine Acoustics SzM at the Technical University of 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 department 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 theme represents a new area of research on an international level. The integration of the Machine Acoustics work group – which can look back on decades of experience in acoustic issues - into the department in 2005 is a consistent supplementation of the competences with regard to the development of quieter and more reliable products.

Contact



Dr.-Ing. J. Bös

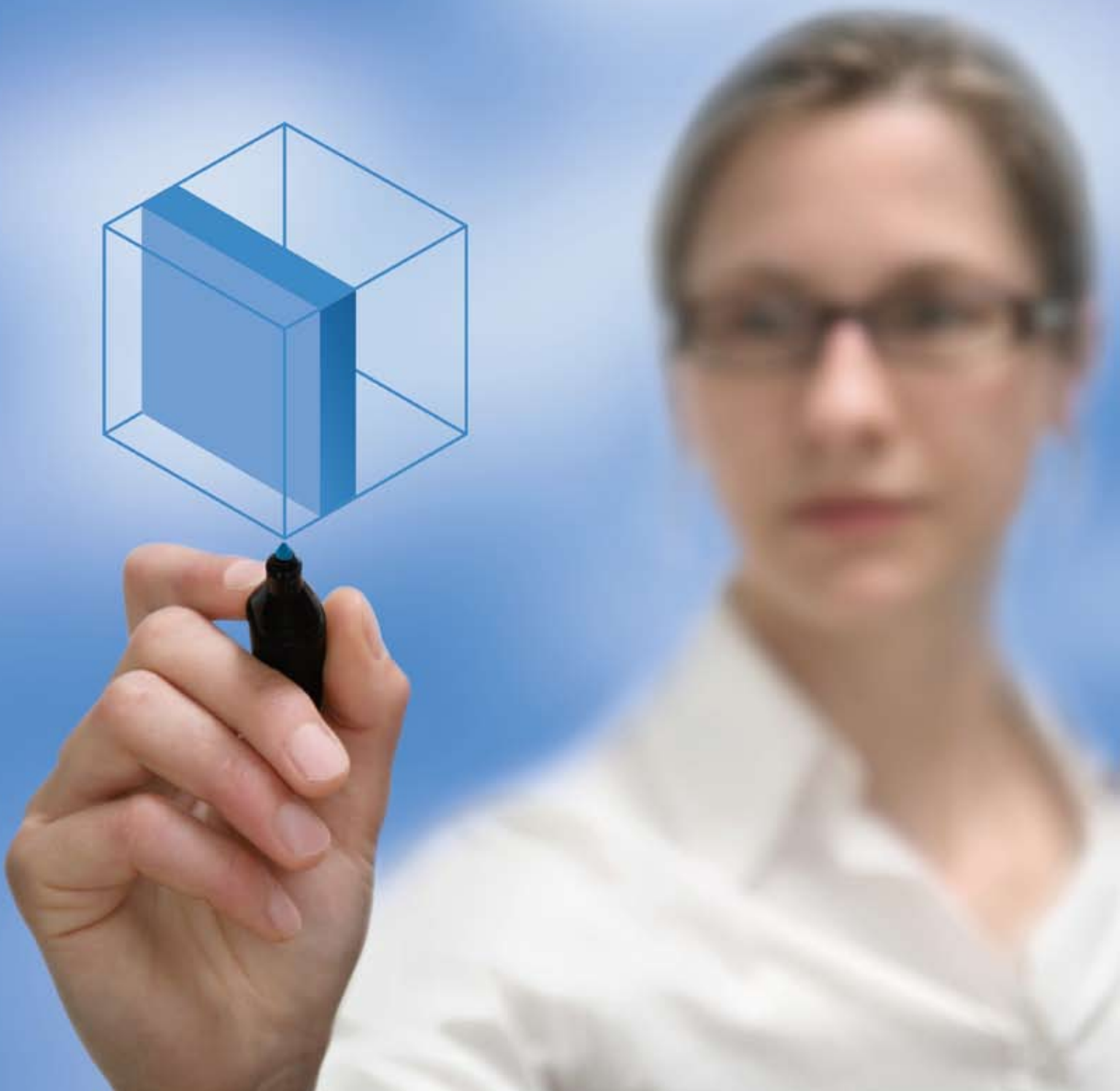
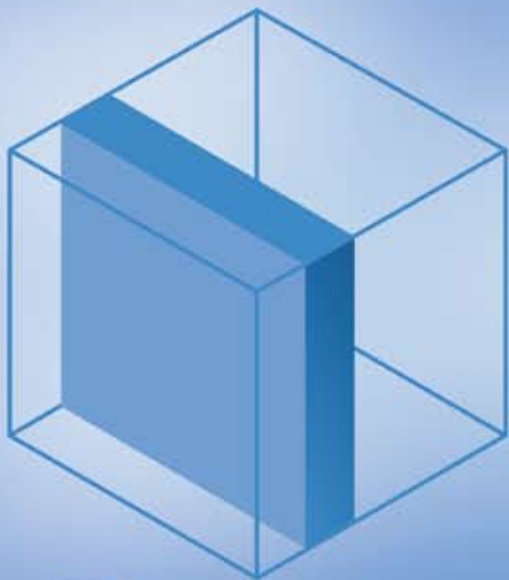
Telephone: +49 6151 16-2903

boes@szm.tu-darmstadt.de

Die Basis für Erfolg!

Design und Konstruktion.

The basis for success!
Design and construction.





> Dynamische Beanspruchung von Bauteilen
am Beispiel A380.

46

> Dynamic stress of components using the
example of the A380.



> Betriebsfeste Großgussbauteile für Zukunftsmärkte.

48

> Structurally durable large cast components for
future markets.



> Hochdynamische Sonderaktorik am Beispiel einer
hochfrequenten Piezopumpe.

50

> Highly dynamic special actuating elements using the
example of a high frequency piezo pump.



> Betriebsfestigkeitsuntersuchungen mit begleitender
Identifikation von Elastomerbauteilen.

52

> Structural durability tests with accompanying
identification of elastomer components.



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

Dynamische Beanspruchung von Bauteilen am Beispiel A380.

Dynamic stress of components using the example of the A380.

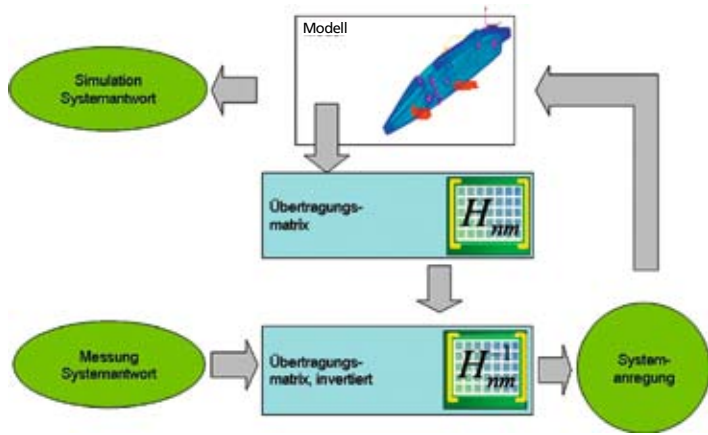
Contact: Riccardo Möller · Telephone: +49 6151 705-408 · riccardo.moeller@lbf.fraunhofer.de

Für die numerische Bestimmung lokaler Beanspruchungen in Bauteilen sind realitätsnahe Lastannahmen nötig. Die Lasten sind aber nicht immer messbar. So auch bei den Landeklappenträgern am A380. Aerodynamisch günstig sind diese z.T. direkt hinter den Triebwerken montiert und werden vom Triebwerksstrahl angeströmt. Diese Anregung erzeugt Schwingungen, die im Auslegungsprozess berücksichtigt werden müssen.

Bestimmung der Anregung aus Übertragungsverhalten und Systemantwort.

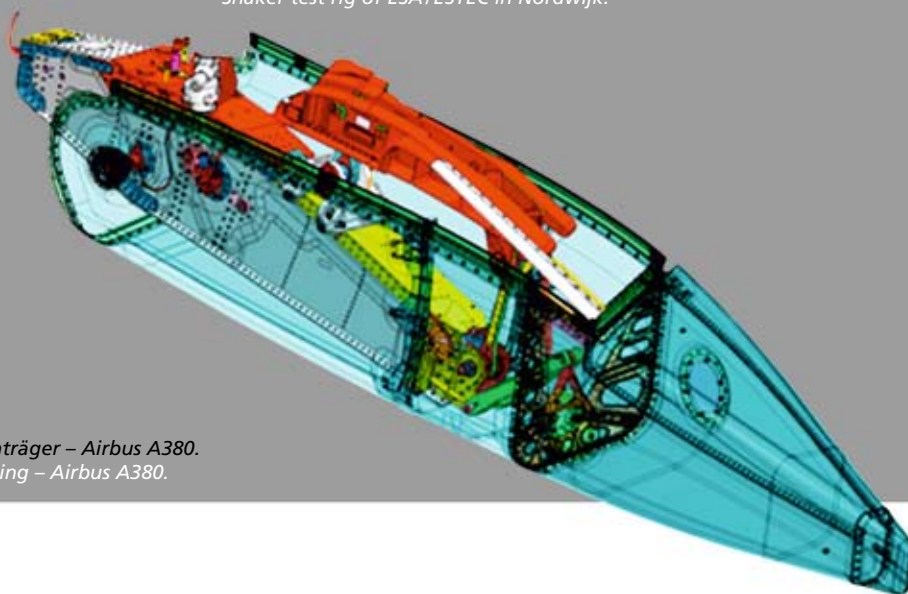
Mit einer alternativen Möglichkeit kann eine Anregung aus der gemessenen Systemantwort berechnet werden. Zur Bestimmung der Systemantwort wird das Systemübertragungsverhalten zu Grunde gelegt, das sich aus dem Verhältnis von Systemantwort zur Systemanregung ergibt. Gelingt es, das Schwingungsverhalten eines realen Systems im Modell abzubilden, so kann die Bestimmung der Übertragungsfunktionen am Simulationsmodell erfolgen. Wesentlich ist dabei die geeignete Wahl der Randbedingungen. In der Realität greift ein instationäres Druckfeld an der gesamten Struktur an, wobei jeder einzelne Punkt unterschiedlich belastet wird. In den Untersuchungen wurden verschiedene Abstraktionsstufen

dieser sehr komplexen Anregung, mit dem Ziel, den unteren Frequenzbereich abzubilden, realisiert. Im dargestellten Projekt konnte auf eine Vielzahl von Messungen (Druck, Kräfte, Beschleunigungen, Dehnungen) am System Landeklappenträger sowie der zugehörigen Verkleidung aus dem Flugversuch und aus Prüfstandsversuchen zurückgegriffen werden. Die Versuche auf dem Shaker-Prüfstand der ESA/ESTEC in Noordwijk und dem „Ground-Vibration-Test“-Prüfstand bei Airbus in Bremen hatten den Vorteil, dass die Anregungssignale definiert, messbar und reproduzierbar waren. So konnte das dynamische Übertragungsverhalten der Struktur am Modell analysiert und mit Messungen verglichen werden. Für die Simulation des Flugversuches wurde die Oberfläche in Teilflächen zerlegt, auf die jeweils eine Druckerregung aufgebracht wurde. Zur Bestimmung der einzelnen Anregungen wurden parallel zwei Ansätze umgesetzt: Bei ersterem wurde das Anregungsspektrum aus der gemessenen Systemantwort (Kräfte, Beschleunigungen) und den numerisch bestimmten Übertragungsfunktionen bestimmt. Beim zweiten Ansatz wurden von Drucksensoren gemessene Anregungssignale verwendet. Die Amplitude der Drucksignale wurde auf eine möglichst gute Übereinstimmung mit der Systemantwort hin optimiert. Die auf diese Weise bestimmte Anregung kann in



Prozess zur Bestimmung der Systemantwort.
Process for determining the system response.

Shaker-Prüfstand der ESA/ESTEC in Noordwijk.
Shaker test rig of ESA/ESTEC in Noordwijk.



Landeklappenträger – Airbus A380.
Flap track fairing – Airbus A380.

einer FE-Berechnung (finite Elemente) verwendet werden, um beispielsweise die Spannungs- oder Dehnungsverteilung im gesamten Strukturbauteil, sowie Bauteilschnittlasten zwischen den Komponenten zu bestimmen.

Customer Benefits Taking the system dynamics in all vibration-stressed components into consideration is an essential constituent for the conception process. The method presented here shows a way of alternatively determining an excitation from the system response. In this manner the local stress under dynamic loading can be determined on the entire simulation model.

Summary Local stress of dynamically loaded lightweight structures is often dominated by the vibration behavior of the system, which is an essential constituent for the conception process. However, the dynamic excitation of many systems, such as the aerodynamically excited flap track fairings of the Airbus A380, cannot be fully numerically assessed or measured. In these cases there is an alternate possibility by making use of the system response in order to determine from it a system excitation. In the end, system excitation can be used to determine local stress in the entire structure as well as sectional strain between individual components.

Holger Intemann
Airbus

„Die Simulation der auf ein Hochauftriebssystembauteil einwirkenden dynamischen Lasten aus dem Triebwerksstrahl kann als erster technischer Meilenstein für die zukünftige Strukturauslegung betrachtet werden, welche dem heutigen Flugzeugdesign, gekennzeichnet durch moderne und effiziente Antriebe mit vergrößerten Fan-Durchmessern und dem Ziel konsequenter Gewichtseinsparungen, Rechnung tragen muss.“

“The simulation of dynamic loads from the engine exhaust affecting a high-lift system component can be seen as a first technical milestone for future structural conceptions. This must be taken into account in the design of today's aircraft, which is characterized by modern and efficient drive propulsion systems with enlarged fan diameters and the goal of consistent weight reduction.”

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

Betriebsfeste Großgussbauteile für Zukunftsmärkte.

Structurally durable large cast components for future markets.

Contact: Jens Eufinger · André Heinrietz · Christoph Bleicher · Telephone: +49 6151 705-276 · jens.eufinger@lbf.fraunhofer.de

Die rechnerische Betriebsfestigkeitsanalyse von Großgussbauteilen basierend auf dem experimentell ermittelten, bauteilgebundenen Werkstoffverhalten hat eine lange Tradition im Fraunhofer LBF. Zukunftsmärkte, wie z.B. der Energieanlagenbau, setzen vielfach Großgussbauteile ein. Die betriebsfeste Auslegung dieser Komponenten ist ein wesentlicher Bestandteil im Entwicklungsprozess.

Gussknoten in Offshore-Windenergieanlagen.

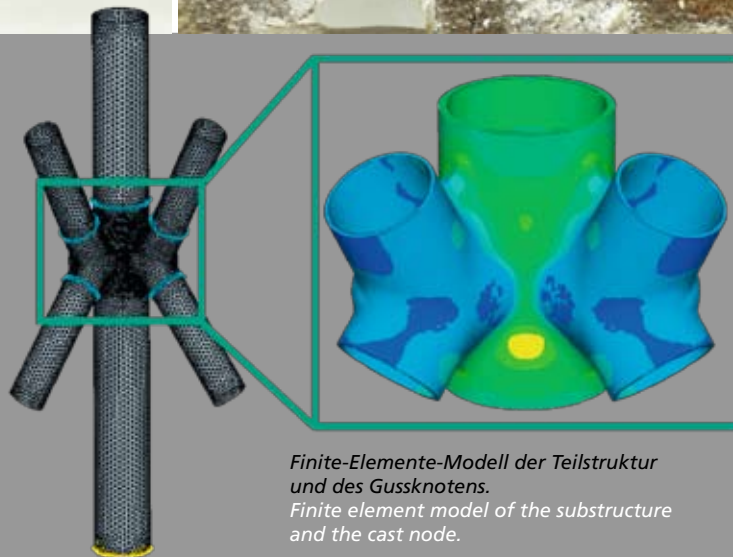
Die langjährige Erfahrung des Fraunhofer LBF in der rechnerischen und experimentellen Betriebsfestigkeitsanalyse von Großgussbauteilen konnte auch im Verbundforschungsprojekt „OGOWin – Optimierung aufgelöster Gründungsstrukturen für Offshore-Windenergieanlagen“ erfolgreich eingesetzt werden. Zielsetzung war die Methodenentwicklung zur Betriebsfestigkeitsbewertung von Gussknoten in der Gründungsstruktur unter Berücksichtigung der korrosiven Umgebungsbedingungen. In einer Betriebsfestigkeitsanalyse wird die Beanspruchung mit der Beanspruchbarkeit eines Bauteils verglichen. Beide Aspekte wurden in diesem Projekt vom Fraunhofer LBF betrachtet.

Die numerische Analyse mittels der Finite-Elemente-Methode ermöglichte es, die lokalen Beanspruchungen am Gussknoten zu ermitteln. Die Gussknoten sind im Fachwerk der Gründungsstruktur als Verbindungselemente der Rohre verbaut. Mehraxiale Belastungen wirken daher auf die Knoten. Ein hinreichend realitätsnahes Finite-Elemente-Modell der Struktur wurde aufgebaut, schädigungsrelevante Bereiche des Gussknotens lokalisiert und die Basis zur Festlegung der Qualitätsanforderungen an den Gusswerkstoff geschaffen.

Die Beanspruchbarkeit des Gusswerkstoffes wurde in experimentellen Untersuchungen ermittelt. Da die Gussknoten auch im Übergangsbereich vom Meerwasser zur Luft, der so genannten „Splash-Zone“ verbaut sind, wurde der Korrosionseinfluss auf die Schwingfestigkeit durch eine Beaufschlagung der Proben im Versuch mit einem Sprühnebel aus künstlichem Meerwasser analysiert. Um im Sinne der angewandten Forschung auch die Auswirkungen einer Beschädigung der Korrosionsschutzlackierung beurteilen zu können, wurden ebenfalls Versuche mit einer beschädigten Beschichtung durchgeführt.



*Korrosive Prozesse bei einer lokalen Beschädigung der Korrosionsschutzlackierung.
Corrosive process of a local damage in the corrosion protection coating.*



*Finite-Elemente-Modell der Teilstruktur und des Gussknotens.
Finite element model of the substructure and the cast node.*

Im Rahmen der Methodenentwicklung zur Betriebsfestigkeitsbewertung von Gussknoten wurden die experimentell erzielten Schwingfestigkeitskennwerte mit Werten aus bekannten Standards, wie der Richtlinie des Germanischen Lloyds oder auch des Det Norske Veritas, verglichen. Neben dem Stand der Technik und der praxisüblichen Vorgehensweise im Zertifizierungsprozess konnte so auch das fallweise notwendige Potenzial hoher Abgussgüten für eine betriebsfeste Bemessung aufgezeigt werden.

Customer Benefits We are able to offer our customers from energy plant construction, raw materials producing industries, engine construction and the building industry a comprehensive fatigue life analysis of large cast components:

- a methodical approach in accordance with guidelines and extended processes,
- a modelling and numerical analyses of the local stresses close to reality,
- the experimental determination of fatigue properties,
- the definition of necessary casting qualities,
- and taking these into consideration in the fatigue life analysis.

Summary The numerical fatigue life analysis of large cast components based on experimentally determined, component-related material behaviour has a long-standing tradition at Fraunhofer LBF. In the "Optimization of jacket substructures for Offshore Wind turbines (OGOWin)" joint research project, the institute developed a method for the fatigue life analysis of cast nodes in a foundation structure. Numerical analyses were performed with a finite-element model of the structure close to reality. The fatigue properties were determined in experiments. The casting quality as well as the effect of corrosion were taken into consideration.



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

Hochdynamische Sonderaktuatorik am Beispiel einer hochfrequenten Piezopumpe.

Highly dynamic special actuators exemplified with a high frequency piezoelectric pump.

Contact: Thorsten Koch · Telephone: +49 6151 705-391 · thorsten.koch@lbf.fraunhofer.de

Die Vorteile von Piezoaktoren werden immer noch selten genutzt. Im Projekt HIPER-Act wird u.a. eine Einspritzpumpe auf Basis hochdynamischer Piezoaktoren entwickelt. Um Entwicklungsrisiken zu minimieren, entwickelt das Fraunhofer LBF flexible Simulationsmodelle und Integrationstechniken für Piezoaktoren, die die Pumpenoptimierung und die nachfolgende Produktentwicklung deutlich beschleunigen.

HIPER-Act – Piezoaktuatorik für industrielle Anwendungen.

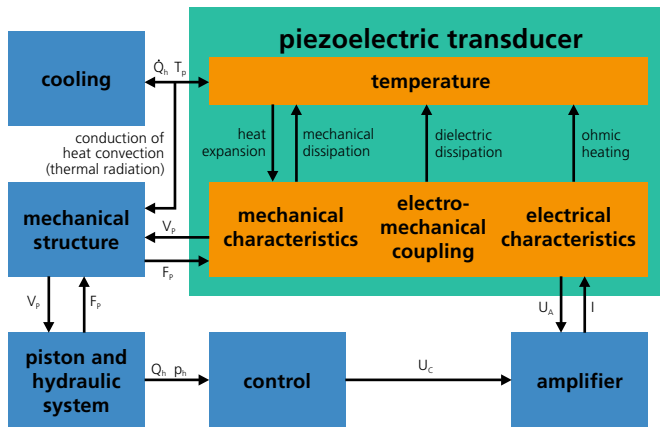
Im 7. Rahmenprogramm für Forschung innerhalb der Europäischen Union wird im Projekt HIPER-Act (Novel technology for HighPERformance piezoelectric Actuators) unter anderem eine hochfrequente Piezopumpe von Fraunhofer LBF, Ricardo und Noliac entwickelt. Hier kommen erstmals neu entwickelte Piezoaktoren zum Einsatz, die bezüglich Fertigungskosten, Robustheit und Einsatzdynamik optimiert sind und neue Applikationen für die Piezoaktortechnologie erschließen werden.

Innerhalb des Projektes werden neue Piezomaterialien sowie darauf basierende Aktoren entwickelt, die eine deutlich höhere Feuchtigkeits- und Bruchresistenz und damit auch eine höhere Lebensdauererwartung aufweisen. Um auch die Kosten für Piezoaktoren weiter zu senken, werden neue

Fertigungsverfahren entwickelt. Die neuen HighPERformance Aktoren kommen im Anschluss in vier industriellen Anwendungen zum Einsatz.

Eine dieser Anwendungen ist eine hochfrequente Piezopumpe zur Injektion von AdBlue® im Abgastrakt von Kraftfahrzeugen. Durch die piezogesteuerte Einspritzung wird es möglich sein, den Schadstoffausstoß durch eine feinere Dosierung weiter zu senken und eine weitere Kommerzialisierung der kostengünstigen Piezoaktoren zu erlauben. Das Fraunhofer LBF entwickelt hierzu in Zusammenarbeit mit der Firma Ricardo ein ganzheitliches Simulationsmodell, in dem thermomechanische, elektromechanische und hydraulische Wechselwirkungen im aktorischen Großsignalbetrieb berücksichtigt werden. In Kombination mit Konstruktions- und hydraulischen Modellen können damit bereits auf dem Reißbrett entworfene Komponenten bezüglich ihrer späteren Performance anwendungsnah vorbereitet werden. So können frühzeitig konstruktive Details verbessert und Funktionen implementiert werden, was den Entwicklungsprozess deutlich beschleunigt und damit Kosten spart.

Die entwickelten Simulationsmodelle, damit verbundene Simulationsverfahren zur Auslegung der Aktuatorik und das Integrations-Know-how sind modular aufgebaut und



Ganzheitliches Simulationsmodell.
Holistic simulation model.

Antriebsmodul mit Piezoaktor.
Driving module with piezo actuator.

Partner
Partners



können flexibel bei künftigen hochdynamischen Anwendungen mit Piezoaktoren eingesetzt werden, dies auch über Pumpenanwendungen hinaus.

Customer Benefits The simulation tools and methods as well as the integration know-how developed in the project by Fraunhofer LBF enable our customers to test new applications based on piezo-ceramic actuators with regard to their feasibility and performance. The availability of cost-effective and robust piezo actuators will also make piezo technology interesting for new markets that up to now have avoided the effort and expense of introducing this new technology into their products.

Summary Highly dynamic piezo actuators are only used in special applications today. New and cost effective piezo actuators are developed in the EU-financed HIPER-Act project that are to be made available by means of new applications and additional markets. In order to simplify product integration, Fraunhofer LBF is developing convenient piezo actuator simulation models and integration methods that can be used for further structural developments. These are being applied in a subproject together with Ricardo, one of our partners. In

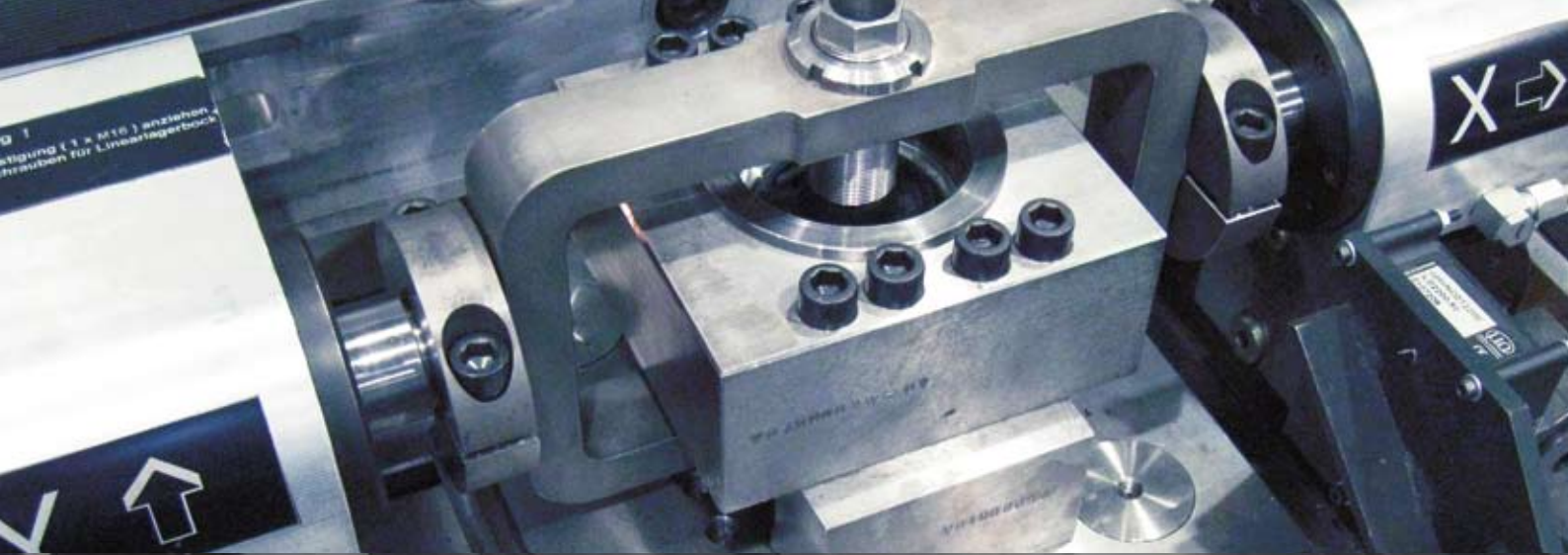
this project a piezo pump is used in the exhaust engine for the injection of AdBlue®, a fluid for the environmentally-friendly treatment of emissions.



Peter Feulner
Head of Research
and Technology
Ricardo Deutschland
GmbH, Schwäbisch
Gmünd

„Gemeinsam mit dem Fraunhofer LBF entwickeln wir im Projekt HIPER-Act eine neuartige Piezopumpe zur Einspritzung von AdBlue®, die eine weitere Verbesserung der Abgaswerte (NOx – SCR) ermöglicht. Durch die Anwendung der Piezotechnologie eröffnet sich ein breites Spektrum, Pumpen im Fahrzeug zu dezentralisieren und damit gezielter auf die Anwendung abzustimmen.“

“Together with Fraunhofer LBF we are developing within the HiPer-Act project an innovative piezo pump for the injection of AdBlue®, which enables an improvement of the emission values (NOx – SCR). The application of piezo technology opens a wide range of possibilities in decentralizing pumps in vehicles and thus adapting the technology specifically to meet the requirements of the application.”



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

Betriebsfestigkeitsuntersuchungen mit begleitender Identifikation von Elastomerbauteilen.

Structural durability tests with accompanying identification of elastomer components.

Contact: Dr. Dirk Bergmannshoff · Telephone: +49 6151 705-364 · dirk.bergmannshoff@lbf.fraunhofer.de

Elastomerbauteile werden in der Verkehrstechnik sowie dem Maschinen-, Apparate- und Anlagenbau vielfältig eingesetzt. Für die Auslegung der gewünschten Systemcharakteristik ist das Wissen um die Feder- und Dämpfungseigenschaften in einem bestimmten Frequenzbereich und um die Lebensdauer bei der zu erwartenden Belastung erforderlich. Materialeigenschaften und Lebensdauer werden experimentell bestimmt.

Realitätsnahe Betriebslastennachfahrversuche.

Zur Prüfung und Identifikation von Elastomerbauteilen, wie z. B. Fahrwerksbuchsen, Motorlagern oder Schwingungsdämpfern, setzt das Fraunhofer LBF einen servohydraulisch betriebenen 3-Kanal IST Elastomerprüfstand (Abb. 1) ein, mit dem sich zwei Axialkräfte (max. 25 kN) und ein Moment (max. 500 Nm) unabhängig voneinander aufbringen lassen. Die maximal erreichbare Frequenz liegt bei 100 Hz.

In einem aktuellen Projektbeispiel wurden Betriebslastennachfahrversuche mit begleitender Identifikation an Fahrwerkselastomerlagern durchgeführt. Bei der Identifikation, insbesondere bei großen Amplituden und hohen Frequenzen, erwärmen sich Elastomere. Die Temperatur beeinflusst das Materialverhalten entscheidend. Daher führen Messungen von dynamischen Kennwerten z. B. mit ansteigenden Frequenzen zu anderen Ergebnissen als die gleichen Messungen mit abfallenden Frequenzen (Abb. 2). Im Fraunhofer LBF wurde eine Strategie entwickelt, mit der Fehler aufgrund von Temperaturunterschieden bei der Identifikation von Elastomeren minimiert werden. Dies gilt sowohl für Vollgummilager als auch für Hydrolager (Abb. 3).

Die Betriebslastennachfahrversuche der Fahrwerkselastomerlager erfolgten 3-kanalig kraft- und winkelgeregelt bis 80 Hz unter Luftkühlung. Bei der Iteration der drei

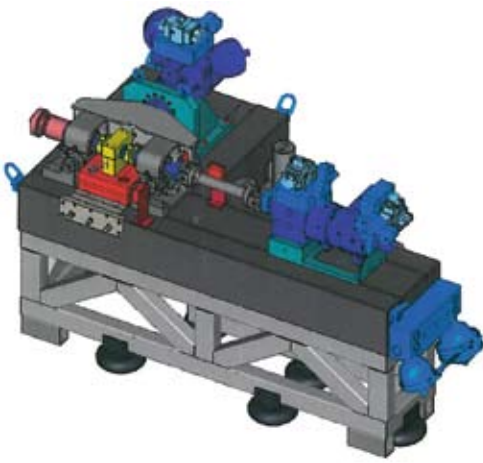


Abb. 1: IST 3-Kanal Elastomerprüfstand.
Fig. 1: IST 3-channel elastomer test stand.

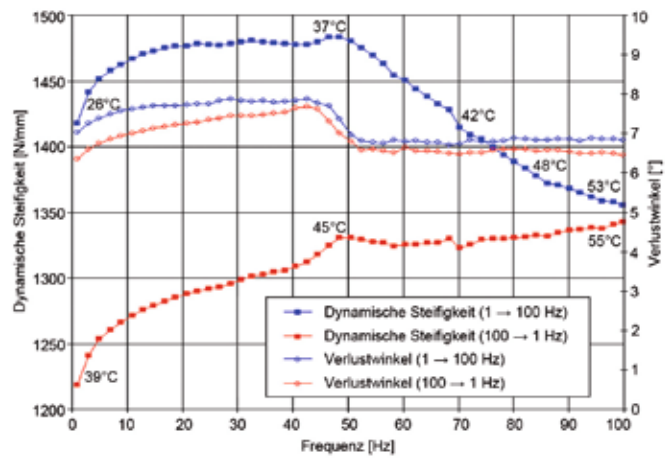


Abb. 3: Einfluss der Temperatur auf dynamische Kennwerte.
Fig. 3: Influence of the temperature on the dynamic parameters.

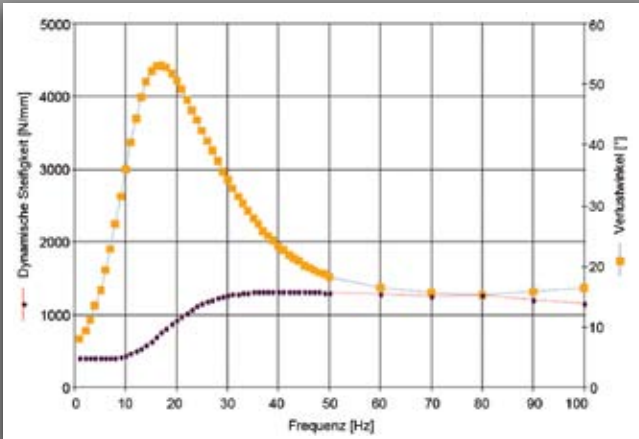


Abb. 2: Dynamische Kennwerte als Funktion der Frequenz.
Fig. 2: Dynamic parameters as a function of the frequency.

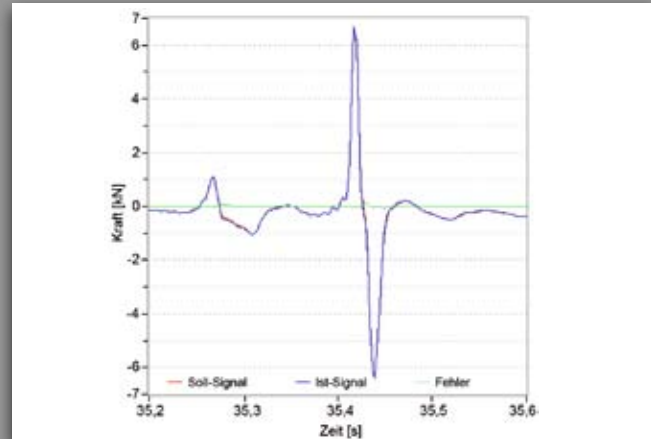


Abb. 4: Iterationsgüte: Vergleich von Soll- und Ist-Signal.
Fig. 4: Iteration quality: comparison of target and actual signal.

Betriebslastensignale wurde schon nach wenigen Schritten eine sehr gute Übereinstimmung der Ist-Signale mit den Soll-Signalen erreicht. Einen repräsentativen Ausschnitt eines Betriebslastensignals zur Beurteilung der Iterationsgüte zeigt Abb. 4. Begleitend zu den Betriebslastennachfahrversuchen wurde in Intervallen eine Identifikation zur Dokumentation des sich verändernden Materialverhaltens und eine Sichtprüfung auf Risse in den Elastomeren vorgenommen. Ein Vergleich der Lebensdauer mit in-situ Fahrwerkselastomerlagern zeigt eine gute Übereinstimmung mit den durchgeführten Betriebslastennachfahrversuchen.

Customer Benefits The 3-channel elastomer test stand of the Fraunhofer LBF enables the realistic testing of the structural durability of elastomer components and the simultaneous documentation of changing material behavior. A substitution of elaborate in-situ structural durability tests of elastomers is possible. Operational load follow-up tests and identification of up to 100°C will be available in the future.

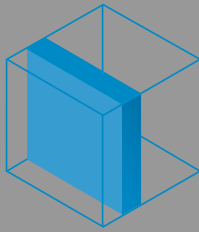
Summary In order to identify elastomer components such as carriage sockets, engine mounts or vibration dampers, Fraunhofer LBF uses a servo-hydraulically operated, 3-channel elastomer test stand with which two axial forces and a moment up to 100 Hz each can be applied. This way the structural durability of elastomer components can be realistically examined and the changing material behavior can be documented during the process. Operational load follow-up tests on carriage elastomer bearings show good agreement of the durability with in-situ bearings.

Worauf Sie sich verlassen können!

Zuverlässigkeitskonzepte.

What you can rely on!
Reliability concepts.





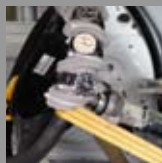
ZUVERLÄSSIGKEIT | RELIABILITY



> Funktionale Sicherheit und Zuverlässigkeit
in der Elektromobilität.

56

> Functional safety and reliability in electromobility.



> Mechanische Uhren auf dem Prüfstand.

58

> Mechanical watches on the test stand.



> Sichere und zuverlässige Elektrofahrzeuge.

60

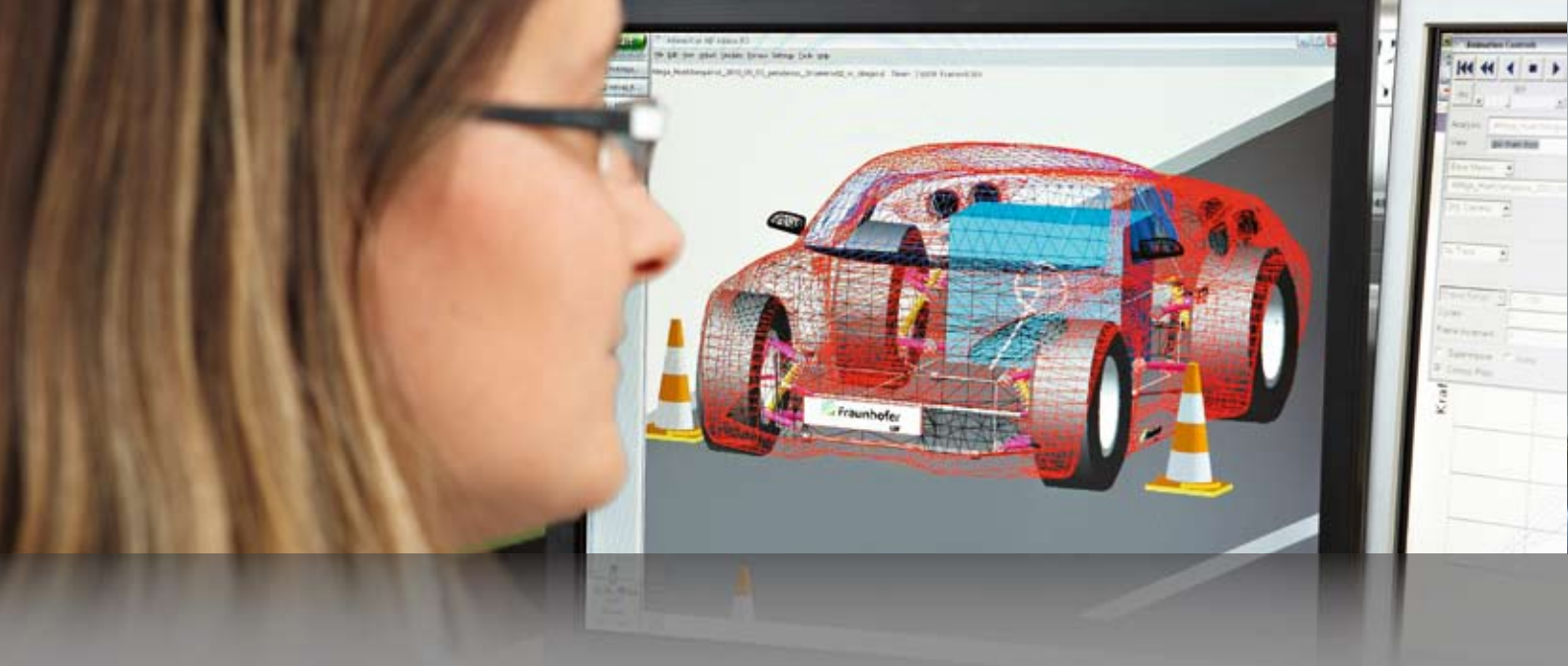
> Safe and reliable electric vehicles.



> Vermessung einer adaptiven Flügelvorderkante.

62

> Measurement of an adaptive wing leading edge.



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

Funktionale Sicherheit und Zuverlässigkeit in der Elektromobilität.

Functional safety and reliability in electromobility.

Contact: Matthias Rauschenbach · Telephone: +49 6151 705-8334 · matthias.rauschenbach@lbf.fraunhofer.de

Die Entwicklung von Elektrofahrzeugen bedeutet nicht nur im Hinblick auf die Realisierung eines alltagstauglichen Fahrzeugkonzepts eine neue Herausforderung. Auch die Untersuchung und Bewertung der Sicherheit und Zuverlässigkeit solcher Elektromobile führt Forscher und Entwickler an neue Fragestellungen heran.

Sicherheitsorientierte Systemgestaltung.

Innerhalb der Fraunhofer Systemforschung Elektromobilität FSEM werden unter Beteiligung mehrerer Institute Fahrzeugkonzepte und Technologieträger für die Elektromobilität entwickelt. Neben der Erarbeitung technischer Gestaltungskonzepte und Lösungen sind Zuverlässigkeit und funktionale Sicherheit dabei von grundlegender Bedeutung. Das Fraunhofer LBF begleitet die Entwicklung typischer Komponenten der Elektromobilität, wie zum Beispiel Radnabenmotor, zentrales Steuergerät und Energiespeichersysteme mit Analysemethoden hinsichtlich der Systemzuverlässigkeit und funktionalen Sicherheit. Dabei besteht die Herausforderung einerseits darin, die spezifischen Anforderungen und technologischen Besonderheiten von E-Fahrzeugen zu berücksichtigen.

Zum anderen gilt es, die bewährten Analysetechniken für solche Systeme den Sicherheitserfordernissen angemessen anzuwenden und bedarfsgerecht zu erweitern.

Entsprechend dem aktuellen Stand der Technik wurde als Vorbereitung dafür und für eine sicherheitsorientierte Systemgestaltung eine Gefährdungsanalyse und Risikoklassifizierung anhand der ISO/DIS (Draft International Standard) 26262 für funktionale Sicherheit von Straßenfahrzeugen angefertigt. Darin geforderte Analysetechniken und Bewertungsmethoden dienen dazu, möglicherweise gefährliche Situationen zu identifizieren, nach Automotive Safety Integrity Level (ASIL) – Klassifizierung zu bewerten und angemessene Abhilfemaßnahmen zu vereinbaren. In gemeinsamen Workshops wurden dadurch von den beteiligten Partnerinstituten getragene Zielsetzungen erarbeitet.

Neben der sicherheitsorientierten Systemgestaltung dienen die Ergebnisse der Gefährdungsanalyse und Risikoklassifizierung auch als essentielle Grundlage der nun durchzuführenden Fehlermöglichkeits- und Einflussanalysen (FMEA), die mit Konzeption der Sicherheitsmechanismen in



Im Hinblick auf Zuverlässigkeit und Funktionssicherheit zu untersuchende aktive magnetorheologische Kupplung des Fraunhofer LBF.
Active magnetorheological clutch of Fraunhofer LBF being examined for its reliability and functional safety.

Gefährdung:

überhöhtes Drehmoment an einem der Räder



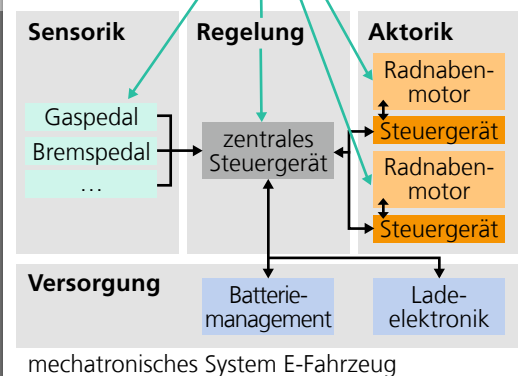
Sicherheitsziel:

Abweichung des Antriebsmoments zuverlässig vermeiden



Zuordnung:

An Antriebsmoment beteiligte Systemteile



Bestimmung von Sicherheitszielen und Zuordnung zu Systemkomponenten eines Elektrofahrzeugs.
Determination of safety objectives and allocation of the system components of an electric vehicle.

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

verschiedenen Systemteilen bereits begonnen werden konnten. Die aktuell laufenden Entwicklungstätigkeiten werden somit mit Qualitätsmethoden nach dem derzeitigen Stand der Technik der Automobilindustrie begleitet. Zudem fließen in die Entwicklung die für die Automobilindustrie noch neuen und überaus aktuellen Anforderungen der funktionalen Sicherheit ein.

Outlook and Customer Benefits The system reliability and functional safety of technical systems with a high share of electronic system content places great demands on the systematic design and analytical verification of these systems. The experience gained in applying the described methods and tools within the framework of FSEM is also of increasing significance beyond automobile industry. As a result, customers from the automobile industry as well as other branches of industry benefit from the expertise of Fraunhofer LBF in the approach, presentation and evaluation of system functions, system reliability and functional safety.

Summary Solutions for the future of electromobility are developed and demonstrated in technology organizations within the framework of the BMBF-supported Fraunhofer Systemforschung Elektromobilität (electromobility system research). Among other topics, Fraunhofer LBF is working on safety and reliability analyses of demonstration vehicles with the objective of supporting the technical and functional system concept and of realizing appropriate system reliability as well as functional safety. This requires a broader understanding of conventional methods of analysis.



Die Uhren am Lenkrad, unterfüttert von Kunststoffringen. Diese simulierten die Dämpfungswirkung, die intuitiv von der Hand eines echten Fahrers ausgehen würde.

Watches attached to a steering wheel and supported with plastic rings. These simulated the damping effect that intuitively comes from the hand of a real driver.

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

Mechanische Uhren auf dem Prüfstand.

Mechanical watches on the test stand.

Contact: Anke Zeidler-Finsel · Telephone: +49 6151 705-268 · anke.zeidler-finsel@lbf.fraunhofer.de

Motorsport-Profis verzichten bei der Ausübung ihres Sports ungerne auf die Uhr am Handgelenk – auch wenn dies eine harte Belastung für die Zeitmesser darstellt. Denn ist die Strecke rau und holprig, jedes Rütteln und Schütteln am Lenkrad überträgt sich automatisch auf die Uhr. Dabei können heftige Stöße und Vibrationen für ein mechanisches Uhrwerk in vielerlei Hinsicht folgenreich sein: Die Unruhspirale oder die Stoßsicherungsfeder der Unruh können sich verformen. Zifferblattfüße geben möglicherweise nach oder die Zifferblattlage dezentriert sich, so dass das äußere Zeigerfutter an der Mittelpunktsbohrung reibt. Der Zeigersitz kann sich lockern, die Zeiger liegen nicht mehr planparallel und können sich gegenseitig behindern. Weitere Schäden sind denkbar.

Tests auf simulierter Schlechtwegstrecke.

Für die Belastungstests wurden Rallyechronographen und auch klassische Uhren ausgewählt. Denn alle hochwertigen Uhren sollen robust und alltagstauglich sein. In der Testkarosserie angebracht, wurden die sensiblen Uhren förmlich durchgerüttelt von Stößen und Vibrationen, als befänden sie sich auf einer Straße mit zig Schlaglöchern. Das Lenkrad mit

den Uhren war zuvor mit Bändern arretiert worden, da sich während des Tests kein Testfahrer in der Karosserie befand. In Folge der simulierten Erschütterungen zeigte das Lenkrad kurze, heftige Ausschläge nach rechts und links, lediglich unterbrochen von kurzen Phasen des Stillstandes. Der Test war so angeordnet, dass parallel die entstehende Beschleunigung am Handgelenk gemessen werden konnte. Da die Hand des Fahrers bei Erschütterungen im echten Fahrversuche dagegen schwingen würde, saßen die Uhren auf Kunststoffringen, die diese Dämpfungswirkung simulierten.

Nach 30 Minuten Testlauf zeigten alle fünf Uhren weder Abweichungen von der eingestellten Funkuhrzeit noch Funktionsstörungen, auch nicht im Zeigerwerkbereich. Ein Abgleich auf der so genannten Zeitwaage zeigte lediglich leichte Veränderungen der Gänge an. Nach 13 Stunden Testlauf – was einer Kilometerleistung von 300 km auf dieser harten Schlechtwegstrecke entspricht – zeigten vier von fünf Uhren leichte Abweichungen von der zuvor eingestellten Funkuhrzeit, die zwischen +1 und –3 Sekunden lagen. Ansonsten ließen sich keine Auswirkungen im Uhrwerk beobachten.



Lothar Schmidt, Inhaber von SINN, Arno Gabel, Leiter Kundenzufriedenheit und -betreuung, Institutsleiter Prof. Dr. Holger Hanselka und Dr. Wolfgang Schonefeld, Leiter technische Entwicklung bei SINN (v.l.), bei den Vorbereitungen.

Lothar Schmidt, owner of SINN, Arno Gabel, Head of Customer Satisfaction and Care, Institute Director Prof. Dr. Holger Hanselka and Dr. Wolfgang Schonefeld, Head of Technical Developments at SINN (from left) during test preparations.

Customer Benefits Fraunhofer LBF's research performances flow into the admission requirements for developments in diverse branches of industry. Specific customer requests as well as test stand developments are the focus of its service offers. Up to now, the stress test of special mechanical watches has been unique. The test items survived both tests with excellent results. Suitability for everyday use and robustness were proven even under the influence of extreme vibrations and shocks. Customers and end users can be certain of having a reliable product.

Summary Entire car bodies can be checked on the full vehicle test stand at Fraunhofer LBF – or even watches. The Sinn company, manufacturer of special watches in Frankfurt am Main, wanted to know exactly how its watches react to shocks and vibrations, for example during rally races. Five mechanical watches were fastened to the steering wheel of a test car, a rough road was simulated and, with that, the watches were exposed to high accelerations. Since the hand and wrist of a driver have a damping effect at such accelerations, the watches were attached to plastic rings in order to simulate this

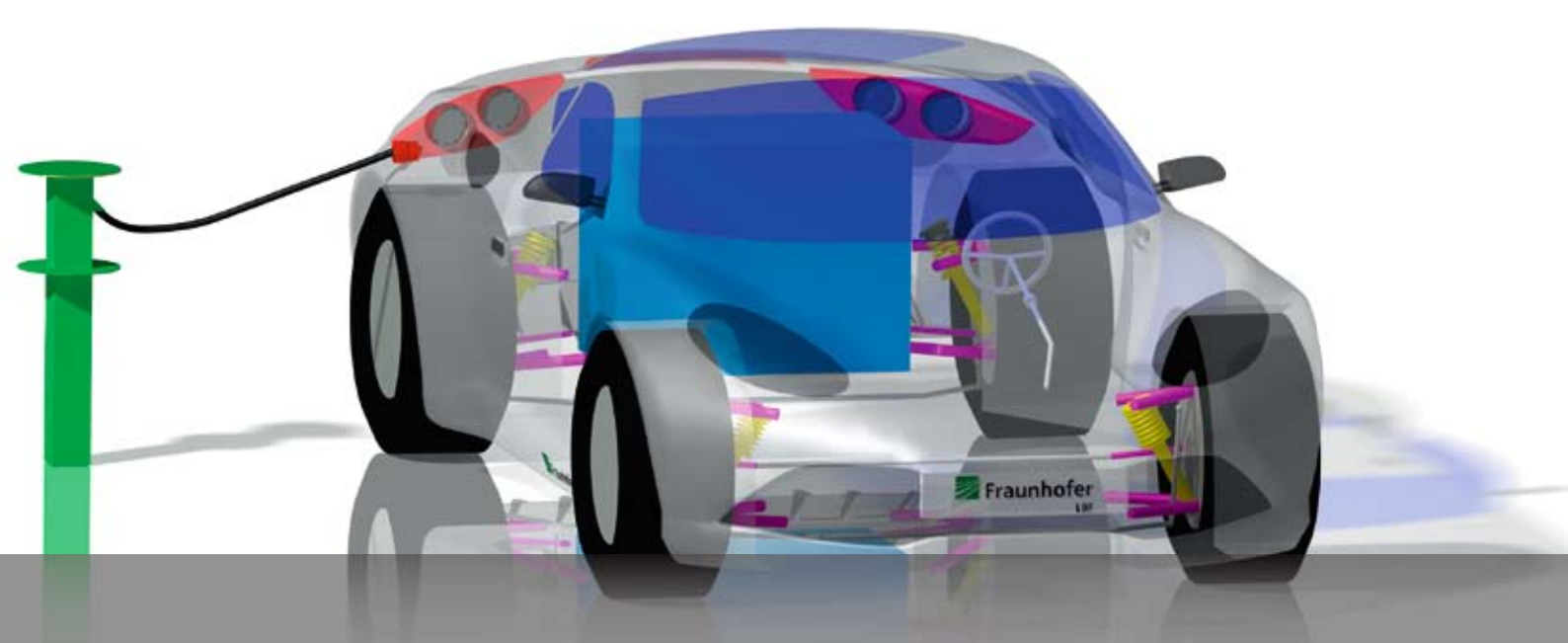
damping effect. The watches were examined with a timing apparatus after the test. Results showed that the watches survived the test without damage and that no irregularities occurred in the clockwork mechanisms.



Lothar Schmidt, Inhaber Sinn Spezialuhren zu Frankfurt am Main

„Der Test beim Fraunhofer LBF in Darmstadt bedeutete eine Premiere und belegt eindrucksvoll, dass SINN-Uhren auch unter extremen Bedingungen einwandfrei funktionieren. Diese außergewöhnlichen Versuche wurden professionell und mit viel Sachverstand und Flexibilität ausgeführt.“

“The test at Fraunhofer LBF in Darmstadt was a premiere and impressively demonstrates that SINN watches function perfectly even under extreme conditions. This exceptional test was carried out professionally and with much expertise and flexibility.”



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

Sichere und zuverlässige Elektrofahrzeuge.

Safe and reliable electric vehicles.

Contact: Dr. Michael Jöckel · Klaus Höhne · Telephone: +49 6151 705-272 · michael.joeckel@lbf.fraunhofer.de

Benzin- und Dieselfahrzeuge werden schon seit Jahrzehnten millionenfach verkauft. Dem entsprechend existiert in der Fahrzeugbranche ein reicher Erfahrungsschatz in allen wichtigen Entwicklungsfragen. Mit der Einführung elektrischer Antriebstechnik sind die verfügbaren Entwicklungsmethoden jedoch grundlegend zu überdenken. Die Ingenieure haben es jetzt unter anderem mit Hochvolt-Bordnetzen und -Batteriesystemen sowie leistungsstarken elektrischen Antriebsmotoren zu tun.

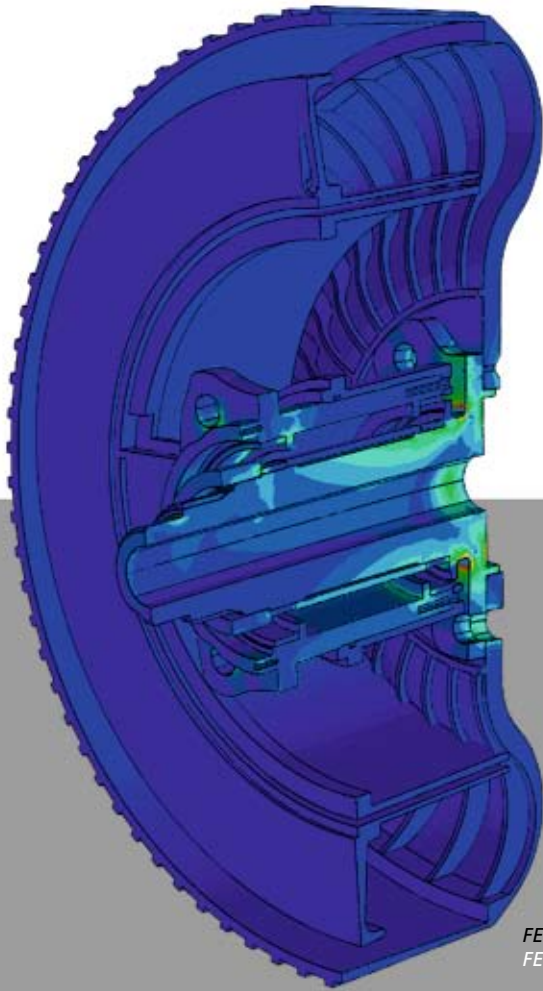
Auslegung und Prüfung.

Aktuelle Arbeiten am Fraunhofer LBF befassen sich intensiv mit den relevanten Auslegungs- und Prüfprozessen entlang der kompletten Entwicklungskette von dezentralen Traktionsantrieben. Mit Hilfe von ASIL (Automotive Safety Integrity Level)- und FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)-Bewertungen werden Risiken bereits zu frühen Zeitpunkten sichtbar gemacht. Notwendige Grundlage der betriebsfesten Bemessung sind geeignete Lastdaten, welche zum einen durch numerische MKS-Fahrzeugmodelle und zum anderen durch Fahrbetriebsmessungen ermittelt werden. Die resultierenden Lastkollektive und Sonderbelastungen bilden die Basis zur

simulationsgestützten Analyse von lokalen Beanspruchungen im Motor mit Hilfe der FEM. Auf dieser Grundlage wird im Folgenden eine Lebensdaueranalyse der Motorkomponenten durchgeführt. Prototypen der Traktionsantriebe werden im LBF-eigenen Prüfstand W/ALT getestet und geprüft. Durch die vielseitigen kinematischen Möglichkeiten der Prüfanlage können sowohl die Motorfunktionen in definierten Fahrsituationen als auch die Lebensdauer des Antriebs analysiert werden.

Ein weiteres Tätigkeitsfeld sind Lösungen zur fahrzeugseitigen Integration von Hochvolt-Energiespeichern. Am Fraunhofer LBF werden in diesem Umfeld Konstruktionslösungen konzeptionell bewertet und im Hinblick auf Leichtbau optimiert. Hierbei kommt auch dem LBF-Know-how im Bereich der Modellierung von Elastomerbauteilen, der Festigkeitsbewertung von Gussbauteilen und Fügstellen sowie des Computer Aided Robust Design eine wesentliche Bedeutung zu.

Durch die enge Kooperation im Rahmen der Fraunhofer Systemforschung Elektromobilität werden Herausforderungen domänenübergreifend erfasst und Lösungskonzepte ganzheitlich optimiert.



*FE-Modell eines radintegrierten Traktionsantriebs.
FE model of an in-wheel traction drive.*



*Zur Ermittlung von Lastdaten werden spezielle Messräder eingesetzt.
Evaluation of load data with special measuring wheels.*

Customer Benefits In the area of "Safety and Reliability of electric vehicles" Fraunhofer LBF offers its customers a wide range of competences and services including

- evaluation and analysis of load data
- structural durability assessment
- safety and reliability analysis by means of ASIL and FMEA
- functional and durability testing of components and systems.

Particularly, issues of safety and reliability will be addressed in the future at the "Center for System Reliability with focus on Electromobility (ZSZ-e)", which is presently being developed at Fraunhofer LBF. In addition to a number of other topics, structural durability and system reliability of energy storage systems will play an essential role in this center.

Summary As far as customer acceptance is concerned, the safety and reliability of electric vehicles rank at least at the same level as comfort and price. For this reason, Fraunhofer LBF works hand in hand with industry and research partners on the development of concepts and test methods for electric vehicles, from the component to the entire system. Issues such as structural durability as well as system reliability play an essential role in this process. Current work contains, for example, the fatigue analysis and tests of in-wheel traction drives as well as the development of integrated battery solutions.



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

Vermessung einer adaptiven Flügelvorderkante.

Measurement of an adaptive wing leading edge.

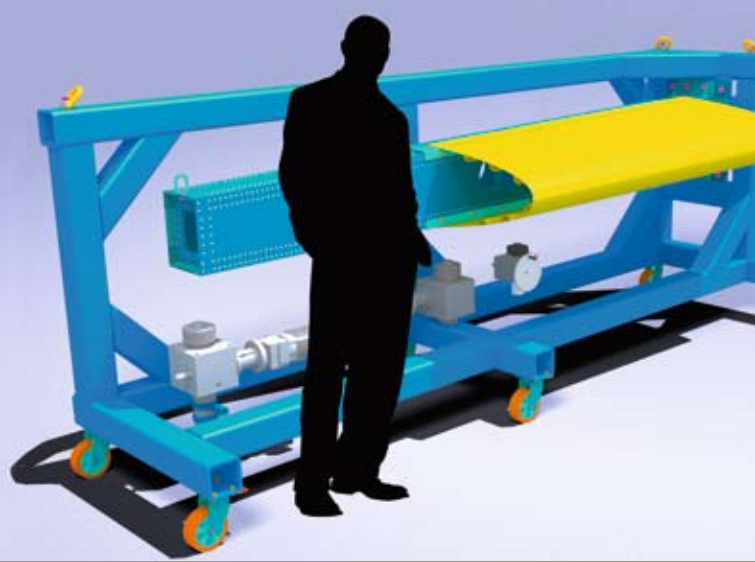
Contact: Katharina Kraus · Telephone: +49 6151 705-411 · katharina.kraus@lbf.fraunhofer.de

Die ökonomischen und ökologischen Anforderungen an die zukünftige Luftfahrt wachsen stetig (s. ACARE Vision 2020). Um den steigenden Ansprüchen nachzukommen, müssen neue Technologien betrachtet und zur Marktreife entwickelt werden. Ein wichtiges Teilsystem stellt hierbei der Flugzeugtragflügel dar, dessen Komponenten höchsten Sicherheitsstandards im Betrieb genügen müssen. Strukturelle Untersuchungen dieser Bauteilsysteme sind daher unerlässlich. Dies gilt umso mehr, da sich Prognosen zu Folge des Luftverkehrsaufkommen in den nächsten 15 Jahren verdoppeln soll.

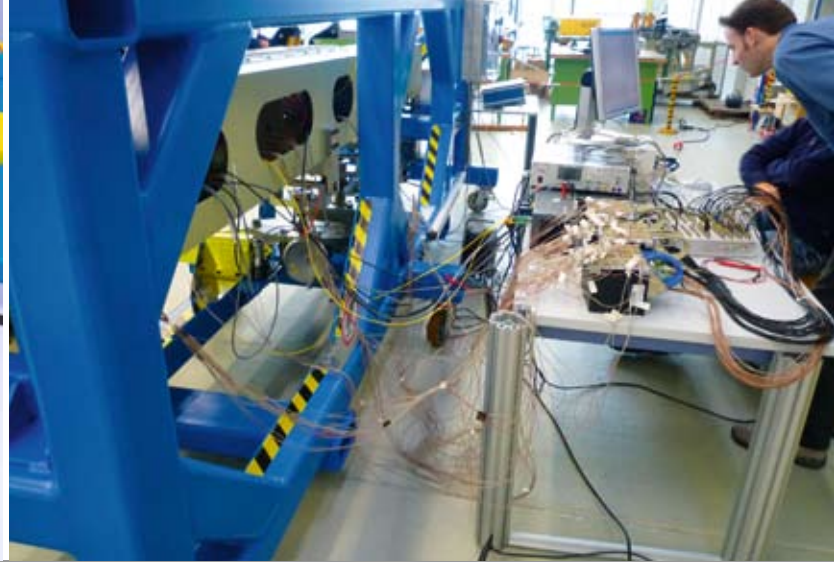
Auswahl geeigneter Messmethoden für die experimentelle Verifikation.

Das Hochauftriebssystem an der Flügelvorderkante ist eine solche Komponente, die unter hohen äußeren Lasten ein Flugzeugleben überdauern muss. Im vorliegenden Fall soll dieses System zusätzlich eine Verbesserung der laminaren Strömung bei weiterhin ausreichender Auftriebssteigerung ermöglichen. Damit ergeben sich die drei wichtigsten Anforderungen an die untersuchte Flügelvorderkante: Formtreue, Funktionalität und

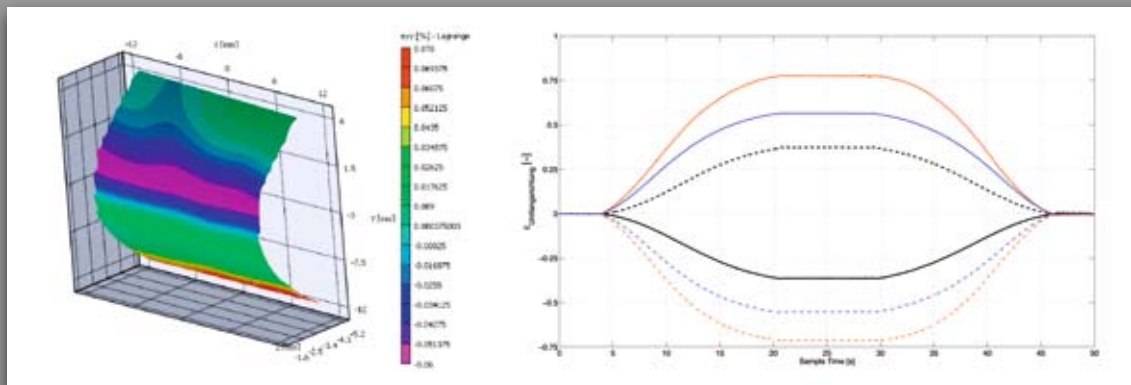
Beanspruchung. Um zu bewerten, inwieweit diese Anforderungen erreicht werden, ist eine Definition von Messaufgaben notwendig, die wiederum durch geeignete Messmethoden erfüllt werden müssen. Demnach lässt sich eine geometrische Vermessung, die sowohl die Oberflächengüte erfasst, als auch einen Soll-Ist-Abgleich der Profilkontur zulässt, mittels der Methode der Bildkorrelation durchführen. Hierzu wird das Objekt mit zwei Kameras betrachtet, deren Position zueinander kalibriert ist. Über Triangulation kann dann die Oberfläche, die mit einem geeigneten Muster versehen wird, dreidimensional am Rechner abgebildet werden. Die Absenkung der innenliegenden Kinematik wird dagegen von Inklinometern erfasst, die in MEMS-Technologie einteilig und mit kleinstem Bauraum konstruiert sind. Weiterhin lässt sich die Beanspruchung der Struktur lokal am besten mit Dehnungsmessstreifen (DMS) ermitteln. Mit dem Einsatz von optischen DMS aus Glasfaser wird den erhöhten Dehnungen an den kritischen Stellen der Faserverbundstruktur Rechnung getragen, denn sie weisen auch unter hohen Lasten eine sehr gute Schwingfestigkeit auf. Gleichwohl werden weitere Stellen der Struktur mit elektrischen DMS versehen, die mit einer



„Smart leading edge device“-Versuchsaufbau.
 Detail links: Sensoren auf der Flügelvorderkante.
 Test carrier. Focus left: Sensors on
 "smart leading edge device".



Zusammenführung der heterogenen Messsignale auf einem Messrechner.
 Compilation of the heterogeneous measurement signals on a measurement computer.



Qualitative Darstellung
 der Messergebnisse aus
 einem Versuch.
 Qualitative depiction
 of the measurement
 results from a test.

sehr hohen Messgenauigkeit überzeugen. Da es sich um eine biegebelastete Struktur handelt, werden die Sensoren entsprechend auf Innen- und Außenseite appliziert. Daneben wird eine Messung der globalen Dehnungsverteilung mittels der Bildkorrelation ermöglicht, die auch Umfangspositionen erfasst, die nicht mit DMS versehen sind.

Bei der Vermessung erfolgte eine synchrone Aufnahme der Messdaten von DMS, Inklinometern und Bildkorrelation, was einen Abgleich stark erleichtert. Wie zu erwarten war, blieben Membran- und Temperaturdehnungen während der Versuche vernachlässigbar klein. Ergebnisse aus der Bildkorrelation zeigen eine gute Abbildung der Geometrie und einen realistischen Dehnungsverlauf auf der Strukturoberfläche.

Customer Benefits The experimental tests on a complex component group are a challenge to sensor applications and measurement methodology. It is an important aspect for verifying the numerical design of a structure since it takes the real, non-ideal product into consideration. The arrangement of a measurement setup with different measurement methods enables an inspection of the whole system in accordance with different evaluation aspects.

Summary An adaptive, shape-changing leading edge for the high-lift of commercial aircraft was developed within the framework of the "HIT – SmartLED" national research project. In order to verify the numerical computations, a test carrier was set up and experimentally examined. Fraunhofer LBF carried out the sensor application and measurements of this lightweight structure. Four measurement methods appropriate for the evaluation of geometric deformations and mechanical strains were used. Important qualitative and quantitative statements on the stress of the structure under loading could be made after the measurements.

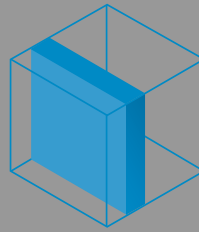
Kontrolle ist besser!

Sicherheitsstrategien.

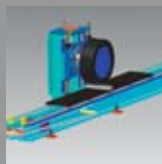
Better safe than sorry!

Safety strategies.





- > Ermüdungsfestigkeit von langfaserverstärktem Sheet Moulding Compound (SMC). 66
- > Fatigue strength of long fiber reinforced Sheet Moulding Compound (SMC).



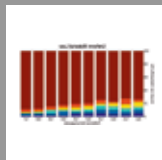
- > Virtuelle Ermittlung lokaler, transienter Felgenbeanspruchungen. 68
- > Virtual prediction of local transient wheel stresses.



- > Erprobung und Bewertung von radintegrierten Antrieben. 70
- > Testing and evaluation of in-wheel propulsion.



- > Wälz- und Verschleißfestigkeit effizient und realitätsnah prüfen. 72
- > Efficient and realistic testing of roll and wear resistance.



- > LBF-ONLINE Service zur Abschätzung und Ermittlung zyklischer Kennwerte. 74
- > LBF ONLINE service for the estimation and determination of cyclical parameters.



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

Ermüdungsfestigkeit von langfaserverstärktem Sheet Moulding Compound (SMC).

Fatigue strength of long fiber reinforced Sheet Moulding Compound (SMC).

Contact: Johanna Fleckenstein · Telephone: +49 6151 705-429 · johanna.fleckenstein@lbf.fraunhofer.de

SMC ist ein duroplastischer Langglasfaserverbundkunststoff, der unter den faserverstärkten Kunststoffen aufgrund seiner vergleichsweise einfachen Verarbeitbarkeit und seiner guten Eigenschaften an Bedeutung gewinnt. Im Rahmen des Karlsruher Innovationsclusters „KITE hyLITE“, an dem u.a. die Fraunhofer-Institute ICT, IWM und LBF mitwirken, sowie dem Vorgängerprojekt „WISA Hochfeste Kunststoffstrukturen“, werden die mechanischen Eigenschaften des Werkstoffs untersucht.

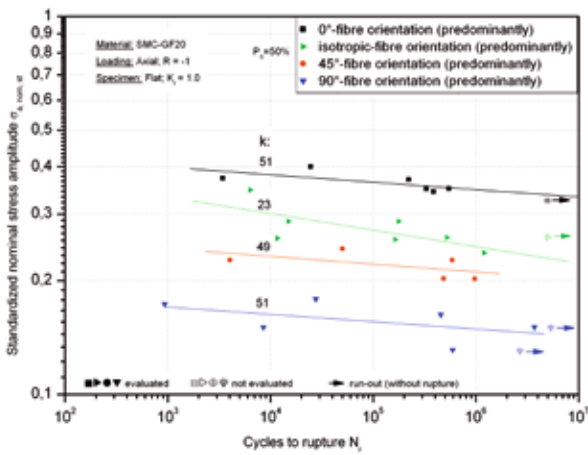
Werkstoffverhalten bei Schwingbelastung.

Zur Beurteilung der Ermüdungsfestigkeit wurden einerseits Wöhlerlinien generiert, andererseits Hysteresismessungen durchgeführt, die einen Einblick in das Schädigungsverhalten des SMC gewähren sollten. Dabei wurden Flachproben mit unterschiedlichen Werkstoffzusammensetzungen untersucht, die sich sowohl im Gewichtsgehalt der Glasfasern, als auch in deren Orientierungsrichtung im Verbund unterschieden. Die zyklischen Versuche wurden bei den Lastverhältnissen $R=0$ (zugschwellend), $R=-1$ (zug-druck-wechselnd) sowie $R=-\infty$ (druckschwellend) durchgeführt. Die Faserorientierung bezieht sich auf eine durch das Fließen der Fasern überwiegende Vorzugsrichtung der Fasern, die anhand von CT-Bildern ausgewertet wurde.

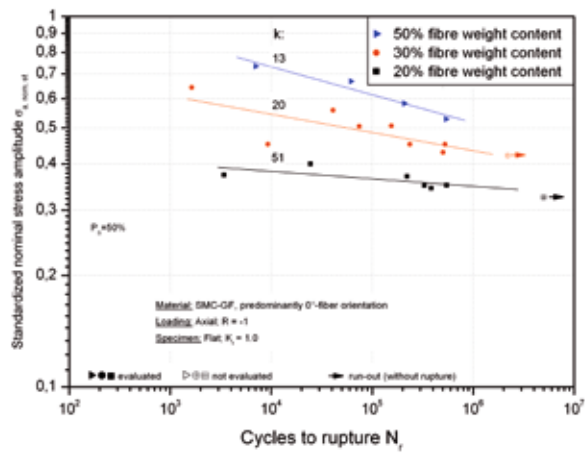
Gemäß den Erwartungen, zeigt der Werkstoff mit Faserorientierung von 0° zur Lastrichtung die höchsten Schwingfestigkeiten. Die Untergrenze bildet der Verbund mit 90° -Faserorientierung, da die Fasern hier orthogonal zur Krafrichtung liegen, sodass sie den Verbund kaum noch festigkeitssteigernd beeinflussen können.

Auch der Gehalt an Glasfasern spielt in Bezug auf die Schwingfestigkeit eine wichtige Rolle. Untersucht wurden Glasfasergewichtsgelhalte von 20 %, 30 % und 50 %. Ein hoher Fasergehalt im Verbund bewirkt zum einen die wünschenswerte Erhöhung der ertragbaren Spannung, zum anderen fällt diese jedoch auch mit zunehmender Schwingspielzahl stärker ab. Dies wird durch einen steileren Verlauf der Wöhlerlinie deutlich.

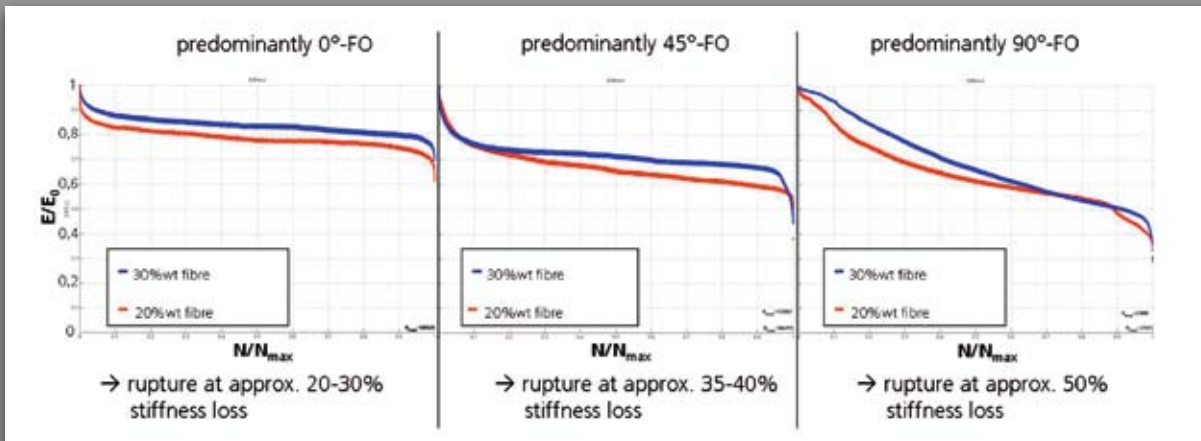
Neben den Wöhlerlinien wurden auch Kraft-Weg-Hysteresen über die Schwingspielzahl betrachtet. Die Hysteresen sollten zur Auswertung der Steifigkeitsdegradation und Dämpfung herangezogen werden, um so neben Bruch als Totalversagen weitere Versagenskriterien definieren zu können. Besonders die Steifigkeit zeigte über die komplette Lebensdauer betrachtet eine Abhängigkeit von der Faserorientierung. So wiesen Proben mit Fasern in 0° kurz vor Bruch tendenziell



Wöhlerlinien von SMC mit unterschiedlichen Faserorientierungen.
Wöhler lines of SMC with different fiber orientations.



Wöhlerlinien von SMC mit unterschiedlichen Fasergewichtgehalten.
Wöhler lines of SMC with different fiber weight contents.



Steifigkeitsdegradation in Abhängigkeit von Faserorientierung und -gewicht.
Stiffness degradation depending on fiber orientation and weight.

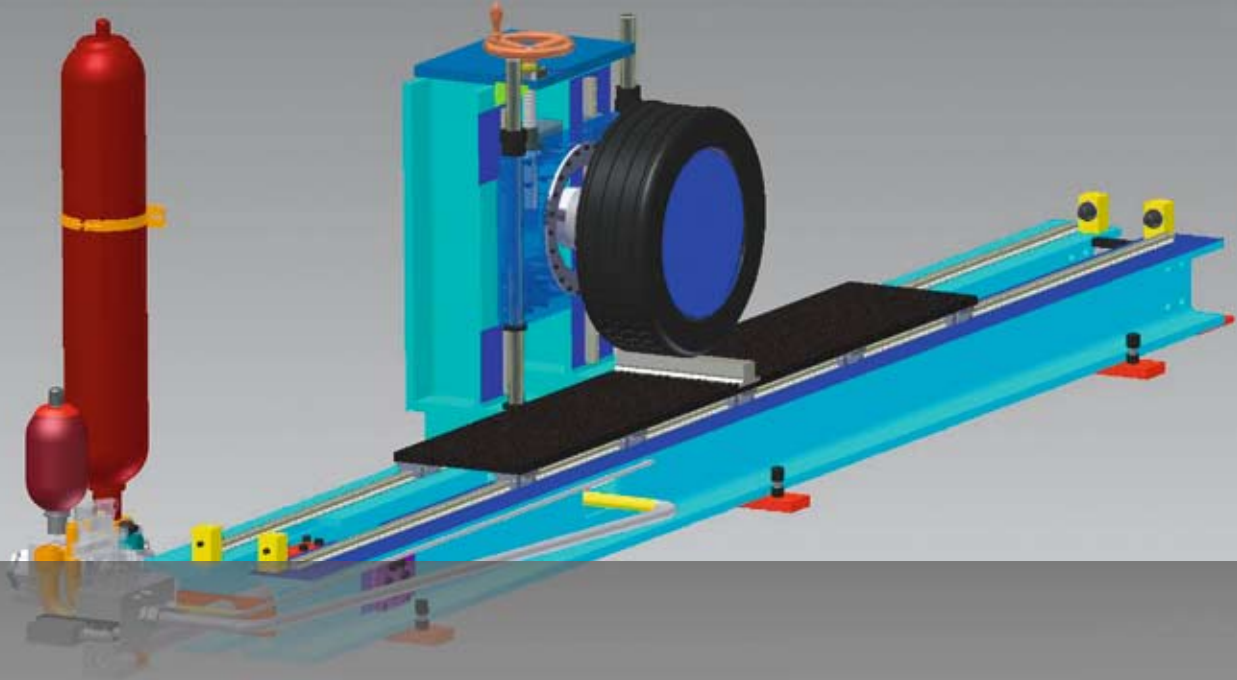
20–30 % Steifigkeitsverlust auf, bei Proben mit 90°-Faserorientierung trat der Bruch tendenziell erst bei ca. 50 % Steifigkeitsverlust auf.

Die Untersuchungen dienten der Charakterisierung des SMC-Werkstoffs hinsichtlich seines Schwingfestigkeits- und Bruchverhaltens. Sie machten außerdem deutlich, dass der Werkstoff neben dem Leichtbaupotenzial sehr schadens-tolerant ist und sich somit auch für sicherheitsrelevante Bauteile eignet.

Nachdem bislang der Fokus auf der umfangreichen Prüfung ungekerbter Proben gelegen hat, sollen im nächsten Schritt Versuche an gekerbten und verrippten Proben, sowie die Übertragbarkeit des Bemessungskonzeptes auf Bauteile untersucht werden.

Customer Benefits SMC has become established in the automobile, commercial vehicle and track vehicle sectors, for example in applications in the domain of the body shell. Based on the project results the foundation is laid for fatigue design optimization of high cycle loaded and security relevant components.

Summary The material properties of long-fiber reinforced SMC under fatigue loading were characterized based on different fiber alignments and fiber contents. The results show that not only the alignment of the glass fibers but also the fiber content has a great influence on fatigue strength. The maximum fatigue strength could be attained with fibers predominantly in 0° orientation relative to the loading direction. Samples with predominantly 90° fiber orientation gave the minimum fatigue strength. High fiber contents led to steeper slopes of the Wöhler lines. Different hysteresis evaluations of stiffness loss show apparent effects of fibre alignment.



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

Virtuelle Ermittlung lokaler, transienter Felgenbeanspruchungen.

Virtual prediction of local transient wheel stresses.

Contact: Dr. Manfred Bäcker · Telephone: +49 6151 705-409 · manfred.baecker@lbf.fraunhofer.de

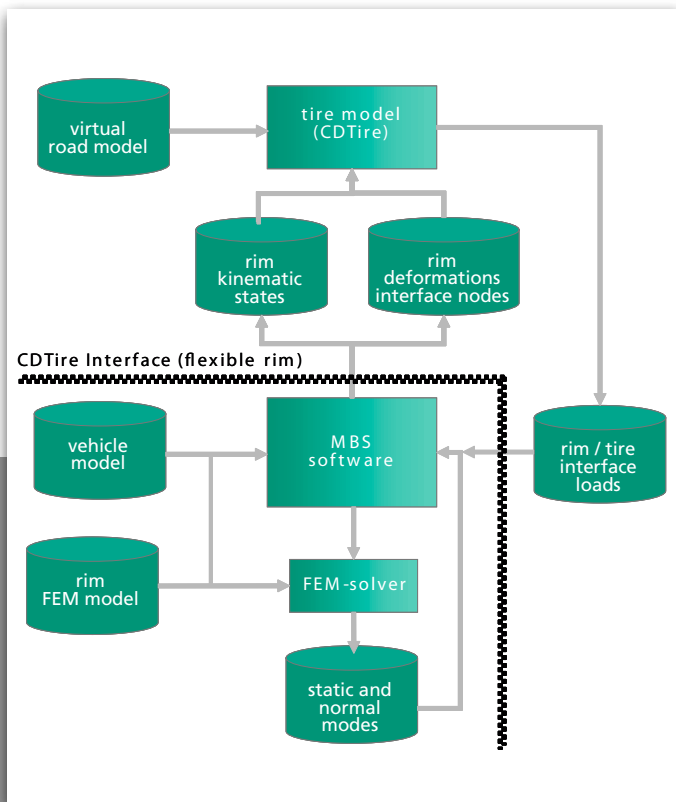
Die Betriebsfestigkeitsbewertung von Fahrwerk und Fahrzeugstruktur basiert auf den Kräften, die über den Reifen in das Fahrwerk eingeleitet werden. Bei der Lastübertragung bildet der Reifen also eine wesentliche Komponente. Das Fraunhofer LBF verfügt mit der Gruppe „Reifenmodelle“ über ausgewiesene Kompetenz im Bereich der Reifenmodellierung und deren Anwendung in der Gesamtfahrzeugsimulation. Im Zentrum der Aktivitäten steht dabei die international vertriebene Reifenmodellfamilie CDTire (ComfortDurabilityTire).

CDTire Interface für „flexible“ Felgen.

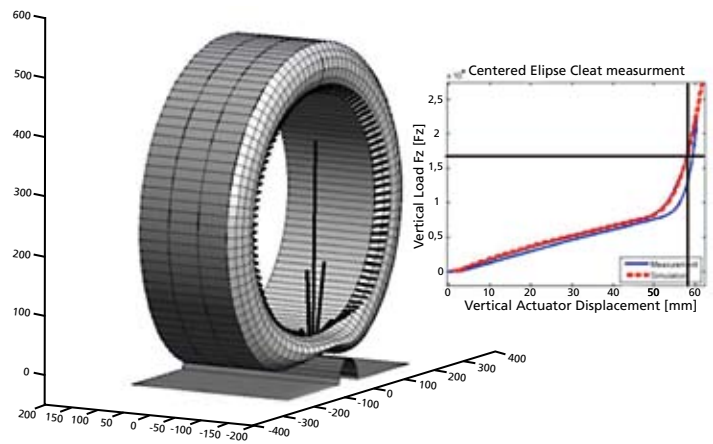
Innerhalb der letzten 10 Jahre ist in der Automobilindustrie ein deutlicher Trend festzustellen, Niederquerschnittsreifen mit immer kleinerem Querschnittsverhältnis zu verwenden. Auch der Einsatz von Reifen mit Notlaufeigenschaften steigt in der Grundausstattung weiter an. Beide Reifentypen – besonders die Kombination von seitenwandverstärkten Niederquerschnittsreifen – führen zu signifikant höheren Lasten in das Fahrwerk. Aber welche Auswirkungen haben diese Reifentypen auf die Lebensdauer der jeweiligen Räder? Während die auf das Fahrwerk wirkenden Einflüsse über die an der Radnabe akkumulierten Kräfte mittels spezieller Messräder relativ einfach zu messen sind, sind die lokal auf das Felgenhorn einwirkenden

Kräfte – sowohl durch Messungen wie auch durch numerische Simulation wesentlich schwieriger zu ermitteln. Lokale Messungen, z. B. über DMS, sind am rotierenden System im Fahrbetrieb sehr schwierig und aufwendig.

In der virtuellen Welt benötigt man zur Simulation ein flexibles Felgenmodell, aber auch ein geeignetes 3D Reifenmodell, das die Kraftwirkung auf das Felgenhorn örtlich akkurat abzubilden vermag. Zwar gibt es hochauflösende FEM-Modelle, die diese Anforderungen erfüllen, diese Modelle sind aber wegen der außerordentlichen Rechenzeiten nur bedingt für die Simulation klassischer Betriebsfestigkeitsstrecken im Gesamtfahrzeugkontext geeignet. Für die Lastdatenermittlung im Betriebsfestigkeitsumfeld wird gewöhnlich die wesentlich effizientere Mehrkörpersimulationsmethode (MKS) eingesetzt. Im MKS Umfeld gab es bisher jedoch kein Reifenmodell, welches – kombiniert mit einer flexiblen Felge – in der Lage war, den lokalen Krafttransfer auf die Felgen und somit den lokalen Spannungs/Dehnungsverlauf in der Felge zu beschreiben. Das Fraunhofer LBF hat zusammen mit LMS International diese Lücke geschlossen. Als Reifenmodell wurde dabei das CDTire-Submodell CDT40 verwendet. Dieses Modell eignet sich besonders, um Vollfahrzeugsimulationen im Betriebsfestigkeitskontext auf Schlechtwegstrecken und für Sonderereignisse



Flussdiagramm Einbindung Flexible Felge/CDTire in MKS.
Flow diagram of integration of flexible wheel rim/CDTire in MKS.



Schwelldenüberfahrt mit CDTire –
Darstellung der lokalen Felgenkräfte.
Cleat test with CDTire – depiction of
local wheel rim forces.

(wie Bordsteinüberfahrten) durchzuführen. In den letzten beiden Jahren wurde dieses Modell darüber hinaus im Hinblick auf sehr große, transiente Reifendehformationen bis hin zum Felgendurchschlag erweitert bzw. verbessert. Während zuvor solche Manöver mit einer als starr angenommenen Felge berechnet wurden, konnte im Rahmen einer gemeinsamen Entwicklung mit LMS in deren MKS Werkzeug LMS Virtual.Lab Motion eine Anbindung des Reifenmodells CDT40 an eine als flexibel modellierte Felge realisiert werden. In diesem Interface werden lokale Reifenkräfte über das physikalische Seitenwandmodell von CDT40 auf das Felgenhorn übertragen und die entsprechende Felgendeformation in das Reifenmodell rückgekoppelt. Im MKS-Kontext wird dabei das flexible Felgenmodell durch die Craig-Bampton-Methode rechenzeit- und prozesseffizient abgebildet. In LMS Virtual.Lab können die damit berechneten lokalen Spannungs/Dehnungszeitverläufe über die sogenannten Partizipationsfaktoren dann direkt für eine Lebensdauerberechnung in LMS Virtual.Lab Durability benutzt werden.

Einschränkungen, wie der Ausschluss von Plastizitätseffekten, die sich aus der Verwendung der linearen Craig-Bampton-Methode ergeben, sollen in einer geplanten Erweiterung auf nichtlineare FE-Methoden aufgehoben werden.

Customer Benefits This method is very suitable for the virtual loading prognosis of local wheel rim forces and the CAE-based life cycle prediction of the wheel rim on test tracks with real-time lengths in the minute range but also for particular cases such as when driving over road curbs.

Abstract In vehicle development, the trend towards low aspect ratio and run-flat tires continues. The influence of these tire types on the dynamic loads acting on the vehicle have been examined extensively, using both measurements as well as simulations. While spindle loads are relatively easy to detect using wheel force transducers, the local forces acting on the rim flanges are much more difficult to detect. Together with LMS International, Fraunhofer LBF developed a method to detect local tire/rim interface forces and handle flexible rim simulations inside LMS Virtual.Lab Motion. One key ingredient is a tire model suitable for large deformations up to belt/rim contact and which can predict local forces acting on the rim. The second ingredient is a method to combine this tire model with a flexible rim. This development enables virtual load predictions of local, transient rim forces for durability test tracks and severe misuse-like events, which are the basis for a CAE based fatigue life prediction of wheels.



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

Erprobung und Bewertung von radintegrierten Antrieben.

Testing and evaluation of in-wheel traction drives.

Contact: Johan Stöcker · Johannes Käsgen · Telephone: +49 6151 705-664 · johan.stoecker@lbf.fraunhofer.de

Mit der zunehmenden Ausrichtung auf CO₂-neutrale Technologien hat ein beispielloser Wettlauf in der Entwicklung von zukunftsweisenden Fahrzeugkonzepten begonnen. Einige dieser Konzepte basieren auf radintegrierten, elektrischen Antrieben – sogenannte Radnabentmotoren. Damit gewinnt der Konstrukteur einerseits eine bisher ungeahnte Freiheit bei der Gestaltung des Fahrzeugpackages, andererseits lässt es dem Motor als Teil des Fahrwerks eine neue, sicherheitsrelevante Funktion zukommen.

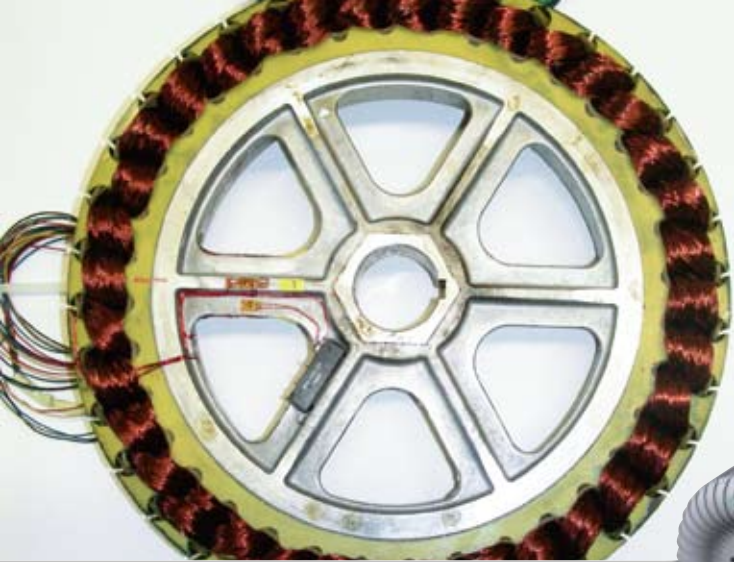
Prüfstandstechnologie.

Zur Laborerprobung der radintegrierten Antriebe hinsichtlich ihrer Funktionsfähigkeit und Zuverlässigkeit wurde die bekannte ZWARP Technologie zu einem echten Rad-Straßensimulator weiterentwickelt – die neue Prüfstandsgeneration W/ALT (wheel accelerated life testing) wurde auch auf die besonderen Anforderungen bei der Erprobung von Antriebskomponenten angepasst. Über eine Hexapod-Kinematik kann das Rad in einer Innentrommel in 5 Freiheitsgraden einschließlich eines Antriebs- oder Bremsmomentes belastet werden. Auf diese Weise können Fahrzeuge mit einer statischen Radlast bis

zu 1.000 kg erprobt werden, wobei ein Drehmoment von mehr als 2 kNm und eine Radgeschwindigkeit von 210 km/h realisiert werden können.

Die betriebsrelevanten Lastkombinationen in der Laborerprobung enthalten Geradeausfahrt, Schlechtwegstrecken, dynamische Kurvenfahrten und Parkmanöver. Je nach Anwendungsbereich werden die Häufigkeiten und Lastgrößen der standardisierten Lastprogramme angepasst und zu einem Erprobungskollektiv zusammengesetzt. Auf diese Weise kann dem geänderten Nutzungsverhalten von Elektrofahrzeugen Rechnung getragen werden. Auch besondere technische Randbedingungen, wie die erhöhten reifengefederten Massen, können durch angepasste Lastsequenzen mit einbezogen werden.

Neben der Betriebsfestigkeitsbewertung dienen die Versuche auf dem Prüfstand auch zur Untersuchung und Verifikation von Regelungsstrategien sowie zur Bewertung der Einflüsse der Radlasten auf das elektromechanische System. Ein wichtiger Parameter ist hierbei der Luftspalt zwischen Rotor und Stator. Ändert sich dieser durch die angreifenden Radlasten, hat dies Auswirkungen auf die elektromagnetischen Kräfte,



*Der Radnabenmotor wird mit Messtechnik bestückt und im Fraunhofer LBF geprüft.
The wheel hub motor (with measurement devices) is being investigated at Fraunhofer LBF.*



*Modell eines Radnabenmotors (Grafik: Fraunhofer IFAM).
Mock-up of a wheel hub motor (graphic: Fraunhofer IFAM).*

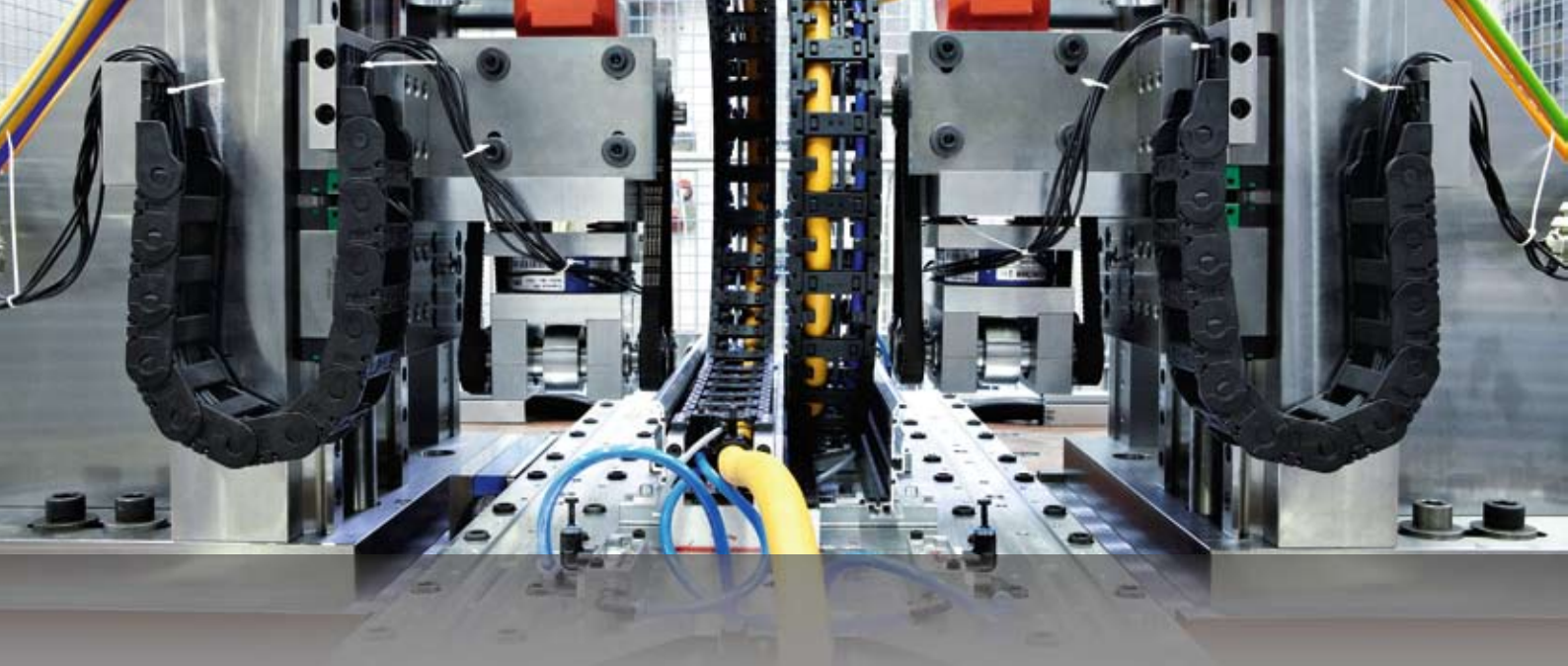
die für das Antriebsmoment sorgen. Im Betrieb des Motors erzeugen die elektromechanischen Kräfte darüber hinaus eine mit dem elektrischen Feld umlaufende Anregungskraft. Gerade bei den angestrebten Leichtbaumotoren kann diese Kraft zu Schwingungseffekten und einer späteren Schädigung durch Materialermüdung führen.

Zur messtechnischen Erfassung und Bewertung der Motorparameter auch im Motorinneren ist eine spezielle Sensorik erforderlich. Diese muss robust gegenüber den starken magnetischen Wechselfeldern und den elektrischen Störungen durch die Leistungselektroniken sein. Zum Einsatz kommen hier beispielsweise Lasermessverfahren oder Faseroptische Sensoren zur störungsfreien Erfassung der Messgrößen. Auf Basis dieser Ergebnisse sind belastbare Aussagen hinsichtlich der Zuverlässigkeit und Lebensdauer des Gesamtsystems möglich.

Customer Benefits The test procedure described here is a tool for the developers of motors located close to the wheel and wheel hub motors. It enables the evaluation of structural durability, reliability of component functions or control con-

cepts under realistic wheel loads and torsional shear. This way elaborate road trials can partially be replaced with laboratory tests. The adjustable and reproducible conditions can accelerate the development process and generate considerable added value for the system design.

Abstract The development of trend-setting vehicle concepts places completely new demands on their testing. Fraunhofer LBF develops suitable test procedures for the appropriate assessment of the motor as a part of the carriage and in its new, safety-relevant function. The established ZWARP technology was further developed to a real wheel-road simulator for this purpose. The new W/ALT (wheel accelerated life testing) test stand generation was also adapted to the particular requirements for the testing of drive components, thus supporting the development process of the new wheel hub motors and system design.



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

Wälz- und Verschleißfestigkeit effizient und realitätsnah prüfen.

Efficient and realistic testing of roll and wear resistance.

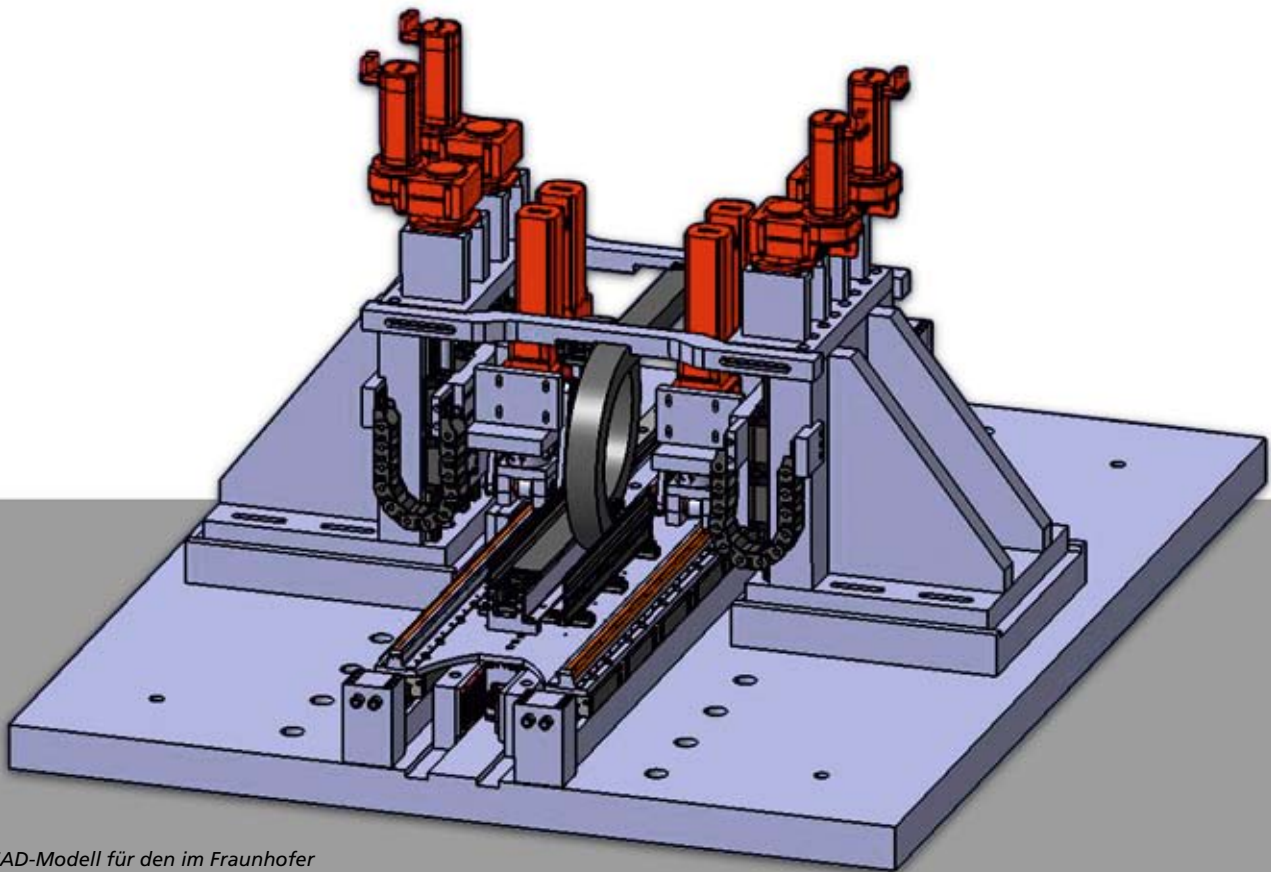
Contact: Johannes Höbbacher · Telephone: +49 6151 705-8305 · johannes.hoessbacher@lbf.fraunhofer.de

Die Ermittlung der Wälzfestigkeit von Bauteilen beschränkte sich bisher auf rotationsymmetrische Geometrien, so dass für Linearführungen bzw. Bauteile mit linearer Geometrie mit den bisherigen Wälz- und Verschleißfestigkeitsvorrichtungen kein zutreffender Festigkeitsnachweis geführt werden kann. Der an der Technischen Universität Darmstadt im Rahmen des Sonderforschungsbereichs SFB666 und am Fraunhofer LBF neu entwickelte und zum Patent angemeldete lineare Wälzfestigkeitsprüfstand ermöglicht eine realitätsnahe Prüfung von Linearführungen unter Berücksichtigung von definiertem Schlupf und lokal einstellbarer Hertzscher Pressung.

Wälzfestigkeitsprüfstand zur Lebensdauerprüfung von Linearführungen.

Das Prinzip des Wälzfestigkeitsprüfstands beruht auf einer translatorischen Bewegung eines Verfahrwagens, auf dem Bauteile mit einer linearen Geometrie, wie z. B. Linearführungen oder Gleitführungen, befestigt und beansprucht werden können. Die Wälz- oder Gleitkörper sind feststehend angeordnet. Der Verfahrwagen wird translatorisch durch

Linearmotoren angetrieben, wodurch eine Nachbildung der realen Kinematik gegeben ist. Die Wälzbewegung wird durch den Kontakt zwischen Wälzkörper und dem sich translatorisch bewegenden Verfahrwagen erzeugt, der Geschwindigkeiten bis maximal 5 m/s erreichen kann. Eine realitätsnahe Nachbildung des Beanspruchungszustands wird zusätzlich durch verschiedene Kontaktgeometrien, in geschmiertem und ungeschmiertem Zustand und einer zeitlich konstanten oder variablen Anpresskraft von bis zu maximal 10 kN pro Kontaktkörper durch einen Servoantriebmotor gewährleistet. Ein weiterer Servoantriebmotor treibt die Wälzkörper an, wodurch eine Relativbewegung zwischen Wälzkörper und Verfahrwagen entsteht und somit ein definierter Schlupf zwischen 0 % und 100 % erzeugt werden kann. Die Messung bzw. Überwachung der Normal- sowie der Reibkraft an den Wälzkörpern ist durch angebrachte Kraftmessdosen gewährleistet. Alternativ zu den angetriebenen Wälzkörpern können Gleitkörper für flächenförmige Lasten mit beliebiger Geometrie eingesetzt werden. Die dabei eingesetzte Anzahl an Wälz- bzw. Gleitkörpern beträgt für den derzeitigen Prüfstands-aufbau vier Wälz- bzw. Gleitkörper pro Probenhalterung. Der Verfahrwagen verfügt



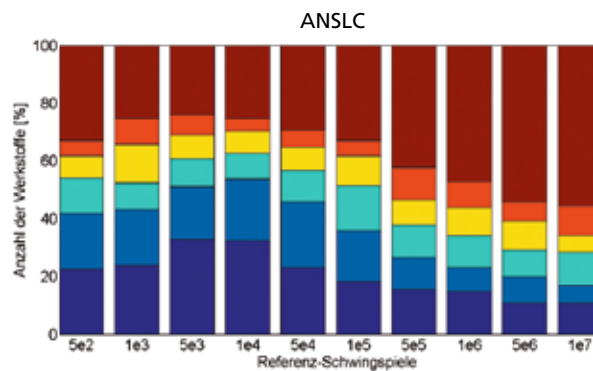
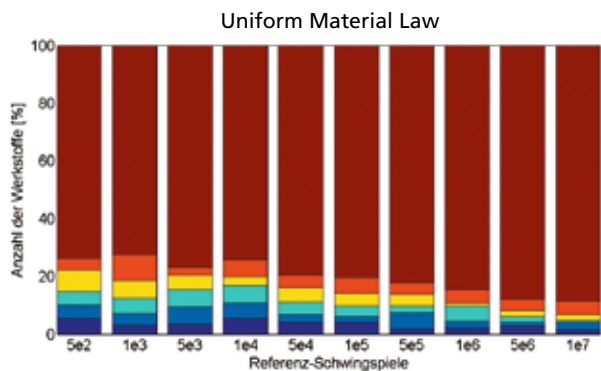
Das CAD-Modell für den im Fraunhofer LBF entwickelten Prüfstand.
CAD-Model of the Fraunhofer LBF test rig.

Contact: Ivan Karin · Telephone: +49 6151 705-251 · ivan.karin@lbf.fraunhofer.de

über zwei Probenhalterungen, was eine zeitgleiche Prüfung von zwei linearen Bauteilen ermöglicht. Die Schadensdetektierung an den Proben erfolgt durch eine Körperschallmessung, die über den gesamten Prüfverlauf dokumentiert und aufgezeichnet wird.

Customer Benefits The roll and wear resistance of linear guidings or linear components can be realistically tested under defined test conditions with the new roll resistance test stand for the testing of roll and wear resistance of components with linear geometry. With the aid of this new device it is possible for the customer to efficiently and realistically determine the roll and wear resistance of linear guidings or linear components. The defined test conditions also enable the influence of a slip to be determined.

Summary Up to now the roll and wear resistance of materials could only be carried out by making use of the rotation symmetry of these components. For linear guidings, however, this does not represent a realistic depiction of the loading. With the help of the Technical University of Darmstadt within the framework of the Special Research Department SFB666 and the roll resistance test stand, which was newly developed by Fraunhofer LBF and for which a patent has been filed, it is possible to realistically determine the roll and wear resistance of linear guidings or of components with linear geometry with the simulation of different contact geometries, variably applicable Hertzian stress and variably adjustable slips.



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

LBF-ONLINE Service zur Abschätzung und Ermittlung zyklischer Kennwerte.

LBF ONLINE service for the estimation and determination of cyclical parameters.

Contact: Alessio Tomasella · Telephone: +49 6151 705-8295 · alessio.tomasella@lbf.fraunhofer.de

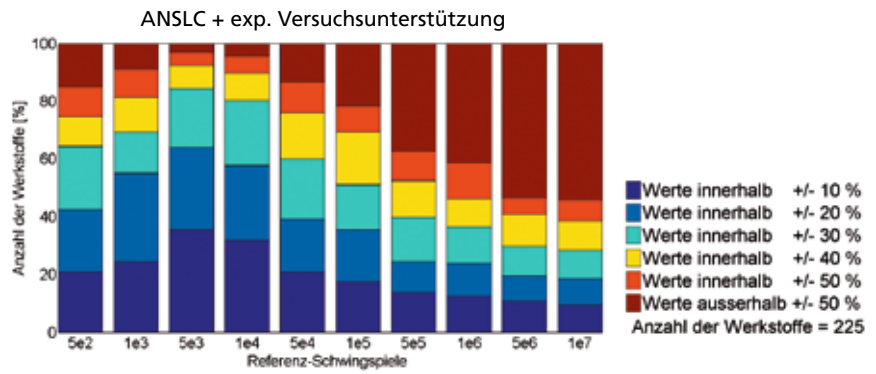
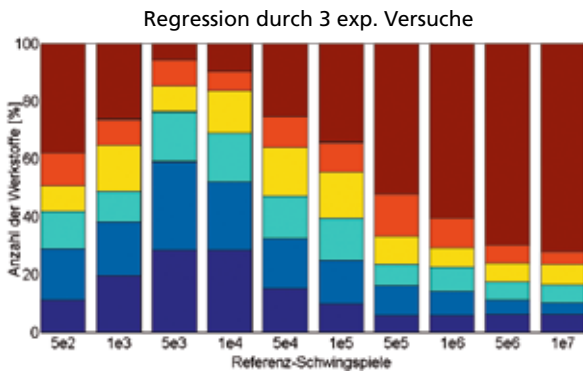
Die große Nachfrage von Kunden nach der 3D-Methode zur kompatiblen Auswertung der experimentellen Versuche zur Ermittlung der zyklischen Kennwerte der Ramberg-Osgood- und der Manson-Coffin-Basquin-Gleichung und das starke Interesse an dem ANSLC-Programm (Artificial Neural Strain Life Curve) waren Anlass für das Fraunhofer LBF diese Programme online zur Verfügung zu stellen.

Kunden können eigenständig Auswertungen vornehmen.

Die eher selten vorhandene Kompatibilität zwischen der Ramberg-Osgood- und der Manson-Coffin-Basquin-Gleichung ist seit langem bekannt und war in den letzten Jahren Anlass für Untersuchungen am Fraunhofer LBF. Um weiterhin das Werkstoffverhalten möglichst genau beschreiben zu können und dennoch die Kompatibilitätsgleichungen einzuhalten, wurde eine neue Auswertemethode entwickelt. Diese neue Methode beruht auf dem Ansatz, dass genau eine Dehnungsamplitude mit genau einer Spannungsamplitude und genau einer Schwingspielzahl korrespondiert. Die Auftragung dieser Tripel in einem 3D-Raum mit den Achsen Dehnung, Spannung und Schwingspielzahl ermöglicht eine lineare Regression durch die Versuchsergebnisse im 3D-Raum. Die Projektion dieser

Regressionsgerade auf die einzelnen Schnittebenen gibt dabei die zyklischen Kennwerte der Ramberg-Osgood- und der Manson-Coffin-Basquin-Gleichung wieder. Da diese Kennwerte nur durch die Projektion dieser einen Geraden auf die einzelnen Schnittebenen bestimmt werden, sind die Kompatibilitätsbedingungen eingehalten worden. Weiterhin wurde, da nicht alle Werkstoffe ein kompatibles Verhalten aufweisen, die Ramberg-Osgood-Gleichung modifiziert und ein Maß für die Abweichung vom kompatiblen Werkstoffverhalten definiert.

Das zweite Programm, welches online zur Verfügung steht, ist das ANSLC-Programm. Dieses bietet die Möglichkeit, die zyklischen Kennwerte anhand statischer Werkstoffparameter abzuschätzen. Diese Abschätzungsmethode basiert auf dem Einsatz künstlich neuronaler Netze und beruht auf eine große Anzahl zyklischer Untersuchungen an unterschiedlichen Werkstoffen. In den Abbildungen ist ein Vergleich zwischen „Uniform Material Law“ UML, ANSLC, ANSLC mit experimenteller Versuchsunterstützung VU und auf Basis von drei experimentellen Versuchen dargestellt. Dabei werden die Anzahl der Werkstoffe in % angegeben, die innerhalb einer Toleranz die korrekte Schwingspielzahl/Lebensdauer wiedergeben.



*Treffsicherheit von Abschätzungsmethoden.
Accuracy with assessment methods*

Contact: Dr. Chalid el Dsoki · Telephone: +49 6151 705-441 · chalid.el-dsoki@lbf.fraunhofer.de

Das Bild zeigt, dass die Abweichungen in den ermittelten Schwingenspielzahlen bei UML sehr groß sind und erst durch die Abschätzung mit dem ANSLC-Programm reduziert werden können. Der größte Vorteil des ANSLC-Programms ist dadurch gegeben, dass die Versuchsunterstützung VU die in die Abschätzungsmethode integriert werden kann. Die Verknüpfung von experimentellen Untersuchungen und dem ANSLC ermöglicht eine Reduzierung des experimentellen Aufwandes und bewirkt gleichzeitig eine Verbesserung der Abschätzungsgenauigkeit. Die Abschätzungsgenauigkeit vom ANSLC mit VU liegt dabei höher als bei einer Abschätzung, die auf Basis weniger experimenteller Versuche durchgeführt wird.

Die 3D-Auswertemethode und die Abschätzungsmethode mit dem ANSLC-Programm stehen jetzt unseren Kunden online zur Verfügung

Customer Benefits Customers who measure their components in accordance with the local strain approach have the option of either an independent evaluation or assessment. Only the stress, strain and vibration data cycles of at least three tests are necessary for analyses according to the 3D

method. In order to assess the cyclical parameters of a material using the ANSLC program (initially without experimental support) the static parameters of the desired material are necessary.

The program and a registration form can be found at: www.web-aided-engineering.com

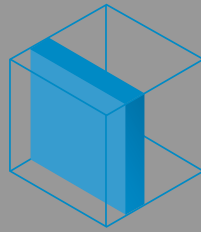
Summary Our customers' great demand for 3D methods for the compatible evaluation of the experimental test for determining the cyclical parameters of the Ramberg-Osgood and the Manson-Coffin-Basquin equation as well as the great interest in the ANSLC Program (Artificial Neural Strain Life Curve) were a reason for Fraunhofer LBF to make these methods available online. We now offer customers who design their components in accordance with the local strain approach the possibility of carrying out independent analyses or estimations. Only the stress, strain and vibration data cycles of three tests are necessary for analyses according to the 3D method. In order to estimate the cyclical parameters of a material using the ANSLC program the static parameters of that material are necessary.

Die richtige Schwingung macht's!

Lärm und Schwingungsreduktion.

The right vibration is the key!
Noise and vibration reduction.





- > Schwingungstechnische Auslegung mit numerischen Verfahren. 78
- > Vibration control design with numerical methods.



- > Adaptive Schwingungstilger steigern Effizienz und Lebensdauer. 80
- > Adaptive vibration absorbers increase efficiency and lifetime.



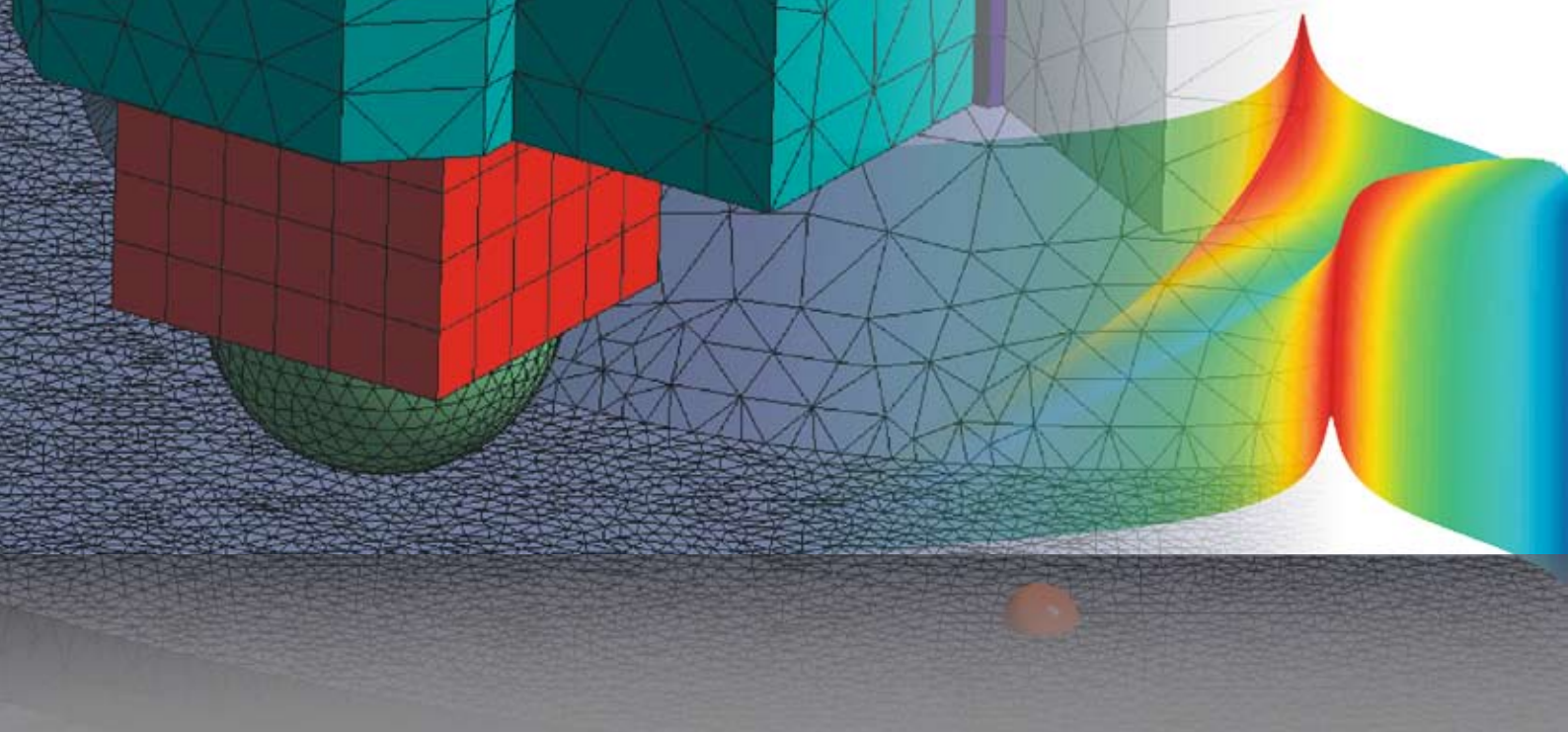
- > Entkopplung von Strukturkomponenten und Aggregaten mittels aktiver Lager. 82
- > Decoupling of structural components and aggregates by means of active bearings.



- > Advanced Design Projects: Praxisnahe Studentenprojekte zur technischen Lärminderung. 84
- > Advanced Design Projects: Practice-related student projects on technical noise reduction.



- > Das Fraunhofer-Innovationscluster Adaptronische Systeme „FIAS“. 86
- > The Fraunhofer "FIAS" (Adaptronic Systems Innovation Cluster).



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

Schwingungstechnische Auslegung mit numerischen Verfahren.

Vibration engineering design with numerical methods.

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

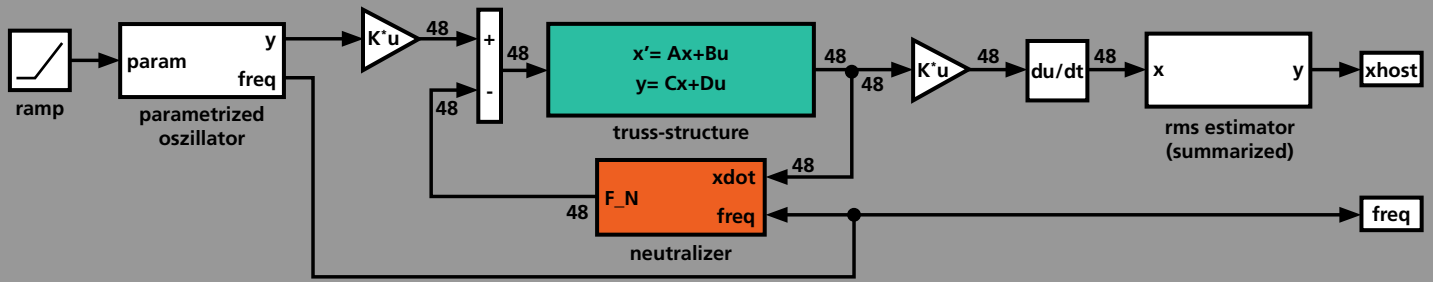
Die Funktion von Maschinen sowie die Gesundheit und das Wohlbefinden des Menschen können durch Vibrationen beeinträchtigt werden. Steigende Anforderungen an die Effizienz technischer Systeme erhöhen die Bedeutung dynamischer Fragestellungen im Entwicklungsprozess. Hierbei ist das Systemverständnis von großer Bedeutung. Am Fraunhofer LBF werden daher auch numerische Methoden zur Verbesserung des Vibrationsverhaltens eingesetzt.

Simulation auf Systemebene.

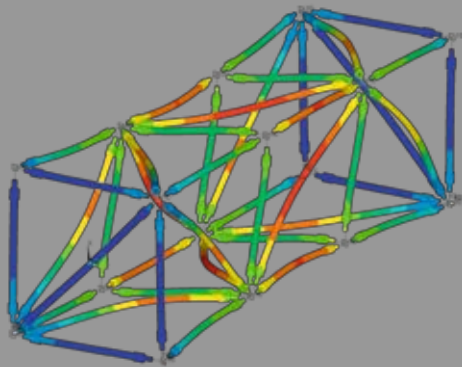
Durch Anwendung numerischer Methoden der Strukturmechanik wird ein vertieftes Verständnis für das Zusammenspiel der Komponenten komplexer dynamischer Systeme aufgebaut. Um Strukturen zu charakterisieren und Maßnahmen für eine passive, semiaktive oder aktive Verbesserung des dynamischen Verhaltens abzuleiten und zu bewerten, werden am Fraunhofer LBF beispielsweise die Finite-Elemente-Methode (FEM) und die Simulation auf Systemebene (System Level Simulation – SLS) eingesetzt. Insbesondere für die Auslegung semiaktiver oder aktiver Systeme ist letztere Integrationsplattform für verschiedene vorgelagerte Werkzeuge. Beispielsweise können in der SLS Teilsysteme mit unterschiedlichen Techniken und Detaillierungsgraden abgebildet und Gesamtsystemmodelle

aufgebaut werden. Während in frühen Phasen des Entwicklungsprozesses häufig analytische Teilmodelle eingesetzt werden, nimmt mit zunehmender Konkretisierung die Bedeutung numerischer oder experimentell bestimmter Teilmodelle zu. Die Integration der verschiedenen Ansätze wird durch eine modulare und hierarchische Modellierungsstrategie sichergestellt. Die numerische Simulation ermöglicht die Entwicklung regelungstechnischer Ansätze unter weitestgehend realistischen Bedingungen sowie Parameteroptimierungen oder Sensitivitätsanalysen am Gesamtsystem.

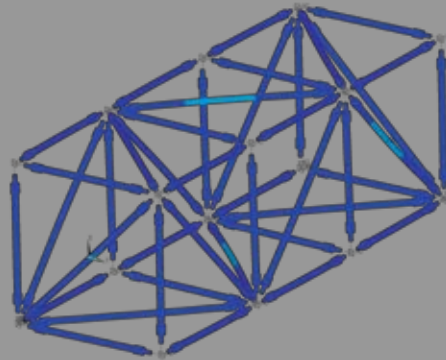
Für die Analyse und Simulation zahlreicher Fragestellungen werden am Institut umfangreiche Modell- und Routinenbibliotheken genutzt. Diese werden ständig um Modelle neuartiger Aktoren und Materialsysteme (z. B. elektroaktive Polymeraktoren oder magnetorheologische Fluide) ergänzt. Für die Integration komplexer mechanischer Strukturen in die Systemsimulation wird an der Weiterentwicklung von Modellreduktions- und Identifikationsverfahren gearbeitet. Insbesondere bei der Betrachtung von gekoppelten Systemen (z. B. mechanisch, elektrisch, akustisch) in Finite Elemente Programmen werden für die Systemsimulation neuartige Modellreduktionsverfahren benötigt.



Simulationsmodell eines Systems mit verteilten adaptiven Tilgern.
Simulation model of a system with distributed adaptive absorbers.



Strukturdynamische Optimierung einer Tragwerksstruktur durch Shunt Damping (Simulationsergebnisse: links unbeschaltetes und rechts beschaltetes Verhalten).



Optimization of the dynamic behaviour of a truss structure by means of shunt damping (simulation results: uncontrolled behavior on the left, controlled behavior on the right).

Die genannten numerischen Methoden werden beispielsweise für die Auslegung von aktiven und passiven Systemen zur Reduktion von Strukturschwingungen, von aktiven und passiven Maßnahmen zur Minderung von Torsionsschwingungen im Antriebsstrang, von semiaktiven Ansätzen (Shunt-Damping), Energy Harvesting Systemen sowie Systemen zum Structure Health Monitoring angewendet.

Customer Benefits Structurally dynamic and vibroacoustic systems can be analyzed with the presented methods. New, application-specific and optimized solutions can be worked on and construction recommendations can be derived for the product innovations of our customers across all branches of industry.

Summary Vibrations can not only impair the function of machines but also the health and well-being of people. Understanding the system is very important for assessment the dynamic behavior of complex technical systems already during the development process. For this reason, we have a comprehensive approach to model creation, simulation, analysis and optimization of the dynamic behavior of passive, semi-active and active systems. Different numerical methods

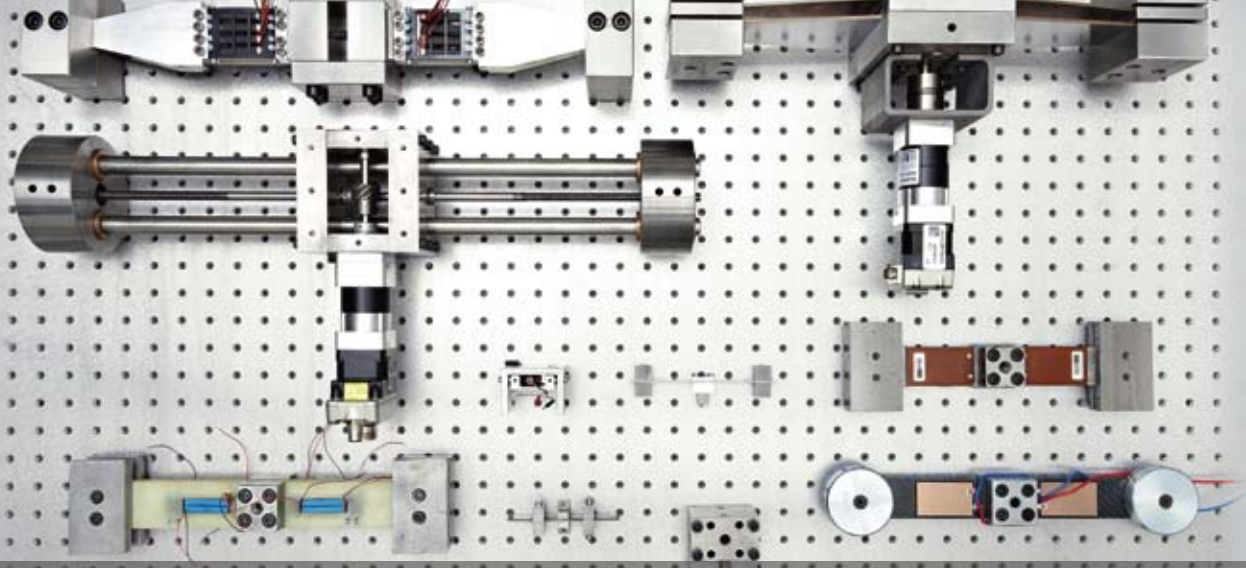
of the dynamics such as the system level simulation are used to analyze and evaluate structures and to derive measures for improving the structure with regard to its dynamic behavior.



Erke Wang,
Geschäftsführer
CADFEM GmbH,
ANSYS Competence
Center FEM

„Die System Level Simulation für die Auslegung adaptronischer Systeme stellt besondere Anforderungen an die verwendete Software. Die Kooperation mit dem Fraunhofer LBF hilft uns daher unsere Software weiterzuentwickeln und neue Anwendungsfelder zu erschließen.“

“The system level simulation for the conception of adaptronic systems poses particular challenges to the software that is used. Cooperation with Fraunhofer LBF helps us to further develop our software and open up new areas of application.”



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

Adaptive Schwingungstilger steigern Effizienz und Lebensdauer.

Adaptive vibration absorbers increase efficiency and lifetime.

Contact: Heiko Atzrodt · Telephone: +49 6151 705-349 · heiko.atzrodt@lbf.fraunhofer.de

Schwingungstilger werden z.B. in Häusern, Brücken und Autos eingesetzt und sind meist auf eine feste Frequenz ausgelegt. Bei veränderlichen Anregungen oder wechselnden Randbedingungen können die Tilger ihren Einfluss auf das dynamische Verhalten einer Maschine verlieren oder dieses sogar verschlechtern. Adaptive Schwingungstilger können ihre Eigenfrequenz selbständig anpassen und so auf veränderliche Bedingungen reagieren. Abb. 1 zeigt den Effekt des adaptiven Tilgers auf das Schwingverhalten einer Struktur bei einer Nenn-Tilgungsfrequenz von ca. 90 Hz, um die der Tilgungspunkt (die Nullstelle) adaptiert werden kann.

Anwendungsbeispiele für adaptive Tilger.

Am Fraunhofer LBF wurden adaptive Tilger in unterschiedlichen Größen für verschiedene Anwendungen aufgebaut. Die adaptiven Tilger unterscheiden sich auch durch die Art der aktorischen Verstellung der Resonanzfrequenz (klassische Aktoren: z. B. Elektromotoren, bzw. intelligente Funktionsmaterialien: z. B. Piezoaktoren).

Für Strukturen der unteren und mittleren Gewichtsklasse (bis 100 kg) können adaptive Balken-Tilger mit integrierten Piezo-Patches eingesetzt werden. Die Piezo-Patches können

dynamisch Kräfte auf die Tilger-Balken einleiten und virtuell eine Massen- bzw. Steifigkeitsänderung bewirken und somit eine Änderung der Tilgerresonanz erreichen. An einem Tragwerk (Gewicht bis ca. 40 kg) wurden mehrere der genannten Tilger (Tilgermasse von jeweils ca. 800 g) eingebaut. Die Schwingungsreduktion am Tragwerk durch die adaptiven Tilger kann bei Anregungen im Frequenzbereich bis 100 Hz ermittelt werden. Die implementierte Regelung adaptiert die Resonanzverstellung des Tilgers in Echtzeit, abhängig von der Anregungsfrequenz. Mit den integrierten Piezo-Patches ergibt sich auch eine weitere Einsatzmöglichkeit des Balken-Tilgers als Kraftaktor zur aktiven Schwingungsreduktion oberhalb der Tilger-Resonanzfrequenz.

Für schwerere Strukturen wurde ein adaptiver Biegebalken-Tilger (ca. 5 kg Tilgermasse) entwickelt und an einer Produktionsmaschine (ca. 5 Tonnen) erprobt. Die Adaption der Tilgersteifigkeit wird durch die Positionierung der Tilgermasse auf den Balken über eine Gewindestange realisiert. Der Antrieb für die Drehbewegung der Gewindestange arbeitet quasistatisch, so dass nur während der Adaption Energie benötigt wird. Durch den Regler wird die Phase zwischen Tilger- und Maschinenschwingung ausgewertet und die Tilgermasse danach so positioniert, dass der Tilger in Resonanz schwingt.

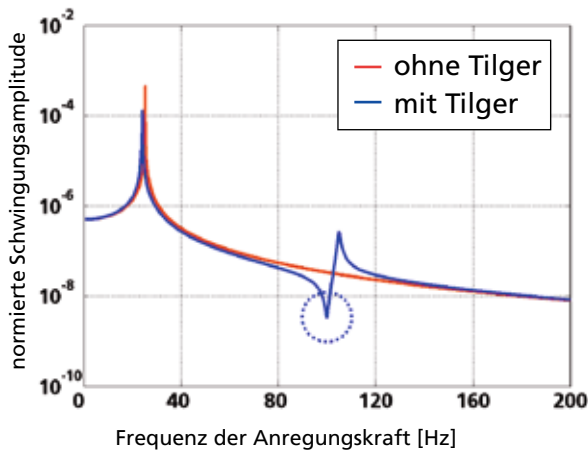


Abb. 1: Der Effekt eines Tilgers beim Frequenzspektrum einer Struktur in Form einer „Nullstelle“ der Schwingung (gestrichelter Kreis).
 Fig. 1: The effect of an absorber at the frequency spectrum of a structure in the form of a “zero-setting” of the vibration (dashed line).

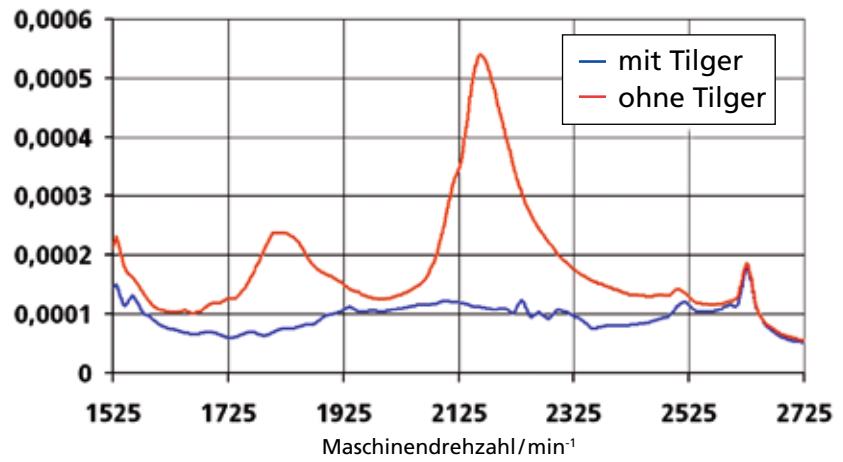


Abb. 2: Das „Cross Power Spectrum“ bei der 2. Schwingungsordnung einer Produktionsmaschine während eines Hochlaufs.
 Fig. 2: The “cross power spectrum” of the 2nd mode of vibration of a production machine during a start-up.

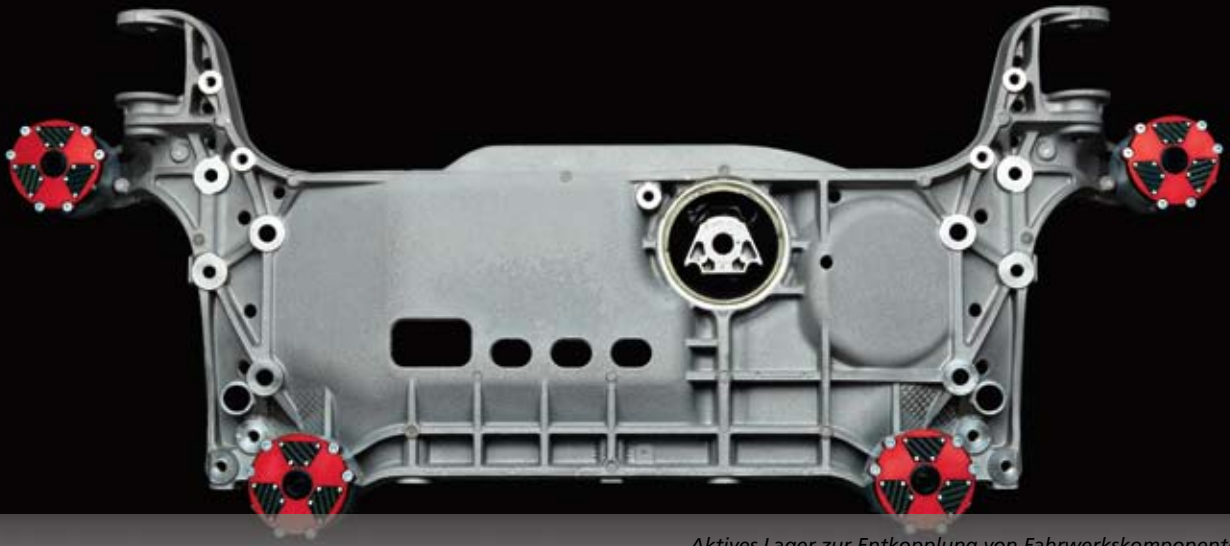
Contact: Chip Sabirin · Telephone: +49 6151 705-306 · chip.sabirin@lbf.fraunhofer.de

Abb. 2 zeigt den Effekt des adaptiven Tilgers bei der 2. Ordnung der Maschinenschwingung im Drehzahlbereich 1550 bis 2550 min⁻¹ während eines Hochlaufs der Produktionsmaschine. Die Schwingung der Maschine wurde reduziert und das Strukturverhalten insgesamt verbessert.

Im Rahmen des Projekts laufen derzeit Forschungsarbeiten über verteilte adaptive Tilger. Dabei wird in interdisziplinären Gebieten (Maschinenbau, Elektrotechnik, Informationstechnik, Materialwissenschaft, Mathematik) das Vorhaben verfolgt, ein sich optimierendes Netzwerk von Tilgern in multidimensionalen Strukturen zu entwickeln.

Customer Benefits Vibration absorbers are a proven method of reducing disturbing vibrations. If these absorbers are enhanced with the possibility of adapting them to changing conditions, these adaptive systems will be able to cover a greater area of application. Adaptive vibration absorbers can contribute to an increase in machine revolutions per minute, a reduction in vibrations, lighter structures and a longer lifetime. Fraunhofer LBF offers the complete development chain for adaptive absorbers from the conception to the testing of mechanical and electric components.

Summary Vibration absorbers that can adapt their eigenfrequencies to changing conditions broaden the area of application of common absorbers. The eigenfrequency can be adjusted by means of a targeted introduction of dynamic forces or by changing the stiffness or the mass. Among other things, the effectiveness of adaptive absorbers could be demonstrated on a production machine and on a supporting structure. Higher machine revolutions per minute, less vibrations, lighter structures and a longer lifetime could be achieved. A self-optimizing network of absorbers for a multidimensional structure will be developed in further projects.



*Aktives Lager zur Entkopplung von Fahrwerkskomponenten.
Active mount for the decoupling of carriage components.*

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

Entkopplung von Strukturkomponenten und Aggregaten mittels aktiver Lager.

Decoupling of structural components and aggregates by means of active mounts.

Contact: Heiko Atzrodt · Telephone: +49 6151 705-349 · heiko.atzrodt@lbf.fraunhofer.de

Passive Lager werden in vielen Bereichen des Maschinenbaus zur Entkopplung von Strukturbauteilen oder Aggregaten eingesetzt. Werden Anforderungen einer Anwendung mittels einer passiven Lagerung nicht ausreichend erfüllt oder soll die Funktionalität erweitert werden, können Lager mit aktorischen Komponenten eingesetzt werden. Durch eine geeignete Regelung kann eine breitbandige Entkopplung erreicht, das Übertragungsverhalten des Lagers eingestellt oder eine verbesserte Isolation erzielt werden.

Anwendungsbeispiele für aktive Lager.

Am Fraunhofer LBF wurden in einer Reihe von Projekten aktive Lager aufgebaut. So werden im Rahmen des BMBF Projektes FIEELAS gemeinsam mit Projektpartnern Lager zur aktiven Entkopplung von Fahrwerkskomponenten entwickelt. Ziel ist es das Rollgeräusch, welches durch die Fahrbahnanregung erzeugt wird, zu reduzieren. Untersuchungen werden außer mit piezokeramischen Aktoren auch mit dielektrischen Elastomeren durchgeführt. Für verschiedene Fahrzeuge wurden aktive Motorlager zur Reduktion der Vibrationsübertragung vom Motor in die Karosserie entwickelt. Diese Lager beruhen auf piezokeramischen Aktoren und konnten Störungen bis 250 Hz mindern.

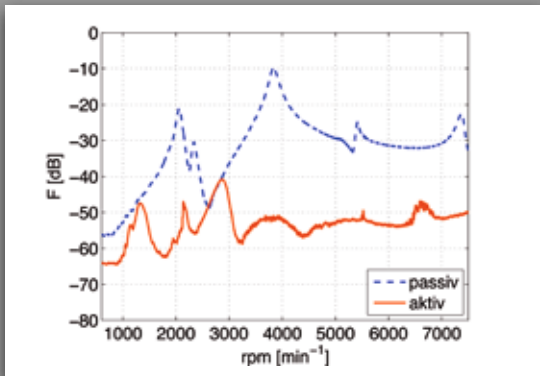
Nicht nur für die Fahrzeugindustrie wurden aktive Lager aufgebaut, sondern zum Beispiel auch für einen Kompressor einer Straßenbahn-Klimaanlage oder für die Entkopplung eines Antriebsaggregates im Schiff. Weitere aktive Lager unterschiedlicher Skalierung und mit verschiedenen intelligenten Materialien befinden sich in der Entwicklung oder sind für die Zukunft geplant.

Bevor aber die aktiven Lager in die reale Anwendung integriert und getestet werden können, sind die Erprobung und Optimierung der aktiven Lager in einem geeigneten Prüfstand notwendig. Für automobile Anwendungen wurde ein Prüfstand, mit dem höherfrequente Fahrbahn- oder Motoranregungen in ein Fahrzeug eingeleitet werden können, aufgebaut. Für die experimentelle Simulation von Aggregaten wird ein Unwuchterreger errichtet, mit dem sowohl die auf das Lager wirkenden statischen Vorlasten als auch die Anregung durch das jeweilige Aggregat im Versuch simuliert werden können. Weiterhin können auch mit einem speziell für hochdynamische Prüfungen entwickelten Erreger auf Basis piezoelektrischer Aktoren definierte Signale in die aktiven Lager eingeleitet werden. Durch den Einsatz von moderner Prüftechnik wird die Erprobungszeit in der realen Anwendung minimiert und somit der Aufwand reduziert und Kosten gesenkt.



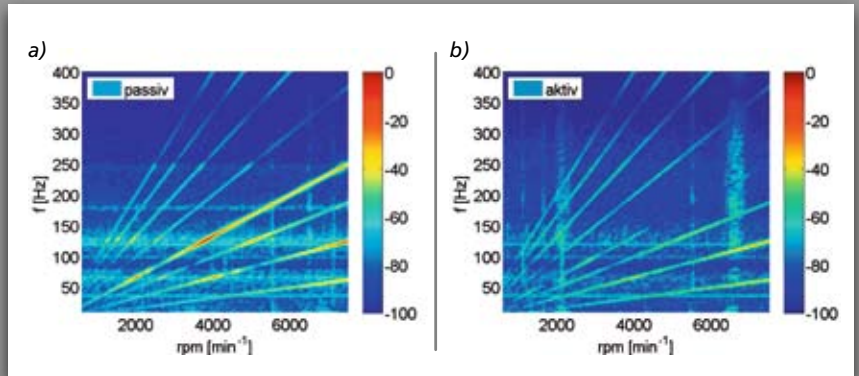
Prüfstand zur Einleitung von höherfrequenten Fahrbahn- oder Motoranregungen in einen Pkw.

Test stand for the introduction of higher frequency driving surface or engine excitation in a car.



Veränderung des Schwingungsverhaltens in der 2. Ordnung ohne aktive Entkopplung (blau) und mit aktiver Entkopplung (rot).

Change in vibration behaviour in the 2nd order without active decoupling (blue) and with active decoupling (red).



Experimentelles Beispiel für ein Lagerungssystem a) ohne aktiver Entkopplung, b) mit aktiver Entkopplung.

Experimental example for a suspension system a) without active decoupling b) with active decoupling.

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

Customer Benefits In-depth knowledge and experience for the fast and efficient development of active bearings could be gained through the large number of active bearings that were set up for different applications. Flexibly applicable procedures and test methods were worked on in the projects that were carried out. The functionality of bearings can be enlarged with the integration of actuator components, thus enhancing their effectiveness or expanding their area of application.

Summary With their actuator components, active bearings can attain a broadband decoupling that can adjust the transmission behavior of the bearing or achieve improved isolation. Active bearings were developed at Fraunhofer LBF in different projects, e.g., for the decoupling of carriage components as passenger car engine mounts, for the mounting of a drive unit in ships and for the mounting of a compressor in street car air conditioners. Appropriate test technologies were developed for the testing and optimization of the bearings that can be easily adapted to other applications. The collected findings can be used for the efficient and rapid development of active bearings as well as for other applications.

Dr. Christopher Klatt
Freudenberg For-
schungsdienste KG

„Aktive Lager im multifunktionalen System leisten einen wichtigen Beitrag zur Lösung heutiger schwingungstechnischer Probleme. In den Produkten von morgen kommen sie als innovative Komponente zum Einsatz bei der Lagerung von Antrieben in Automobil und Industrie. Sie bieten Einsatzmöglichkeiten in Bereichen, in denen passive Lager nur unzureichende Ergebnisse liefern. Freudenberg arbeitet gemeinsam mit dem Fraunhofer LBF an dieser intelligenten Technologie und will sie in der Serienfertigung umsetzen.“

“Active bearings in multifunctional systems make an important contribution to solving today’s vibration problems. In the products of tomorrow they will be used as innovative components in the mounting of engines in automobiles and in the industry. They offer application possibilities in areas in which passive bearings only provide insufficient results. Freudenberg is working together with Fraunhofer LBF on this intelligent technology with the objective of starting a series production.”



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

Advanced Design Projects: Praxisnahe Studentenprojekte zur technischen Lärminderung.

Advanced Design Projects: Practice-related student projects on technical noise reduction.

Contact: Dr. Joachim Bös · Telephone: +49 6151 16-2903 · boes@szm.tu-darmstadt.de

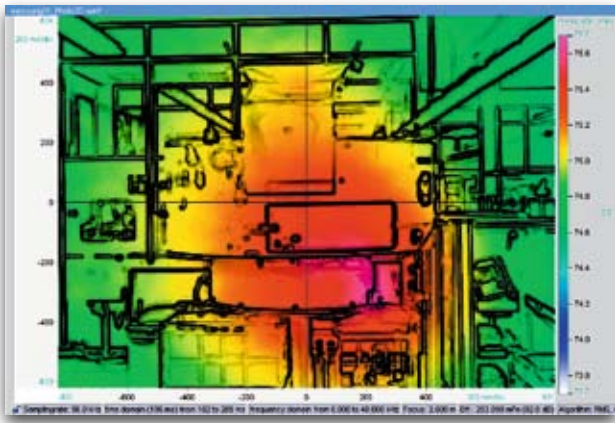
Alle Studierenden des Masterstudiengangs „Maschinenbau – Mechanical and Process Engineering“ an der Technischen Universität Darmstadt müssen mehrere so genannte Advanced Design Projects (ADP) absolvieren. Dabei sollen möglichst praxisnahe Aufgabenstellungen in Teams von 4 bis 7 Studierenden bearbeitet werden. Das Fachgebiet Systemzuverlässigkeit und Maschinenakustik SzM bietet ADPs in enger Kooperation mit Industrieunternehmen an.

Advanced Design Project bei fischerwerke.

Die ADPs dienen den Studierenden dazu, das in den Vorlesungen (z. B. „Maschinenakustik – Grundlagen“) erlernte theoretische Wissen auf dem Gebiet der Maschinenakustik und der technischen Lärminderung anhand realer Problemstellungen in die Praxis umzusetzen. Neben den rein fachlich-technischen Aspekten spielen dabei auch vermeintlich weichere Faktoren wie Projekt- und Zeitmanagement, Teamfähigkeit, das Präsentieren von Projektergebnissen u. ä. eine zentrale Rolle. Die Studierenden werden dabei von wissenschaftlichen Mitarbeitern des Fachgebiets nach dem „Prinzip der minimalen Hilfe“ (so wenig Unterstützung wie möglich, so viel wie nötig) betreut. Anhand einer gegebenen Aufgabenstellung müssen die Studierenden selbstständig geeignete Lösungsstrategien entwickeln und einen Zeitplan erstellen.

Die Studierenden verbringen mit den Betreuern eine Woche vor Ort im Unternehmen, planen die Messungen, führen sie durch, werten sie aus und präsentieren erste Zwischenergebnisse. Nach der Rückkehr nach Darmstadt erfolgt eine gründliche Analyse der Messdaten, aus der weitere Vorschläge für Lärmierungsmaßnahmen abgeleitet werden. Das Projekt schließt mit einer Abschlusspräsentation vor Firmenvertretern und der Notenvergabe.

Das jüngste SzM-ADP fand im Mai 2010 bei der Firma fischerwerke GmbH & Co. KG („fischer-Dübel“) statt. Elf Studierende und vier Betreuer verbrachten eine Woche am Firmensitz in Waldachtal. Ein Studierendenteam erstellte die Lärmkarte einer lauten Produktionshalle, um die lautesten Maschinen und Arbeitsplätze zu identifizieren. Das zweite Team untersuchte eine Verpackungsmaschine für Dübel und Schrauben und erarbeitete erste Maßnahmen zur Lärminderung. Das dritte Team analysierte einen Vibrationswendelförderer und erprobte ebenfalls erste Lärmierungsmaßnahmen. Schließlich präsentierten die Studierenden ihre vorläufigen Ergebnisse vor Firmenvertretern und Betriebsratsmitgliedern. In den folgenden Wochen analysierten die Studierenden ihre Messdaten im



Die Akustische Kamera des Fachgebiets SzM entlarvt akustische Schwachstellen.
SzM's acoustic camera detects acoustic weak spots.



Studierendengruppe mit Betreuern.
Student team with mentors.

Detail, leiteten weitere Ansätze zur Lärminderung ab, erstellten einen 145-seitigen Abschlussbericht und präsentierten ihre finalen Projektergebnisse vor Vertretern von fischer.

Customer Benefits Everyone involved benefits from the Advanced Design Projects (ADPs) of the research group System Reliability and Machine Acoustics SzM: Students gain practical experience and insight into operational processes and improve their soft skills. The company is able to present itself and get to know future graduates. SzM makes its seminars more attractive and meets new potential employees. More details on the latest ADPs at fischerwerke can be found in the "Lärm-bekämpfung" magazine (issue no. 6, November 2010). The research group System Reliability and Machine Acoustics SzM was bestowed with an "Athene Award for Good Teaching 2010" for its ADP concept by the Carlo and Karin Giersch Foundation.

Summary The research group System Reliability and Machine Acoustics SzM at the Technische Universität Darmstadt offers students so-called Advanced Design Projects (ADPs) in cooperation with the industry. These supplement the more theoretical lectures with a practical component and also give

students the opportunity to improve their soft skills. The report describes the general approach of these student projects with the example of the latest ADP at the fischerwerke company.



Steffen Weber,
Kompetenz Center
Qualität, Unterneh-
mensgruppe fischer

„Lärminderung am Arbeitsplatz ist für uns ein wichtiger Beitrag zur Erhaltung der Gesundheit und des Wohlbefindens unserer Mitarbeiter. Die Projektgruppe der TU Darmstadt konnte uns in kürzester Zeit erhebliche Verbesserungspotenziale aufzeigen. Neben Lösungsansätzen für einzelne Maschinen wurden uns Handlungsoptionen für die selbstständige Optimierung neu konstruierter Anlagen an die Hand gegeben.“

“For us, noise reduction at the work place is an important contribution to preserving the health and well-being of our staff. The TU Darmstadt project group was able to show us considerable improvement potential within a very short period of time. In addition to solutions for individual machines, we were presented with options for the independent optimization of newly constructed devices.”



*Das neue Transferzentrum Adaptronik bietet Raum für fachübergreifende Forschergruppen.
The new Transferzentrum Adaptronik offers opportunities for comprehensive projects.*

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

Das Fraunhofer-Innovationscluster Adaptronische Systeme „FIAS“.

The Fraunhofer "FIAS" (Adaptronic Systems Innovation Cluster).

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

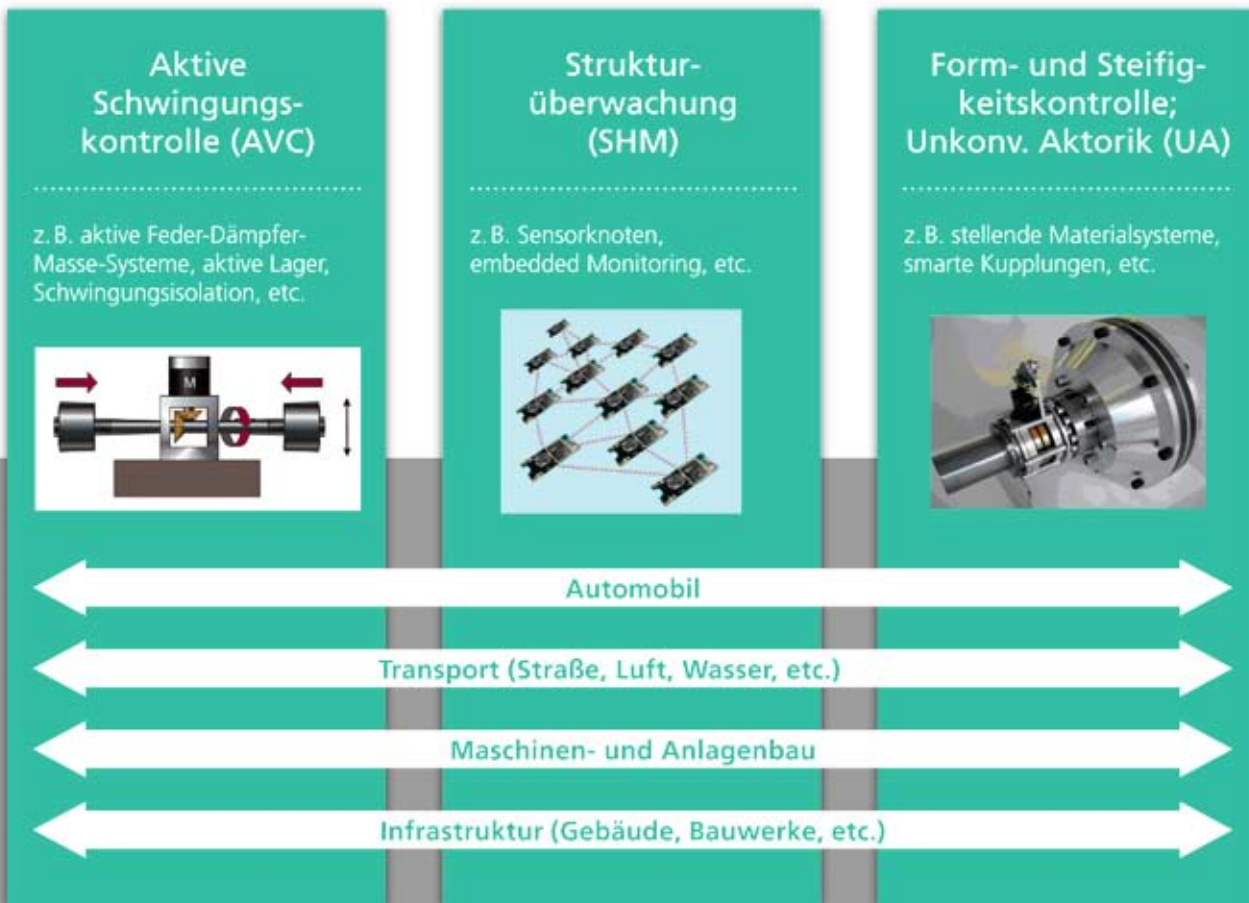
Im „Pakt für Forschung und Innovation“ hat die Fraunhofer-Gesellschaft die Aufgabe übernommen, Innovationscluster zu konzipieren und umzusetzen. Ein Innovationscluster hat die Aufgabe, Kräfte in der Region zu bündeln und zur Lösung anspruchsvoller Aufgaben zu aktivieren. Im Fraunhofer-Innovationscluster Adaptronische Systeme „FIAS“, beheimatet in Darmstadt, werden neue adaptronische Strukturkonzepte zur Produktoptimierung entwickelt.

Adaptronische Strukturkonzepte zur Produktoptimierung.

Technologischer Schwerpunkt in FIAS ist die Entwicklung, Erprobung und Inbetriebnahme von adaptronischen Produkten in den technologischen Teilbereichen aktive Schwingungskontrolle (AVC), Strukturüberwachung (SHM) sowie aktive Form- und Steifigkeitskontrolle durch unkonventionelle Aktorkonzepte (UA). Innerhalb dieser technologischen Teilbereiche wurden für die Branchen Automobil, Transport, Maschinen- und Anlagenbau und Infrastruktur bisher sieben Projektcluster gebildet, von denen vier nachfolgend dargestellt sind.

Die Erarbeitung von AVC-Maßnahmen für Anwendungen im Auto bilden innerhalb des FIAS einen Schwerpunkt und werden im Projektcluster AVC/Automobil vorangetrieben. Das Projektpartnerumfeld setzt sich aus OEMs und Zulieferern/Dienstleistern zusammen. Die Motivation zum Einsatz aktiver Maßnahmen im Auto resultiert aus gesteigerten Komfortansprüchen sowie der Forderung nach Gewichtsreduktion zur Ressourcenschonung bzw. Reduktion der CO₂ Emission. Eine besondere Herausforderung ist der Kostendruck der Branche sowie die Randbedingungen zur Systemintegration in das Fahrzeug (Leistungsversorgung, BUS-Architektur etc.).

Im Projektcluster AVC/Transport werden aktive Maßnahmen zur Schwingungskontrolle an großen Aggregaten und in Antriebsträngen bspw. von Schiffen erarbeitet, sowie numerische Maßnahmen zur Prognoseverbesserung vibroakustischer Grenzwerte in einem möglichst frühen Stadium der Bau- bzw. Entwicklungsphasen von Schiffen und Flugzeugen. Anders als im Automobil werden hier vornehmlich Systeme kleinerer Stückzahl oder Einzelanwendungen betrachtet. Die Herausforderung bei der Lösungsfindung liegt in der



*Technologische Teilbereiche der Adaptronik AVC, SHM, UA und Ableitung der Projektcluster.
 Technological subareas of Adaptronics AVC, SHM, UA and derivation of the project cluster.*

Generierung branchenspezifischer, leicht übertragbarer, modularer Lösungsansätze, die auf veränderte Randbedingungen (bspw. andere Schiffstypen, andere Leistungsklassen der Aggregate etc.) anpassbar sind.

Maßnahmen zur Schwingungskontrolle im Bereich des Maschinen- und Anlagenbaus werden im Projektcluster AVC/Maschinen- und Anlagenbau erarbeitet und zielen auf die Erhöhung der Fertigungsqualität bzw. -geschwindigkeit ab. Schall- und Vibrationsreduktion zur Einhaltung von Grenzwerten bspw. für Elektrowerkzeuge oder zur Verhinderung von Maschinenausfällen in Folge mechanischer Schäden bzw. zur Erhöhung der Lebensdauer liegen ebenfalls im Fokus.

Das Projektcluster UA/Automobil setzt sich mit alternativen adaptronischen Antriebskonzepten auseinander, welche stellende, verriegelnde oder versteifende Funktionen erfüllen. Oftmals werden diese Konzepte auf Basis neuer oder weniger bekannter Aktormaterialien erarbeitet, wie z. B. elektro- oder magnetorheologischer Fluide, Formgedächtnislegierungen, elektroaktiver Polymere, etc.

Customer Benefits In the first two years of the run of the FIAS project, diverse cross-industrial adaptronic solutions were developed. In individual applications the marketability of some of the developed products could be proven in field tests. These are being further developed within the project cluster to adaptronic series products. The systematic approach in finding solutions facilitates the transfer of the developed products to other fields or applications.

Summary Together with partners from the industry, associations and research with a focus on the fields of automobiles, transportation, mechanical and plant engineering as well as infrastructure, the Fraunhofer "FIAS" (Innovation Cluster for Adaptronic Systems) creates project clusters that work on demanding tasks with the objective of developing new products. FIAS herewith enables the accelerated transfer of scientific insights to marketable adaptronic products and, by qualifying scientific and technical personnel and by facilitating laboratory and analysis technology, it also ensures a long-term establishment of the key technology of adaptronics in Darmstadt.

Immer ein Stück voraus!

LBF®.Products.

Always a bit ahead!!

LBF®.Products.





> Messung und Bewertung von Schwingungen –
Experimentelle Analyse und Simulation. 90

> Measurement and evaluation of vibrations –
experimental analysis and simulation.



> LBF®.Wheel/HubStrength 2.0 – Open Version. 92

> LBF®.Wheel/HubStrength 2.0 – Open Version.



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

Messung und Bewertung von Schwingungen – Experimentelle Analyse und Simulation.

Measurement and evaluation of vibrations – experimental analysis and simulation.

Contact: [Andreas Friedmann](mailto:andreas.friedmann@lbf.fraunhofer.de) · Telephone: +49 6151 705-493 · andreas.friedmann@lbf.fraunhofer.de

Die experimentelle Systemanalyse ist ein erforderlicher Bestandteil im Bereich der Entwicklung von technischen Produkten und der damit oft angestrebten Effizienzsteigerung dieser Produkte. Um technische Lösungen bei der modernen Produktentwicklung dahingehend zu konstruieren und zu optimieren, dass Vibrationen und Lärmemission gemindert werden, ist ein entsprechend detailliertes Problemverständnis der Strukturmechanik sowie der Schallabstrahlung essentiell. Am Fraunhofer LBF unterstützen wir Sie durch Beratung, messtechnische Analyse und Simulation ihrer Systeme im Bereich der Schwingungstechnik und Vibroakustik.

Beratung.

Nutzen Sie unsere umfangreiche Erfahrung und Ausstattung sowie unser Expertenwissen zur Umsetzung komplexer Mess- und Analyseanforderungen! Wir beraten Sie bezüglich messtechnischer Analysemöglichkeiten von strukturellen und akustischen Schwingungen, dem Aufbau von Schwingungsprüfanlagen und der Langzeitüberwachung von Systemen. In diesem Zusammenhang erfahren Sie unsere Unterstützung gerne in der betrieblichen Produktumgebung bei Ihnen vor Ort oder die messtechnische Analyse Ihrer Systeme erfolgt in unserer Laborumgebung. Auf Basis der vorliegenden Mess-

ergebnisse beraten wir Sie bei der maßgerechten Problemlösung. Zu diesem Zweck beziehen wir weitere Fachgruppen des Kompetenzzentrums Mechatronik/Adaptronik und ebenso weitere Abteilungen des Fraunhofer LBF bedarfsgerecht mit ein und zeigen Ihnen Möglichkeiten hinsichtlich passiver und aktiver Strukturoptimierung auf.

Strukturschwingungen.

Mittels der Messung von Schwingungs- und Anregungsgrößen ist eine direkte Aussage betreffend des dynamischen Strukturverhaltens von Systemen möglich. Aus der Analyse der Messdaten resultieren Resonanzfrequenzen, Dämpfungen und die Visualisierung von Eigenschwingformen (Abb. 1) des Systems. Besteht für die zuvor erwähnte experimentelle Strukturanalyse keine Ansatzmöglichkeit oder ist das Betriebsverhalten des Systems von Interesse, können die real auftretenden Schwingungen gemessen und visualisiert werden. Das dadurch in beiden Fällen abgebildete Systemverhalten erlaubt die Identifikation von zielgerichteten Maßnahmen zur Schwingungsminderung sowie die Verifikation von numerischen Simulationsmodellen. Die Bewertung der Wirksamkeit hinsichtlich einer optimalen Beeinflussung des strukturellen Verhaltens kann im Vorfeld durch aktualisierte Simulationsmodelle und im realisierten Zustand durch weitere messtechnische Analysen erfolgen.

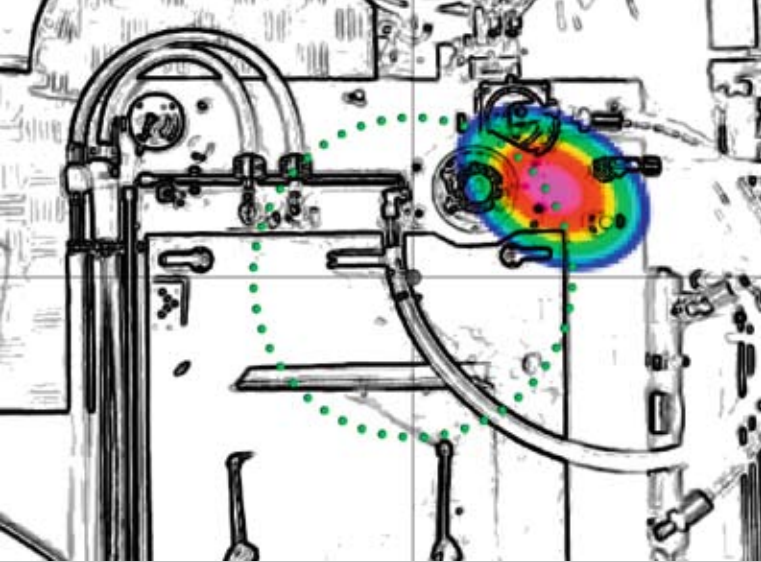


Abb. 2: Akustik – Schallquellenortung an einem Hydraulikaggregat.
Fig. 2: Acoustics – sound source location of a hydraulic aggregate.

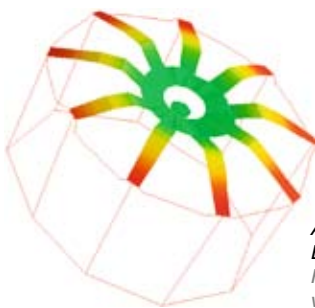
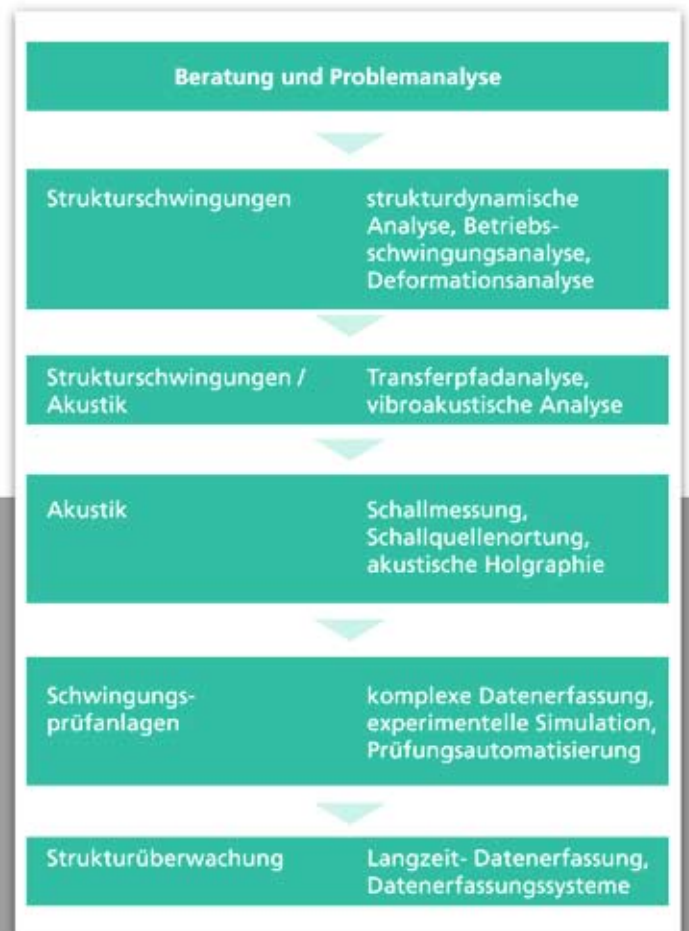


Abb. 1: Strukturschwingungen – Eigenschwingform eines Pkw-Rades.
Fig. 1: Structural vibrations – natural vibration form of a car wheel

Akustik.

Bei der Ursache für Lärmemissionen wird in Luftschall- und Körperschallabstrahlung einzelner Systemkomponenten unterschieden. Daher wird in einigen Fällen zur Identifikation der Schallquelle die Schallmessung durch eine Vibrationsmessung begleitet. Eine Quantifizierung und einen Vergleich der Schallabstrahlung von Systemen ermöglicht die Bestimmung der Schalleistung, die unabhängig vom Aufstellort die Stärke der Schallquelle angibt. Zur Ortung der Schallquellen stehen verschiedene Methoden zur Auswahl, die entsprechend der Umgebungsbedingungen und des zu betrachtenden Systems zu wählen sind. Letztendlich können mittels der Visualisierung von Schallquellen (Abb. 2) die Schwachstellen von Systemen identifiziert und Ansatzmöglichkeiten zur Minderung von Lärmemission gefunden werden.

Schwingungsprüfanlagen.

Je nach Bedarf können wir für spezifische Analysen geeignete Sonderprüfstände auslegen und umsetzen. Dies betrifft die Bewertung von Bauteilen, Baugruppen und Systemen. Es werden Prüfmaschinen (z. B. vibroakustische Elastomercharakterisierung) bis komplexe Systemprüfstände (z. B. eigenbefeuerte Vollfahrzeugtests mit Fahrroboter) entwickelt und betrieben.

Summary The reduction of the vibrations and noise emissions of technical products while taking into account their increase in efficiency as well as emission regulations is of central importance. At Fraunhofer LBF we provide support by giving you advice, measurement analyses and simulations of your systems in the area of vibration technology and vibroacoustics. Take advantage of our extensive experience and equipment as well as our expert knowledge in the implementation of complex measurement and analysis requirements.



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

LBF®.Wheel/HubStrength 2.0 – Open Version.

LBF®.Wheel/HubStrength 2.0 – Open Version.

Contact: Stress & Strength GmbH · André Neu · Telephone: +49 6151 96731 0 · neu@s-and-s.de · andre.neu@lbf.fraunhofer.de

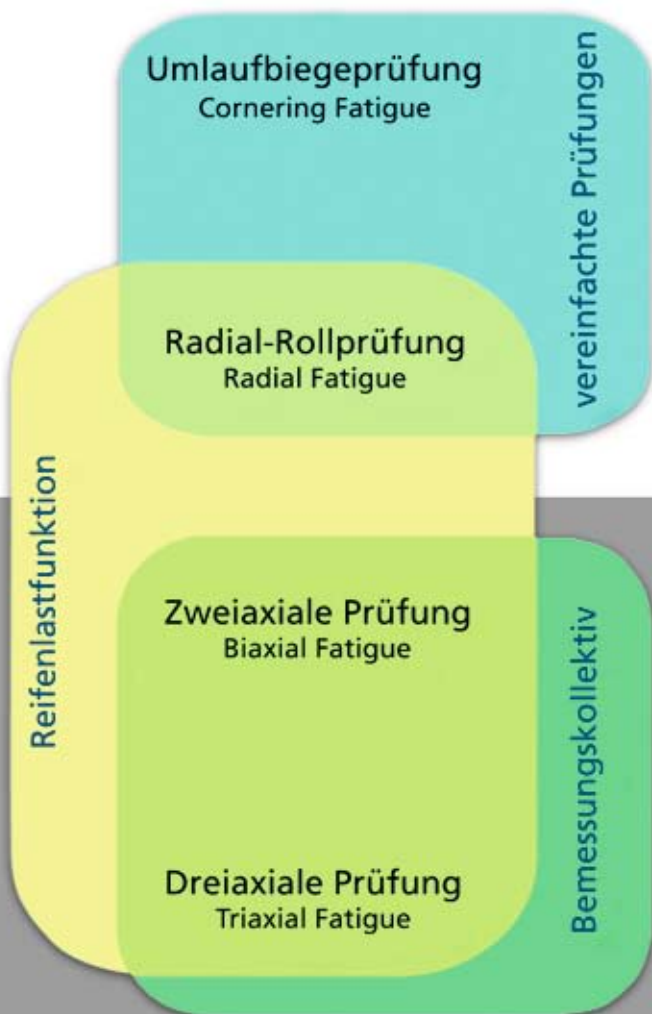
Die steigende Bedeutung der numerischen Simulation und der Anzahl FE-fähiger-Programme erfordern von Betriebsfestigkeits-Software neben der bereits gewährleisteten Zuverlässigkeit ein höheres Maß an Flexibilität, um den Kundenbedürfnissen gerecht zu werden. Das LBF®.Wheel/Hub-Strength 2.0 verbindet diese Elemente zukunftsorientiert und unterstützt den Anwender in optimaler Art und Weise.

Modularisierung für den Kunden.

Die zuverlässige Auslegung von rotierenden Fahrwerkskomponenten mit LBF®.Wheel/HubStrength ist seit Jahren auf dem Markt etabliert. Als Add-On Programmierung zu MSC.Patran/Nastran und ANSYS ist die Software allerdings eingeschränkt hinsichtlich der Flexibilität und der Schnittstellen. In enger Zusammenarbeit mit bestehenden und potentiellen Kunden wird LBF®.Wheel/HubStrength zu einer neuartigen offenen Version weiterentwickelt, die durch eigenständige graphische Eingabemasken sowie die Integration zahlreicher Schnittstellen (Nastran, ABAQUS, Permas, ANSYS etc.) außerhalb von FE-Software genutzt wird.

Um dem Anwender die Möglichkeit zu geben, nach den verschiedenen Methoden Räder und Radnaben zu bewerten, wird Version 2.0 derart modularisiert, dass nach biaxialen Kriterien, bei Bedarf nach triaxialen Kriterien, d.h. unter Berücksichtigung von Bremsen und Beschleunigen, sowie nach den vereinfachten Kriterien der Rollprüfung (RFT) und Biegeumlauf-Prüfung (CFT) berechnet werden kann. Bereits in der frühesten Entwicklungsphase können somit die Komponenten hinsichtlich der gängigen und geforderten Standards rechnerisch überprüft und optimiert werden. Ebenso bietet die Modularisierung die Möglichkeit, kundenspezifische Auslegungskriterien wie Bemessungskollektive oder Materialdaten zu integrieren.

Neben den Vorteilen hinsichtlich der Betriebsfestigkeit werden softwaretechnisch durch die FE-Software-Unabhängigkeit die Laufzeiten deutlich verkürzt sowie die Speichernutzung verbessert. Die direkt integrierte Batchfähigkeit ermöglicht dem Anwender spezifische Automatisierungsprozesse zu generieren. Eine vollintegrierte eigenständige Graphik-Engine zur optimierten Ergebnisdarstellung und Präsentation, sowohl für 3D-Spannungs- oder Lebensdauer-Ergebnisse, als auch für 2D-Auswertungen lokale Spannungszeitverläufe und örtliche Kollektive, runden die neue Version LBF®.Wheel/HubStrength 2.0 ab.



Contact: Fraunhofer LBF · Rüdiger Heim · Telephone: +49 6151 705 283 · ruediger.heim@lbf.fraunhofer.de

Customer Benefits The new LBF®.Wheel/HubStrength 2.0 – Open Version is a customer-friendly and future-oriented upgrade that offers a number of options and expansion possibilities. Because of its flexibility, it supports the user (both suppliers and OEM) with the numerical design and optimization of rotating carriage components at an early stage and in accordance with the required standards.

Summary The LBF®.Wheel/HubStrength software for the structurally durable conception of rotating carriage components has been on the market for years as an add-on for the MSC.Patran/Nastran and ANSYS FE programs. In addition to the proven biaxial conception, the new, software-modulated and open 2.0 version with a link to a number of FE programs now enables the user to compute the components in accordance with the triaxial concept, while taking braking and accelerations into consideration, as well as in accordance with the Cornering Fatigue Test (CFT) and Radial Fatigue Test (RFT) criteria. Batch capability and customer-specific expandability are the advantages of future-oriented further development.



Olaf Nagengast,
Product and Process
Development, Otto
Fuchs Metallwerke

„In enger Abstimmung mit uns hat S&S das Tool so weiterentwickelt, dass die neuen Module optimal in unsere Systemlandschaft passen. Wir sind nun in der Berechnung vollständig unabhängig von anderen Systemen wie z. B. Patran. Damit erreichen wir eine deutlich größere Rechengeschwindigkeit. Wir wollten das CFT Modul direkt in den Lauf des Biax mit einbeziehen, da es für uns der Standardauslegungsfall ist. Eine sehr gelungene Weiterentwicklung, mit positiver Perspektive.“

“In close coordination with us, S&S has developed the tool to the extent that the new modules optimally fit into our system environment. We are now completely independent in computing from other systems such as Patran. As a result, we now reach a greater computing speed. We want to include the CFT module directly into the Biax course since this is the standard conception case. A very successful further development with positive prospects.“



Ausgründungen des Fraunhofer LBF.

Fraunhofer LBF spin-offs.

ISYS Adaptive Solutions GmbH



Die ISYS Adaptive Solutions GmbH ist ein junges Spin-Off des Fraunhofer LBF aus dem Bereich Mechatronik / Adaptronik mit Sitz in Darmstadt. Als solches ist sie mit zentralen Technologiepartnern vernetzt, hat Zugang zu aktuellsten FuE-Erkenntnissen aus dem Bereich der aktiven Strukturtechnologie und kann High-Tech-Lösungen aus einer Hand anbieten – ein besonderer Vorteil für ihre Kunden. Die ISYS unterstützt ihre Kunden durch Konstruktions-, Entwicklungs- und Realisierungsdienstleistungen im Bereich der aktiven Strukturtechnologien, besonders bzgl. piezobasierter Aktorik und Sonderprüftechnik. Im Kontext der Sonderprüftechnik optimiert die ISYS prüftechnische Systeme bzgl. ihrer dynamischen Eigenschaften und ihrer Präzision, entwickelt messtechnische Teststände zur mechanischen Prüfung von Kleinbauteilen und zur höherfrequenten Charakterisierung und Prüfung von Bauteilen. Im Vordergrund stehen Lösungen mit kleinen bis mittleren Stückzahlen. Sprechen Sie uns an! Wir freuen uns auf die Zusammenarbeit.

Ansprechpartner: Dipl.-Kfm. André Neu · Dipl.-Ing. Christoph Axt · Telefon: +49 6151 66920-0 · info@isys-as.de · 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 unseren 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 · www.s-and-s.de

Fluid Digital Control



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 · 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 18 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 1,65 Milliarden Euro. Davon fallen 1,40 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 alliance – manifold 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 fokussiert vorrangig auf die Branchen Automotive, Maschinen- und Anlagenbau, Automation und Sondermaschinenbau. Der Verein bietet seinen Mitgliedern gezielte Informationen, erleichterten Zugang zu neuen Märkten in einem umfangreichen Netzwerk von Partnern aus angegliederten Branchenfeldern, Unterstützung bei der Projektgenerierung und im Projektmanagement sowie verschiedene Serviceleistungen. Es ist das erklärte Ziel, eine systemische Vernetzung des Rhein-Main Adaptronik e. V. mit dem neuen Fraunhofer-Transferzentrum Adaptronik in Darmstadt (Ansprechpartner: Michael Matthias) und mit dem regionalen Wirtschaftsumfeld zu bewirken. So wird ein nachhaltiger Beitrag zum Technologietransfer in die 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



Präsentation des Vereins Rhein-Main Adaptronik auf der Hannover Messe Industrie.

Mitglieder im Netzwerk sind:

- Adam Opel AG
- Conti Tech 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 Ro Tec 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

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



Fraunhofer-Allianz Adaptronik

www.adaptronik.fraunhofer.de

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



Fraunhofer-Allianz Bau

www.bau.fraunhofer.de

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF:
Prof. Dr.-Ing. Thilo Bein · thilo.bein@lbf.fraunhofer.de



Fraunhofer-Allianz Hochleistungskeramik

www.hochleistungskeramik.fraunhofer.de

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF: Dr.-Ing. Ulrich May ·
ulrich.may@lbf.fraunhofer.de
Geschäftsführung: Dr. phil. nat. U. Eul · ursula.eul@lbf.fraunhofer.de



Fraunhofer-Allianz Leichtbau

www.leichtbau.fraunhofer.de

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF:
Prof. Dr.-Ing. Andreas Büter · andreas.bueter@lbf.fraunhofer.de



Fraunhofer-Allianz Numerische Simulation von Produkten und Prozessen

www.simulation.fraunhofer.de

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF: Dr.-Ing. Thomas Bruder ·
thomas.bruder@lbf.fraunhofer.de
Dipl.-Ing. Klaus Störzel · klaus.stoerzel@lbf.fraunhofer.de



Fraunhofer-Allianz Verkehr

www.verkehr.fraunhofer.de

www.verkehr.fraunhofer.de
Ansprechpartner im Fraunhofer LBF: Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka ·
Lenkungskreis · holger.hanselka@lbf.fraunhofer.de



Fraunhofer-Allianz autoMOBILproduktion

www.automobil.fraunhofer.de

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF: Dipl.-Ing. Ivo Krause ·
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

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

Fraunhofer-Systemforschung Elektromobilität

www.elektromobilitaet.fraunhofer.de

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF: Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka ·
Hauptkoordinator · 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

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



www.euceman.com

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

materials valley

www.materials-valley-rheinmain.de

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF: Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka ·
Vorstandsvorsitzender · holger.hanselka@lbf.fraunhofer.de



www.cfk-valley.com

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF: Prof. Dr.-Ing. Andreas Büter ·
andreas.bueter@lbf.fraunhofer.de



www.matform.tu-darmstadt.de

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF: Prof. Ing.-Dr. Holger Hanselka ·
Vorstandssprecher · holger.hanselka@lbf.fraunhofer.de



www.dvm-berlin.de

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF:
Prof. Dr.-Ing. Cetin Morris Sonsino · c.m.sonsino@lbf.fraunhofer.de



www.forum-elektromobilitaet.de/

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

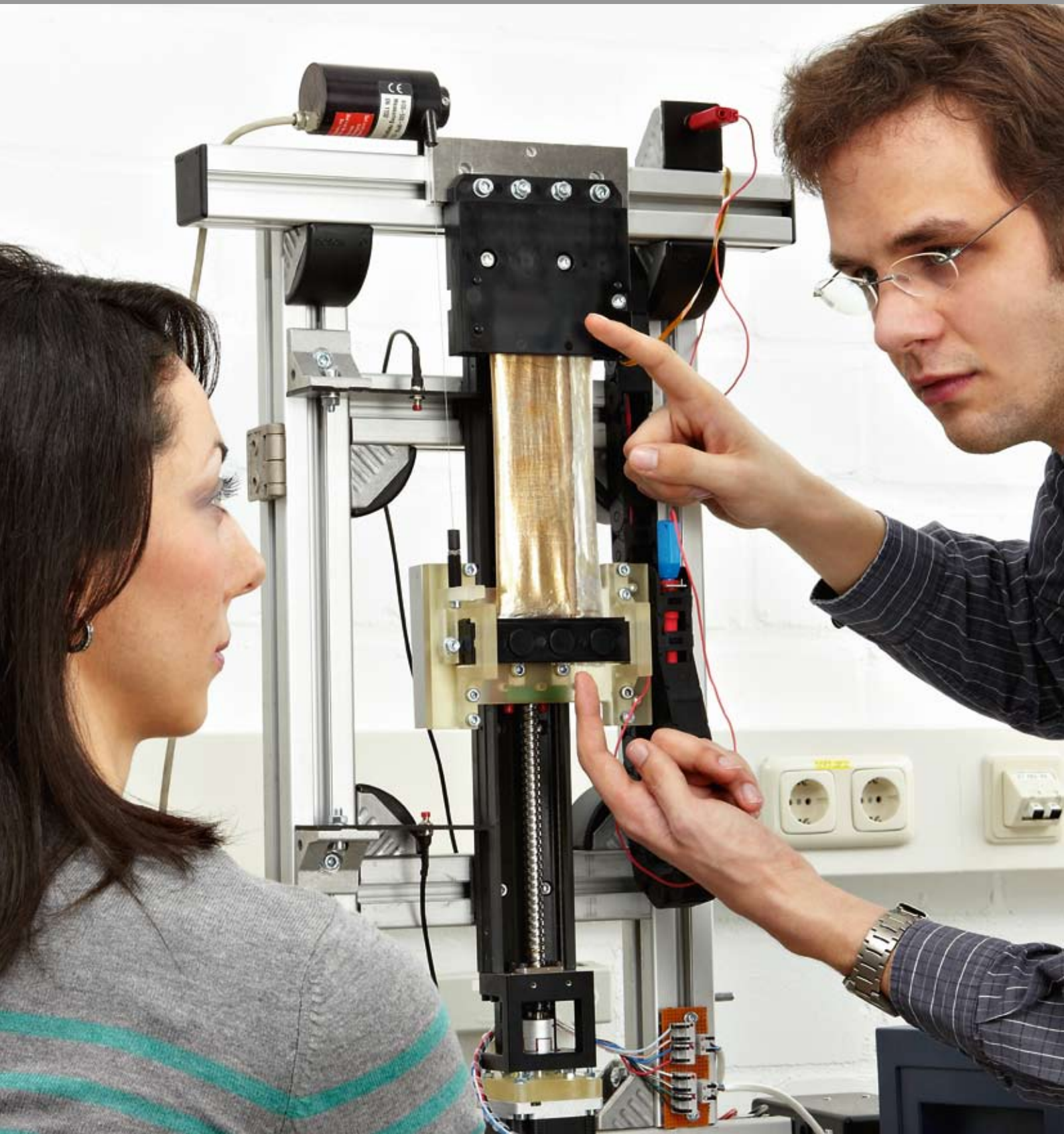


www.earpa.org

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF: Prof. Dr.-Ing. Thilo Bein ·
thilo.bein@lbf.fraunhofer.de

Hinter allen Prüfaufbauten stecken Menschen mit Know-how und der fachliche Austausch wird im Fraunhofer LBF groß geschrieben. Prüfstand für elektroaktive Elastomere.

People with know how are behind all tests and expert exchanges are top priority at Fraunhofer LBF. Test stand for electroactive elastomers.





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.

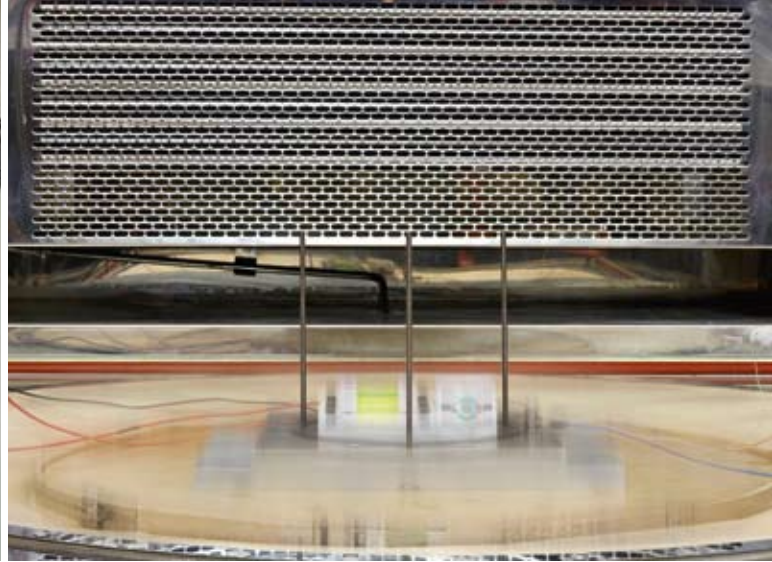
Experimentelle Simulationstechniken

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
- Integration von Verbrennungsantrieben in komplexe Prüfaufbauten
- Prüfstandsdesign, Spannzeugkonstruktion und Probenherstellung nach Kundenanforderung

Stationäre Versuchsaufbauten:

- 8 Zweiaxiale Rad/Naben-Versuchsstände für Pkw, Nutz- und Sonderfahrzeuge sowie Motorräder einschließlich Bremsimulation 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 Komplettgetriebe), 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:

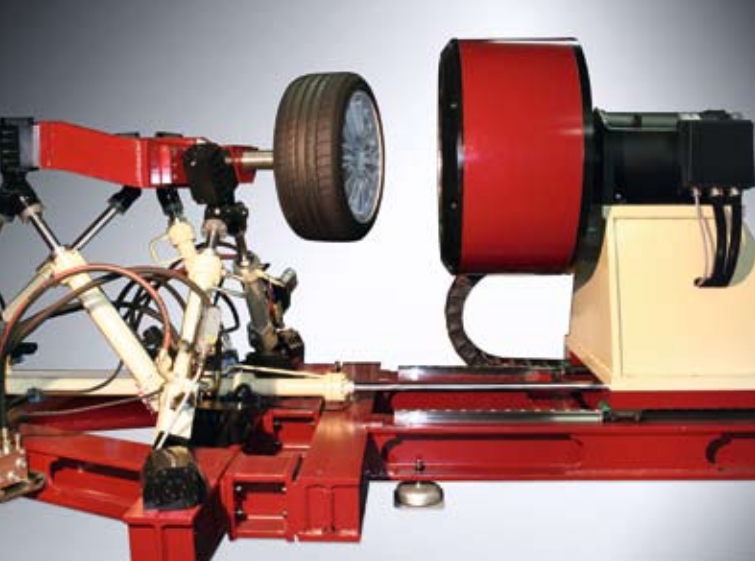
- Messdatenerfassung physikalischer Größen, Telemetrieanlagen zur Erfassung an rotierenden Systemen, Hochfrequenzanalyse
- Messdatenerfassung für Langzeituntersuchungen an Kundenfahrzeugen mit Abfrage per Modem
- Wärmebildkamera, z. B. zur Thermischen Spannungsanalyse (TSA) oder Lock-in Thermographie
- 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 Entwicklungsumgebung für Algorithmen der Regelungstechnik und Signalverarbeitung
- 4 Pkw/Lieferwagen-Messräder RoaDyn® S650 der Firma Kistler anpassbar an verschiedene Felgenreößen 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 akustische 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



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 1m³
- Tiefkhlzelle fr Prepreglagerung
- Diamantscheiben und CNC-Abrasivwasserstrahlanlage fr Probenfertigung

Numerische Analyse und Lastanalyse

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

Sprechen Sie uns an: info@lbf.fraunhofer.de

Fr einige, standardisierte Prfungen (z. B. die Radprfung im zwei axialen 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

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 De- formation an Crack Formation, Subcommittee EXX.09, Fracture of Advanced Materials

Prof. Dr.-Ing. Cetin Morris Sonsino,
Dr.-Ing. Khalid el Dsoki

Prof. Dr.-Ing. Cetin Morris Sonsino,
Dr.-Ing. Khalid el Dsoki

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

CFK-Valley Stade e. V.

Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka

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

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

Prof. Dr.-Ing. Cetin Morris Sonsino

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

Prof. Dr.-Ing. Cetin Morris Sonsino,
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

Prof. Dr.-Ing. Cetin Morris Sonsino,

Dr.-Ing. Thomas Bruder,

Dipl.-Ing. Jörg Baumgartner,

Dipl.-Ing. Klaus Störzel,

Dipl.-Ing. Halvar Schmidt,

Dipl.-Ing. Dennis Fritz,

Dipl.-Ing. Jens Wiebesiek

FKM Forschungskuratorium

Maschinenbau

Arbeitskreis Bauteilfestigkeit

Prof. Dr.-Ing. Cetin Morris Sonsino,

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

**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

Prof. Dr.-Ing. Cetin Morris Sonsino

Arbeitsgruppen XIII/XV

Dr.-Ing. Heinz Kaufmann,

Dr.-Ing. Thomas Bruder,

Dipl.-Ing. Jörg Baumgartner

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

JTI „Clean Sky“

Gouverning Board

Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka

Jugend forscht

Regionalwettbewerb Hessensüd,

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

Mitarbeit in Fachausschüssen.

Work in technical committees.

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
Proceure Task Force, USA
Dipl.-Ing. Rüdiger Heim
Fatigue Design and Evaluation
Committee, USA
Dipl.-Ing. Rüdiger Heim,
Dr.-Ing. Chalid el Dsoki

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 2010.

Lectures 2010.

Käsgen, J.: Last- und Beanspruchungsanalyse zur Bewertung der Lebensdauer von Elektrofahrzeugen. Forum Elektromobilität, Workshop Testen und Prüfen, Berlin, 14.12.2010.

Kurch, M.; Herold, S.; Jungblut, T.: Model Order Reduction for Fluid-structure Interaction Problems. International Workshop on Multi-Scale Methods in Computational Engineering, Darmstadt, 09.–10.12.2010.

Kaufmann, H.; Sonsino, C.M.: Verhalten von Stählen bei zyklischen Beanspruchungen. VDEh-Kontaktstudium, Darmstadt, 06.–07.12.2010.

Schmidt, M.; Friedmann, A.; Drögemüller, T.; Melz, T.: Hybride Prüftechnik zur dynamischen Charakterisierung von Elastomerbauteilen.

Wagener, R.: Bedeutung und Auswirkung einer standardisierten Methode zur experimentellen Ermittlung von zyklischen Werkstoffkennwerten für Feinbleche. DGM Tagung „Werkstoffprüfung“, Neu-Ulm, 02.–03.12.2010.

Jöckel, M.; Hanselka, H.: Ricerca di sistemi di elettromobilità Fraunhofer. Erstes deutsch-italienisches Transport-Forum, Bergamo, Italien, 25.11.2010.

Jöckel, M.; Hanselka, H.: Elektromobilität aus dem Blickwinkel der Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit. KONGRESS des Forum Elektromobilität e.V., Berlin, 16.–17.11.2010.

Jöckel, M.; Hanselka, H.: Electromobility from the perspective of structural durability analysis. Automotive-Forum der electronica 2010, München, 09.–12.11.2010.

Käsgen, J.: Ermittlung schädigungsrelevanter Schwingungsbelastungen aus Beschleunigungsmessdaten. FVA-Infotagung 2010, Würzburg, 23.–24.11.2010.

Matthias, M.: Lärm- und Schwingungsminderung im Schiffbau durch adaptionsische/mechatronische Lösungsansätze. Hauptversammlung der Schiffbautechnischen Gesellschaft, Berlin, 19.11.2009.

Sonsino, C.M.; Kaufmann, H.; Wagener, R.; Fischer, C.; Eufinger, J.: Interpretation of overload effects under spectrum loading of high-strength steel welded joints. 2nd International Conference on Super High Strength Steel, Peschiera, Italien, 18.–20.10.2010.

Hartmann, J.: Experimentelle Betriebsfestigkeitsuntersuchungen von thermoplastischen Kunststoffen. testXpo-19. Fachmesse für Prüftechnik, Ulm, 11.–14.10.2010.

Sonsino, C.M.; Baumgartner, J.; Waterkotte, R.: Fatigue Assessment of Laserbeam Welded PM Steel Components by the Notch Stress Approach. World PM2010, Florenz, Italien, 10.–14.10.2010.

Hofferberth, D.; Lipp, K.; Kaufmann, H.; Wagener, R.: Bemessung von Bauteilen aus Sinterstahl unter besonderer Berücksichtigung gekerbter Zustände und lokaler Dichte.

Weigel, N.; Möller, R.; Jung, G.; Weihe, S.; Bruder, T.: Einsatz virtueller Prüfstände zur Auslegung und Bewertung von Achserprobungen. 37. Tagung des DVM-Arbeitskreises Betriebsfestigkeit, München, 06.–07.10.2010.

Ondoua, S.; Platz, R.; Nuffer, J.; Hanselka, H.: Uncertainties in Active Stabilisation of Buckling Columns on the Basis of Piezoelectric Materials.

Enss, G. C.; Platz, R.; Hanselka, H.: An Enhanced Approach to Control Stability in an Active Column Critical to Buckling. 21st ICAST International Conference on Adaptive Structures and Technologies, 4.–6.10.2010, State College, Pennsylvania/USA.

Bein, Th.: Adaptronische Systeme: State-of-the-Art. Veranstaltung „Adaptronik“ der IHK Lippe 30.9.2010, Detmold.

Landersheim, V.; Rullmann, F.; Jöckel, M.; Groche, P.; Bruder, T.; Hanselka, H.: Untersuchung schädigungsmechanischer Ansätze an UFG Gefügebauteilen sowie Bewertung ihrer Schwingfestigkeit mit Hilfe der FEM. 3. Zwischenkolloquium SFB 666, 29.–30.9.2010, Darmstadt.

Sonsino, C.M.: Structural Durability Concepts for Designing Welded Structures. UTMIS Autumn Courses, Soedertaelje, Schweden, 28.–29.09.2010.

May, U.: Simulation des Kontaktes beschichteter Zahnräder mit der Finite-Elemente-Methode. Tribologie Fachtagung 2010, Göttingen, 27.–29.09.2010.

Jöckel, M.; Hanselka, H.: Elektromobilität-Perspektiven, Chancen und Herausforderungen. Wirtschaft trifft Wissenschaft der IHK Ostwürttemberg 2010, Heidenheim, 21.09.2010.

Platz, R.; Ondoua, S.; Habermehl, K.; Bedarff, T.; Hauer, T.; Schmitt, S.; Hanselka, H.: Approach to validate the influences of uncertainties in manufacturing on using load-carrying structures.

Koenen, J. F.; Platz, R.; Hanselka, H.: Influence of Uncertainties in Model-based Monitoring Load-carrying Systems. ISMA2010 International Conference

Vorträge 2010.

Lectures 2010.

on Noise and Vibration Engineering, 20.–22.9.2010, Leuven/Belgium.

Enss, G. C.; Platz, R.; Hanselka, H.: An Approach to Control the Stability in an Active Load-Carrying Beam-Column by One Single Piezo-electric Stack Actuator.

ISMA2010 International Conference on Noise and Vibration Engineering, 20.–22.9.2010, Leuven/Belgium.

Flaschenträger, D.; Thiel, J.; Rausch, J.; Atzrodt, H.; Herold, S.; Melz, T.; Werthschützky, R.; Hanselka, H.: Implementation and Characterisation of the Dynamic Behaviour of a Three-dimensional Truss Structure for Evaluating Smart Devices.

24th International Conference on Noise and Vibration engineering (ISMA2010), 20.–22.9.2010, Leuven.

Engelhardt, R.; Koenen, J. F.; Enss, G. C.; Sichau, A.; Platz, R.; Kloberdanz, H.; Birkhofer, H.; Hanselka, H.: A Model to Categorise Uncertainty in Load-Carrying Systems.

1st MMEP International Conference on Modelling and Management Engineering Processes, 19.–20.7.2010, Cambridge/UK.

Landersheim, V.; Jöckel, M.; El Dsoki, C.; Bruder, T.; Hanselka, H.: Fatigue strength evaluation of linear flow split profile sections based on hardness distribution.

XV International Colloquium

MECHANICAL FATIGUE OF METALS, Opole, Polen, 13.–15.09.2010.

Jöckel, M.; Hanselka, H.: Betriebsfestigkeit und Zuverlässigkeit von Elektrofahrzeugen.

Jöckel, M.; Hanselka, H.: Fraunhofer Systemforschung Elektromobilität. 3. E-MOTIVE Expertenforum der FVA, Darmstadt, 07.–08.09.2010.

Jöckel, M.; Hanselka, H.: Betriebsfestigkeit und Leichtbaukonzepte für Elektrofahrzeuge. Elektromobilität mit Batterie und Brennstoffzelle. Rüsselsheim, 02.09.2010.

Kraus, K.: Aufbau und Vermessung eines Versuchsträgers mit ablenkbarer formvariabler Flügelvorderkante. Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress 2010, Hamburg, 31.08.–02.09.2010.

Jöckel, M.; Hanselka, H.: Fraunhofer Systemforschung Elektromobilität. Innovationstag Elektromobilität neueste Trends, Bad Neustadt a. d. Saale, 20.07.2010.

Sonsino, C.M.; Wiebesiek, J.: New results in multiaxial fatigue of welded aluminium joints.

Sonsino, C.M.; Kaufmann, H.; Wagner, R.; Fischer, C.; Eufinger, J.: Interpretation of overload effects under spectrum loading of high-strength steel welded joints.

Baumgartner, J.; Bruder, T.: An Efficient Meshing Approach for the Calculation of Notch Stresses.

Sonsino, C.M.; Zhang, G.; de Bruyne, F.: Application of the notch stress concept for the fatigue strength assessment of welded automotive components. 63rd Annual Assembly of the International Institute of Welding IIW, Istanbul, Türkei, 11.–15.07.2010.

Kurch, M.; Atzrodt, H.; Kartzow, F.; Schewe, L.; Janda, O.: On Model Order Reduction for Parameter Optimisation of Vibration Absorbers. 10th International Conference on Recent Advances in Structural Dynamics (RASD), Southampton, United Kingdom 12.–14.07.2010.

Bein, Th.; Holleis, A.; Wrigley, S.: Showcase: Global Comparison of Public R&D Programmes in the Automotive Sector. Euroscience Open Forum ESO 2010, 2.–7.7.2010, Torino.

Jöckel, M.; Hanselka, H.: Elektromobilität im Überblick / Innovationen mit System: Fraunhofer Systemforschung Elektromobilität. „Kooperation Elektromobilität“ des Forums Elektromobilität e.V., Berlin, 23.06.2010.

Hartmann, J.; Büter, A. Experimentelle Materialprüfung von kurzfa-

serverstärkten Thermoplasten im Sinne der Betriebsfestigkeit.

11. Darmstädter Kunststofftag, Darmstadt, 18.06.2010.

Lipp, K.: Aspects of Fatigue Testing. SUMMEREV 10, London, 17.–18.06.2010.

Kaal, W.; Herold, S.: EAP actuators for practical applications- design and optimization. Actuator Conference, Bremen, 14.–16.6.2010.

Bös, J.: Ansätze zur aktiven Lärm- und Schwingungsminderung.
Bös, J.: Kurze Einführung in die technische Akustik.
Bös, J.: Maschinenakustische Begleitung vom Pflichtenheft bis zur Serienreife bei einer Produktentwicklung. OTTI-Fachforum „Entwicklung geräuscharmer Geräte – Grundlagen, Technologien, Projektbeispiele“, 14.–15.6.2010, Regensburg.

Hartmann, J.; Büter, A.: Relationship between mechanical loading, environment and geometry and its influence on the fatigue behaviour of short fibre reinforced thermoplastics.

14th European Conference on Composites Materials-ECCM-14, Budapest, Ungarn, 07.–10.6.2010.

Sonsino, C.M.: Material Influence on Multiaxial Fatigue Response. ICMFF9, Parma, Italien, 07.–09.06.2010.



Jungblut, T.; Herold, S.; Matthias, M.; Thiel, J.: Holistic Simulation of Smart Structures – Active Mount Application. IV European Conference on Computational Mechanics (ECCM 2010), May 2010, Paris, France.

Eufinger, J.; Käsgen, J.; Leimann, H.: Methode zur Betriebsfestigkeitsbewertung von Gussknoten in Offshore-WEA-Gründungsstrukturen.

Eufinger, J.; Käsgen, J.; Leimann, H.: Schwingfeste Bemessung von PM-Bauteilen.
Optimierung aufgelöster Gründungsstrukturen für Offshore Windenergieanlagen (OGOWin), Bremerhaven, 31.05.2010.

Eul, U. : „Smart Materials“ und Neue Werkstoffe
Innovationsmanagement
Fraport AG, Frankfurt, 2.5.2010

Jöckel, M.; Hanselka, H.: Electromobility-Potentials and Challenges.
Round Table der Villa Vigoni auf HMI, Hannover, 20.04.2010.

Li, Y.; Pfeiffer, T.; Han, S.: Vergleich einer experimentellen und simulationsbasierten Sensitivitätsanalyse einer adaptiven Ölwanne.
3.Tagung DVM-Arbeitskreis Zuverlässigkeit mechatronischer und adaptiver Systeme, 14.–15.4.2010, Darmstadt.

Herbert, A.; Exel, N.; Voigt, L.: Procedure for the Validation of Fatigue Life on Structural Parts.

RTO Symposium AVT-176, Belek, Türkei, 11.–15.04.2010.

Laveuve, D.: Durability & Fatigue of Composite Materials-Research State of the Art. Automotive CAE Grand Challenge 2010, Hanau, 30.–31.03.2010.

Eul, U.: Fraunhofer – 60 years on behalf of the future; Spectris Finance Council Darmstadt, 26.3.2010

Bös, J.: Basic concepts and technical terms of technical acoustics“.

Bös, J.: Introduction to noise control engineering.

Symposium „Acoustics – Silence makes a powerful noise“, 24.3.2010, Universität Twente, Enschede, Niederlande.

Bein, Th.: Intelligente Materialsysteme für den Maschinenbau und Produktionstechnik.

Impulsvortrag, BMBF-Experten-gespräch, 24.3.2010, Bonn.

Bartel, T.; Friedmann, A.; Melz, T.; Johansson, G.: Vergleich verschiedener Methoden zur Strukturidentifikation.

Schmidt, M.; Friedmann, A.; Melz, T.: Prüfstand zur dynamischen Charakterisierung von Elastomerlagern.
VDI Fachtagung Schwingungsanalyse & Identifikation, Leonberg, 23.–24.03.2010.

Jungblut, T.; Mayer, D.: Experimentelle Charakterisierung von piezoelektrischen Aktorsystemen für die aktive Lärm- und Schwingungsreduktion. DAGA 2010, Berlin, 15.–18.03.2010.

Li, Y.; Pfeiffer, T.; Han, S.: Simulationsbasierte und experimentelle Sensitivitätsanalysen eines adaptiven Systems. 36. Jahrestagung für Akustik DAGA 2010, 15.–18.03.2010, Berlin.

Nuffer, J.: Intelligente Materialien-Wenn Werkstoffe mitdenken. Fraunhofer Academy Technologietrends, Stuttgart, 10.–11.03.2010.

Koenen, J. F.; Platz, R.; Hanselka, H.: A Survey to the Reduction of Uncertainties by Comprehensive Monitoring of Loadcarrying Structures. SPIE Smart Structures and Materials + Nondestructive Evaluation and Health Monitoring, 7.–11.3.2010, San Diego/USA.

Jöckel, M.; Hanselka, H.: Fraunhofer System Research for Electromobility.
Indo-German Innovation Platform, Pune, Indien, 08.03.2010.

Sonsino, C.M.; Wiebesiek, J.: New Results in Multiaxial Fatigue of Welded Aluminium Joints.
Sonsino, C.M.; Kaufmann, H.; Wagener, R.: Interpretation of

Overload Effects under Spectrum Loading of High-Strength Steel Welds.

IIW-Interim Meeting, Oslo, Norwegen, 04.–05.03.2010.

Eul, U.: Werkstoffe, Hidden Champions im Innovationsprozess
RKW Hessen, AG Mobil, Darmstadt, 3.3.2010

Bein, Th.: Integrated Solutions for Noise and Vibration Control in Vehicles – Green City Car & Maintenance on Demand – MoDe.
EARPA Partner's Meeting, 3.3.2010, Brussels.

Jöckel, M.; Hanselka, H.: Sensitivitätsanalyse und Robust Design mechatronischer Systeme am Beispiel virtueller Prüfstände.
Simulation für robuste Produkte und Prozesse, Bremen, 10.02.2010.

Friedmann, A.; Koch, M.; Kauba, M.; Melz, T.: Erfassung modaler Struktureigenschaften mit Sensornetzwerken und den Methoden der Operational Modal Analysis.
VDI-Tagung Schwingungen von Windenergieanlagen 2010, Hannover, 03.–04.02.2010.

Sonsino, C.M.: Betriebsfestigkeit.
VW-Family, Wolfsburg, 26.01.2010.

Wissenschaftliche Veröffentlichungen.

Scientific publications.

- Bartel, Thorsten; Atzrodt, Heiko; Melz, Tobias: **Modelling of an Active Mounted Plate by means of the superposition of a Rigid Body and an Elastic Model.** In: ISMA 2010 – International Conference on Noise and Vibration Engineering. 2010.
- Baumgartner, Jörg; Waterkotte, R.; Sonsino, Cetin Morris: **Fatigue Assesment of Laserbeam Welded PM Steel Components by the Notch Stress Approach.** In: European Powder Metallurgy Association: World Powder Metallurgy Congress & Exhibition: Proceedings Volume 3 2010. European Metallurgy Association, 2010, S. 283–294.
- Berg-Pollack, Antje; Sonsino, Cetin Morris; Völlmecke, Franz Josef: **Schwingfestigkeitssteigerung von Radsternen aus Aluminiumguss durch UIT-Behandlung.** In: MP Materials Testing. 52 (2010), S. 7–8.
- Berger, Lutz-Michael; Lipp, Klaus; Spatzier, Jörg; Naumann, T.: **Comparison of Rolling Contact Fatigue of Two HVOF-Sprayed Cr3C2-NiCr Hardmetal Coatings.** In: European Powder Metallurgy Association: World Powder Metallurgy Congress & Exhibition: Proceedings Volume 3 2010. European Metallurgy Association, 2010, S. 267–274.
- Bös, Joachim: **Krachuntersuchung der Lärmentstehungsmechanismen verschiedener Maschinen für die Fleischindustrie.** In: World Meat Technologies (Ukraine). (2010), 4, S. 50–52.
- Buckert, Sebastian; Bartylla, David; Bös, Joachim; Hanselka, Holger: **Energy flow in active systems.** In: International Institute of Noise Control Engineering (I-INCE); Portuguese Acoustical Society (SPA); Spanish Acoustical Society (SEA): Inter Noise 2010: noise and sustainability. 2010.
- Carli, V.: **The Clean Sky Initiative.** In: Aerospace Testing International. (2010), S. 26–27.
- De Monte, M.; Jaschek, Katrin; Moosbrugger, E.; Quaresimin, Marino: **Multiaxial fatigue of a short glass fibre reinforced polyamide 6.6 – Fatigue and fracture behaviour.** In: International Journal of Fatigue. 32 (2010), 1, S. 17–28.
- Diefenbach, Christian; Hanselka, Holger; Berger, Christina; Wuttke, Ulrich: **Experimentelle Untersuchungen zur Schwingfestigkeit festgewalzter Stahlkurbelwellen.** In: ATZ 3 (2010), 2: ATZproduktion., S. 54–58.
- Dsoki, Chalid el; Kaufmann, Heinz; Tomasella, Alessio: **An Estimation Method for Determining Cyclic Material Properties for Structural Durability Design According to the Local Strain Approach.** In: Sonsino, C.M.: Auslegungs- und Absicherungskonzepte der Betriebsfestigkeit – Potenziale und Risiken. DVM-Bericht 137 (2010), S. 221–235.
- el Dsoki, Chalid; Hanselka, Holger; Kaufmann, Heinz; Nieslony, Adam; Krug, Peter: **Die 3D-Methode zur Auswertung von dehnungsgeregelten Versuchen für die betriebsfeste Bemessung von Sicherheitsbauteilen.** In: Sonsino, C.M.: Auslegungs- und Absicherungskonzepte der Betriebsfestigkeit – Potenziale und Risiken: DVM-Bericht 137 (2010), S. 237–251.
- Enß, Georg Christoph; Platz, Roland; Hanselka, Holger: **An Approach to Control the Stability in an Active Load-Carrying Beam-Column by One Single Piezoelectric Stack Actuator.** In: ISMA 2010 – International Conference on Noise and Vibration Engineering. 2010, S. 535–546.
- Friedmann, Andreas; Koch, Michael; Mayer, Dirk: **Using the Random Decrement Method for the Decentralized Acquisition of Modal Data.** In: ISMA 2010 – International Conference on Noise and Vibration Engineering. 2010, S. 3275–3286.
- Friedmann, Andreas; Mayer, Dirk; Kauba, Michael: **An approach for decentralized mode estimation based on the Random Decrement method.** In: Shock and Vibration. (2010), 17, S. 579–588.
- Friedmann, Andreas; Mayer, Dirk; Koch, Thorsten; Kauba, Michael; Melz, Tobias: **Erfassung modaler Struktureigenschaften mit Sensornetzwerken und den Methoden der Operational Modal Analysis.** In: VDI Wissensforum GmbH (Hrsg.): Schwingungen von Windenergieanlagen 2010. Düsseldorf: VDI Verlag, 2010, S. 77–88. (VDI-Berichte 2088).
- Haase, Karl-Heinz; Büter, Andreas: **Structural health monitoring on the wing.** In: Aerospace Testing International. (2010), S. 39–41.



Hanselka, Holger; Forschungsvereinigung Automobiltechnik -FAT: **Entwicklung einer Methode zur vergleichenden Bewertung von Schwingfestigkeitsversuchen mit gefügten Stahlfeinblechen in Abhängigkeit des Versagerverhaltens.** Frankfurt: Forschungsvereinigung Automobiltechnik e. V., 2010. (FAT-Schriftenreihe; 221).

Hanselka, Holger: **Leichtbaupotenzial: Keine reine Werkstofffrage.** In: Stahl und Eisen. 130 (2010), S. 6.

Hanselka, Holger; Jöckel, Michael; Höhne, Klaus: **Sicherheit und Zuverlässigkeit von Elektrofahrzeugen.** In: Mobility 2.0. (2010), 01, S. 64–65.

Hanselka, Holger; Kurtze, L.; Hillenbrand, J.; Tonkonog, E.; Sessler, G.M.: **Beschleunigungssensor-Arrays auf Basis zellulärer Piezoelektretfolien.** In: Deutsche Jahrestagung für Akustik: 36. DAGA 2010. Berlin, 2010.

Hanselka, Holger; Platz, Roland: **Ansätze und Maßnahmen zur Beherrschung von Unsicherheit in lasttragenden Systemen des Maschinenbaus.** In: Konstruktion. 11/12 (2010), 11/12, S. 55–62.

Hanselka, Holger; Zenner, Harald: **Einführung zur Betriebsfestigkeit im Fahrradbau.** In: MP Materials Testing. 52 (2010), 3, S. 139–141.

Hartmann, Julia; Büter, Andreas: **Experimentelle Materialprüfung von kunststoffverstärkten Thermoplasten im Sinne der Betriebsfestigkeit.** In: 11. Darmstädter Kunststofftag: 18. Juni 2010.

Hartmann, Julia; Büter, Andreas: **Relationship between mechanical loading, environment and geometry and its influence on the fatigue behaviour of short fibre reinforced thermoplastics.** In: 14th European Conference on Composite Materials: 7–10 June 2010, Budapest, Hungary.

Herbert, Andreas; Exel, Nora; Voigt, Ludwig: **Procedure for the Validation of Fatigue Life on Structural Parts.** In: RTO-MP (Meeting Proceedings).

Herold, Sven: **Holistic Simulation of Smart Structures – A Methodical Approach.** In: ECCM 2010: IV European Congress on Computational Mechanics. Paris, 2010.

Herold, Sven; Kaal, William: **EAP actuators for practical applications – design and optimization.** In: Actuator 2010: International Conference and Exhibition on New Actuators and Drive System. 2010, S. 867–870.

Hofferberth, Daniel; Lipp, Klaus; Wagener, Rainer; Kaufmann, Heinz: **Bemessung von Bauteilen aus Sinterstahl unter besonderer Berücksichtigung gekerbter Zustände und lokaler Dichte.** In: Sonsino, C.M.: Auslegungs- und Absicherungskonzepte der Betriebsfestigkeit – Potenziale und Risiken: DVM-Bericht 137 (2010), S. 267–276.

Jöckel, Michael: **Elektromobilität – Herausforderungen und Chancen.** In: Wirtschaft in Ostwürttemberg. (2010), 10, S. 4–5.

Jungblut, Timo; Herold, Sven; Matthias, Michael; Thiel, J.: **Holistic Simulation of Smart Structures – Active Mount Application.** In: ECCM 2010: IV European Congress on Computational Mechanics. Paris, 2010

Jungblut, Timo; Mayer, Dirk; Herold, Sven: **Experimentelle Charakterisierung von piezoelektrischen Aktorsystemen für die aktive Lärm- und Schwingungsreduktion.** In: Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. DAGA 2010.

Kaal, William; Herold, Sven: **EAP actuators for practical applications – design and optimization – Poster.** In: Actuator 2010: International Conference and Exhibition on New Actuators and Drive System.

Karakas, Ö.; Gülsöz, A.; Sonsino, Cetin Morris; Kaufmann, Heinz: **Fatigue behaviour of welded joints from magnesium alloy (AZ31) according to the local strain concept.** In: Materialwissenschaft und Werkstofftechnik. 41 (2010), 2, S. 73–82.

Karin, Ivan; Hanselka, Holger; Hößbacher, Johannes; Lommatzsch, Nils; Dsoki, Chalid el; Birkhofer, Herbert: **Spaltprofilerte Linearführungen auf dem Prüfstand.** In: Groche, P. (Hrsg.): 3. Zwischenkolloquium SFB 666. Darmstadt, 2010, S. 111–116.

Wissenschaftliche Veröffentlichungen.

Scientific publications.

Kassner, M.; Küppers, Martin; Bieker, G.; Moser, Christian; Sonsino, Cetin Morris: **Fatigue design of welded components of railway vehicles – influence of manufacturing conditions and weld quality.** In: Welding in the World. 54 (2010), S. 9–10.

Kieninger, Michael; Herbert, Andreas; Gerlach, T.: **Lastannahmen für Straßenbahnfahrzeuge ermittelt mit dem Schienenmessrad LBF®.R-Wheelos.** In: Die Eisenbahn und ihre Werkstoffe: Neue Entwicklungen in der Bahntechnik. Berlin: Deutscher Verband für Materialforschung und -prüfung, 2010, S. 91–100. (DVM-Bericht 677).

Koenen, Jan Felix; Platz, Roland; Hanselka, Holger: **An Approach to Quantify the Influence of Uncertainties in Model-based Usage-Monitoring of Load-Carrying Systems.** In: ISMA 2010 – International Conference on Noise and Vibration Engineering. 2010, S. 857–867.

Koenen, Jan Felix; Platz, Roland; Hanselka, Holger: **A Survey to Control Unvertainties by Comprehensive Monitoring of Load-carrying Structures.** In: Proceedings of SPIE Smart Structures and Materials + Nondestructive Evaluation and Health Monitoring: 7–11 March 2010 San Diego/USA. S. 857–867.

Kranz, Bernd; Sonsino, Cetin Morris: **Verification of fat values for the application of the notch stress concept with the reference radii r(ref)=1.00 AND 0.05 mm.** In: Welding in the World. 54 (2010), 7–8.

Kraus, Katharina; Fischer, Peter; Büter, Andreas: **Aufbau und Vermessung eines Versuchsträgers mit absenkbarer formvariabler Flügelvorderkante.** In: Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress 2010.

Kurch, Matthias; Atzrodt, Heiko; Kartow, Franziska; Schewe, Lars; Janda, Oliver: **On Model Order Reduction for Parameter Optimisation of Vibration Absorbers.** In: Institute of Sound and Vibration Research (ISVR): 10th International Conference RASD 2010. 2010.

Kurch, Matthias; Herold, Sven: **On Finite Element Simulation of Magnetostrictive Actuators.** In: Actuator 2010: International Conference and Exhibition on New Actuators and Drive System. 2010.

Landersheim, Volker; Jöckel, Michael; el Dsoki, Chalid; Bruder, Thomas; Hanselka, Holger: **Fatigue strength evaluation of linear flow split profile sections based on hardness distribution.** In: Proceedings of XV International Colloquium MECHANICAL FATIGUE OF METALS: 13.–15. September 2010, Opole, POLAND.

Landersheim, Volker; Rullmann, Felix; Jöckel, Michael; Groche, P.; Bruder, Thomas; Hanselka, Holger: **Untersuchung schädigungsmechanischer Ansätze an UFG Gefügebauteilen sowie Bewertung ihrer Schwingfestigkeit mit Hilfe der FEM.** In: Groche, P. (Hrsg.): 3. Zwischenkolloquium SFB 666. Darmstadt, 2010, S. 99–108.

Lehmann, Martin: **Mobile CT system.** In: Aerospace Science and Technology. (2010), 09, S. 62–63.

Lipp, Klaus; Beiss, Paul; Hofferberth, Daniel; Zafari, A.: **Relevance of Highly Stressed Volume for the Fatigue Design of Sintered Components.** In: European Powder Metallurgy Association: World Powder Metallurgy Congress & Exhibition: Proceedings Volume 3 2010. European Metallurgy Association, 2010, S. 295–300.

Lipp, Klaus; Wagener, Rainer; Kaufmann, Heinz: **Cyclic Material Behaviour of a 4% Ni Diffusion-Alloyed and a 1.5%Mo Prealloyed Sintered Steel.** In: European Powder Metallurgy Association: World Powder Metallurgy Congress & Exhibition: Proceedings Volume 3 2010. European Metallurgy Association, 2010, S. 237–244.

Lipp, Klaus; Heinz Kaufmann, Amos, D.; Delarbre, Patrick: **Reliable Component Fatigue Design Applying Appropriate Cyclic Properties.** In: European Powder Metallurgy Association: World Powder Metallurgy Congress & Exhibition: Proceedings Volume 3 2010. European Metallurgy Association, 2010, S. 301–308.



Matthias, Michael; Bös, Joachim; H. Hanselka: **Active noise and vibration reduction: Classification scheme and application examples.** In: 17th International Congress on Sound and Vibration: ICSV17. 2010.

Mayer, Dirk; Herold, Sven; Koch, Thorsten: **Approaches for distributed active and passive vibration compensation.** In: ISMA 2010 – International Conference on Noise and Vibration Engineering. 2010.

Melz, Tobias; Kaal, William; Melz, Tobias: **Modeling Approaches for Electroactive polymers.** In: Spie Proceedings Series.

Möller, Riccardo; Jung, G.; Bruder, Thomas; Weigel, N.; Weihe, S.: **Einsatz virtueller Prüfstände zur Auslegung und Bewertung von Achserprobungen.** In: Sonsino, C.M.: Auslegungs- und Absicherungskonzepte der Betriebsfestigkeit – Potenziale und Risiken: DVM-Bericht 137 (2010), S. 167–177.

Platz, Roland; Ondoua, Serge; Habermehl, Kai; Bedarff, Thomas; Hauer, Thomas; Schmitt, Sebastian; Hanselka, Holger: **Approach to validate the influences of uncertainties in manufacturing on using load-carrying structures.**

In: Proceedings of USD-International Conference on Uncertainty in Structural Dynamics: 20.–22. September 2010 Leuven/Belgium. S. 5319–5334.

Riedel, R.; Toma, L.; Janssen, Enrico; Nuffer, Jürgen; Melz, Tobias; Hanselka, Holger: **Piezoresistive effect in SiOC ceramics for integrated pressure sensors.** In: Journal of the American Ceramic Society. 93 (2010), 10.

Schmidt, Matthias; Friedmann, Andreas; Drögemüller, Tobias; Melz, Tobias: **Hybride Prüftechnik zur dynamischen Charakterisierung von Elastomerbauteilen.** In: Pohl, Michael (Hrsg.); Deutsche Gesellschaft für Materialkunde -DGM-: Tagung Werkstoffprüfung 2010: 02. und 03. Dezember 2010 in Neu-Ulm. Düsseldorf: Verlag Stahl Eisen GmbH, 2010, S. 6

Schneider, P.; Clauß, Christoph; Enge-Rosenblatt, O.; Schneider, A.; Bruder, Thomas; Schäfer, Christiane; Voigt, Ludwig; Stork, A.; Farkas, T.: **Functional digital mock-up – more insight to complex multi-physical systems.** Bonn, 2010.

Skowronek, Adam; Bös, Joachim; Hanselka, H.; Verein Deutscher Ingenieure -VDI-: **Entwicklung eines Prüfstandes zur Bestimmung akustischer Auswirkungen von Wellenfehlstellungen in Sondergetrieben.** In: VDI Wissensforum GmbH (Hrsg.); Verein Deutscher Ingenieure -VDI-: Maschinenakustik 2010 – Wettbewerbsvorteil durch geräuscharme Produkte: VDI-Fachtagung mit Fachausstellung. Düsseldorf: Springer-VDI Verlag GmbH & Co, 2010, S. 43-50. (VDI-Berichte 2118).

Sonsino, Cetin Morris: **Ausgewählte Einflussgrößen auf die Betriebsfestigkeit.** In: MP Materials Testing. 52 (2010), 7–8, S. 428–439.

Sonsino, Cetin Morris: **Effects on lifetime under spectrum loading.** In: MP Materials Testing. 52 (2010), 7–8, S. 440–451.

Sonsino, Cetin Morris: **Material Influence on Multiaxial Fatigue Response.** In: Sonsino, Cetin Morris; Carpinteri, Andrea; Pook, Les P.: The 9th International Conference on Multiaxial Fatigue & Fracture ICMFF9. 2010, S. 41–57.

Sonsino, Cetin Morris; Hägele, Nora; Pötter, K.; Brune, M.: **Lastannahmen und Betriebsfestigkeitsnachweis für Fahrwerksbauteile – Einflussgrößen und Optimierungspotenziale bei Bremsvorgängen auf unebenen Strecken.** In: Sonsino, C.M.: Auslegungs- und Absicherungskonzepte der Betriebsfestigkeit – Potenziale und Risiken: DVM-Bericht 137 (2010), S. 19–32.

Sonsino, Cetin Morris; Kaufmann, Heinz; Wagener, Rainer; Fischer, Christian; Eufinger, Jens: **Effect of overloads on the structural durability of welded high-strength steel joints under spectrum loading.** In: Associazione Italiana Di Metallurgia AIM: 2nd International Conference Super-High Strength Steels. 2010.

Wissenschaftliche Veröffentlichungen.

Scientific publications.

Sonsino, Cetin Morris; Stefanov, S. H.: **Multiaxial Fatigue Life Assessment of Components of Forged Steel Ck 45 (SAE 1045) and of Sintered Steel Fe-1.5Cu by Integration of Damage Differentials (IDD).** In: Sonsino, Cetin Morris; Carpinteri, Andrea; Pook, Les P.: The 9th International Conference on Multiaxial Fatigue & Fracture ICMFF9. 2010, S. 333–340.

Sonsino, Cetin Morris; Susmel, L.; Tovo, R.: **On the use of the Modified Wöhler Curve Method applied along with the Reference Radius Concept to perform the multiaxial fatigue assessment of welded joint.** In: Sonsino, Cetin Morris; Carpinteri, Andrea; Pook, Les P.: The 9th International Conference on Multiaxial Fatigue & Fracture ICMFF9. 2010, S. 851–858.

Sonsino, Cetin Morris; Zhang, G.; de Bruyne, F.: **Application of the Notch Stress Concept for the Fatigue Strength Assessment of Welded Automotive Components.** In: Kocak, Mustafa (Hrsg.): Proceedings of the International Conference on Advances in Welding Science & Technology for Construction, Energy & Transportation AWST 2010. Istanbul/Türkei: GEV, 2010, S. 229–237.

Stork, A.; Wagner, M.; Schneider, P.; Hinnerichs, A.; Eufinger, Jens: **FunctionalDMU: Co-Simulation mechatronischer Systeme in einem DMU-Umfeld.** In: Produktdaten-Journal. (2010), 01.

Storm, Rainer; Bös, Joachim: **Maschinenakustik – quo vadis?** In: Deutsche Gesellschaft für Akustik e. V. (DEGA): DAGA 2010. 2010, S. 527–528.

Störzel, Klaus; Baumgartner, Jörg; Bruder, Thomas; Hanselka, Holger: **Festigkeitskonzepte für schwingbelastete geschweißte Bauteile.** In: Sonsino, C.M.: Auslegungs- und Absicherungskonzepte der Betriebsfestigkeit – Potenziale und Risiken: DVM-Bericht 137 (2010), S. 75–86.

Thyes, Christian; Moritz, Karsten; Skowronek, Adam; Tschesche, Johannes; Bös, Joachim; Hanselka, Holger: **Studierende betreiben Lärminderung in der Praxis: Advanced Design Projects an der TU Darmstadt.** In: Lärmbekämpfung. 5 (2010), 6, S. 245-249.

Tomasella, Alessio; Hanselka, Holger; el Dsoki, Chalid: **The use of Artificial Neural Networks for simulating experimental fatigue tests.** In: Groche, P. (Hrsg.): 3. Zwischenkolloquium SFB 666: 29./30. September 2010, Darmstadt. Darmstadt, 2010, S. 91–98.

Tschesche, Johannes; Thyes, Christian; Bös, Joachim; Hanselka, Holger; Herold, Sven: **Application and analysis of structural acoustic optimization techniques in smart structure product development and systems engineering.** In: 8th ASMO UK/ISSMO Conference on Engineering Design Optimization – Product and Process Improvement: 8./9. Juli 2010, London, Großbritannien.

Wagner, Rainer; Bork, Claus-Peter; Borsutzki, Michael; Masendorf, Rainer; Menne, Manfred; Geisler, Stefanie; Schenk, Jochen; Thaller, Kurt; Oppermann, Helge: **Bedeutung und Auswirkung einer standardisierten Methode zur experimentellen Ermittlung von zyklischen Werkstoffkennwerten für Feinbleche.** In: Pohl, Michael (Hrsg.): Deutsche Gesellschaft für Materialkunde -DGM-: Tagung Werkstoffprüfung 2010: 02. und 03. Dezember 2010 in Neu-Ulm. Düsseldorf: Verlag Stahleisen GmbH, 2010, S. 329–334.

Waterkotte, R.; Baumgartner, Jörg; Sonsino, Cetin Morris: **Bewertung der fertigungstechnologischen Einflussgrößen Laserstrahlschweißen und Sintern auf die Betriebsfestigkeit.** In: MP Materials Testing. 52 (2010), 7–8, S. 481–489.

Weingärtner, Stefan; Breitenberger, Marco; Stöcker, Johan: **Der Einfluss von Reibkorrosion auf das Betriebsfestigkeitsverhalten im Rad-Nabe-Verbund von Nutzfahrzeugen.** In: MP Materials Testing. 52 (2010), 7-8, S. 476–480.

Wiebesiek, Jens; Störzel, Klaus; Bruder, Thomas; Kaufmann, Heinz: **Fatigue Behaviour of Laserbeam Welded Thin Steel and Aluminium Sheets unter Multiaxial Loading.** In: Sonsino, Cetin Morris; Carpinteri, Andrea; Pook, Les P.: The 9th International Conference on Multiaxial Fatigue & Fracture ICMFF9. 2010, S. 219–226.



Vorlesungen, Gutachten.

Lectures, certificates.

Prof. Dr.-Ing. H. Hanselka,
Dipl.-Ing. Soong-Oh Han,
Technische Universität Darmstadt:
**„Systemzuverlässigkeit
im Maschinenbau“**

Prof. Dr.-Ing. H. Hanselka,
Prof. Dr.-Ing. Th. Bein,
Technische Universität Darmstadt:
„Grundlagen der Adaptionik“

Prof. Dr.-Ing. Th. Bein,
Technische Universität Darmstadt:
**„Aktormaterialien und
-prinzipien“**

Prof. Dr.-Ing. H. Hanselka,
Prof. Dr.-Ing. C. M. Sonsino,
Dipl.-Ing. R. Heim, Fraunhofer
LBF: **„Seminar zur Systemzuver-
lässigkeit im Maschinenbau –
Ausgewählte Beiträge zur**

**Betriebsfestigkeit und System-
zuverlässigkeit“ (Seminar)**

Prof. Dr.-Ing. C. M. Sonsino,
Technische Universität Darmstadt:
**„Betriebsfestigkeit und
bauteilgebundenes Werk-
stoffverhalten“**

Prof. Dr.-Ing. C. M. Sonsino,
Universität des Saarlandes
Saarbrücken: **„Betriebsfe-
stigkeit 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,
Dr.-Ing. Joachim Börs,
Technische Universität Darmstadt:

**„Maschinenakustik – Grund-
lagen“ und „Maschinena-
kustik – Anwendungen“**

Prof. Dr.-Ing. H. Hanselka
Technische Universität
Darmstadt: **„Forschungssemi-
nar Systemzuverlässigkeit
und Maschinenakustik“**

Dipl.-Ing. Klaus Störzel,
Fachhochschule Giessen:
„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. Heinz Kaufmann,
Dipl.-Math. Michael Kieninger,
Hochschule Darmstadt:
**„Betriebsfestigkeit
und Stochastik“**

Dr.-Ing. Tobias Melz,
Dr.-Ing. Sven Herold,
Dr.-Ing. Dirk Mayer,
Dipl.-Ing. Michael Matthias,
Hochschule Darmstadt:
„Adaptionik“

GUTACHTER BEI PROMOTIONEN

Professor Holger Hanselka
Referat/Korreferat

el Dsoki, Chalid:
Abschätzung zyklischer Werkstoff-
kennwerte durch Verknüpfung
von künstlich neuronalen Netzen
mit experimentellen Versuchen
zur Lebensdaueranalyse sprüh-
kompakter Aluminiumbauteile,
TU Darmstadt, 04.05.2010

Alnu'man, Nasim:
Advanced simulation of an
adaptive lower limb prosthesis,
TU Darmstadt, 04.05.2010

Malzacher, Jens:
Leitsystem zur integrativen
virtuellen Produktentwicklung
adaptionischer Systeme,
TU Darmstadt, 05.05.2010

Sator, Christian:
Asymptotische Nahfeldanalysen
ebener Multi-Materialverbindungs-
stellen mit der Methode komplexer
Potentiale, TU Darmstadt, 22.06.2010

Hasch, Bernd:
Modellbasierte Fehlererkennung
an einem elastischen Rotor mit
Hilfe aktiver Lagerung,
TU Darmstadt, 23.06.2010

Weber, Jens Oliver: Beitrag zur be-
triebsfesten Auslegung von Schrau-
benverbindungen auf Grundlage
moderner Betriebsfestigkeitskon-
zepte, TU Darmstadt, 26.06.2010

Neeb, Steffen:
Verbesserung der Schalldämmung
zweischaliger Trennbauteile
durch aktive Stellglieder, TU
Darmstadt, 08.09.2010

Ausgewählte Patente.

Selected patents.

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. 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. 05F46416

H. Kaufmann, R. Sindelar, T. Melz

Flat Substrate having an electrically conductive structure
Patent-Nr.: US7,795,693 B2
Erteilung: 14.09.2010

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. 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. 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. 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. 04F46436

C. Morgenstern, R. Sindelar

Werkstoffprobe für Ermüdungsversuche
Patent-Nr.: DE 10 2005 054 331 B4
Erteilung: 30.09.2009

FhG-Nr. 04F48476

R. Heim, I. Krause, S. Weingärtner

Einrichtung zur Prüfung von Fahrzeugrädern
Patent-Nr.: DE 10 2007 044 718 B3
Erteilung: 26.02.2009

**FhG-Nr. 04F46835**

R. Sindelar, A. Büter, K. Bolender

Vorrichtung zur Durchführung eines zyklischen Ermüdungsversuches an einer Werkstoffprobe

Patent-Nr.: DE 10 2006 012 962 B4

Erteilung: 14.05.2009

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. 04F45082

T. Melz, M. Matthias, H. Hanselka

Schnittstelle mit Schubableitung zum Dämpfen mechanischer Schwingungen

Patent-Nr.: EP 1 735 542 B1

Erteilung: 19.11.2008

FhG-Nr. 04F45400

T. Melz, D. Mayer

Vorrichtung und Verfahren zur Schwingungsbeeinflussung eines Flächenelementes

Patent-Nr.: EP 1 792 527 B1

Erteilung: 16.04.2008

FhG-Nr. 04F45402

T. Bein, G. Fischer, H. Hanselka

Vorrichtung und Verfahren zur Straffung eines zum Insassenschutz in einem Fahrzeug dienenden Sicherheitsgurtes

Patent-Nr.: EP 1 796 943 B1

Erteilung: 06.02.2008

FhG-Nr. 05F46433

J. Klock, S. Dostal, M. Große-Hovest, G. Fischer

Vorrichtung und Verfahren zur Belastungsprüfung einer Radsatzwelle

Patent-Nr.: DE 10 2005 044 903 B4

Erteilung: 12.07.2007

FhG-Nr. 05F46018

H. Hanselka, E. Schwen

Vorrichtung zur Reduzierung von Wolfstönen bei Streichinstrumenten

Patent-Nr.: DE 10 2005 023 072 B3

Erteilung: 14.09.2006

FhG-Nr. 03F43243

T. Melz, M. Matthias, H. Hanselka, S. Herold

Modulare Schnittstelle zum Dämpfen mechanischer Schwingungen

Patent-Nr.: DE 103 61 481 B4

Erteilung: 17.08.2006

Patent-Nr.: EP 1 646 805 B1

Erteilung: 05.03.2008

FhG-Nr. 04F45110

H. Hanselka, E. Schwen

Streicherbogen für Streichinstrumente

Patent-Nr.: DE 10 2004 024 918 B3

Erteilung: 24.11.2005

[Ansprechpartner für Patente und Lizenzierungsfragen:](#)

[Dr. Henrik Rüterjans](#)

[Qualitätsmanagement](#)

[Telefon 06151 705-423](#)

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

Konzeption | Conception

Sperlich GmbH, Göttingen, www.sperlich-gmbh.de

Dr. phil. nat. Ursula Eul, Fraunhofer LBF

Design/Layout/PrePress

Gute Botschafter GmbH Agentur für Kommunikation

und Design, Haltern am See, Köln am Rhein

www.gute-botschafter.de

Fotografie | Photography

LBF-Archiv, Wolfram S. C. Heidenreich,

Ursula Raapke, Claus Borgenheimer, MEV Verlag GmbH

Druck | Printing

gutenberg beuys gesellschaft für digital- und

printmedien mbh, feindruckerei, Hannover

www.feindruckerei.de

ISSN

1864-0958

© Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und
Systemzuverlässigkeit LBF, Darmstadt, März 2011

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung
und Verbreitung sowie der Übersetzung, vorbehalten.



Mit Sicherheit innovativ.

Innovation for sure.

www.lbf.fraunhofer.de