

STRUCTURAL DURABILITY, SYSTEM RELIABILITY,
ADAPTRONICS, PLASTICS



Adaptronik
Betriebsfestigkeit **Kunststoffe**
Systemzuverlässigkeit



Vielen Dank für Ihr Vertrauen!

Einige Kunden und Partner des Geschäftsjahres 2012 haben uns ihr Logo für die Abbildung in diesem Jahresbericht überlassen. Auch dafür bedanken wir uns herzlich.

Thank you for you trust! A number of customers and partners from 2012 have allowed us to use their logo in the illustrations for this Annual Report, for which we would like to extend our sincere thanks.



FEIN. Unverwüstliche
Elektrowerkzeuge.





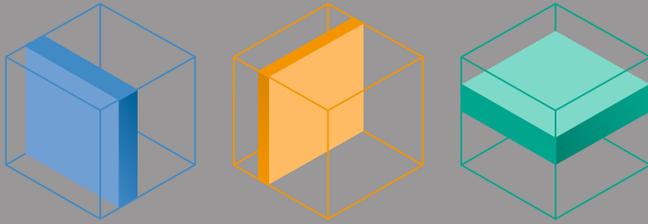
Inhalt

Index see next page

Einblicke	8		
Das Fraunhofer LBF in Zahlen.	13		
Das LBF Managementteam.	14		
Mit Sicherheit innovativ – In allen Dimensionen	18		
Profil.	20		
Forschungsabteilungen.	24		
Geschäftsfelder.	32		
Leistungen.	36		
Leistung auf den Punkt gebracht	42		
Leichtbaupotenzial von Schweißkonstruktionen.	44	Test facility for commercial vehicle eheels for a north american wheel manufacturer.	56
Zuverlässige Werkstoffauswahl für Aluminiumsicherheitsbauteile.	46	Erprobung von Radnabenmotoren im LBF-Straßensimulator WALT.	58
Schwingfeste Auslegung struktureller Klebverbindungen.	48	Mit Leichtbau und Funktionsintegration zu höheren Reichweiten für Elektroautos.	60
Festigkeitsverhalten von mehrachsig belasteten Laserstrahlschweißverbindungen aus Aluminium.	50	Panel aus Kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff mit integriertem SHM System.	62
Kranstrukturen aus hochfesten Stählen.	52	Ice Protection mit strukturintegriertem Nanomaterial.	64
Fahrerprobung oder Prüfstandsversuch?	54	Mehr Sicherheit durch intelligente Sensorknoten.	66
		Aktive Torsionsschwingungsminderung in Antriebsträngen.	68
		Optimale Performance aktiver Tilger dank adaptivem Regelalgorithmus.	70
		HIPERACT – Piezoelektrische Aktuatoren in Hochleistungs-Anwendungen.	72
		Selektives Laserschmelzen: Individuelles Gehäuse für Piezo-Aktoren.	76
		Wirtschaftliche und flexible Sensortechnik.	78
		Elektrisch leitfähige Kunststoffcompounds für das Spritzgießen.	80



Maßgeschneiderte Haftvermittler für Kunststoff-Metallverbunde.	82	Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS.	105
Monitoring der Kunststoffalterung.	84	Ausgründungen und Beteiligungen des Fraunhofer LBF.	106
Reduktion der Schallabstrahlung einer Wellness-Liege.	86	Rhein-Main Adaptronik: Eine Partnerschaft – viele Vorteile.	107
Neue Perspektiven	88	Allianzen und Netzwerke.	108
Flammschutz für moderne, polymere Werkstoffe.	88	Ein Jahr im Dialog	110
Leichtbau für Elektrofahrzeuge – Die europäischen Projekte ALIVE und ENLIGHT.	89	DKI-Integration.	110
Schadensanalytik von Kunststoffen.	90	Veranstaltungen und Ereignisse.	112
Technologievorsprung durch gezielte Rezepturscreening-Methoden.	91	DAGA 2012 – 38. Jahrestagung für Akustik in Darmstadt.	118
Festwalzsimulation – kostengünstig und schnell.	92	Weitere Daten und Fakten.	120
Zuverlässigkeitsuntersuchungen von adaptiven Tilgern.	93	Impressum	122
10 Jahre European Automotive Research Partners Association EARPA.	94		
Piezobasierte Prüftechnik – Neue Möglichkeiten für die experimentelle Betriebsfestigkeit.	95		
Daten und Fakten	96		
Labor- und Prüfeinrichtungen für Ihre individuellen Anforderungen.	98		
Die Fraunhofer-Gesellschaft.	104		



Index

Insights		8		
Fraunhofer LBF in numbers.		13		
LBF Management Team.		14		
Innovative for sure – in all dimensions		18		
Profile.		20		
Research Department.		24		
Business areas.		32		
Services.		36		
Focused services		42		
Lightweight design of welded structures.		44	Test facility for commercial vehicle wheels for a north american wheel manufacturer.	56
Reliable material selection for aluminum safety components.		46	Investigation of in-wheel electric motors at testing facility WALT.	58
Fatigue design of structural adhesive bonds.		48	SmartBatt – Smart and Safe Integration of Batteries in Electric Vehicles.	60
Fatigue behavior of thin-walled, laserbeam welded aluminium structures.		50	Panels made of composite material with integrated optical fibers and piezoelectric sensors.	62
High-strength steels for crane structures.		52	Ice Protection with integrated nanomaterials.	64
Driving test versus test facility.		54	Higher safety through intelligent sensor nodes.	66
			Active reduction of torsional vibrations in power trains.	68
			Adaptive control algorithm ensures superior performance of active vibration absorbers.	70
			HIPER-Act – Piezoelectric actuators in high performance applications.	72
			Selective Laser Melting: Individual housings for piezoelectric actuators.	76
			Versatile and efficient sensor technology.	78
			Electrically conductive plastic compounds for injection molding.	80

„If everything is under control you are just not driving fast enough.“

Stirling Moss (Rennfahrer, geboren 1929)

.....		
Taylor-made coupling agents for polymer-metal hybrid and composite materials.	82	The Fraunhofer Materials and Components Group.	105
.....		
Better prediction of the lifetime of polymer materials.	84	Fraunhofer LBF spin-offs.	106
.....		
Noise reduction of an active pendulum lounger.	86	Rhein-Main Adaptronics: One partnership – many advantages.	107
.....		
New prospects	88	Alliances and networks.	108
.....		
Flame-retardant solutions for advanced polymeric materials.	88	A year of dialog	110
.....		
Lightweight design for electric cars – european projects ALIVE and ENLIGHT.	89	DKI-Integration.	110
.....		
Cutting edge in failure analysis of plastics.	90	Events.	112
.....		
Technological leadership through systematic formulation screening methods.	91	DAGA 2012 – 38. Annual Meeting for Acoustics in Darmstadt.	118
.....		
Deep Rolling Simulation – cost-efficient and fast.	92	Further Facts.	120
.....		
„Design to Reliability“ for active vibration absorbers.	93	Imprint	122
.....		
10 years European Automotive Research Partners Association EARPA.	94		
.....			
Piezo based test facilities enhance experimental fatigue research.	95		
.....			
Facts and Figures	96		
.....			
Laboratory equipment and large equipment – the entire world of testing technology.	98		
.....			
The Fraunhofer Gesellschaft.	104		
.....			

EINBLICKE



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

das Fraunhofer LBF steuert nun auf sein 75-jähriges Bestehen zu und zeigt keine Spur der Altersmüdigkeit – im Gegenteil. Auch das Jahr 2012 war wieder ein hochdynamisches Jahr, in dem einige sehr wesentliche strategische Weichen gestellt und Maßnahmen umgesetzt werden konnten.

Die schon im Vorjahr wahrgenommene massive Belegung des Marktes hat sich noch einmal verstärkt. Ohne Berücksichtigung der DKI-Integration hat sich der Betriebshaushalt des Fraunhofer LBF im vergangenen Jahr noch mal um 6,9 % gesteigert, wiederum bei positivem Jahresabschluss. Die Einstellung neuer Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen sowie die Investition in neue Infrastruktur waren wesentlich, um die damit verbundenen Herausforderungen zu bewältigen. Der Anteil der Wirtschaftserträge am Betriebshaushalt, der sog. Rho-Wirtschaft, beträgt für das Kerninstitut 59,3 % und stellt einen ausgezeichneten Wert im Beurteilungssystem der Fraunhofer-Gesellschaft dar. Berücksichtigt man die zum 01.07.2012 vollzogene DKI-Integration, so ist der Betriebshaushalt des erweiterten LBF um 39,3 % auf 27,3 Mio. € gestiegen, das gemittelte Rho-Wi über alle Bereiche beträgt 54,2 %, und das Fraunhofer LBF hat mit zusätzlichen 101 Mitarbeitern eine Gesamtgröße von 427 Mitarbeitern (ohne Berücksichtigung der assoziierten Lehrstühle an der TU Darmstadt) erreicht.

Erweitertes Kompetenzportfolio und neue Struktur

Das sind beeindruckende Zahlen, die einerseits unser erweitertes Kompetenzportfolio dokumentieren, andererseits aber auch eine große Herausforderung für die Zukunft darstellen. Entsprechend haben wir unsere Strukturen und Prozesse daraufhin angepasst:

Fast 2 Jahre haben die Vorbereitungen zur Integration des ehemaligen Deutschen Kunststoff-Instituts (DKI) in Anspruch genommen. Es waren diverse Fraunhofer-interne Entscheidungsprozesse zu durchlaufen, Land und Bund waren zu überzeugen, und die Passfähigkeit zur Strategie der TU Darmstadt musste gewährleistet sein. Wichtigster Punkt war aber die eigentliche inhaltliche Strategie von DKI und LBF, gemeinschaftlich den erweiterten Markt, eine durchgängige Wertschöpfungskette, von der Polymersynthese über den Werkstoff, seine Verarbeitungsstrategie, das Produktdesign bis hin zur Qualifizierung und Nachweisführung von komplexen, sicherheitsrelevanten Leichtbausystemen, anbieten zu können. Dieser inhaltlichen Kette musste auch ein organisatorisches Rückgrat hinterlegt werden. So hat sich das Fraunhofer LBF in dem vergangenen Jahr von seiner Matrixstruktur verabschiedet und im Rahmen einer kompletten Umorganisation hin zu 4 Bereichen im Sinne einer Linienstruktur entwickelt.

Adaptronik, Betriebsfestigkeit, Kunststoffe und Systemzuverlässigkeit, das sind die 4 Bereiche des neu aufgestellten Fraunhofer LBF. Jeder Bereich wird von einem erfahrenen Bereichsleiter in höchst möglicher Autonomie geführt. Die Institutsleitung mit ihren zentralen Diensten sorgt für die Synergien und Quervernetzung zwischen den Bereichen. Die Bereichsleiter sind in den Status des stellvertretenden Institutsleiters gehoben worden und unterstützen diesen Prozess. Dieses neue Setup haben wir im Rahmen unseres Strategieplans V3 hinterlegt, und wir freuen uns auf unser Strategieaudit mit hochkarätigen externen Auditoren im April 2013.

Das Land Hessen und der Bund haben uns nicht nur bei der DKI-Integration großzügig unterstützt, auch unser „Zentrum für Systemzuverlässigkeit am Beispiel Elektromobilität (ZsZ-e)“ konnte in gemeinsamer Anstrengung in stabile finanzielle und organisatorische Bahnen gelenkt werden. Vielen Dank dafür!

Größter Industrieertrag seit Institutsgründung

Neben diesen großen strukturellen Veränderungen hatte die Mannschaft des LBF im Jahr 2012 den größten Industrieertrag ihres Bestehens als Institut zu verzeichnen und zugleich größere Projektvolumina in internationalen Vorhaben zu managen. Das hat die Reputation des LBF sehr gesteigert und die Mannschaft extrem gestärkt. Mit diesem Rückenwind wollen wir uns den Herausforderungen 2013 stellen.

Ein ganz wichtiger wissenschaftlicher Meilenstein war die Begutachtung unseres Sonderforschungsbereichs SFB 805 „Beherrschung von Unsicherheit in lasttragenden Systemen des Maschinenbaus“, der von mir als Sprecher geleitet und in Kooperation mit Professoren der Fachbereiche Maschinenbau und Mathematik der TU Darmstadt bearbeitet wird. Im Juni 2012 konnten wir die Ergebnisse der ersten Förderperiode und unser Konzept für die zweite Förderperiode dem Gutachterkreis vorstellen. Im November 2012 hat der Senatsausschuss der DFG die Fortsetzung des SFB beschlossen. Dies ist ein riesengroßer wissenschaftlicher Erfolg und belegt, dass wir neben der industriellen Praxis auch die wissenschaftliche Grundlagenforschung exzellent beherrschen. Hier muss besonderer Dank und Anerkennung an die Teamleistung des SFB ausgesprochen werden.

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

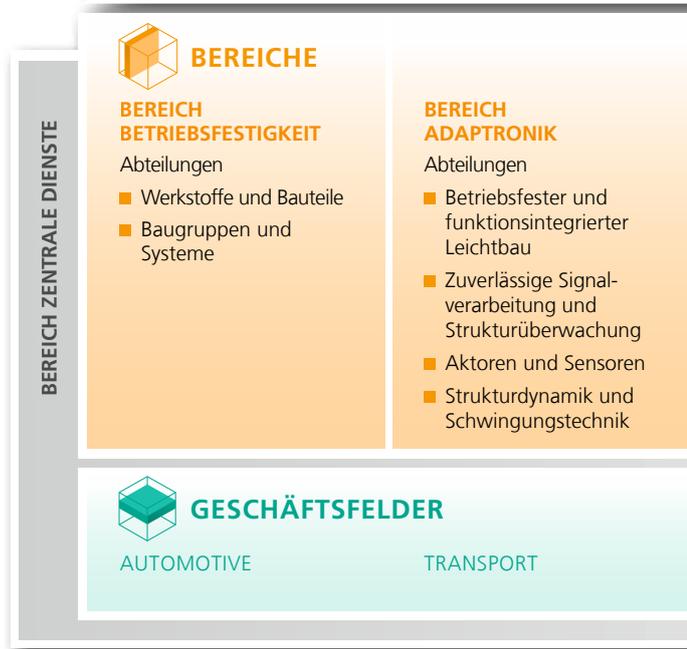
Insgesamt ist das Fraunhofer LBF darüber hinaus in den Verbänden und Allianzen der Fraunhofer Gesellschaft bestens vernetzt und verfügt über exzellente Industriekontakte im In-

und Ausland. Das Fraunhofer LBF ist stolz darauf, Teil dieser starken Gemeinschaft zu sein und blickt optimistisch in die Zukunft.

Insbesondere möchte ich mich bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Fraunhofer LBF bedanken. Ohne ihren hervorragenden Einsatz im Jahr 2012 wäre dieser Erfolg nicht möglich gewesen. Ebenso danke ich allen Projektpartnern des Fraunhofer LBF für die angenehme Zusammenarbeit, auch in gerade anspruchsvollen Zeiten. Wir freuen uns auf den weiteren Dialog und auf weitere Projekte mit Ihnen!

Darmstadt, März 2013

Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka



Dear Friends and Partners of Fraunhofer LBF,

Fraunhofer LBF is getting ready to celebrate its 75th anniversary but isn't showing any signs of slowing down yet – quite on the contrary. 2012 was once again a highly dynamic year in which essential strategic groundwork was laid and strategic measures could be applied.

The massive market upswing that was evident already last year has increased once again. Without taking the integration of DKI into consideration, operating budget at Fraunhofer LBF increased by 6,9 % last year with a positive result at the end of the year. The hiring of new staff and investment in new infrastructure were essential in order to meet these challenges. Earnings on the operational budget, the so-called Rho-Wirtschaft in German, amounted to 59,3 % (Rho-Wi Kst 010) for the main institute, representing an excellent figure in the assessment system of the Fraunhofer Gesellschaft. When taking the integration of DKI on 1 July 2012 into consideration, the total operating

budget of LBF has increased from 39,3 % to 27,3 million €. The averaged Rho-Wirtschaft in all areas amounts to 54,2 % and Fraunhofer LBF, with an additional 101 staff members, now has a total of 427 staff members (without including the professorships at TU Darmstadt).

Broader portfolio of competencies and new structure

These are impressive figures. On the one hand, these document our broader portfolio of competencies but, on the other, they also represent a great challenge for the future. We have accordingly adapted our structures and processes:

Preparations for the integration of the former German Plastics Institute (DKI) took almost two years. A number of internal decision processes had to be worked through at Fraunhofer LBF, federal and state governments had to be convinced and a strategic fit with TU Darmstadt had to be guaranteed. The most important point, however, was the basic strategy of DK I and LBF to be able to jointly offer the extended market a continuous value-added chain that runs the gamut from polymer synthesis, the material, its processing strategy and product design to the qualification and verification of complex, safety-relevant, lightweight construction systems. This chain must also entail an organizational backbone. Fraunhofer has therefore done away with its matrix structure in the past years and has developed a completely new organizational structure that contains four divisions in the sense of a linear structure.

Smart Structures, Structural Durability, Plastics and System Reliability are the four divisions of the newly organized Fraunhofer LBF. Each division is headed with a highest possible degree of autonomy by experienced division directors. The institute's central management board provides for the synergies and cross-networking between the divisions. The division directors have been propelled to the status of deputy institute director and support this process.

fraunhofer
LBF

BEREICH KUNSTSTOFFE

Abteilungen

- Polymersynthese
- Rezepturenentwicklung und Dauerhaftigkeit
- Kunststoff-Verarbeitung und Bauteilauslegung
- Forschungsgrößgeräte

PROJEKTBEREICH SYSTEMZUVERLÄSSIGKEIT

Themen

- ZSZ-e
Projektleitung
- E-mobility
- Future Projects/
Future Markets

MASCHINEN-
UND ANLAGENBAU

ENERGIE/UMWELT/
GESUNDHEIT

We have integrated this new setup into the framework of our V3 strategy plan and look forward to our strategy audit with top-class external auditors in April 2013. Not only did the state of Hessen and the federal government greatly support us with the integration of DKI but also our "Center for System Reliability with Focus on Electromobility (ZsZ-e)" was able, in concerted effort, to be guided into stable financial and organizational waters. Many thanks for this!

Greatest industrial revenues since institute's foundation

In addition to these great structural changes, LBF's staff recorded in 2012 its greatest industrial revenue since the foundation of the institute. At the same time, it also managed greater volumes in international projects. This was very beneficial for LBF's reputation and greatly strengthened the staff. With this momentum we are ready to face the challenges that await us in 2013.

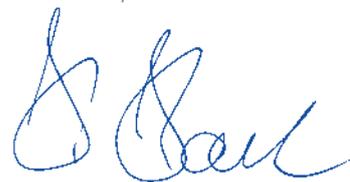
A very important scientific milestone was the evaluation of our special research area SFB 805 "Mastering Uncertainty in Load-Bearing Systems of Machine Engineering", which is headed by myself as speaker and worked on in cooperation with professors from the faculties of mechanical engineering and mathematics at TU Darmstadt. In June 2012 we were able to present to the review board the results of our first funding period and our concept for the second funding period. The senate committee of the German Research Foundation (DFG) decided on the continuation of the special research area (SFB). This was an enormous scientific achievement and proves that we are not only proficient in industrial practice but also have an excellent command of basic scientific research. A special thanks and appreciation must be expressed here for the performance of SFB team.

My position as Vice President for Knowledge and Technology Transfer of TU Darmstadt allows me to continue to advance the joint cooperation. This way both establishments are connected on all levels with promising synergies to the advantage of everyone involved. My particular thanks go to all associates and colleagues at TU Darmstadt for their fruitful and trustworthy cooperation.

In addition, Fraunhofer LBF is very well networked in the clusters and alliances of the Fraunhofer-Gesellschaft and has excellent contacts to the industry both nationally and internationally. Fraunhofer LBF is proud to be part of this strong community and looks forward to the future with great optimism.

I particularly want to thank the staff of Fraunhofer LBF. This success would not have been possible without your outstanding dedication in 2012. I also thank all project partners of Fraunhofer LBF for the pleasant cooperation, particularly in challenging times. We are looking forward to a continued dialog and further project work with you!

Darmstadt, March 2013



Prof. Dr. Holger Hanselka

Die neuen Bereichsleiter im Fraunhofer LBF.

The new division managers at Fraunhofer LBF.

BEREICHSLEITER BETRIEBSFESTIGKEIT



Contact

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

Rüdiger Heim wirkt seit Anfang 2005 am Fraunhofer LBF. Nach seinem Studium des allgemeinen Maschinenbaus an der Technischen Hochschule – heute Universität-Darmstadt war er zunächst für einen längeren Zeitraum in der Automobilindustrie tätig und arbeitete auf dem Gebiet der numerischen Simulation sowie dem Abgleich rechnerischer Modelle mit experimentellen Ergebnissen. Am Fraunhofer LBF leitete er bis April 2012 erfolgreich das Kompetenzzentrum für die Betriebsfestigkeit von Rädern und Radnaben. Seit April 2012 hat Rüdiger Heim die Führung für den Bereich „Betriebsfestigkeit“ übernommen und leitet darüber hinaus gemeinsam mit Prof. Dr. Tobias Melz den Projektbereich „Systemzuverlässigkeit“.



DIVISION MANAGER OF STRUCTURAL DURABILITY

Rüdiger Heim has been working at Fraunhofer LBF since 2005. After completing his studies in general mechanical engineering at the Technische Universität Darmstadt he first worked for a number of years in the automotive industry as well as in the field of numerical simulation and correlation of computation models with experimental results. He successfully managed the Competence Center for the Structural Durability of Wheel and Wheel Hubs until April 2012. Since then he has been head of the “Structural Durability” division and, together with Prof. Dr. Melz, also manages the project area of “System Reliability”.

BEREICHSLEITER ADAPTRONIK



Contact

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

Prof. Dr. Tobias Melz leitet am Fraunhofer LBF den Bereich Adaptronik und ist Professor für Adaptronische Systeme im Fachbereich Maschinenbau der Technischen Universität Darmstadt. Außerdem leitet er gemeinsam mit Rüdiger Heim den Projektbereich „Systemzuverlässigkeit“ am Fraunhofer LBF. Nach seinem Maschinenbaustudium an der Technischen Universität Braunschweig war Professor Melz als Projektleiter in der Schwingungskontrolle von Leichtbaustrukturen am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) tätig. Er promovierte 2002 an der TU Darmstadt zum Thema der aktiven Schwingungsminderung an Stirlingkühlern und leitete bis 2012 zwei Forschungsabteilungen am Fraunhofer LBF. Im Bereich Adaptronik werden Lösungen zur Identifikation und Überwachung





sowie zur Verbesserung mechanischer Eigenschaften von Produkten erarbeitet, dies durch Verwendung fortgeschrittener Methoden der Strukturmechanik und Signalverarbeitung und unter Einbeziehung des Faserverbundleichtbaus sowie neuartiger Aktoren und Sensoren.

DIVISION MANAGER OF SMART STRUCTURES

Prof. Dr. Tobias Melz heads the Smart Structures Division at Fraunhofer LBF and is Professor of Adaptronic Systems at the Department of Mechanical Engineering of the Technische Universität Darmstadt. In addition, he heads the "System Reliability" project area at Fraunhofer LBF together with Rüdiger Heim. After completing his studies in mechanical engineering at Technische Universität Braunschweig, Professor Melz was project manager of Vibration Control of Lightweight Structures at the German Aerospace Center (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, DLR). He received his doctorate in 2002 at the Technische Universität Darmstadt with a thesis on the subject of active vibration control of Stirling coolers. He headed the two research departments at Fraunhofer LBF until 2012. The "Smart Structures" division focuses on finding solutions for the identification and monitoring as well as improvement of the mechanical properties of products by applying advanced methods of structure dynamics and signal processing and by including composite structures as well as state-of-the-art actuators and sensors.

BEREICHSLEITER KUNSTSTOFFE



Contact

Prof. Dr. rer. nat. M. Rehahn
Stv. Institutsleiter
+49 6151 705-8700
matthias.rehahn@lbf.fraunhofer.de

Prof. Dr. Matthias Rehahn studierte Chemie an der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz. Er promovierte dort 1990 am Max-Planck-Institut für Polymerforschung mit einer Arbeit zur Übergangsmetall-katalysierten Synthese elektrisch leitfähiger Polymere für Leuchtdioden, Transistoren und Solarzellen. Anschließend war er als Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Polymer-Institut der Universität Karlsruhe (TH) tätig. Nach einem Post-Doktorat an der ETH Zürich schloss er 1996 seine Habilitation in Karlsruhe ab. 1997 wurde er mit der Vertretung einer C4-Professur für Organische Chemie an der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz beauftragt. 1999 folgte der Ruf auf die C4-Professur „Chemie der Polymere“ an die TU Darmstadt, verbunden mit



der Leitung des Deutschen Kunststoff-Instituts (DKI). Gemeinsam mit Prof. Hanselka überführte er zum 01.07.2012 das DKI in das Fraunhofer LBF. Seither übernimmt er neben der weiterhin bestehenden Professur im Fachbereich Chemie der TU Darmstadt die Leitung des Bereichs „Kunststoffe“ im LBF.

DIVISION MANAGER OF PLASTICS

Prof. Dr. Matthias Rehan studied chemistry at the Johannes Gutenberg-Universität in Mainz. He received his doctorate at the Max Planck Institute for Polymer Research in 1990 with a thesis on transition metal-catalyzed synthesis of electrically conductive polymers for electroluminescent diodes, transistors and solar cells. He then held a position as research associate at the Polymer Institute of the University of Karlsruhe (TH). After receiving his post-doctorate degree at the Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) in Zürich he finished his habilitation thesis in Karlsruhe. In 1997 he was appointed deputy for a C4 professorship for organic chemistry at the Johannes Gutenberg University in Mainz. He was appointed full professor in 1999 for "Polymer Chemistry" at the Technische Universität Darmstadt as well as Director of the German Plastics Institute (DKI). Together with Prof. Hanselka he managed the integration of DKI into Fraunhofer LBF in 2012. In addition to continuing his professorship at the Chemistry Department of the Technische Universität Darmstadt he is now division manager of the "Plastics" division at LBF.

Die Abteilungsleiter im Fraunhofer LBF.

Heads of departments.

BEREICH ZENTRALE DIENSTE CENTRAL SERVICES

ABTEILUNGEN:



Wissenschaftsmanagement:
Prof. Dr.-Ing. T. Bein
+49 6151 705-463
thilo.bein@lbf.fraunhofer.de
Dr.-Ing. T. Bruder (bis 28.02.2013)
+49 6151 705-285
thomas.bruder@lbf.fraunhofer.de



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



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



Wissenschaftlich-technische
Betriebsorganisation
Technisches Management (kom. ab 1.12.2012)
Dipl.-Ing. O. Peter
+49 6151 705-255
otto.peter@lbf.fraunhofer.de



Technisches Management (bis 31.11.2012)
Dipl.-Ing. H. Leimann

BEREICH BETRIEBSFESTIGKEIT STRUCTURAL DURABILITY DIVISION

ABTEILUNGEN:



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



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



BEREICH ADAPTRONIK
SMART STRUCTURES DIVISION

ABTEILUNGEN:



Betriebsfester und funktionsintegrierter Leichtbau: Prof. Dr.-Ing. A. Büter
+49 6151 705-277
andreas.bueter@lbf.fraunhofer.de



Zuverlässige Signalverarbeitung und Strukturüberwachung: Dr.-Ing. D. Mayer
+49 6151 705-261
dirk.mayer@lbf.fraunhofer.de



Aktoren und Sensoren:
Dipl.-Ing. M. Matthias
+49 6151 705-260
michael.matthias@lbf.fraunhofer.de



Strukturdynamik und Schwingungstechnik:
Dr.-Ing. S. Herold
+49 6151 705-259
sven.herold@lbf.fraunhofer.de

BEREICH KUNSTSTOFFE
PLASTICS DIVISION

ABTEILUNGEN:



Polymersynthese:
Prof. Dr. rer. nat. M. Döring
+49 6151 705-8675
manfred.doering@lbf.fraunhofer.de



Rezepturenentwicklung und Dauerhaftigkeit:
Dr. rer. nat. R. Pfaendner
+49 6151 705-8605
rudolf.pfaendner@lbf.fraunhofer.de



Kunststoffverarbeitung und Bauteilauslegung: Dr.-Ing. J. Wieser
+49 6151 705-8725
juergen.wieser@lbf.fraunhofer.de



Forschungsgrößgeräte:
Prof. Dr. rer. nat. M. Rehahn
Telephone: +49 6151 705-8700
matthias.rehahn@lbf.fraunhofer.de

PROJEKTBEREICH
SYSTEMZUVERLÄSSIGKEIT
PROJECT AREA OF SYSTEM
RELIABILITY

THEMEN:

ZSZ-e Projektleitung:

E-Mobility

Future Projects/ Future Markets

Der Bereich Systemzuverlässigkeit befindet sich im Aufbau. Er hat derzeit den Status „Projektbereich“ und ist aufbauorganisatorisch nicht unterlegt. Der Projektbereich wird von den Bereichsleitern Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz (Adaptronik) und Dipl.-Ing. Rüdiger Heim (Betriebsfestigkeit) gemeinsam verantwortet.

The project area System Reliability is still in the process of being developed. It currently has the status of a „Project Area“ and is not integrated into any of the existing divisions. The project area is headed jointly by the two division managers Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz (Adaptronics) and Dipl.-Ing. Rüdiger Heim (Structural Durability).



MIT SICHERHEIT INNOVATIV – IN ALLEN DIMENSIONEN
INNOVATIVE FOR SURE – IN ALL DIMENSIONS



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

einiges ist anders im Jahresbericht 2012, vieles aber wird den treuen Lesern unserer Berichte vertraut sein.

Geblichen sind Ihre Ansprechpartner in unseren Forschungsabteilungen und -gruppen. Hinzu gekommen sind neue Führungskräfte und Projektleiter. Neu ab April 2012 ist auch die Organisationsstruktur des Fraunhofer LBF. Drei starke Forschungsbereiche und der Projektbereich Systemzuverlässigkeit tragen dem erheblichen Wachstum des Institutes Rechnung und ermöglichen neue Wege der Marktbearbeitung.

Geblichen ist die Vielzahl technischer Innovationen und wissenschaftlicher Erkenntnisse, die wir Ihnen im Überblick aktueller und spannender Projekte aus der Betriebsfestigkeit und der Adaptronik vorstellen. Neu hinzugekommen sind weitere, ebenso spannende Projekte aus der Welt der Kunststoffe sowie Beiträge mit speziellem Fokus auf die Systemzuverlässigkeit. Geblichen sind alle unsere bewährten, von Ihnen nachgefragten Leistungsangebote. Hinzu gekommen sind eine ganze Reihe neuer Leistungskomponenten und erweiterte Leistungsumfänge. Dies gilt einerseits natürlich im Hinblick auf Kunststoffe, trifft aber in gleicher Weise auf die Adaptronik und die Betriebsfestigkeit zu. In besonderer Weise gilt es für den neu definierten und im Aufbau befindlichen Projektbereich Systemzuverlässigkeit.

In diesem Bereich arbeiten Wissenschaftler projekt- und themenbezogen zusammen. Hier werden zunächst schwerpunktmäßig Lösungen für Elektro- und Hybridfahrzeuge erarbeitet, die aber auf andere Anwendungen übertragbar sind. Verantwortet wird der Projektbereich gemeinschaftlich von den Bereichsleitern Betriebsfestigkeit und Adaptronik.

Erheblich vergrößert, und in diesem Sinne ebenfalls neu, ist auch der Umfang der Wertschöpfungskette, den das erweiterte Fraunhofer LBF durch das Zusammenwirken seiner drei Forschungsbereiche Betriebsfestigkeit, Adaptronik und Kunststoffe mit dem Projektbereich Systemzuverlässigkeit bearbeiten kann.

Mit diesen Maßnahmen begegnet das Institut einer Marktentwicklung, die sich in komplexeren Aufgabenstellungen mit Systemforschungscharakter äußert. Anfragen mit diesem Charakter werden in zunehmendem Maße an das Institut herangetragen. Ihre Lösung wird speziell durch die Synergien an den Schnittstellen der Kernkompetenzen ermöglicht. Durch das interdisziplinäre Zusammenwirken aller Kompetenzträger werden vermehrt systemische Leistungsangebote für den Markt entwickelt.

Geblichen ist die Marktbasis, die sich komprimiert in unseren Geschäftsfeldern ausdrückt. Auf den folgenden Seiten finden Sie den Überblick über unser aktuelles Kompetenzspektrum, unsere Geschäftsfelder und unser Leistungsangebot in aktualisierter Form.

Unter dem Dach des erweiterten Fraunhofer LBF bieten wir damit auch Ihnen, unseren Kunden, erweiterte Möglichkeiten. Weltweit, vor Ort.

Wir freuen uns darauf, Ihnen diese in gemeinsamen Projekten darstellen zu dürfen.

Darmstadt, im März 2013


Dr. Ursula Eul
Leiterin Strategisches Management



Dear friends and partners of Fraunhofer LBF, dear readers,

a number of things have changed in this annual report for 2012, and some are entirely new, but a lot will be familiar to faithful readers of our annual reports.

Amongst the things that have not changed are your contacts in our research departments and groups – except for the addition of some new senior officers and project managers. Also new is the organizational structure which Fraunhofer LBF adopted in 2012. Three strong research areas and the project area System Reliability reflect the institute’s strong growth and permit new ways of operating in the market place.

What has remained unchanged is the vast number of technical innovations and scientific findings, to which we would like to introduce you in our overview of up-to-date, exciting projects from the areas of structural durability and smart structures. These have been supplemented with new – and no less exciting – projects from the world of plastics, and contributions focusing specifically on systems reliability. Another aspect that has remained unchanged is our proven portfolio of services, arising from the requirements brought forward by our customers. These have been enhanced with a number of new service components and an extended service range. This applies on the one hand to the plastics sector, but also to smart structures and structural durability, and particularly to the newly established project area System Reliability, which is still in the process of development.

This is an area in which scientists cooperate on specific projects or research subjects. Initially, the new unit will focus on solutions for electric and hybrid vehicles, with the intention of transferring these to other applications at a later stage. The project area is headed jointly by the managers of the Structural Durability and Smart Structures divisions.

Likewise, the extent of the value creation chain covered by the enlarged Fraunhofer LBF with its three research areas Structural Durability, Smart Structures and Plastics and the project area System Reliability has also grown considerably, and is, to that extent, new.

With these steps, the institute is responding to a market trend towards more complex tasks with systems research character. More and more inquiries of this nature are reaching the institute, and their solution is made possible by synergy effects at the interfaces between its core competencies. Cross-disciplinary cooperation of all units in which these core competences are based enables an increasing number of systems-oriented services to be offered.

What remains unchanged is our strong market base, which is reflected in a nutshell by our business units. The following pages will provide you with an overview of our current spectrum of competencies, our business fields and our updated range of services.

The extended Fraunhofer LBF organization will be able to offer exciting new opportunities to you, its customers – worldwide and wherever you are.

We are looking forward to realizing these opportunities together with you in joint projects.

Darmstadt, March 2013



Dr. Ursula Eul
Head of Strategic Management



Fraunhofer

LBF

Leistung, Begeisterung, Fortschritt!

Über 500 Mitarbeiter standen Ende des Jahres 2012 stellvertretend für die wissenschaftlichen Errungenschaften und FuE-**Leistungen** aus 75 Jahren Betriebsfestigkeit, 12 Jahren Adaptronik, 9 Jahren Systemzuverlässigkeit und 1 Jahr Kunststoffe am Fraunhofer LBF. Auf der soliden Tradition der Betriebsfestigkeit aufbauend hat das Institut sein Kompetenzspektrum mit hoher Dynamik und Innovationskraft sowohl in der Tiefe als auch in der Breite weiterentwickelt.

Mit der Integration des ebenfalls sehr renommierten und traditionsreichen Deutschen Kunststoffinstituts DKI im Jahr 2012 als Bereich Kunststoffe in das Fraunhofer LBF kann das Institut seinen Kunden nun in einzigartiger Weise eine durchgängige Wertschöpfungskette von der Polymersynthese über den Werkstoff, seine Verarbeitung und das Produktdesign bis hin zur Qualifizierung und Nachweisführung von komplexen sicherheitsrelevanten Leichtbausystemen anbieten.

Die Geschäftspartner des Fraunhofer LBF kommen vornehmlich aus dem Automobil- und Nutzfahrzeugbau, aus der Schienenverkehrstechnik, dem Schiffbau, der Luftfahrt, dem Maschinen- und Anlagenbau, der Energietechnik, der Elektrotechnik, dem Bauwesen, der Medizintechnik sowie der Chemischen Industrie. Mit hoher Kompetenz und großer **Begeisterung** bearbeiten die Ingenieure und Naturwissenschaftler pro Jahr zahlreiche Forschungsprojekte und mehrere hundert Industrieaufträge für und mit ihren Kunden und Partnern im nationalen und internationalen Umfeld.

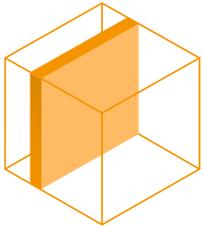
Das Fraunhofer LBF versteht sich als Innovationsgeber, Berater und Prozessbeschleuniger. Es entwickelt, bewertet und realisiert im Kundenauftrag maßgeschneiderte Lösungen für maschinenbauliche Komponenten und Systeme, vor allem für sicherheitsrelevante Bauteile und Systeme. Der Leichtbau steht dabei im Zentrum der Überlegungen. Neben der Bewertung und optimierten Auslegung passiver mechanischer Strukturen werden aktive mechatronisch-adaptronische Funktionseinheiten entwickelt und prototypisch umgesetzt. Im Bereich Kunststoffe stellen wir für die Produkte unserer Kunden hochwertige Konstruktions- und Funktionskunststoffe für anspruchsvolle, dauerhafte und zuverlässige Anwendungen in den Mittelpunkt unserer Arbeit. Parallel werden in allen Bereichen entsprechende numerische sowie experimentelle Methoden und Prüftechniken vorausschauend weiterentwickelt. Unser Ziel ist es, maßgeblich zum Geschäftserfolg und zum **Fortschritt** unserer Kunden beizutragen.

Das Fraunhofer LBF lässt seine Strategie in regelmäßigen Abständen durch externe Gutachterkreise überprüfen und bewerten. Unsere operative Arbeit stellen wir unter die kritische Prüfung durch unsere Kunden und führen regelmäßige Analysen zur Kundenzufriedenheit durch. Das Managementsystem wird ebenfalls in regelmäßigen Abständen nach den Anforderungen der DIN ISO EN 9001:2000 und das Prüflabor nach den Anforderungen der DIN ISO-IEC 17025 überprüft.

Die Grundlagen der erfolgreichen Zusammenarbeit sind ein gemeinsames Qualitätsverständnis, die hohe Leistung und das persönliche Engagement eines jeden Mitarbeiters sowie Toleranz und gegenseitige Unterstützung im Team des Instituts und in der Fraunhofer-Gesellschaft.

*„Stark durch
Corporate Identity.“*

LBF Dachstrategie 2017



Kompetenzen

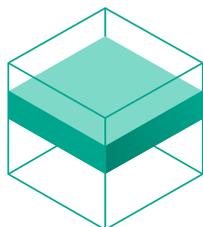
KNOW-HOW FÜR DIE ZUKUNFT.

Zur Bearbeitung von FuE- Aufträgen setzen Mitarbeiter aus zehn LBF Forschungsabteilungen und den assoziierten Fachgebieten „Systemzuverlässigkeit und Maschinenaustik“ sowie „Makromolekulare Chemie“ an der TU Darmstadt ihr ganzes Know-how und ihre Fähigkeiten für Sie ein. Die vielseitigen und umfassenden Einzelkompetenzen dieser Abteilungen sind organisatorisch in den Forschungsbereichen Betriebsfestigkeit, Adaptronik und Kunststoffe sowie im Projektbereich Systemzuverlässigkeit gebündelt und bilden die Facetten der vier gleichnamigen Kernkompetenzen des Institutes. Das Fraunhofer LBF hat den Anspruch, führend in seinen Kernkompetenzen zu sein und entwickelt diese daher kontinuierlich weiter. Damit profitieren Sie als Geschäftspartner von aktuellsten wissenschaftlichen Erkenntnissen und technischen Möglichkeiten am State-of-the Art. Ihre FuE-Projekte erfahren professionelle wissenschaftlich-technische Begleitung durch unsere Projektleiter. Erste Ansprechpartner für neue Projektvorhaben mit dem Fraunhofer LBF sind unsere Abteilungs- und Bereichsleiter. **Mehr dazu ab S. 24**

Competencies

KNOW-HOW FOR THE FUTURE.

Staff from ten LBF research departments and associated departments of “System Reliability and Machine Acoustics” as well as “Macromolecular Chemistry” at TU Darmstadt apply their entire know-how and expertise to work on your R&D projects. The diverse and extensive individual competencies of these departments are organizationally consolidated into the research areas of Structural Durability, Smart Structures and Plastics as well as in the project area of System Reliability. These also form the facets of the institute’s four core competencies bearing the same name. Fraunhofer LBF aspires to leadership in its core competencies and therefore is continuously further developing them. As a result, you benefit as a business associate from the latest scientific insights and state-of-the-art technical possibilities. Our project managers professionally manage your R&D projects with scientific and technical expertise. The first point of contact for new project plans with Fraunhofer LBF is our department heads and division managers. **More on pg. 24**



Geschäftsfelder

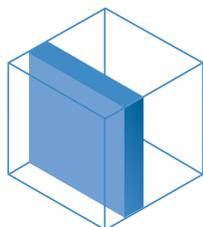
MASSGESCHNEIDERTE LÖSUNGEN FÜR IHRE MÄRKTE.

Das Fraunhofer LBF ist mit seinem Kompetenz- und Leistungsangebot in der Lage, einer Vielzahl von unterschiedlichen Märkten attraktive FuE-Lösungen anzubieten. Unsere Auftraggeber kommen aus dem Automobil- und Nutzfahrzeugbau, der Schienenverkehrstechnik, dem Schiffbau, der Luftfahrt, dem Maschinen- und Anlagenbau, der Energietechnik, der Elektrotechnik, dem Bauwesen, der Medizintechnik, der chemischen Industrie und weiteren Branchen. Wir adressieren Sie in diesen Märkte über unsere Geschäftsfelder und schnüren Leistungen aus allen Forschungsgruppen, -abteilungen und -bereichen zu maßgeschneiderten Angebotspaketen für unsere Kunden. **Mehr dazu ab S. 32**

Business Areas

TAILORED SOLUTIONS FOR YOUR MARKETS.

Its range of competencies and services enables Fraunhofer LBF to offer unique and attractive R&D solutions to a number of different markets. Our customers come from the automobile and commercial vehicle industries, rail traffic technology, shipbuilding and aviation industries, mechanical and plant engineering, energy technology, electrical engineering, construction engineering, medical technology, chemical as well as other branches of industry. We address these markets through our business areas and bundle individual services from all of the research groups, divisions and areas into service packages that are tailor-made for our customers. **More on pg. 32**



Leistungen

LEISTUNG AUF DEN PUNKT GEBRACHT.

Vom Werkstoff bis zum kompletten System, von der Konzeptidee bis zum fertigen Produkt, von der Auslegung bis zur Einsatzprüfung – das Fraunhofer LBF erstellt das passende Leistungspaket im Dialog mit Ihnen und individuell für Sie. Schwerpunkte liegen auf sicherheitsrelevanten Bauteilen und Systemen, auf Material- und Komponentenfunktionen sowie auf strukturmechanischen Eigenschaften von Produkten. Unsere Kunden profitieren bei komplexen systemischen Fragestellungen, etwa zur



betriebsfesten Auslegung von Leichtbaustrukturen, der Entwicklung maßgeschneiderter, robuster Überwachungssysteme oder der Umsetzung aktiv geregelter Systeme zur Schwingungsreduktion, von der interdisziplinären Zusammenarbeit aller Forschungsbereiche und -abteilungen. Im Falle von Funktions- und Konstruktionskunststoffen bietet das Fraunhofer LBF die komplette Wertschöpfungskette von der Materialsynthese, -verarbeitung und -analytik über das Bauteil bis zum frei geprüften System aus einer Hand an. Zur Realisierung der FuE-Aufgaben steht dem Institut ein umfangreiches Methoden- und Geräterepertoire zur Verfügung (s. S. 97 f.). Das Fraunhofer LBF setzt numerisches wie experimentelles Experten-Know-how auf allen Ebenen der Systementwicklung und -bewertung ein, um technisch und wirtschaftlich konforme Lösungen zu entwickeln und unterstützt strukturierte Produktentstehungsprozesse u. a. nach dem „V“-Modell. [Mehr dazu ab S. 36](#)

Service Categories

FOCUSED SERVICES.

From the material to the complete system, from the concept idea to the finished product, from the design to the application test – Fraunhofer LBF creates a tailored service package together with you. Focal points are safety-relevant components and systems, material and component functions as well as the structural mechanical properties of products. When dealing with complex, systematic issues such as the structurally durable design of lightweight structures, the development of tailored, robust monitoring systems or the implementation actively controlled systems for vibration reduction, our customers benefit from the interdisciplinary cooperation between all research areas and departments. In the case of functional and construction polymers, Fraunhofer LBF offers the complete value-added chain, running the gamut from material synthesis, processing and analysis to the component and, finally, to the validated system – all from a single source. An extensive repertoire of methods and appliances is available at the institute for the realization of R&D tasks (see page 97 f.). Fraunhofer LBF applies numerical and experimental expertise on all levels of the system development and evaluation for the development of technically and economically compatible solutions and to support structured product development processes in accordance with the “V” model, among others. [More on pg. 36](#)



System Reliability

Kunststoffe

Betriebsfestigkeit

Smart Structures



**Abteilungsleiter
Werkstoffe und Bauteile**

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



**Abteilungsleiter
Baugruppen und Systeme**

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

Know-how für die Zukunft.

ABTEILUNGEN DES BEREICHS BETRIEBSFESTIGKEIT

Werkstoffe und Bauteile

Die Abteilung „Werkstoffe und Bauteile“ befasst sich mit der experimentellen und numerischen Beanspruchbarkeitsanalyse von zyklisch belasteten metallischen und keramischen Werkstoffen und Bauteilen. Zu den Kernaufgaben gehört die Durchführung von kraft- und dehnungsgeregelten Versuchen mit Proben und Bauteilen sowie die Ermittlung und FEM-gestützte Bewertung von Einflüssen aus Konstruktion, Fertigung, Oberflächennachbehandlungen und Belastung auf die Schwing- und Wälzfestigkeit. Die Kombination von experimenteller und numerischer Simulation bildet die Basis für die validierte numerische Methodenentwicklung und Bauteilbemessung. Das Angebotsspektrum der Abteilung beinhaltet u. a. auch Prüftechnik mit hochfrequenten variablen Amplituden und/oder kleinen Lasten sowie für verschiedene Umgebungsmedien wie z. B. Kraftstoffe, Wasserstoff oder korrosive wässrige Lösungen.

Baugruppen und Systeme

Die Abteilung „Baugruppen und Systeme“ bearbeitet vorwiegend Industrie- und Forschungsprojekte aus den Branchen Fahrzeugtechnik, Maschinenbau, Anlagenbau und Luftfahrt. Speziell für die Fahrzeugtechnik kann die Abteilung durchgängig alle für eine betriebsfeste Auslegung und den abschließenden Freigabeversuch notwendigen Kompetenzen und die zugehörigen numerischen wie experimentellen Werkzeuge zum Einsatz bringen. Fragestellungen in jeder Ebene des Entwicklungsprozesses können beantwortet werden, von einer ersten ganzheitlichen Simulation des Systems über eine Systemoptimierung bis hin zu einem für die finale Absicherung notwendigen Betriebslastennachfahrversuch oder alternativ einem standardisierten Nachweisversuch.

„Führend in
Kernkompetenzen.“

Structural Durability

Know-how for the future.

DEPARTMENTS OF THE STRUCTURAL DURABILITY DIVISION

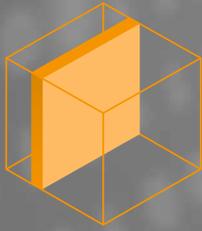
Materials and Components

The "Materials and Components" division focuses on the experimental and numerical strength analysis of metallic and ceramic materials and components under cyclical loading. The main tasks are carrying out force and strain-controlled fatigue tests with specimens and components as well as the determination and FEM-supported assessment of influences from construction, manufacture, surface treatment and loading on the cyclical and rolling contact fatigue. The combination of experimental and numerical simulation creates the basis for the validated numerical development of methods and component dimensioning. The division's range of services also includes testing technology with highly frequent and variable amplitudes and/or small loads for different environmental media such as fuels, hydrogen or corrosive liquid solutions.

Assemblies and Systems

The "Assemblies and Systems" division works primarily on industry and research projects from automotive, mechanical and plant engineering as well as from the aviation industry. The division is able to apply the competencies and corresponding numerical and experimental tools that are necessary for all structurally durable designs and final clearance tests, particularly in the field of automotive engineering. Issues can be addressed on every level of the development process, running the gamut from a comprehensive simulation of the system and system optimization to an operating load follow-up test that is necessary for final validation or, alternatively, a standardized verification test.





System Reliability

Adaptronik

Plastics

Systemzuverlässigkeit



Abteilungsleiter betriebsfester und funktionsintegrierter Leichtbau

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



Abteilungsleiter zuverlässige Signalverarbeitung und Strukturüberwachung

Dr.-Ing. D. Mayer
+49 6151 705-261
dirk.mayer@lbf.fraunhofer.de



Abteilungsleiter Aktoren und Sensoren

Dipl.-Ing. M. Matthias
+49 6151 705-260
michael.matthias@lbf.fraunhofer.de



Abteilungsleiter Strukturdynamik und Schwingungstechnik

Dr.-Ing. S. Herold
+49 6151 705-259
sven.herold@lbf.fraunhofer.de

ABTEILUNGEN DES BEREICHS ADAPTRONIK

Betriebsfester und funktionsintegrierter Leichtbau

Komponenten und Systeme aus faserverstärkten und unverstärkten Kunststoffen werden unter Berücksichtigung von Werkstoff, Konstruktion, Fertigung und Einsatzanforderungen ausgelegt, prototypisch gebaut und/oder bewertet. Dies umfasst die Untersuchung und Optimierung der Komponenten- und Systemeigenschaften unter besonderer Berücksichtigung der realen, einsatzspezifischen Betriebsbeanspruchungen und Umgebungsbedingungen. Ein spezieller Fokus liegt auf der Betriebsfestigkeit von Kunststoffen. Erkenntnisse der Betriebsfestigkeit werden zur Funktionsintegration in Leichtbaukomponenten und -systemen genutzt.

Zuverlässige Signalverarbeitung und Strukturüberwachung

Die Schwerpunkte der Abteilung liegen insbesondere bei der Entwicklung von Signalverarbeitung und Regelungstechnik für aktive Systeme, bei Methoden zur autonomen Strukturanalyse und Schadensdetektion sowie bei der Systemzuverlässigkeit. Das Leistungsangebot reicht von der Entwicklung elektronischer und eingebetteter Systeme, der Anwendung von Rapid-Control-Prototyping und Hardware-in-the-Loop-Methoden in der Systementwicklung bis hin zur Untersuchung der Zuverlässigkeit von Komponenten und Systemen.

Aktoren und Sensoren

Entwicklung, Umsetzung und Anpassung von Aktoren und Sensoren für unterschiedlichste Anwendungen sowie die messtechnische Ermittlung von Betriebslasten an Fahrzeugen, Maschinen und Anlagen während des Anwendungsbetriebs sind Kernelemente des Angebots. Im Fokus stehen unkonventionelle Aktoren und Sensoren, deren Wirkprinzipien auf spezifischen Eigenschaften multifunktionaler Materialien wie Piezokeramiken, aktivierbaren Fluiden, elektroaktiven Polymeren etc., beruhen, sowie neuartige Wirkprinzipien von Aktoren unter Verwendung konventioneller Antriebssysteme (hydraulisch, pneumatisch etc.).

Strukturdynamik und Schwingungstechnik

Die Schwerpunkte der Abteilung liegen in der experimentellen und numerischen Analyse sowie der Auslegung schwingungstechnischer Maßnahmen. Die Systemanalyse kann beginnend mit experimentellen strukturdynamischen Methoden sowohl Vorort oder auch im Labor unter definierten Umgebungsbedingungen durchgeführt werden. Alternativ oder ergänzend werden ganzheitliche numerische Ansätze zur Modellbildung, Simulation, Analyse und Optimierung passiver und aktiver Strukturen verfolgt. Es werden Maßnahmen für die passive, semiaktive oder aktive Verbesserung bezüglich des dynamischen oder akustischen Strukturverhaltens abgeleitet und durch Nachweisversuche verifiziert bzw. bewertet.

Smart Structures

Structural Durability

Kunststoffe

Betriebsfestigkeit

DEPARTMENTS OF THE SMART STRUCTURES DIVISION

Structurally Durable and Functionally Integrated Composites

Components and systems made of fiber-reinforced and non-reinforced polymers are designed, prototypically built and/or evaluated while taking into consideration the material, construction, production and application requirements. This also includes examining and optimizing the components and system properties under realistic, application-related operating loads and environmental conditions. Special focus is on the structural durability of polymers. Structural durability findings are used for functional integration into lightweight components and systems.

Reliability and System Integration

The development of signal processing and control technology for active systems, methods for autonomous structure analysis and damage detection as well as system reliability are the main focal points of this division. The services offered range from the development of electronic and embedded systems, the application of rapid control prototyping and hardware-in-the-loop methods to research on the reliability of components and systems.

Actuator and Sensor Technology

The development, implementation and adaptation of actuators and sensors for diverse applications as well as the metrological determination of operating loads of vehicles, machines and plants during operation of the application are core elements of the offered range of services. Focus is on unconventional actuators and sensors whose operating principles are based on the specific properties of multifunctional materials like piezoceramics, fluids that can be activated, electroactive polymers, etc. as well as on new operating principles of actuators while applying conventional drive systems (hydraulic, pneumatic, etc.)

Structure Dynamics and Vibration Technology

The division's core areas are experimental and numerical analysis as well as the conception of vibration control measures. Starting with experimental structural dynamic methods, the system analysis can be carried out either on location or in the laboratory under specified ambient conditions. Comprehensive numerical approaches are pursued either alternatively or as a supplement for model creation, simulation, analysis and optimization of passive and active structures. Measures for passive,



semi-active or active improvement of the dynamic or acoustic structural behavior are derived and then verified and evaluated with verification tests.



Systemzuverlässigkeit

Adaptronik

Kunststoffe

Betriebsfestigkeit



Abteilungsleiter Polymersynthese

Prof. Dr. rer. nat. M. Döring
+49 6151 705-8675
manfred.doering@lbf.fraunhofer.de



Abteilungsleiter Rezepturenentwicklung und Dauerhaftigkeit

Dr. rer. nat. R. Pfaendner
+49 6151 705-8605
rudolf.pfaendner@lbf.fraunhofer.de



Abteilungsleiter Kunststoffverarbeitung und Bauteilauslegung

Dr.-Ing. J. Wieser
+49 6151 705-8725
juergen.wieser@lbf.fraunhofer.de



Abteilungsleiter Forschungs großgeräte

Prof. Dr. rer. nat. M. Rehahn
+49 6151 705-8700
matthias.rehahn@lbf.fraunhofer.de

ABTEILUNGEN DES BEREICHS KUNSTSTOFFE

Abteilung Polymersynthese

Die Abteilung übersetzt technologische und materialwissenschaftliche Vorgaben in chemische Substanzen und Formulierungen. Neben der Entwicklung chemischer Synthesen für Monomere, Polymere, Additive und reaktive Modifizier, inklusive einer vollständigen Charakterisierung der Substanzen, können auch die technische Syntheseoptimierung und ein Upscaling durchgeführt werden. Darüber hinaus werden die entwickelten Polymere und Polymerformulierungen in ihrer Verarbeitung und als Materialien getestet.

Rezepturenentwicklung und Dauerhaftigkeit

Durch Additive werden Kunststoffe anforderungsgerecht weiterentwickelt. Materialicherheit und Zuverlässigkeit (Ermüdung, Alterung, Brandverhalten, Gesundheitsrisiken), Versagenscharakteristik, Einsatzgrenzen und Ressourceneffizienz sind dabei Kernthemen. Oberflächeneigenschaften, Morphologie und Polymerarchitektur werden zielgerichtet eingestellt. Schwerpunkte der Abteilung liegen u. a. bei der Materialanalytik, bei der physikalischen Charakterisierung von mehrphasigen Harzsystemen, der Kinetik von reaktiven Prozessen, der Kontrolle der Grenzflächeneigenschaften sowie bei der Entwicklung von Kunststoff-Additiven.

Kunststoffverarbeitung und Bauteilauslegung

Ein Forschungsschwerpunkt ist die Prozesskette, von der Compoundierung des Werkstoffs über die Verarbeitung zum Bauteil bis hin zur Vorhersage der mechanischen Eigenschaften. Betrachtet wird auch die Entstehung verarbeitungsinduzierter innerer Strukturen und Eigenspannungen sowie deren Einfluss auf die Bauteilauslegung. Im Bereich der Kunststoffverarbeitung stehen das Spritzgießen, die Folienherstellung und Fügeverfahren im Vordergrund. Arbeitsschwerpunkt bei der Materialmodellierung ist das Materialverhalten unter hohen Beanspruchungsgeschwindigkeiten und bei mehrachsigen Beanspruchungen. Es liegen dabei langjährige Erfahrungen mit technischen Thermoplasten, Hochleistungskunststoffen, Schäumen und Composites vor.

Forschungs großgeräte

Ergänzend zu den drei materialorientiert forschenden Abteilungen führt der Bereich Kunststoffe eine vierte Abteilung, in der abteilungsübergreifend benötigte, große Forschungsgeräte gepflegt und problemorientiert bereitgestellt werden, aber auch spezifische Entwicklungen, die in internen Projekten vorangetrieben werden (z. B. NMR-Spektroskopie, Rasterelektronenmikroskopie, Transmissionselektronenmikroskopie, Technikumsgeräte für Compoundierung, Spritzguss, High Throughput Screening oder zur Folienextrusion usw.).

System Reliability

Structural Durability

Plastics

Smart Structures

DEPARTMENTS OF THE PLASTICS DIVISION

Polymer Synthesis Department

The department translates technological and material science specifications into chemical substances and formulations. Technical synthesis optimization and an upscaling can be carried out in addition to the development of chemical syntheses for monomers, polymers, additives and reactive modifiers, including a complete characterization of the substances. The developed polymers and polymer formulations are also tested in their development and as a material.

Formulation Development and Durability

By applying additives, plastics are further developed while keeping in line with requirements. Central topics here are material safety and reliability (fatigue, aging, fire behavior, health risks), failure characteristics, application boundaries and resource efficiency. Surface properties, morphology and polymer architecture are precisely regulated. The main focus areas here are material analysis, physical characterization of multi-phase resin systems, the kinetics of reactive processes, monitoring of boundary surface characteristics as well as the development of plastic additives.

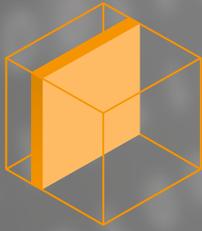
Plastics Testing and Component Design

A focal point here is the process chain - from the compounding of the material, the processing of the component to the prediction of mechanical properties. Creation of the process-induced inner structure and residual stress as well as the influence on the component design are all examined. Main activities in the area of plastics testing are injection molding, manufacture of films and bonding methods. Key area of activity in material modeling is the material's behavior under high stress rates and multi-axial loading. The division has long-standing experience with technical thermoplasts, high-performance plastics, foams and composites.

Large-Scale Research Systems

In addition to the material-oriented research sub-divisions, the Plastics Division has a fourth sub-division in which large-scale, inter-divisional research systems are maintained and made available for specific problems. It also works on certain developments that are advanced in internal projects (e. g. NMR spectroscopy, scanning electron microscopy, transmission electron microscopy, technicum appliances for compounding, injection molding, high throughput screening or film extrusion, etc.).





Betriebsfestigkeit

Kunststoffe

Adaptronik

Systemzuverlässigkeit

Fraunhofer
LBF

BEREICH KUNSTSTOFFE

PROJEKTBEREICH SYSTEMZUVERLÄSSIGKEIT

Themen

- ZSZ-e Projektleitung
- E-mobility
- Future Projects/ Future Markets

THEMEN IM PROJEKTBEREICH SYSTEMZUVERLÄSSIGKEIT TOPICS IN THE PROJECT AREA OF SYSTEM RELIABILITY

Zentrum für Systemzuverlässigkeit mit Schwerpunkt Elektromobilität ZSZ-e



Contact (Projektleitung)

Dr.-Ing. Khalid el Dsoki
+49 6151 705-8490
khalid.el.dsoki@lbf.fraunhofer.de

Eine strategische Maßnahme des Fraunhofer LBF und des Landes Hessen ist der Aufbau des „Zentrum für Systemzuverlässigkeit mit Schwerpunkt Elektromobilität ZSZ-e“. Im Mittelpunkt der experimentellen Arbeiten innerhalb ZSZ-e werden die Traktionsbatterien bzw. -antriebe stehen. Hierfür werden derzeit dezidierte Prüfumgebungen für die Betriebslastensimulation einschließlich Klima/Feuchte (Batterieprüfung) bzw. für die Integration modelltechnischer XiL-Technologien (Antriebsstrangprüfung) aufgebaut. Die vollständige Inbetriebnahme aller ZSZ-e Einrichtungen wird in 2015 abgeschlossen sein. Die Maßnahme wird mit finanzieller Unterstützung des Landes Hessen und der Fraunhofer-Gesellschaft umgesetzt.

Center for System Reliability with emphasis on Electromobility ZSZ-e

A strategic measure of Fraunhofer LBF and the state of Hessen is the creation of the “Center for System Reliability with emphasis on Electromobility ZSZ-e”. The focus of the experimental work within ZSZ-e will be traction batteries and drives. Testing environments are currently being created specifically for service load simulation including thermal environment/moisture (battery testing) and for the integration of the technical aspects of XiL technologies (drive train tests). All ZSZ-e facilities will be fully commissioned by 2015. These measures are being carried out with financial assistance from the state of Hessen and the Fraunhofer Gesellschaft.

Systemzuverlässigkeit

Assoziierte Fachgebiete

Kunststoffe

Betriebsfestigkeit



Contact

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

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

Das Fachgebiet Systemzuverlässigkeit und Maschinenakustik SZM der Technischen Universität Darmstadt ist

**SYSTEMZUVERLÄSSIGKEIT UND MASCHINENAKUSTIK
SYSTEM RELIABILITY AND MACHINE ACOUSTICS**

personell und inhaltlich eng mit dem Fraunhofer LBF verbunden. Es verfolgt das Ziel, Grundlagen, Methoden und Verfahren zur Bewertung der Zuverlässigkeit komplexer technischer Systeme zu entwickeln. Diese Thematik stellt international ein neues Forschungsgebiet dar. Durch die Integration der Arbeitsgruppe Maschinenakustik im Jahr 2005 wurden die Kompetenzen im Hinblick auf die Entwicklung leiser und zuverlässiger Produkte konsequent ergänzt.

The Research Group System Reliability and Machine Acoustics at Darmstadt Technical University is closely interlinked with Fraunhofer LBF both in terms of staff and research subjects. Its focus is on the development of fundamentals, methods and procedures for the evaluation of the reliability of complex systems – a new research area on an international scale. The integration of the Machine Acoustics group in 2005 enhanced the unit's expertise in the area of the development of quieter and more reliable products.



Contact

Prof. Dr. rer. nat. M. Rehahn
+49 6151 16-5278
m.rehahn@mc.tu-darmstadt.de

Die Arbeitsgruppe Makromolekulare Chemie an der Technischen Universität Darmstadt beschäftigt sich mit zahlreichen Forschungsgebieten und ist insgesamt sehr breit aufgestellt, was die Methoden der Makromolekularen Chemie und die Charakterisierung von Oligo- und Polymeren angeht. Ein Schwerpunkt, der besonders intensiv

**MAKROMOLEKULARE CHEMIE
MACROMOLECULAR CHEMISTRY**

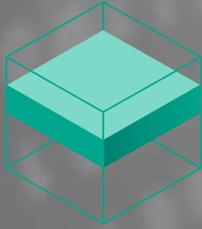
bearbeitet wird, sind so genannte „funktionale Polymere“, allen voran organische LEDs (OLEDs) und organische Transistormaterialien. Weiterhin wird das Verhalten von Polymeren an Grenzflächen und deren phasenvermittelnde Eigenschaften untersucht. Die Suche nach alternativen Rohstoffquellen und der effiziente Einsatz so genannter Komposit- und Hybridmaterialien stellt einen weiteren Forschungsschwerpunkt dar.

tion. One of our main interests is the area of so called “functional polymers” and ahead of all the organic LEDs (OLEDs) and organic field effect transistors (OFETs). In addition we study the behavior of polymers at interfaces and their way of mediation between different phases. The search for alternative resources and the efficient usage of composite- and hybridmaterials is another topic our group is engaged with.

The research group Macromolecular Chemistry at the Technische Universität Darmstadt deals with diversified fields of research and uses many different methods of oligo- and polymercharacteriza-



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Transport

Maschinen- und Anlagenbau

Automotive

Energie, Umwelt
und Gesundheit

Lösungen für Ihre Märkte. Weltweit vor Ort.

AUTOMOTIVE

Pkw, Nfz und Sonderfahrzeuge

AUTOMOTIVE

Passenger cars, commercial
and special vehicles



Mit Sicherheit mobil.

Im Geschäftsfeld Automotive kann das Fraunhofer LBF auf eine Vielzahl lang-jährig etablierter FuE-Kooperationen mit Forschungs-, Entwicklungs- und Produktionsabteilungen sowohl bei OEM als auch bei Zulieferunternehmen verweisen. Mit umfassenden numerisch und experimentell basierten FuE-Angeboten unterstützt das Institut seine Kunden entlang ihres Produktentwicklungsprozesses, sowohl für konventionell als auch für elektrisch

TRANSPORT

Luft- und Raumfahrt, Schiffbau,
schienengebundene Fahrzeuge

TRANSPORTATION

Aerospace, shipbuilding,
rail-bound vehicles



Mit Sicherheit verfügbar.

Im Geschäftsfeld Transport unterstützt das Fraunhofer LBF die Entwicklungsprozesse seiner Kunden aus der Systemtechnik und dem Zulieferbereich. Eine wesentliche Zielsetzung ist es, Entwicklungszeiten maßgeblich zu verkürzen und gleichzeitig die Sicherheit und Zuverlässigkeit der Produkte zu gewährleisten. FuE-Herausforderungen liegen unter anderem in der Entwicklung von energieeffizienten Antrieben, in der Energierückgewinnung, im Leichtbau, dem lärmarmen Verkehrsbetrieb, in der hohen Verfügbarkeit der Verkehrsträger, der Steigerung der Unfallsicherheit und

Mechanical and
Plant Engineering

Transportation

Energy, Environment
and Health

Solutions for your markets. On site world wide.

angetriebene Fahrzeugarchitekturen. Dabei wirken alle LBF-Forschungsbereiche, von der Identifikation und Ableitung relevanter Anforderungen für die Bewertung und Auslegung mechanischer und elektromechanischer Systeme, Baugruppen und Komponenten über die Verbesserung, Auslegung und prototypische Realisierung bis hin zu Systemintegration, Inbetriebnahme, Test und Bewertung, eng zusammen.

Reliably mobile.

In the automotives business area Fraunhofer LBF can refer its OEM and suppliers to a number of long-established R&D cooperations with research, development and production divisions. The institute supports its customers in the process of product development with comprehensive numerically and experimentally based R&D offers for conventionally as well as electrically-powered vehicle

architectures. All LBF research areas work closely together in this process – from the identification and derivation of relevant requirements for the evaluation and design of the mechanical and electromechanical systems, assemblies and components to the improvement, design and prototypical realization right up to the system integration, operation test and evaluation.

zunehmend auch in der Absicherung der Zuliefererqualität. Das Fraunhofer LBF bietet seinen Kunden dazu alle Verfahren des numerischen und experimentellen Betriebsfestigkeitsnachweises für hoch belastete Bauteile, Baugruppen und Strukturen unter Berücksichtigung von Missbrauchs- und Sonderbelastungen, komplexer zeitlich veränderlicher Einsatzbedingungen, Korrosion, Temperatur und Alterung. Kunden profitieren von neuen Methoden der Versuchszeitverkürzung sowie der Zuverlässigkeitsbewertung von mechatronischen und adaptiven Systemen.

Reliably available.

In the transport business area Fraunhofer LBF supports its customers from system technology and the supplier industry in their development processes. Here, the main objective is to considerably shorten development times and to simultaneously guarantee the safety and reliability of the products. The development of energy-efficient drive systems, energy recovery, lightweight construction, low-noise traffic, high availability of modes of transport, increase in accident safety as well as ensuring supplier quality are some of the R&D challenges that need to be met. Fraunhofer LBF offers its

customers all processes of numerical and experimental structural durability verification for highly loaded components, assemblies and structures while taking abusive and exceptional loads, complex and time-variable application conditions, corrosion, temperature and aging into consideration. Customers benefit from new methods of shortened testing times and the reliability assessment of mechatronic and adaptive systems.



Energie, Umwelt
und Gesundheit

Transport

Automotive

Maschinen-
und Anlagenbau

MASCHINEN- UND ANLAGENBAU
MECHANICAL AND PLANT
ENGINEERING



Mit Sicherheit präzise.

Der Maschinen- und Anlagenbau zählt neben dem Fahrzeugbau, der Elektrotechnik und der pharmazeutischen und chemischen Industrie zu den forschungstärksten Industriebranchen in Deutschland. Das Geschäft ist stark exportdominiert. Besondere Bedeutung hat dabei die Maschinentechnik in den Bereichen Energieerzeugung, Werkzeugmaschinen, Fluidtechnik und Landtechnik. Wesentliche FuE-Handlungsfelder sind Energieeffizienz,

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



Mit Sicherheit nachhaltig.

Im Geschäftsfeld Energie, Umwelt und Gesundheit arbeitet das Fraunhofer LBF für Kunden aus den Bereichen Energie, Energietechnik, Haus- und Umwelttechnik, Medizintechnik und zunehmend Sportgerätetechnik. In der Energietechnik bietet das Institut insbesondere solchen Unternehmen FuE-Lösungen an, die mechanische Systeme und Systemkomponenten entwickeln, transportieren, in Betrieb nehmen, weiterverarbeiten oder betreiben. Dies gilt sowohl auf dem Gebiet der erneuerbaren (z. B. Photovoltaik, Windenergietechnik, Wasser) sowie der konventionellen Energietechnik (z. B. Öl, Gas). In der Haus- und Umwelttechnik

Verbesserung von Leichtbau und Dynamik sowie Steigerung der Verfügbarkeit. Die Fraunhofer LBF Kernkompetenzen Betriebsfestigkeit, Systemzuverlässigkeit, Adaptronik und Kunststoffe bieten dazu umfassende Lösungsangebote auf Komponenten- ebenso wie auf Systemebene. Daraus resultiert ein hohes Produktverbesserungspotenzial für alle Bereiche des Maschinen- und Anlagenbaus. Das Institut begleitet seine Kunden auf ihren internationalen Märkten.

Reliably precise.

In addition to automobile construction, electrical engineering and the pharmaceutical and chemical industry, mechanical and plant engineering is considered one of the strongest industrial branches of research in Germany. Its business is strongly dominated by export. Machine technology is particularly relevant in the areas of energy production, machine tools, fluid technology and agricultural engineering. Significant R&D areas of activity are

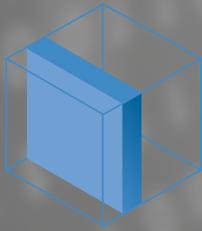
energy efficiency, improvement of lightweight construction and dynamics as well as increased availability. The Fraunhofer LBF core competencies of Structural Durability, System Reliability, Smart Structures and Plastics provide comprehensive solutions on the component and system levels. This results in a high potential for product improvement in all areas of mechanical and plant engineering. The institute also supports its customers with their international market activities.

liegen die FuE-Ziele des Instituts vorwiegend auf der Produktauslegung und Produktverbesserung im Hinblick auf schwingungstechnische und akustische Eigenschaften sowie auf dem Leichtbau. Unsere Kunden aus der Medizin- und Sportgerätetechnik unterstützen wir ebenfalls vor allem im Thema Leichtbau und bei der Überwachung von Strukturlasten. Schwingungstechnik zur Verbesserung der Dynamik, Präzision und Akustik sowie Systemzuverlässigkeit sind weitere, insbesondere für Unternehmen der Medizintechnik interessante Angebotsfelder.

Reliably sustainable.

In the business area of energy, environment and health, Fraunhofer LBF works for customers from the fields of energy, power engineering, building services and environmental engineering, medical technology and, increasingly, sports equipment technology. In the area of energy technology, the institute offers R&D solutions particularly to companies that develop, transport, commission, further process or operate mechanical systems and system components. This applies to the area of renewable energy (e.g. photovoltaic, wind energy technology, water) and conventional energy technology (e.g. oil, gas). In

building services and environmental engineering the R&D objectives of the Institute focus mainly on product design and improvement of vibration and acoustic properties as well as lightweight construction. We primarily support our customers from medical and sports equipment technologies in the fields of lightweight construction and structural load monitoring. Further areas which are also particularly interesting for medical technology companies are vibration technology for the improvement of precision and acoustics as well as system reliability.



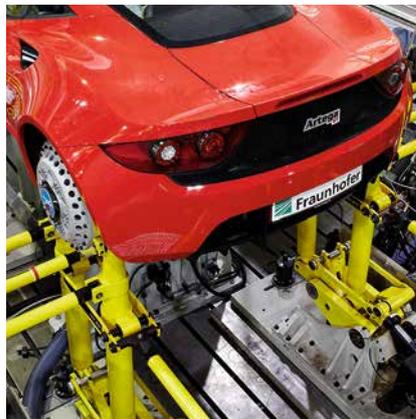
Schnelle Prüftechnik (VHCF)

Very High Cycle Fatigue

Ganzfahrzeugprüfung

Leistung auf den Punkt gebracht.

**AUS DER BETRIEBSFESTIGKEIT
FROM THE STRUCTURAL
DURABILITY DIVISION**



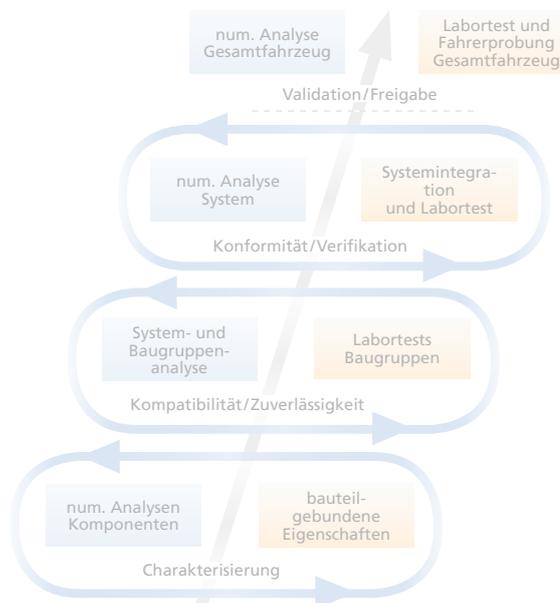
Die Betriebsfestigkeit befasst sich mit der Auslegung, Bemessung und Haltbarkeit von Bauteilen und Systemen hinsichtlich einer nutzungsorientierten Lebensdauer. In diese Zielfunktion fließen Leichtbau-, Sicherheits- und Zuverlässigkeitsaspekte sowie die Verkürzung von Entwicklungszeiten und damit eine unmittelbar quantifizierbare Kostenersparnis ein. Neben der mechanischen Belastung stellen Werkstoffeigenschaften, Geometrie, Fertigung und Umgebungsbedingungen wesentliche Einflussgrößen für die Betriebsfestigkeit dar. Exemplarische Angebote im Forschungsbereich Betriebsfestigkeit sind

- Beanspruchbarkeit von metallischen, keramischen und gummielastischen Werkstoffen und Bauteilen
- Kennwertermittlung bei zyklisch schwingender Beanspruchung

Spezifikation und Kaskadierung



Test und Integration



Beanspruchbarkeit

LEISTUNGEN | SERVICES

Lastannahmen

Strength

Kennwertermittlung

Elektromobilität

Focused services.

- Versagensverhalten von Elastomer- und Gummi-Metall-Bauteilen
- Lebensdauerabschätzung von Bauteilen und Fügeverbindungen
- Bauteilbemessung, Topologie- und Formoptimierung
- Angepasste Kleinlastprüftechnik
- Schnelle Prüftechnik (VHCF)
- Ableitung von Lastannahmen und Erstellung von Prüfprogrammen
- Betriebslastennachfahrversuche
- Experimentelle Erprobung (ein- und mehrkanalig) und Bewertung von Bauteilen, Baugruppen und Komplettsystemen
- Standardisierte Bewertung radbezogener Komponenten
- Ganzfahrzeugerprobung im 25k-Ganzfahrzeugprüfstand
- ...

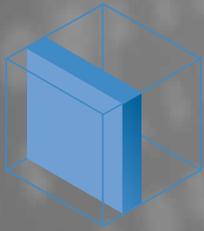
Structural durability deals with the conception, dimensioning and service life of components and systems with regard to a usage-oriented fatigue life. Lightweight construction, safety and reliability aspects as well as shorter development times and, consequently, quantifiable cost savings are all incorporated in this objective function. In addition to mechanical loading, the material properties, geometry, manufacture and ambient conditions are essential influencing parameters for structural durability. Some examples of the services offered in the research area of Structural Durability are:

- Stress capacity of metallic, ceramic and elastic rubber materials and components
- Determination of parameters at cyclic vibration loads

- Failure behavior of elastomer and rubber-metal components
- Fatigue life estimation of components and joining connections
- Component dimensioning, optimization of topology and form
- Adapted small load testing technology
- Rapid testing technology (VHCF)
- Derivation of load assumptions and creation of test programs
- Operating load follow-up tests
- Experimental testing (with one or more channels) and evaluation of components assemblies and complete systems
- Standardized evaluation of wheel-related components
- Full vehicle test in 25k-full vehicle test stand
- ...

„Schlagkräftig im Wettbewerb.“

LBF Dachstrategie 2017



In-the-loop-Technology

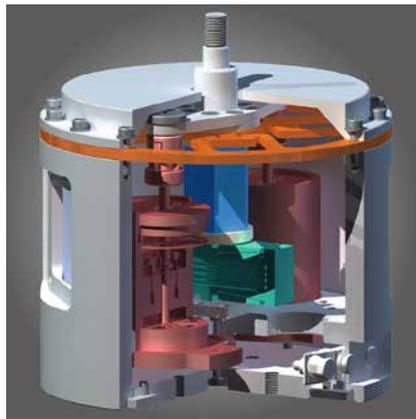
Strukturanalyse

Schwingungskontrolle

FMEA

Structure Analysis

AUS DER ADAPTRONIK FROM THE SMART STRUCTURES DIVISION

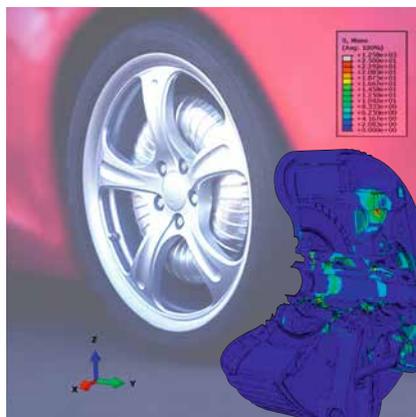


Die Leistungsangebote im Forschungsbereich Adaptronik zielen auf die Entwicklung moderner, zuverlässiger Strukturösungen zur Überwachung und Verbesserung mechanischer und besonders schwingungstechnischer Eigenschaften maschinenbaulicher Produkte ab. Dabei werden fortgeschrittene Methoden der Strukturanalyse, der Strukturmechanik, der Signalverarbeitung und des betriebsfesten Leichtbaus verwendet.

Experimentelle und numerische Methoden werden eng verzahnt eingesetzt. Beispiele für Leistungen aus dem Bereich sind

- numerische und experimentelle schwingungstechnische und akustische Bauteil- und Systemanalysen, Fahrbetriebsmessungen, Beratung und Produktgestaltung
- Entwicklung bis Bewertung, d. h. Konzeption, Auslegung, prototypische Umsetzung und Labor-/Feldtest von

AUS DER SYSTEM- ZUVERLÄSSIGKEIT FROM THE SYSTEM RELIABILITY DIVISION



Systemzuverlässigkeit adressiert die Funktionssicherheit, Verfügbarkeit und Wartungsfähigkeit einer Gesamtheit von Elementen, die in Wechselwirkung miteinander stehen. Moderne, „intelligente“ Systeme zeichnen sich dabei durch einen hohen Integrationsgrad für Sensorik, Aktorik, Regelungstechnik und Software aus. Das Fraunhofer LBF nimmt insbesondere miteinander gekoppelte elektrische, mechanische, chemische und/oder thermische Belastungen solcher Systeme in den Blick. Der noch junge Projektbereich Systemzuverlässigkeit bietet zunächst schwerpunktmäßig Leistungen für Elektro- und Hybridfahrzeuge an. Aktuelle Beispiele sind

Failure Mode and Effects Analysis

Lärmreduktion

- aktiv geregelten Systemen für Schall- und Schwingungskontrolle
- (funktionsintegrierten) betriebsfesten Faserverbundleichtbaustrukturen
- Systemen für Schadendetektion, Last- und Strukturüberwachung
- Aktoren und Sensoren
- regelungstechnischen und elektronischen Systeme inkl. Systemintegration
- Software und Entwicklungswerkzeugen, Prüfständen und -verfahren
- Charakterisierung von Materialien und Materialsystemen für „smarte“ Strukturen
- Festigkeitsnachweise, Versagensmodelle und Festigkeitshypothesen für Faserverbundwerkstoffe
- Zuverlässigkeitsanalysen (FuSi, FMEA, Sensitivität, Degradation smarter Systeme) und Design-to Reliability
- ...

The range of services in Smart Structures concentrate on the development of modern and reliable structural solutions for the monitoring and improvement of mechanical and particularly the vibration properties of mechanical engineering products. Advanced methods in structural analysis, structural dynamics, signal processing, and structurally durable lightweight construction are applied here. Closely linked experimental and numerical methods are used. Examples for services from this area are:

- Numerical and experimental vibration and acoustic component and system analyses operational measurements, consulting and product design
- Development to assessment, i. e. conception, design, prototypical implementation and laboratory/ field tests of

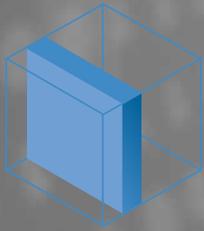
- Actively controlled systems for sound and vibration control
- (Functionally integrated) structurally durable, lightweight composite structures
- Systems for damage detection, load and structure monitoring
- Actuators and sensors
- Control technology and electronic systems including system integration
- Software and development tools, test stands and methods
- Characterization of materials and material systems for “smart” structures
- Strength tests, failure models and strength hypotheses for composite materials
- Reliability analyses (FMEA, sensitivity, degradation of smart systems) and design-to-reliability
- ...

- Studien zur Elektromobilität, z. B. Betrachtung der TCO (total cost of ownership)
- Entwicklung und Laborerprobung von Radnabenantrieben
- Ermittlung von elektrisch/mechanischen Lastkollektiven inkl. Entwicklung und Betrieb von Datenerfassungssystemen
- Leichtbaumaßnahmen
- Anwendung von X-in-the-Loop (XiL)-Technologien und Test
- Qualifizierung von Bauteilen und Systemen im Kontext der Energiespeicher- und Antriebstechnik
- Systemzuverlässigkeitsanalysen
- ...

System Reliability addresses the functional safety, availability and maintainability of a series of elements that interact with each other. Modern, “intelligent” systems are characterized by a high degree of integration for sensors, actuators, control technology and software. Fraunhofer LBF focuses particularly on the coupled electric, mechanical and chemical and/or thermal loading of such systems. The relatively new project area of System Reliability primarily provides services for electric and hybrid vehicles. The latest examples, which are coupled together, are:

- Studies on electromobility, e. g. examination of the TCO (total cost of ownership)

- Development and laboratory tests on wheel hub drives
- Determination of electric/mechanical load spectra including development and operation of data collection systems
- Lightweight construction measures
- Application of X-in-the-loop (XiL) technologies and test
- Qualification of components and systems in the context of energy storage and drive technology
- System reliability analyses
- ...



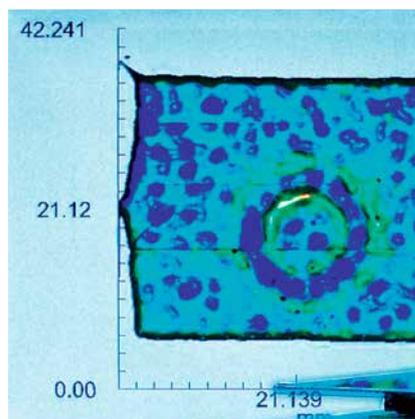
Funktionskunststoffe

Morphologie

Funktionssicherheit

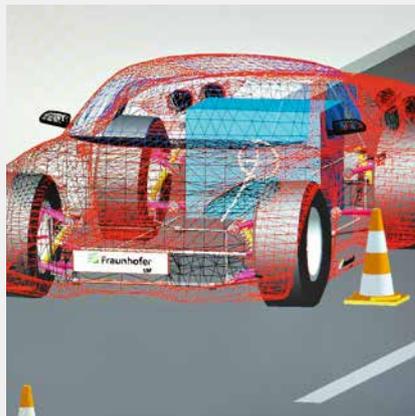
NVH – Noise Vibration Harshness

AUS DEM BEREICH KUNSTSTOFFE
FROM THE PLASTICS DIVISION



Maßgeschneiderte Kunststoffe, Kunststoff-Verbunde und Kunststoffverarbeitungstechnologien spielen eine Schlüsselrolle für Spitzenprodukte auf den Weltmärkten. Der Forschungsbereich Kunststoffe des Fraunhofer LBF stellt sein Leistungsangebot schwerpunktmäßig auf hochwertige, dauerhafte und zuverlässige Anwendungen ab. Materialseitig spielen Hochleistungsthermoplaste und Verbunde, Duromere, Duromer-Composites und Duromer-Verbunde sowie Thermoplastische Elastomere eine zentrale Rolle. Schwerpunkte im aktuellen Leistungsangebot sind

SYSTEMISCHE
LEISTUNGSANGEBOTE
SYSTEMATIC SERVICE OFFERS



Das Fraunhofer LBF greift in allen seinen Forschungsbereichen auf ausgeprägte Kernkompetenzen und exzellentes Know-how zurück. Eine besondere Stärke des Instituts liegt in der interdisziplinären Zusammenarbeit, begleitet von einem professionellen Projektmanagement, auch für erweiterte Projektumfänge und langlaufende Projekte. Von den Synergien an den Schnittstellen der Kernkompetenzen profitieren die Kunden des Institutes insbesondere bei Querschnittsthemen in komplexen Systemforschungsprojekten. Beispiele für systemische Leistungsangebote sind

Aktor-/Sensorintegration

Polymersynthese

Funktionskunststoffe

Functional Safety

- Polymersynthese
- Beeinflussung von Funktion und Festigkeit durch Morphologie
- Rezepturenentwicklung
- Additivierung (Flammschutz, Stabilisierung...)
- Polymer-Analytik
- Prozessentwicklung und -Monitoring
- Simulation und Modellierung
- Charakterisierung kunststoff-basierter Werkstoffe und Bauteile
- Analyse und Bewertung von Ermüdung, Korrosion und Abbau
- Neue Aktor- und Sensormaterialien
- ...

Tailored plastics, plastic composites and plastic processing technologies play a key role for cutting-edge products on global markets. The Plastics research area of Fraunhofer LBF focuses its range of services primarily on high-quality, durable and reliable applications. High-performance thermoplasts and composites, thermosets, thermoset composites and products as well as thermoplast elastomers play a central role. The main services are:

- Polymer synthesis
- Influence of function and strength by means of morphology

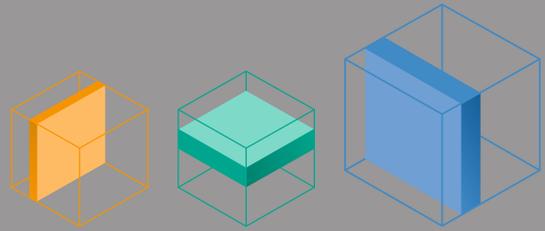
- Development of formulas
- Additives (flame prevention, stabilization...)
- Polymer analysis
- Process development and monitoring
- Simulation and modeling
- Characterization and polymer-based materials and components
- Analysis and evaluation of fatigue, corrosion and degradation
- New actuator and sensor materials
- ...

- Betriebsfestigkeit + NVH
- Aktor-/Sensorintegration + Funktionssicherheit
- Aktiv geregelte Systeme + FuSi
- Elektromobilität + Leichtbau
- Gekoppelte elektrische, mechanische, thermische Belastungen auf elektronische Komponenten

Fraunhofer LBF draws on outstanding core competencies and expertise in all of its research areas. One of the institute's particular strengths is interdisciplinary cooperation accompanied by professional project management for extensive project scopes as well as for long-term projects. Customers benefit from the synergies at the interfaces of the core competencies particularly where interdisciplinary topics in complex system research projects are concerned. Some examples of systematic service offers are:

- Structural durability + NVH
- Actuator-/sensor integration + functional safety
- Actively controlled systems + functional safety
- Electromobility + Lightweight design
- Coupled electric, mechanical, thermal loads of electronic components





Leistung auf den Punkt gebracht.

Focused services.

Power Train

Formulation Development

Werkstoffauswahl

Leichtbaupotenzial

Polymer-Metal Hybrid and Composite Materials

Compoundierung

Functional Integration

Schwingungsminderung

Fahrerprobung



LEISTUNG AUF DEN PUNKT GEBRACHT | FOCUSED SERVICES

Leichtbaupotenzial von Schweißkonstruktionen.

Lightweight design of welded structures.

Contact: Steffen Schönborn · Telephone: +49 6151 705-448 · steffen.schoenborn@lbf.fraunhofer.de

Der Leichtbau von geschweißten Konstruktionen im Schienenfahrzeug-, Schiff-, Anlagen- und Fahrzeugbau ist vom Hintergrund der Ersparnis an Material, Gewicht, Fertigungs-, Betriebs- und folglich Energiekosten stets ein primäres Anliegen. Aus diesem Grunde sind für den Schwingfestigkeitsnachweis von Konstruktionen der Verlauf der Wöhlerlinien sowie die Lage des Abknickpunktes von größter Bedeutung.

Separation der Einflussfaktoren.

Die in den Regelwerken zur konstruktiven Auslegung von Schweißverbindungen enthaltenen Bemessungswöhlerlinien haben einen allgemeingültigen Charakter. Weil diese Wöhlerlinien auch ungünstige Fälle der Fertigung wie z. B. Baustellenfertigung berücksichtigen sollen, sind die Wöhlerlinien für die Auslegung unter kontrollierter Fertigung als konservativ einzustufen. Durch die Verschiebung des Abknickpunktes, unter kontrollierter Fertigung gefertigter Schweißkonstruktionen, von $N_{a,k1} = 1 \cdot 10^7$ auf $N_{a,k2} = 1 \cdot 10^6$ Schwingspiele könnte bei Belastungen mit konstanten Amplituden die zulässige Spannung um den Faktor 2,15 erhöht werden (Abb. 1). Die Konstruktionen könnten damit für höhere Lasten bzw. längere Einsatzzeiten zugelassen oder alternativ mit geringeren Querschnitten (Leichtbau) ausgeführt werden.

Um dieses Leichtbaupotenzial zu heben, sind die wesentlichen Einflussparameter auf die Schwingfestigkeit separiert in Kerbdetails eingestellt und experimentell im Forschungsprojekt „Abknickpunkt“ – „Einflussgrößen auf die Lage des Abknickpunktes der Wöhlerlinie für den Schwingfestigkeitsnachweis von Schweißverbindungen“ untersucht worden. Durchgeführt wurden die Schwingfestigkeitsversuche mit dem Schweißdetail Längssteife aus den Werkstoffen S355NL und S960QL. Zur Variation der Spannungskonzentration sind WIG-nachbehandelte und im Schweißzustand belassene Proben betrachtet worden. Der Einfluss des Eigenspannungszustandes und dessen Entwicklung auf die Lage des Abknickpunktes der Wöhlerlinie liefern experimentelle Untersuchungen mit Überlagerung einer dem Ausgangseigenspannungszustand vergleichbaren Mittelspannung.

Als Ergebnis dieser Untersuchungen kann aufgezeigt werden, dass

- die Verringerung der Spannungsüberhöhungen an der Schweißnaht,
- die Erhöhung der Streckgrenze,
- eine Überlagerung von Mittellasten und
- Spannungsarmglühen der Proben zum Abbau schweißbedingter Eigenspannungen



Quelle: MEV

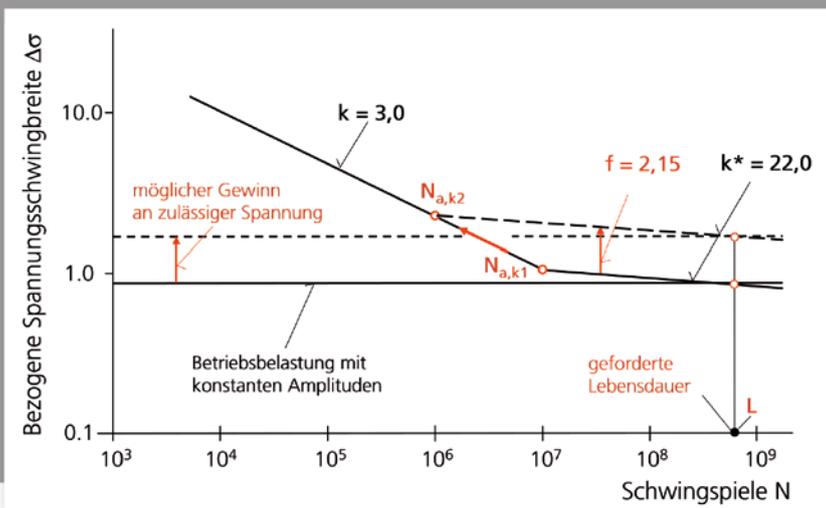


Abb. 1: Möglicher Gewinn an zulässiger Spannung durch Verschiebung des Abknickpunktes.
 Fig. 1: Increase of the allowable stress by shifting the knee point.

zu einer Verschiebung des Abknickpunktes $N_{a,k}$ zu geringeren Schwingspielzahlen führt. Die Höhe ihres Einflusses wird zur Ausnutzung möglicher Schwingfestigkeitspotenziale derzeit noch analysiert. Es zeigt sich aber, dass das Zusammenwirken der verschiedenen Einflussgrößen zu komplex ist, um die eingangs pauschalisierten Verschiebung des Abknickpunktes auf $N_{a,k2} = 1 \cdot 10^6$ Schwingspiele zu bestätigen.

Danksagung.

Für die finanzielle Unterstützung des Forschungsvorhabens IGF-Nr. 16602N, das im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) e. V. aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert wird, bedanken wir uns.

Customer Benefits The increase in the allowable stresses and thus the stress resistance allows on the one hand construction for higher loads and longer operation times. On the other hand designs with smaller cross sections (lightweight) lead to economic benefits such as weight savings und the savings of production costs, running costs and finally energy costs (CO₂-reduction).

Summary The stresses and knee points of the Woehler lines used in the design of welded structures have a significant influence on permissible loads. The position of Woehler lines and hence the fatigue strength of welded joints is influenced essentially by a combination of stress concentration, residual stress condition and load level. The research project with the abbreviated title "Knee Point" separately analyzed these influencing factors, using different specimen conditions, thereby enabling further optimization of the design of welded structures in terms of light-weight design upon completion of the research project.



LEISTUNG AUF DEN PUNKT GEBRACHT | FOCUSED SERVICES

Zuverlässige Werkstoffauswahl für Aluminiumsicherheitsbauteile.

Reliable material selection for aluminum safety components.

Contact: Kathrin Bauer-Troßmann · Telephone: +49 6151 705-241 · kathrin.bauer@lbf.fraunhofer.de

Im Hinblick auf steigende Kraftstoffpreise sowie zunehmend strengere Vorgaben zum CO₂-Ausstoß sind Automobilhersteller und deren Zulieferer bemüht, den Kraftstoffverbrauch durch eine Vielzahl von Maßnahmen zu reduzieren. Einen möglichen Eingriffspunkt bietet dabei die Reduzierung der Fahrzeugmasse im Fahrwerk. Neben dem Einsatz neuer Werkstoffe, wie dem Leichtmetall Aluminium, steht die optimale Ausnutzung der Beanspruchbarkeit im Fokus der Entwicklung. Da Fahrwerksbauteile zu den Sicherheitsbauteilen im Automobil zählen, deren Ausfall die Sicherheit von Menschen bedroht, muss eine sorgfältige Eignungsprüfung neuer Materialien vor deren Einsatz erfolgen. Ein damit verbundener Entwicklungszyklus, welcher die Auswahl neuer Werkstoffe, deren Qualifizierung, die Entwicklung und Etablierung neuer Fertigungsverfahren und den Nachweis der erforderlichen Eigenschaften umfasst, kann 15 Jahre in Anspruch nehmen und ist daher von Zulieferfirmen, häufig KMU, kaum zu realisieren.

Um die Phase der Werkstoffqualifizierung zu verkürzen und zu vereinheitlichen, wurde das AiF-Projekt 290ZN „Salzkorrosion“ zusammen mit Werkstoffherstellern, Verarbeitern und Anwendern initiiert und gemeinsam mit den Instituten

für Systemzuverlässigkeit und Maschinenakustik (SzM) und Werkstoffkunde (IfW) der TU Darmstadt bearbeitet.

Feldvalidierte Qualifizierungsmethode.

Die grundlegenden Untersuchungen zur Ableitung einer legierungsgruppenübergreifend anwendbaren Qualifizierungsmethode wurden anhand von Aluminiumlegierungen der 5xxx- und 6xxx-Gruppe sowie einer Gusslegierung durchgeführt. Hierbei wurden sowohl bereits im Feld befindliche Werkstoffe mit bekannt guter Eignung berücksichtigt als auch gegenüber Korrosion sensibilisierte Zustände.

Um bereits in der Phase der Werkstoffauswahl das Werkstoffverhalten im späteren Feldeinsatz unter mechanisch-korrosiver Komplexbeanspruchung berücksichtigen zu können, wurde eine große Anzahl von Feldbauteilen systematisch analysiert. Basierend auf den Ergebnissen wurde überprüft, inwiefern die derzeit zur Abschätzung des Auftretens ungünstig eingestufte Korrosionsarten und deren Schädigungsfortschritt im Betrieb eingesetzten Kurzzeitkorrosionstests Felderfahrungen widerspiegeln. Da diese Tests in zumeist betriebsfremden Medien die feldspezifischen Umgebungsbedingungen nur bedingt abbilden und die Anwendung auf einzelne Legierungsgruppen beschränkt ist, wurde ein neues Prüfmedium, die sogenannte MPA IK-Lösung am IfW entwickelt, welches nach zweistündiger

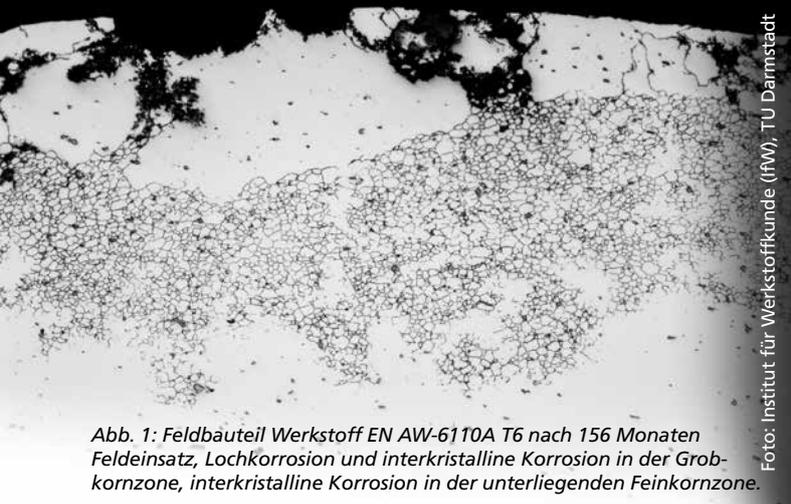


Abb. 1: Feldbauteil Werkstoff EN AW-6110A T6 nach 156 Monaten Feldeinsatz, Lochkorrosion und interkristalline Korrosion in der Grobkornzone, interkristalline Korrosion in der unterliegenden Feinkornzone.

Abb. 2: Probe Werkstoff EN AW-6110A T6 ausgelagert für 2 h in MPA IK-Lösung, Lochkorrosion und interkristalline Korrosion in der Grobkornzone, interkristalline Korrosion in der unterliegenden Feinkornzone.

Fig. 1: Field component made of EN AW-6110A T6 after 156 months of field use; pitting corrosion and intercrystalline corrosion in the coarse grained zone, intercrystalline corrosion in the underlying fine grained zone. (Photograph: Institute for Materials Technology (IfW), TU Darmstadt.)

Fig. 2: Specimen made of EN AW-6110A T6 immersed in MPA IK solution for 2 hours; pitting corrosion and intercrystalline corrosion in the coarse grained zone, intercrystalline corrosion in the underlying fine grained zone. (Photograph: Institute for Materials Technology (IfW), TU Darmstadt.)



Immersion für alle untersuchten Werkstoffe feldrelevante Schädigungsformen induziert (Abb. 1, 2).

Weiterhin wurden Einstufen- und Betriebslastenversuche für alle Legierungen in einer 5% NaCl-Lösung sowie in abgeschwächter MPA IK-Lösung durchgeführt. Es konnte gezeigt werden, dass das Prüfmedium für Korrosionsermüdungsversuche an die Korrosionsbeständigkeit des Werkstoffes angepasst werden muss, um eine zuverlässige Auswahl neuer Legierungen in Referenz zu etablierten Werkstoffen zu ermöglichen.

Customer Benefits The derived qualification method provides automotive manufacturers and their suppliers with a simple, field-validated approach allowing the assessment of damage evolution in the field and enabling the selection of new aluminum alloys with higher strength prior to established validation tests.

Summary The selection of new, mostly high strength aluminium alloys for chassis applications is made on the basis of a wide range of alloy-specific tests which are only partially validated by field experience and do not provide consistent assessment standards. To be able to take advantage of the potential for lightweight construction of new alloys in a reasonable period of time a qualification method for material selection prior to the

established validation tests has been developed in cooperation with the Institute for Materials Technology (IfW). This method is applicable irrespective of the alloy series and takes into account complex mechanical and corrosive loadings. It has been validated by comprehensive investigations of operated components.

Dr. Martin Brune
BMW Group

„In dem Forschungsprojekt wurde ein ganzheitliches Konzept für die Qualifizierung von neuen Aluminiumlegierungen hinsichtlich der Korrosionscharakteristik erarbeitet, was in dieser Form noch nicht veröffentlicht wurde. Das LBF hat wesentlich zum Erfolg des Forschungsprojektes beigetragen und ist bei allen Beteiligten als kompetenter und zuverlässiger Projektpartner sehr geschätzt.“

“Within the scope of the project a novel integrated approach for the qualification of new aluminium alloys with regard to their corrosion properties has been developed. Fraunhofer LBF has made a valuable contribution to the success of the project, and is valued by all those involved as a highly competent and reliable project partner.”



LEISTUNG AUF DEN PUNKT GEBRACHT | FOCUSED SERVICES

Schwingfeste Auslegung struktureller Klebverbindungen.

Fatigue design of structural adhesive bonds.

Contact: Halvar Schmidt · Telephone: +49 6151 705-481 · halvar.schmidt@lbf.fraunhofer.de

Bekanntermaßen steht im modernen Karosseriebau das Thema Leichtbau im Fokus. Ein hierbei an Bedeutung gewinnendes Fügeverfahren ist das Kleben. Die Gründe sind vielfältig. So lassen sich Festigkeitssteigerungen, verbesserte Crash-Sicherheit oder zuverlässige Verbindungen nicht bzw. schwer schweißbarer Fügepartner (z. B. CFK) erreichen. Die Auslegung struktureller Klebverbindungen in der Konstruktionsphase ist heute noch stark mit Unsicherheiten belastet. Zusätzlich wird das Leichtbaupotenzial oft vernachlässigt, welches sich bei der schwingfesten Auslegung unter Berücksichtigung realer Belastungen ergeben würde.

Experimentelle und numerische Untersuchungen.

Für die Entwicklung von Methoden zur rechnerischen Lebensdaueranalyse müssen zunächst geeignete, vertrauenswürdige Versuchsdaten vorliegen. Hierfür sind in diesem Fall speziell für Schwingfestigkeitsuntersuchungen an Klebverbindungen geeignete Probekörper notwendig. Diese müssen bauteilähnliche Eigenschaften, wie die Kraftumlagerung im Versagensfall, aufweisen, um einen Bezug zur Praxis herstellen zu können. Daher wurde eine neuartige, bauteilähnliche Probenform entwickelt, die aus einem ebenen und einem tiefgezogenen Blech mit Klebflansch als Fügepartner besteht (Abb. 1).

Einen weiteren Schritt in Richtung industrieller Praxis stellt die Berücksichtigung einer realitätsnahen Belastung dar. Einstufige Belastungen treten in der Realität selten auf. Innerhalb eines über die AiF im Rahmen des IGF-Programms vom BMWi geförderten Vorhabens (307 ZN „Schwingfestigkeitsauslegung von geklebten Stahlbauteilen des Fahrzeugbaus unter Belastung mit variablen Amplituden“) der Forschungsvereinigungen FOSTA, DVS, FAT und DECHEMA wurden neben der beschriebenen bauteilähnlichen Probe sogenannte Detailproben unter Belastung mit variablen Amplituden untersucht. Deren rechnerische Bewertung erfolgte mittels linearer Schadensakkumulation. Alternativ wurde anhand linear-elastischer Bruchmechanik auf Basis der Energiefreisetzungsrate G_I , die sowohl experimentell als auch numerisch ermittelt wurde, eine sogenannte Versagensgrenze identifiziert.

Die durchgeführten Untersuchungen unterstreichen den Bedarf an experimentellen Schwingfestigkeitsuntersuchungen struktureller Klebverbindungen anhand bauteilähnlicher Proben und realitätsnaher Belastungen. Mit einer in der industriellen Praxis anwendbaren Auslegung für Belastungen mit variablen Amplituden ergab sich ein Gewinn der ertragbaren Lastamplitude in Höhe von etwa $\Delta L_a = +75\%$ im Vergleich zur Auslegung für konstante Belastung mit der jeweils maximal auftretenden Schwingweite (Abb. 2). Dies ist gleichbedeutend mit einem Leichtbaupotenzial. Für diese Untersuchungen wurde eine

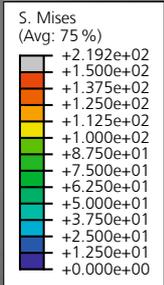
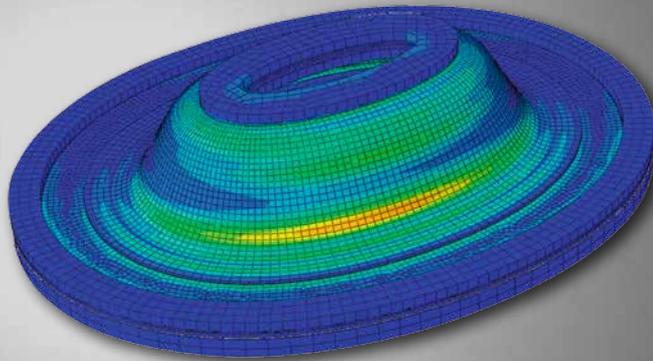


Abb. 1: Bauteilähnliche Probe zur Schwingfestigkeitsanalyse struktureller Klebverbindungen (real und FE-Modell).
Fig. 1: Component-like specimen to improve fatigue design of structural adhesive bonds (real and FE-model).

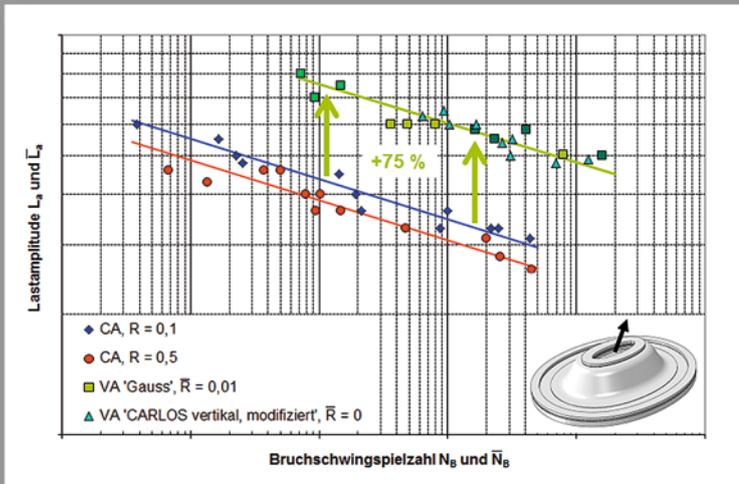


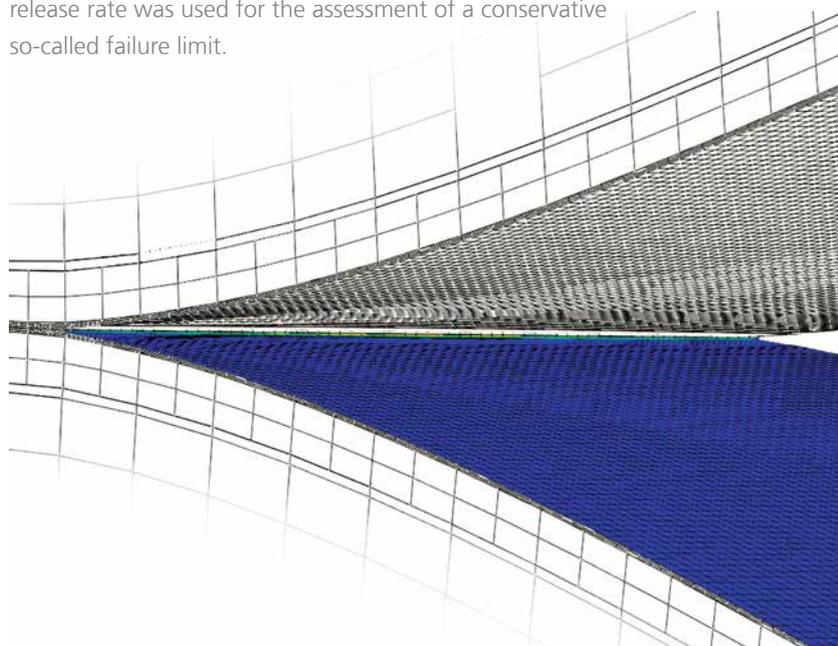
Abb. 2: Lebensdaueranalyse bei Belastung mit konstanten (CA) und variablen Amplituden (VA).
Fig. 2: Fatigue life at constant (CA) and variable amplitude (VA) loading.

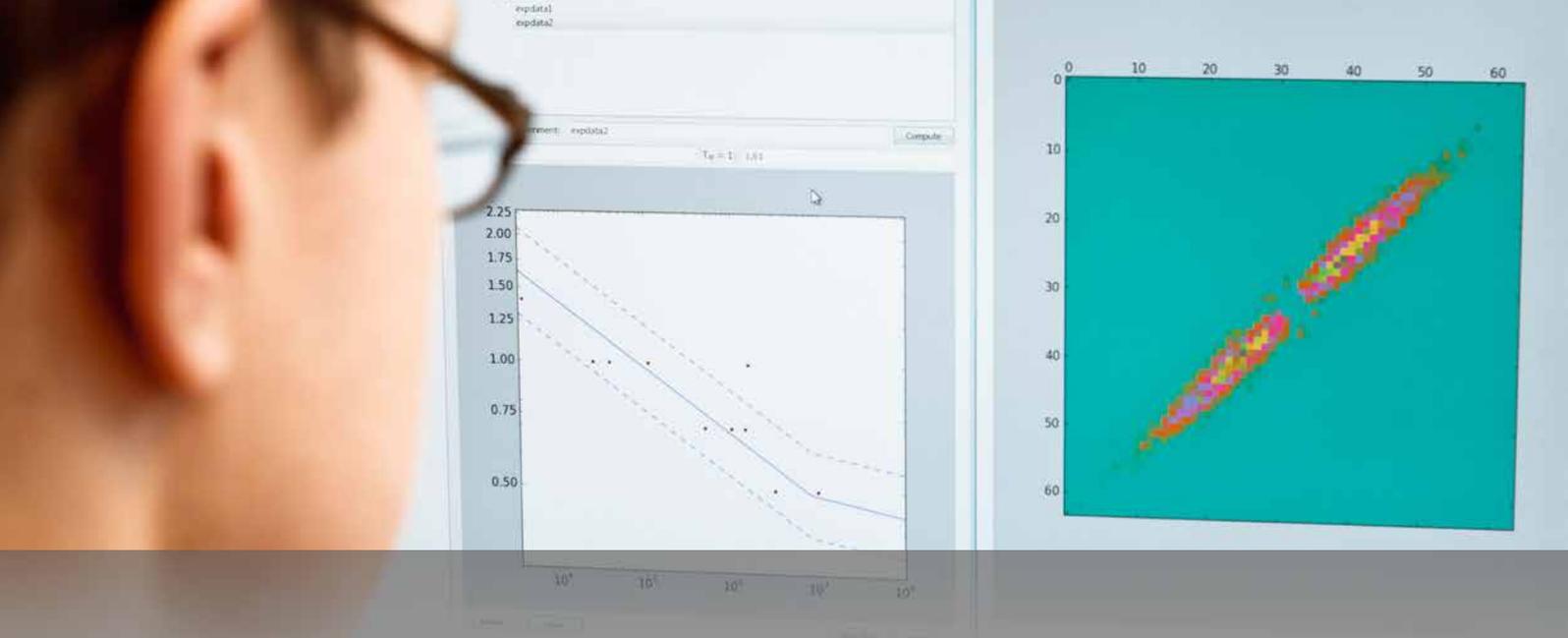
spezielle bauteilähnliche Probenform entwickelt, welche in der Lage ist, das Verhalten typischer struktureller Klebverbindungen abzubilden. Bei Schwingfestigkeitsanalysen unter Belastung mit variablen Amplituden ist die Wahl eines durchmischten oder realen Lastkollektivs zu empfehlen, da sich hier im Fall der untersuchten Klebverbindungen die größte Schädigungswirkung zeigte. Bei linearer Schadensakkumulation ist zu beachten, dass die tatsächlich auftretenden Schadenssummen sehr niedrig ausfallen und unter anderem von der Beanspruchungsart und dem Lastkollektiv abhängen. Die Abschätzung einer sogenannten Versagensgrenze mittels der Energiefreisetzungsrates stellt eine unter Umständen deutlich konservativere Alternative für die Auslegung struktureller Klebverbindungen dar.

Customer Benefits The application area of structural adhesive bonds is steadily increasing. To improve their fatigue design a new component-like specimen has been developed. Investigations with variable amplitude loading show that application-oriented numerical methods for fatigue life assessment are able to exploit a significant weight-reduction potential.

Summary Enhanced properties such as increased stiffness, improved crash behavior and the possibility of bonding non-metallic materials (such as CRP) has resulted in a steady increase in the use of adhesive bonding technologies. Specifically

for analyzing the fatigue strength of structural adhesive bonds a new, component-like specimen shape has been developed and its behavior under variable-amplitude loads analyzed. The investigations revealed sequence effects. Based on these findings, the inclusion of linear damage accumulation in numerical methods for fatigue life assessment shows a significant potential for weight reduction. Alternatively, the energy release rate was used for the assessment of a conservative so-called failure limit.





LEISTUNG AUF DEN PUNKT GEBRACHT | FOCUSED SERVICES

Festigkeitsverhalten von mehrachsiger belasteten Laserstrahlschweißverbindungen aus Aluminium.

Fatigue behavior of thin-walled, laserbeam welded aluminium structures.

Contact: Dr. Jens Wiebesiek · Telephone: +49 6151 705-256 · jens.wiebesiek@lbf.fraunhofer.de

Laserstrahlschweißverbindungen zeichnen sich neben einer schnellen, präzisen Fertigung durch gute Nahtqualitäten und Nahtfestigkeiten aus. Insbesondere in Verbindung mit Aluminiumwerkstoffen gewinnt diese Fügetechnologie aufgrund der Leichtbaumöglichkeiten immer mehr an Bedeutung. Vor diesem Hintergrund ist es erforderlich, das Festigkeitsverhalten solcher gefügter Schweißkonstruktionen auch unter mehrachsigen, zyklischen Belastungen und unter Berücksichtigung des Einflusses von zeitabhängigen Hauptspannungsrichtungen berechnen zu können.

Experimentelle und rechnerische Lebensdauerbestimmung.

Zur rechnerischen Lebensdauerabschätzung von mehrachsiger, zyklisch belasteten Strukturen existieren bisher keine allgemeingültigen Ansätze, die das gesamte, schwingfestigkeitsbeeinflussende Parameterfeld wirklichkeitsnah beschreiben. Für neue Materialien und Fertigungs- bzw. Fügetechnologien ist es deshalb nach wie vor erforderlich, die Anwendbarkeit bestehender Berechnungsmethoden zu prüfen und bei Bedarf neue Konzepte zu entwickeln. Dies kann bislang nur durch einen Abgleich mit mehraxialen Lebensdaueruntersuchungen erfolgen.

In einem vor kurzem abgeschlossenen DFG-Forschungsvorhaben wurden dünnwandige laserstrahlgeschweißte Überlappverbindungen aus der naturharten Knetlegierung AlMg3,5Mn (EN AW 5042) sowie der aushärtbaren Legierung AlSi1MgMn T6 (EN AW 6082 T6), wie sie häufig im Fahrzeugbau verwendet werden, unter mehrachsigen Belastungen mit konstanten und veränderlichen Hauptspannungsrichtungen untersucht. Die Schwingfestigkeitsuntersuchungen ergaben, dass zeitabhängige gegenüber konstanten Hauptspannungsrichtungen im Bereich der Zeitfestigkeit zu einer signifikanten Lebensdauerreduzierung führen, jeweils bei beiden Werkstoffen. Dieses Festigkeitsverhalten wurde bisher bei Aluminiumwerkstoffen nicht beobachtet und fand somit auch keine Berücksichtigung in entsprechenden Regelwerken zur Bauteilbemessung. Begründbar ist dieses Werkstoffverhalten unter anderem mit der vergleichsweise hohen Duktilität der untersuchten Werkstoffe innerhalb ihrer Werkstoffgruppe.

Basierend auf den experimentellen Ergebnissen wurde eine duktilitätsbezogene Modifikation eines mehrachsigen Schädigungsparameters vorgenommen und fand im Zusammenhang mit der Gough-Pollard-Beziehung Eingang in die IIW-Empfehlungen.



*Härtemessung der Schweißnaht.
Hardness measurement of the welded joint.*



*Laserstrahlgeschweißte Rohrprobe mit applizierten Dehnungsmessstreifen.
Laserbeam welded joint with strain gages.*

Neben der rechnerischen Beurteilung der Beanspruchungsmehrachsigkeit mittels Regelwerkskonzepten wurden komplexere Hypothesen angewendet und insbesondere für die Anwendung auf variable Amplituden erweitert. Dies ergab z. T. zutreffendere Lebensdauerprognosen gegenüber dem IIW-Ansatz. Die Komplexität dieser Hypothesen führt jedoch zu einem hohen Rechenaufwand. Um diese einem breiteren Anwenderkreis zur Verfügung stellen zu können, werden sie in einem Softwaretool umgesetzt. Das Softwaretool zur Bewertung mehrachsiger Spannungszustände wird derzeit aktiv entwickelt.

Customer Benefits An important result is, that laserbeam welded joints of ductile aluminium alloys (EN AW 5042, EN AW 6082 T6) behave similar to steel welds regarding the fatigue behaviour under non-proportional loadings. The non-proportional loadings lead to a shorter fatigue life than the proportional ones. This effect can now be taken into account by engineers developing and designing welded components. In addition, a software-tool for multiaxial fatigue life evaluations is currently under development. The aim of the tool is a faster and more reliable evaluation of fatigue life under multiaxial loadings. The tool can be adapted to particular customer demands.

Summary The research project addressed the influence of rotating principal stress directions on the fatigue behavior of thin-walled, laserbeam welded aluminium structures. Therefore, fatigue tests with multiaxial loadings were carried out with constant and with variable amplitudes. It was found out that non-proportional loadings resulted in lifetime reduction, compared to proportional loadings. This behavior has not been observed before. The lifetime assessment of the investigated joints was performed by using stress-based multiaxiality fatigue concepts. The computed fatigue values are based on local notch stresses.



*Ralf Waterkotte
Schaeffler Technologies
AG & Co. KG*

„Die stetig wachsende Herausforderung, möglichst zu einem sehr frühen Zeitpunkt seine Konstruktionen in Hinblick auf Lebens- bzw. Gebrauchsdauer seriös abschätzen zu können, erfordert insbesondere bei laserstrahlgeschweißten Bauteilen unter mehrachsigen Belastungen sehr gut erforschte Auslegungs- und Bewertungsmethoden. Und deshalb sind wir sehr froh, dass durch die intensive Erforschung solcher Fragestellungen ein großer Beitrag zu noch besserer Qualität unserer Produkte geliefert wurde. Damit können wir in Zukunft zielgerichtet unsere Produkte entwickeln und Ressourcen einsparen.“



Probenblechschweißung bei der Sennebogen Maschinenfabrik GmbH.
Test-sheet-welding at Sennebogen Maschinenfabrik GmbH.

LEISTUNG AUF DEN PUNKT GEBRACHT | FOCUSED SERVICES

Kranstrukturen aus hochfesten Stählen.

High-Strength Steels for Crane Structures.

Contact: Benjamin Möller · Telephone: +49 6151 705-8443 · benjamin.moeller@lbf.fraunhofer.de

Im AiF-Forschungsvorhaben 17102N der Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. werden zusammen mit dem Fachgebiet SzM der TU Darmstadt und dem Karlsruher Institut für Technologie KIT Schweißverbindungen hochfester Feinkornstähle auf ihre Betriebsfestigkeit im Low Cycle Fatigue – Bereich untersucht. Neben der Entwicklung einer Bemessungsmethode für den LCF-Bereich auf Basis örtlicher Beanspruchungen steht die Berücksichtigung realer Beanspruchungszeitfunktionen im Fokus.

Bemessungsmethode auf Basis kranbautypischer Beanspruchungskollektive.

Die Ermittlung tatsächlicher, auf die Werkstoffe und deren Schweißverbindungen wirkender, Beanspruchungen ist mit einer intensiven Aufbereitung der mittels Datenlogger aufgezeichneten Kranlasten verbunden. Die im Rahmen dieses Projektes durch den Kranhersteller Liebherr-Werk Ehingen ermittelten und ausgewerteten Beanspruchungszeitfunktionen hochbeanspruchter Stellen, z. B. eines Verbolzungstellers am Teleskopausleger eines Obergurtes, wurden zur weiteren Analyse und Ableitung einer einheitlichen, prüfgerechten Beanspruchungszeitfunktion für die Kennwertermittlung von der Firma Liebherr zur Verfügung gestellt.

Zur Ableitung einer kranbautypischen Beanspruchungszeitfunktion sind die Messwerte der einzelnen Messkampagnen (Abb. 2) sowohl auf ihre maximale Beanspruchung \hat{S} als auch auf den Kollektivumfang H_0 normiert worden. Daraus ergibt sich eine Schar realer Beanspruchungskollektive, welche für die Generierung eines Einheitskollektivs dienen. Der Vergleich mit synthetischen Kollektiven (Abb. 3) zeigt, dass für eine Verallgemeinerung die Annahme einer Gaußverteilung der Beanspruchungsamplituden, unter Vernachlässigung kleiner Amplituden, zutreffend ist. Wird für den Kranbetrieb eine Auslegungsliebensdauer von 50000 Schwingspielen (Hebungen) angenommen, innerhalb derer die maximal zulässige Last 250 mal angehoben wird, so ergibt sich für die angepasste Teilfolge ein Umfang von $H_0 = 200$ Schwingspielen.

Für die Durchführung der Schwingfestigkeitsversuche mit veränderlichen Amplituden wird die abgeleitete Teilfolge verwendet. Die für die Versuche vorgesehenen und zur Entwicklung der numerischen Bemessungsmethode gewählten Probenformen erstrecken sich über die kranbautypischen Kerbdetails von einfachen Blechstumpfstoßen über kehl-nahtgeschweißte Quersteifen bis hin zu bauteilähnlichen Rohrverbindungen.

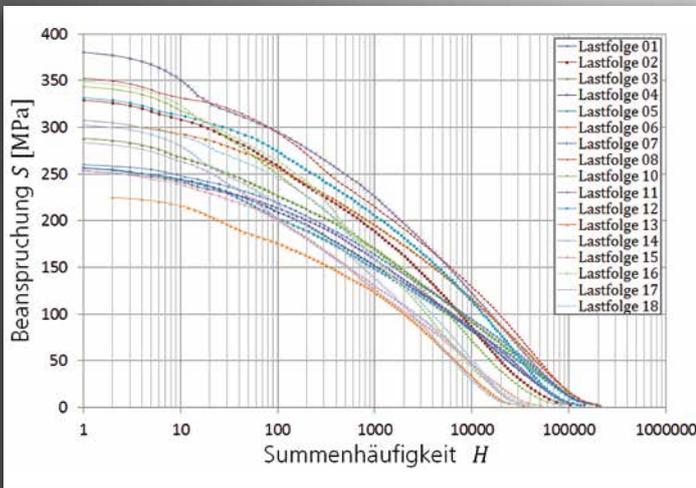


Abb. 2: Betriebsbeanspruchungskollektive bei unterschiedlichen Lastfolgen.
Fig. 2: Service load spectra of analyzed load data.

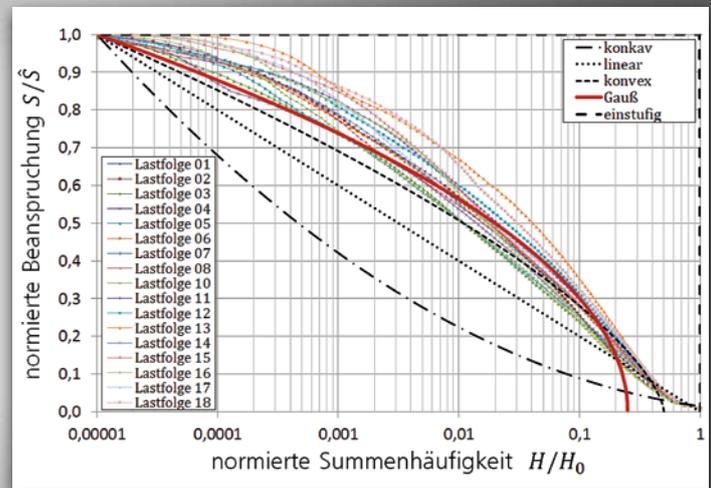


Abb. 3: Normierte Beanspruchungskollektive.
Fig. 3: Normalized load spectra.

Abb. 1: Liebherr-Mobilkran LTM 1055-3.2 – Referenzkrantyp zur Datenerfassung (Foto: Liebherr-Werk Ehingen GmbH).
Fig. 1: Liebherr mobile crane LTM 1055-3.2 – Reference crane type for data acquisition (Photograph: Liebherr-Werk Ehingen GmbH).



Customer Benefits The mobile crane construction pursues amongst others the objective of light weight design in order to increase the lifting capacity by consistent statutory axle loading. The use of high-strength steels in welded state combined with the knowledge of their local material behaviour in the weld under service loads enables the engineers to dimension welded structures of high-strength steels with the local stress approach for this low cycle fatigue application.

Summary Light-weight structures in mobile crane design require knowledge about the endurable stresses in the low cycle fatigue regime under service loads. Therefore, the use of high-strength fine-grained steels in welded state are investigated basing on service measurements which allowed the derivation of a sequence with a length $L_s = 200$ cycles. The experimental investigation is carried out with butt welds, transverse stiffeners and component like tube connections under constant and variable loading. It is accompanied by numerical analyses in order to develop a local stress approach for these welded material grades. With this approach the diversified examination and assessment of structural details will be possible, especially for the low cycle fatigue regime.



Joachim Henkel,
Liebherr-Werk
Ehingen GmbH

„Um die Wettbewerbsfähigkeit zu bewahren, setzen Hersteller von Mobilkränen vermehrt schweißbare Feinkornbaustähle mit Streckgrenzen größer 960 MPa ein. Gerade beim höchstfesten Stahl S1100QL stellt sich die Frage, unter welchen Bedingungen dieser sicher in geschweißten Kranstrukturen im Kurzzeitfestigkeitsbereich eingesetzt werden kann.“

“To maintain competitiveness, manufacturers of mobile cranes are increasingly relying on weldable fine-grained steels with yield strengths above 960 MPa. Particularly in the case of the ultra-high-strength steel S1100QL, the question arises under which conditions this material can be used safely in welded crane structures in the low cycle fatigue regime.”



*Das geschützte Fahrzeug vom Typ Mungo auf dem Prüfstand.
Protected vehicles type Mungo on the test rig.*

LEISTUNG AUF DEN PUNKT GEBRACHT | FOCUSED SERVICES

Fahrerprobung oder Prüfstandsversuch?

Driving test versus test facility.

Contact: Marc Wallmichrath · Telephone: +49 6151 705-467 · marc.wallmichrath@lbf.fraunhofer.de

Ziel eines gemeinsam mit der Wehrtechnischen Dienststelle WTD 41 durchgeführten Projektes ist der Vergleich von drei unterschiedlichen Szenarien zum Nachweis der Betriebsfestigkeit: Fahrversuch, Betriebslastennachfahrversuch auf einem reifengekoppelten Vier-Stempel-Prüfstand und Betriebslastennachfahrversuch auf einem achsgekoppelten Ganzfahrzeugprüfstand mit allen sechs Freiheitsgraden am Rad. Hierzu wurde eine umfangreiche Messung der auftretenden Kräfte, Beschleunigungen und lokalen Dehnungen unter allen Szenarien durchgeführt und bewertet.

Mehr Sicherheit im Einsatz.

Drei identische geschützte Radfahrzeuge vom Typ Mungo des Herstellers KMW wurden für die Untersuchungen bereitgestellt. Ein Fahrzeug wurde umfangreich mit Dehnungsmessstreifen, Beschleunigungsaufnehmern und Messrädern ausgestattet. Die Position der Applikation wurde so gewählt, dass sowohl die für den Aufbau maßgeblichen Belastungen, als auch lokale Beanspruchungen z. B. im Fahrwerk, erfasst werden konnten. Mit dem so instrumentierten Fahrzeug wurden umfangreiche Messungen auf dem Testgelände der WTD 41, dem Vier-Stempel-Prüfstand der WTD 41 und auf dem 6 DOF (Degrees Of Freedom) Ganzfahrzeugprüfstand des Fraunhofer LBF

durchgeführt. Hierzu wurden zunächst die auf der Teststrecke gemessenen Signale auf den Prüfständen iterativ und mit dem Ziel einer möglichst hohen Nachfahrenauigkeit angenähert. Dann folgte die eigentliche Messung mit dem instrumentierten Fahrzeug, der sich noch verschiedene Dauerläufe anschlossen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die vorwiegend aus der Vertikaldynamik resultierenden Beanspruchungen im Aufbau des Fahrzeuges von beiden Prüfzenarien gut abgebildet werden. Die Gegenüberstellung der gemessenen Vertikalbeschleunigung am Radträger hinten rechts ist hier beispielhaft in Abb. 1 gezeigt. Die im Fahrwerk und in der Anbindung des Fahrwerks an den Rahmen entstehenden Beanspruchungen werden durch den Vier-Stempel-Prüfstand oft nicht hinreichend genau reproduziert. Mit dem 6 DOF-Ganzfahrzeugprüfstand konnten dagegen alle auf der Prüfstrecke gemessenen Beschleunigungen, Kräfte und Dehnungen sehr gut experimentell simuliert werden, beispielhaft gezeigt in Abb. 2 am Vergleich der Dehnungen an einem der hinteren Fahrwerkslenker.

Customer Benefits Ensuring the reliability of protected vehicles under service conditions is absolutely vital if additional risks for the vehicle occupants beyond those inherent in the operation are to be avoided. Prototypes and production

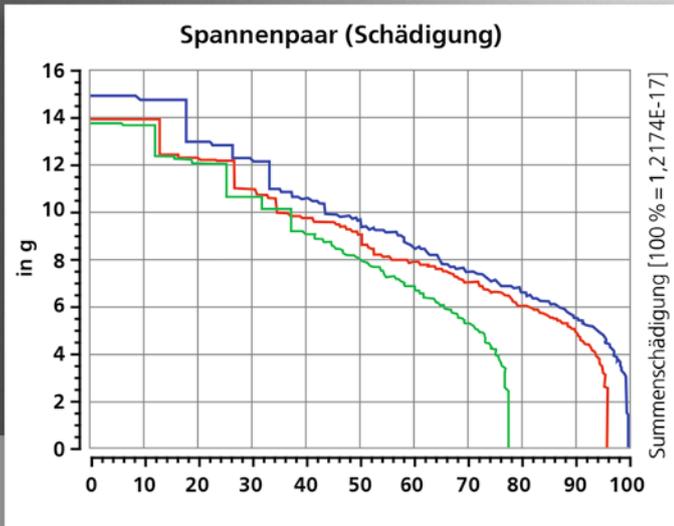


Abb. 1: Vergleich der Vertikalbeschleunigung am hinteren Radträger.
Fig. 1: Comparison of vertical accelerations on rear wheel carrier.

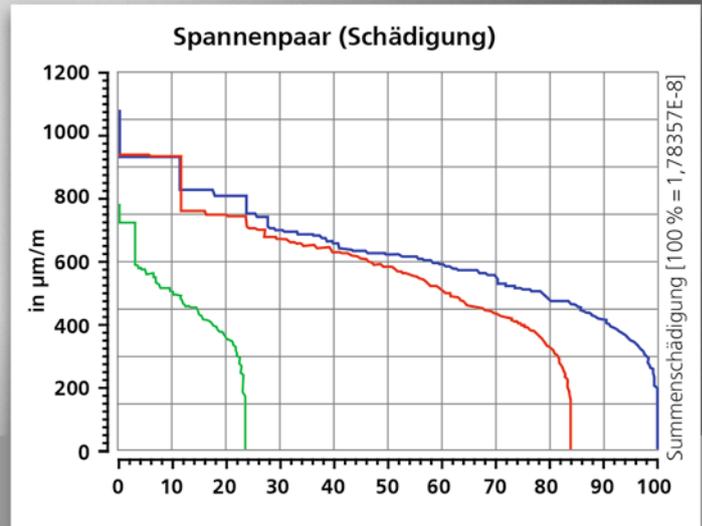


Abb. 2: Vergleich der Dehnungen an einem hinteren Fahrwerkslenker.
Fig. 2: Comparison of strains acting on a rear suspension arm.

- Fahrbetrieb_SchweizerBahn15kmh.rsp
- Vier-Stempel_SchweizerBahn15kmh.rsp
- 6 DOF Ganzfahrzeugprüfstand_SchweizerBahn15kmh.rsp

vehicles and their components therefore undergo in-depth functional and endurance testing in the Technical Center 41 of the German Armed Forces (WTD-41) based in Trier prior to their hand-over to the different military units, in order to reveal potential system and safety problems. To reduce the time required for these tests, WTD 41 and Fraunhofer LBF are making use of the capabilities of test rigs for investigating the durability of land vehicles and their components under actual service conditions ahead of the tests on a test track.

In cases where components or subassemblies are found to be defective and require a change in design, testing on a test facility is a fast and cost-efficient alternative to a repetition of the endurance run on a test track.

Summary Using the example of protected vehicles type Mungo, the aim of this research project, conducted in partnership with the Technical Center for Automotive and Armored Vehicles of the German Armed Forces (WTD 41) based in Trier, was to compare driving tests conducted on a test track with tests on a test facility, with a view to ascertaining whether the quality of the results achieved on these facilities justifies the use of these facilities to replace driving tests conducted on the test track. This was done in the light of the fact that a

test conducted on a test facility has the potential of providing faster results, higher repeatability and improved transparency of test data. To this end, two different test rig variants were evaluated – one a tire-coupled four-poster test rig and the other an axle-coupled full-vehicle test rig, each with six degrees of freedom at each wheel.

Mike Müller
(Wehrtechnische
Dienststelle WTD 41)

„Die zusammen mit dem Fraunhofer LBF in Darmstadt durchgeführten Untersuchungen vermittelten uns ein tieferes Verständnis um die Möglichkeiten aber auch um die Einschränkungen von simulierten Ganzfahrzeugprüfungen auf verschiedenen technischen Ausführungen von Prüfständen. Eine qualitativ hochwertige und zeitlich optimierte Fahrzeug-erprobung wird weiterhin angestrebt.“

“The investigations conducted in cooperation with Fraunhofer LBF in Darmstadt gave us an in-depth understanding of the capabilities and limitations inherent in simulated full-vehicle tests performed on a variety of test rig designs. High-quality, timely testing of vehicles continues to be our aim.”



Unpacking at the customer's site in the USA.

FOCUSED SERVICES

Test Facility for Commercial Vehicle Wheels for a North American Wheel Manufacturer.

Contact: Ivo Krause · Telephone: +49 6151 705-480 · ivo.krause@lbf.fraunhofer.de

The design of components in line with requirements plays a vital role, particularly in the case of safety-relevant components exposed to high loads such as the tires of commercial vehicles. Over many years, "biaxial wheel test rigs" (ZWARP) have proven their worth as a valuable tool, enabling wheel manufacturers to test these components under consistent, close-to-real conditions. As the inventor of the ZWARP technology, Fraunhofer LBF assists wheel manufacturers with the integration of this technology into their own processes and its safe application.

North American wheel manufacturer relies on proven LBF technology.

For a number of years, Fraunhofer LBF has been involved in the development and optimization of safety-relevant components exposed to high loads. The technology for testing of vehicle wheels and wheel hubs developed during the nineteen eighties enables the application of highly realistic loads in a consistent laboratory environment. One of the Institute's objectives is to assist vehicle and tire manufacturers with the integration of this technology into their respective development processes, so as to enable safety-relevant components such as truck wheels to be developed and tested comprehensively, using state-of-the-art technology.

Accuride, a market leader in steel and aluminum wheels in North America, approached Fraunhofer LBF within the framework of introducing its aluminum wheels to the European market with the need to integrate the biaxial wheel testing technology into their development processes. At the outset, requirements regarding wheel sizes, wheel loads, materials and load programs were evaluated so as to be able to determine the right size and design of the test facility and the required load programs.

Likewise, specific national and customer regulations were assessed. To gather initial experience with the technology, a number of the customer's wheels were tested and analyzed in Darmstadt parallel to the assembly of the test machines. This enabled a preliminary assessment and grading with regard to the current quality status.

A total delivery time of less than one year was agreed for the construction and commissioning of the test machine at the customer's facility. As the Institute's laboratory did not afford adequate space for assembly and initial commissioning, the test machine was set up and taken into operation in a nearby factory hall, and the necessary approvals obtained.





Assembly at the customer's site.



Customer training in theoretical and practical aspects.



The machine was then dismantled into its major assemblies, packaged and shipped to the United States. Right at the outset of the project, customer staff were trained with regard to the fundamental principles of the technology. During and after commissioning and final approval, the customer's staff underwent further training so as to gain a thorough understanding of the test machine's features and operation, including some hands-on practical experience.

Summary Apart from the execution of realistic tests, the use of the biaxial wheel test facility, in conjunction with the LBF software for component analysis by calculation, supports the customer's entire development process, from the first draft and model studies right up to final testing and quality assurance. The new equipment provides Accuride with market-competitive testing capability that enables it to reduce development time and cost for new wheels

Abstract Within the framework of a technology integration project, Fraunhofer LBF has successfully integrated practice-proven technology for testing of vehicle wheels and wheel hubs into the customer's development processes at the site of a North American wheel manufacturer. This enables the customer to employ leading-edge testing technology in the development and experimental investigation of safety-critical commercial vehicle wheels. Following a full analysis of the customer's requirements, the machine was developed and customized in line with these requirements and the necessary approvals obtained. Next to the punctual delivery of a reliable test machine, customer training in all theoretical and practical aspects of the technology used before and after commissioning is vital and was successfully implemented by Fraunhofer LBF in terms of both time and contents.

„International präsent.“

LBF Dachstrategie 2017



Abb. 1: Elektrischer Radnabenmotor im LBF Straßensimulator WALT.
Fig. 1: In-wheel electric motor in LBF road simulator WALT.

LEISTUNG AUF DEN PUNKT GEBRACHT | FOCUSED SERVICES

Erprobung von Radnabenmotoren im LBF-Straßensimulator WALT.

Investigation of in-wheel electric motors at testing facility WALT.

Contact: Johannes Käsgen · Telephone: +49 6151 705-613 · johannes.kaesgen@lbf.fraunhofer.de

Wie sieht die Mobilität der Zukunft aus? Diese Frage beschäftigt gleichermaßen Wissenschaft und Industrie. Es entstehen zahlreiche Mobilitätskonzepte, wobei Radnabenmotoren ein viel versprechender Ansatz sind, die elektrische Mobilität zukünftiger Fahrzeuggenerationen mitzugestalten. Die damit einhergehende grundlegende Veränderung im Aufbau des Antriebsstranges ermöglicht einerseits neuartige Konzepte zur Gestaltung des Fahrzeuginnenraumes. Andererseits wirft sie eine ganze Reihe wissenschaftlicher und technischer Fragestellungen auf, die es zu lösen gilt.

Die Straße im Labor.

Ist der Elektromotor zum Antrieb des Fahrzeuges direkt in das Rad integriert, handelt es sich um einen Radnabenmotor. Motor und Rad teilen sich dieselbe Achse, die den Motor zentriert und die gesamten Radlasten aufnimmt. Eine Verformung der Achse führt also auch zu einer Deformation des Motors, wodurch sich der Luftspalt, in dem die magnetischen Kräfte das Antriebsmoment erzeugen, ändert. Dabei besteht die Gefahr, dass diese Luftspaltänderung die Charakteristik des Motors und die Generierung des Momentes negativ beeinflusst. Diese und weitere Effekte wurden im Fraunhofer LBF zusammen mit dem Industriepartner SCHAEFFLER an

dem Prototyp eines elektrischen Radnabenmotors im LBF Straßensimulator WALT untersucht (Abb.1). Der WALT ist eine Weiterentwicklung der am Fraunhofer LBF entwickelten und seit den achtziger Jahren bewährten ZWARP Radprüfstände (zweiachiale Radprüfeinrichtung). Im WALT läuft das Rad in einer Trommel und kann über eine Hexapod-Plattform definiert mit Radkräften, Lenkwinkeln und Radsturz belastet werden. Der leistungsstarke Antriebsmotor der Trommel sorgt dafür, dass dem Radnabenmotor, zusätzlich zu den Radlasten, auch Antriebs- und Bremsmomente abverlangt werden können.

Für die Untersuchungen wurde der Radnabenmotor mit umfangreicher Sensorik ausgestattet. Die Herausforderung bei der Messung im Inneren eines Elektromotors besteht darin, Sensorik auszuwählen, die auch unter den vorherrschenden großen elektrischen und magnetischen Feldern zuverlässige Ergebnisse liefert. So wurde für die Luftspaltmessung ein optisches Verfahren eingesetzt, das hochgenau und störungsfrei die Deformation des Spaltes in Abhängigkeit der Radlast aufzeichnet.

Zusätzlich zur Messung der mechanischen Parameter kam Sensorik zum Einsatz, um die zu- und abgeführte Energie zum Motor zu erfassen. So war es möglich, den Wirkungsgrad und die Energiebilanz des Motors in seinen verschiedenen Betriebspunkten und unter Einfluss der Radkräfte zu bestimmen.



*Steifigkeitsmessung des Radflansches.
Stiffness measurement of the wheel flange.*



*Hexapod Plattform des LBF Straßensimulators WALT.
Hexapod platform of LBF road simulator WALT.*

Neben einer detaillierten Wirkungsgradmatrix in allen vier Quadranten des Motorbetriebes konnte auch die Frage geklärt werden, wie sich der Motor auf einer Überlandfahrt oder einer Bergfahrt thermisch verhält.

Durch die Simulation der Straßenbelastung im Prüfstand können mit dem Motor auch Betriebspunkte im fahrdynamischen Grenzbereich sicher und reproduzierbar angefahren werden. Sicherheitsrisiken für den Testfahrer und teure Prototypen werden so vermieden.

Customer Benefits Fraunhofer LBF testing facility WALT offers a safe and reliable methodology to evaluate the characteristic behaviour of in-wheel electric motors under the influence of wheel forces. Mechanical characteristics can be determined as well as efficiency factors or thermodynamic quantities. Of course the structural durability can be tested according to our LBF wheel test cycles as it is mandatory for all safety relevant components.

Summary In-wheel electric motors offer a smart and promising technology for future electric mobility concepts. As they are highly integrated systems in a rough environment, there is a high demand for specialized and reliable testing methodologies. Unlike regular power train test rigs LBF road simulator

WALT offers the possibility to evaluate the motor behavior under the influence of acting wheel forces. This gives the opportunity to combine the experimental analysis of mechanical, electrical and thermodynamic behaviours. Beside fatigue evaluations using a customized LBF wheel test procedure it is possible to evaluate the stiffness of the motor, a matrix of efficiency factors or the heat dissipation during an up-hill drive.



*Roman Kern
Systemhaus eMobilität
Projektleiter eWD*

„Der Radnabenantrieb ist ein hochintegriertes elektrisches Antriebssystem, welches durch den direkten Kontakt zur Fahrbahn starken dynamischen Anregungen unterliegt. Die Ergebnisse und Analysen der gemeinsamen Untersuchungen fließen in die Weiterentwicklung ein und bilden eine maßgebliche Grundlage für die nächste Generation.“

“The in-wheel electric motor is a highly integrated electrical drive system subject to significant dynamic loading as a result of its direct contact with the road surface. The findings and evaluations obtained from the jointly conducted studies will be integrated into future developments and constitute a viable basis for next-generation products.”



LEISTUNG AUF DEN PUNKT GEBRACHT | FOCUSED SERVICES

Mit Leichtbau und Funktionsintegration zu höheren Reichweiten für Elektroautos.

SmartBatt – Smart and Safe Integration of Batteries in Electric Vehicles.

Contact: Eva-Maria Hirtz, Klaus Höhne · Telephone: +49 6151 705-8265 · eva-maria.hirtz@lbf.fraunhofer.de

Geringe Kosten, ausreichende Reichweite und hohe Sicherheit sind wesentliche Attribute, welche Elektroautos erfüllen müssen, um erfolgreich im Massenmarkt etabliert werden zu können. Alle diese Attribute betreffen in besonderer Weise den elektrischen Energiespeicher. Größere Batterien ermöglichen größere Reichweite, verursachen aber auch höhere Kosten und höhere Massen im Fahrzeug. Der Anteil massebedingter Fahrwiderstände am Energieverbrauch ist bei urbanen Fahrprofilen, wie sie für Elektrofahrzeuge erwartet werden, besonders hoch. Somit sind höhere Energiedichten essentiell für eine erfolgreiche Markteinführung von Elektrofahrzeugen.

Höchste Energiedichte auf Systemebene.

Die Energiedichte von Lithium-Ionen-Zellen liegt bei etwa 180 Wh/kg auf Batteriesystemebene. Auf Batteriesystemebene reduziert sich diese auf etwa 80 Wh/kg. Dies entspricht weniger als einem Prozent der Energiedichte von Benzin. Trotz intensiver Bemühungen wird es mittelfristig auf Zellebene nur evolutionäre Fortschritte geben. Große Hoffnungen werden in neue Technologien wie Lithium-Schwefel und Lithium-Luft gesetzt. Deren Marktreife wird für 2025 prognostiziert. Hingegen ist noch großes Potential zur Gewichtseinsparung bei den anderen Komponenten von Traktionsbatterien vorhanden. Im

Rahmen des von der EU geförderten Projektes Smart and Safe Integration of Batteries in Electric Vehicles (SmartBatt) hat das Konsortium von neun Partnern aus fünf Ländern einen revolutionären Sprung bei der Energiedichte auf Systemebene von 80 Wh/kg auf 148 Wh/kg (+ 85 %) geschafft. Das entspricht einem Massenverhältnis von Zelle zu System von 80 %, was deutlich über dem aktuellen Stand der Technik (60 %) liegt.

Ermöglicht wurde dies durch konsequente Funktionsintegration und Einsatz innovativer Materialien. Das SmartBatt-Batteriesystem nutzt den Unterboden des Fahrzeugs als Teil des Batteriegehäuses. Neben den beträchtlichen Gewichtseinsparungen wurden dadurch die Torsionssteifigkeit und die Crashesicherheit des Gesamtfahrzeugs erhöht. Die Bodenplatte des Batteriegehäuses ist aus Aluminium-Schaum-Sandwichmaterial hergestellt, welches eine sehr hohe Biegesteifigkeit bei geringem Gewicht besitzt. Mit seiner hohen Energieabsorption und der geringen Wärmeleitfähigkeit bietet das Material einen sehr guten Intrusionsschutz und einen erhöhten Schutz gegen externes Feuer. Je 16 Batteriezellen sind zu Modulen zusammengefasst. Die Batteriemodule sind so ausgeführt, dass nur vier unterschiedliche Bauteile für das Modul benötigt werden. Das Batteriesystem besteht aus 88 seriell geschalteten Modulen. Die multifunktionalen Modulverbinder aus Aluminium verbinden die Module



*Der SmartBatt-Batteriesystem-Demonstrator.
Mock-up of the Smart-Batt.*

sowohl elektrisch als auch mechanisch untereinander. Mit einem Energieinhalt von 23 kWh ermöglicht das 155 kg schwere SmartBatt-Batteriesystem einem Elektroauto der Golf-Klasse eine Reichweite von über 120 km (NEDC).

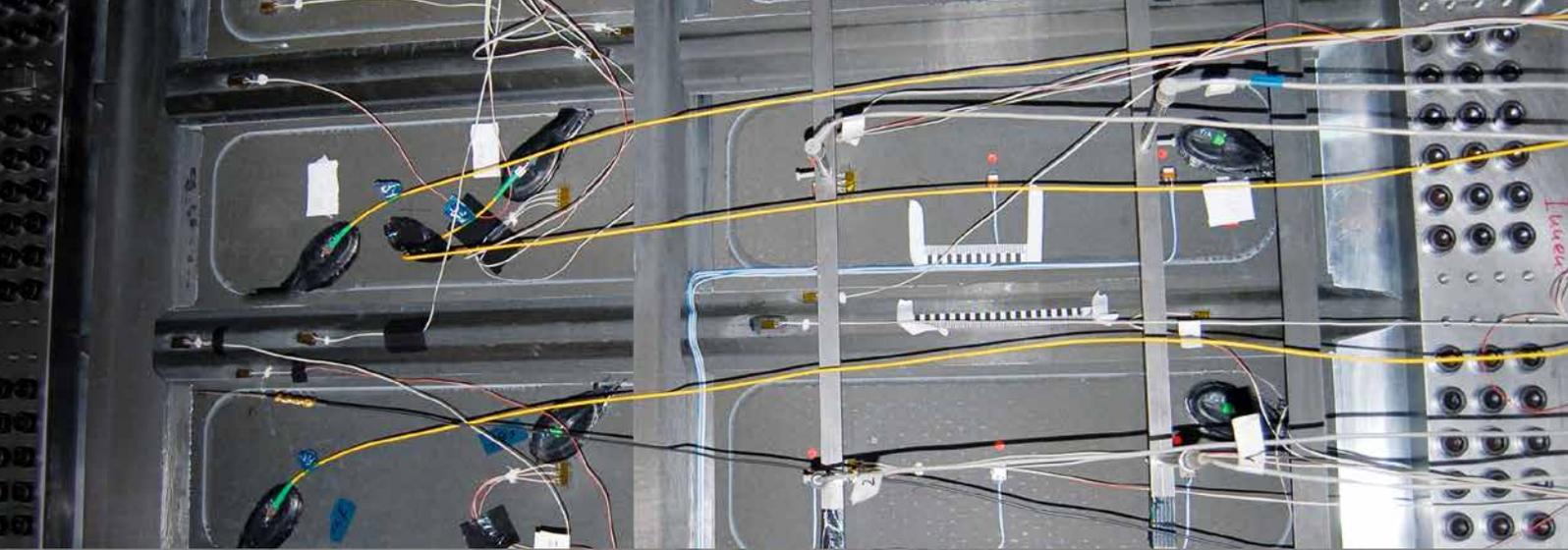
Customer Benefits The use of novel materials and a smart approach for system integration and lightweight design lead to an 85 % higher energy density on system level compared to state of the art battery systems at similar or even higher safety level. The results of the SmartBatt project will influence the development of future electric vehicles.

Summary The goal of the EU project SmartBatt was to develop an innovative multi-functional and at the same time safe and light housing for future battery system of purely electrically operated vehicles. Lightweight design by functional integration, choice of materials and smart construction lead to the highest energy density on system level. Here the battery housing is no longer a separate supplement to be considered for the design of the bodywork but a fully integrated and basic structural component of the vehicle body. The mass ratio from cells to system is 80 %, which is far beyond state of the art (60 %) and shows the high potential of the SmartBatt approach.

SmartBatt – www.smartbatt.eu ist ein von der Europäischen Union gefördertes Projekt des 7. Rahmenprogrammes (FP7). Neben dem Fraunhofer LBF sind AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen GmbH, Axeon Technologies Ltd, Fraunhofer IFAM, Impact Design Europe, Ricardo, SP, TU Graz sowie Volkswagen im Projekt vertreten.

SmartBatt – www.smartbatt.eu is a project supported by the European Union within its 7th Framework Programme (FP7). In addition to Fraunhofer LBF the project involves AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen GmbH, Axeon Technologies Ltd, Fraunhofer IFAM, Impact Design Europe, Ricardo, SP, Graz Technical University and Volkswagen.





CFK-Panel mit SHM-System.
CFK panel with integrated
structural monitoring systems.

LEISTUNG AUF DEN PUNKT GEBRACHT | FOCUSED SERVICES

Panel aus kohlenstofffaser- verstärktem Kunststoff mit integriertem SHM System.

Panels made of composite material with integrated optical fibers and piezoelectric sensors.

Contact: [Martin Lehmann](mailto:martin.lehmann@lbf.fraunhofer.de) · Telephone: +49 6151 705-416 · martin.lehmann@lbf.fraunhofer.de

Das Fraunhofer LBF arbeitet seit Jahren für die Luftfahrtindustrie im Bereich der Betriebsfestigkeit und Sicherheit von Strukturkomponenten, immer mit dem Ziel, bei gleichbleibender Sicherheit, Kosten- und Gewicht zu reduzieren. Im Rahmen der Plattform GRA – Green Regional Aircraft des europäischen Projekts Clean Sky entwickelt das Institut gezielt Systeme für die Strukturüberwachung (SHM). Ziel dieser Arbeit ist es, durch frühzeitige Erkennung eines Schadens und durch eine integrierte Zustandsüberwachung der Struktur in Auslegung und Fertigung leichtere Flugzeugstrukturen zu ermöglichen und die Wartungskosten zu reduzieren.

Auslegung, Konstruktion und Erprobung eines CFK-Panels mit SHM.

Das Rumpfppanel eines Regionalflugzeugs, wie z. B. der ATR 72, diente im Rahmen dieser Arbeiten als Anwendungsstruktur für Entwicklung und Umsetzung eines Strukturüberwachungssystems mit hohem Technology Readiness Level (TRL). Das als flaches Panel linearisierte, gekrümmte Rumpfppanel wurde auf Basis der Methode der finiten Elemente modelliert und für die real auftretenden Betriebslasten dimensioniert und gebaut. Letztlich wurden vom Fraunhofer LBF fünf 6 Kilogramm schwere, 1600 x 900 mm große, mit drei Stringern und drei Spanten

verstärkte CFK-Panels gefertigt. Die für die Strukturüberwachung notwendige Sensorintegration in die CFK-Panels erfolgt einmal während der Fertigung durch die Einbettung optischer Fasern. Zum Anschließen der Kabel hat das Fraunhofer LBF ein innovatives Steckerkonzept entwickelt. Darüber hinaus wurden auch piezoelektrische Sensoren auf der Oberfläche appliziert. Durch die optischen Sensoren können die Dehnungen bzw. Beanspruchungen des Panels an ausgewählten Stellen erfasst werden. Hierdurch ist eine Zustands- und Lastüberwachung (Load Monitoring) während des Betriebs möglich. Die auf der Oberfläche applizierten piezoelektrischen Sensoren dienen zur direkten Detektion von Schädigungen (Damage Monitoring) und sind in der Lage, z. B. über einen Impact eingebrachte, strukturelle Schäden durch akustische Methoden zu identifizieren. Hier kamen verschiedene Ansätze von Fraunhofer LBF und Fraunhofer IZFP zum Einsatz.

Zur experimentellen Erprobung der entwickelten Technologien wurden mehrere CFK-Panels unter strengen, luftfahrttauglichen Prüfbedingungen getestet. Schwerpunkte bei diesen Untersuchungen waren das Ermüdungs- und Beulverhalten sowie die Restfestigkeiten und das Schadenswachstum des durch Impacts vorgeschädigten Bereichs. Das CFK-Panel, die integrierten optischen und applizierten piezoelektrischen Sensoren sowie die Stecker wurden hierbei auf ihre Praxistauglichkeit geprüft.



Quelle: ATR – Pierre Barthe

Die experimentellen Ergebnisse zeigten eine gute Übereinstimmung mit den numerischen Ergebnissen. Das sechs Kilogramm schwere Panel hatte im Versuch eine Tragkraft von 200 KN. Mit den Sensoren war es möglich, die Dehnung bis zum Bruch des Panels auszulesen und die eingebrachten Schäden zu identifizieren.

Customer Benefits Fraunhofer LBF offers tailored solutions for SHM – Structural Health Monitoring methodologies taking into consideration acoustic methodologies and strain readings from optical sensors. Based also on our recent experience in the European Project Clean Sky, at LBF aeronautic structures made of composite materials can be designed, manufactured and equipped with optical fibres and piezoelectric sensors. Further, damage conditions, residual strength and residual life can be experimentally verified. Lightweight design can be enhanced by monitoring the current status of the structure and maintenance schedule can be improved toward on-demand approach.

Summary At Fraunhofer LBF SHM – Structural Health Monitoring systems and methodologies are further investigated. For the European Project Clean Sky five panels made of composite material have been designed, manufactured and equipped with optical fibers and piezoelectric sensors. A novel ingress/egress

hub for optical fibres has been developed and integrated into the composite panels. The panels and the SHM systems have been experimentally validated under real in-service load condition and damage scenario. The results are reliable and very promising: Damages can be detected and optical strain sensors work properly up to panel failure. This allows an enhanced lightweight design of the structures and less expensive maintenance schedule.



Research leading to these results has received funding from the European Union (FP7/2007-2013) for the Clean Sky Joint Technology Initiative under relevant grant agreement



LEISTUNG AUF DEN PUNKT GEBRACHT | FOCUSED SERVICES

Ice Protection mit struktur-integriertem Nanomaterial.

Ice Protection with integrated Nanomaterials.

Contact: *Martin Lehmann* · Telephone: +49 6151 705-416 · martin.lehmann@lbf.fraunhofer.de

Das Fraunhofer LBF hat im Jahr 2012 ein neuartiges Ice-Protection-System für Flugzeuge basierend auf Carbon Nano Tubes (CNT) entwickelt, gebaut und getestet. Die Tests wurden in einem Klimawindkanal bei Temperaturen bis zu -18°C durchgeführt. Insgesamt drei Tragflächen-Vorderkantensegmente wurden dabei untersucht. Zwei enthielten das nichtmetallische Heizsystem in mehreren Heizzonen in verschiedenen Konfigurationen, und ein Segment diente als Referenz ohne ein Heizsystem. Die Tests waren der Höhepunkt mehrerer Jahre von Entwicklung und Verbesserung und basierten u. a. auf der Simulation der thermischen, elektrischen und aerodynamischen Rahmenbedingungen. Die Erprobung im Windkanal zeigte eine vielversprechende Leistung sowohl im De-Icing-Modus (ausgehend von einem künstlich vereisten Flügel) als auch im Anti-Icing-Modus (Verhinderung von Eisablagerung beim simulierten Flug durch Wolken bei niedrigen Temperaturen).

Simulation, Auslegung, Fertigung und Erprobung des Ice-Protection-Systems.

Die Arbeiten an dem Ice-Protection-System basierend auf CNT begannen vor rund sechs Jahren. Damals wurde am Fraunhofer LBF erstmals eine Schicht CNT in eine Faserverbundstruktur integriert und als elektrische Widerstandsheizung verwendet. Im Lauf der Jahre wurde das Ausgangsmaterial mit immer kleinerem Widerstand kommerziell verfügbar, und die erreichbare Heiztemperatur erreicht aktuell bis zu 120°C bei Raumtemperatur. Die Kontaktierung und thermische sowie elektrische Isolierung der Heizzonen wurde immer weiter verbessert. Nachdem Parameter für die Simulation experimentell ermittelt wurden, konnte die Beheizung für eine Flügelvorderkante am Rechner optimiert werden. Da die erforderliche Heizleistung je nach Position an der Flügelvorderkante unterschiedlich ist, gibt es energetische Vorteile, wenn verschiedene Heizzonen eingesetzt werden. Diese klassische Optimierung wurde mit Hilfe der Simulation am Rechner umgesetzt. Hierbei wurden Parameter berücksichtigt, die die Vereisung betreffen, wie Oberflächentemperaturen, Tröpfchengröße und Wassergehalt,



*Enteisung der Flügelvorderkante im Windkanal.
The de-icing method was tested in a climate wind tunnel.*

*Das neue Ice-Protection-System wurde erstmals auf der „Internationalen Luftfahrtausstellung ILA“ im September 2012 in Berlin vorgestellt.
The new ice protection system was first presented at the International Air Show ILA in Berlin, September 2012.*

Parameter aus den Flugbedingungen, wie Geschwindigkeiten und Lufttemperaturen sowie Materialparameter, wie Wärmekapazitäten und Wärmedurchgangskoeffizienten. Die optimale Heizonenanzahl und -verteilung wurde dann für die Windkanalversuche umgesetzt. Die beiden experimentell untersuchten Varianten unterschieden sich im Detailaufbau. Bei einem Modell werden unterschiedliche Spannungen an den Heizonen verwendet, um eine gleichmäßige Oberflächentemperatur einzustellen. Im anderen Fall haben die Heizonen unterschiedliche Größen und Widerstände und erlauben den Betrieb mit einer Spannung, um eine nahezu homogene Oberflächentemperatur zu erreichen, was den Aufwand auf der elektrischen Seite des Systems reduziert.

Customer Benefits The advantages of a non-metallic heating is of high importance for composite structures as current metallic heaters have a different thermal expansion and fatigue behavior leading to a premature failure of the system. Additional advantages lie in the field of lightning protection. The main advantage though is the weight reduction. In the same way that CNT-wires will substitute copper in the future

this material is able to replace metallic resistance heaters as well and reduce weight and emissions. Fraunhofer LBF has developed solutions for contacting, isolating and manufacturing integrated nanomaterial for electric resistance heating in composite structures and would like to develop new solutions for the aerospace, wind energy, automotive or other industries.

Summary Fraunhofer LBF designed, manufactured and tested innovative thermal ice-protection systems based on Carbon Nano Tubes (CNT) in 2012. The tests were conducted in a climate wind tunnel under temperatures as low as -18°C . Three leading edge segments were manufactured – two with the non-metallic heating zones in different configurations and one segment without ice-protection for reference. These tests were the culmination of several years of development and improvement including the simulation of thermal, electrical and aerodynamic conditions. The tests showed a good performance in the de-icing mode (starting from an artificially iced wing) as well as anti-icing (avoiding ice accretion under a water fog and low temperatures).



LEISTUNG AUF DEN PUNKT GEBRACHT | FOCUSED SERVICES

Mehr Sicherheit durch intelligente Sensorknoten.

Higher safety through intelligent sensor nodes.

Contact: Michael Koch · Telephone: +49 6151 705-633 · michael.koch@lbf.fraunhofer.de

Die Bereitstellung technischer und organisatorischer Lösungen zur Gewährleistung der Mobilität von Gütern und Personen unter Berücksichtigung der begrenzten Ressourcen und des Klimaschutzes ist eine der zentralen, zukünftigen Herausforderungen. Durch Sensoren, die ein Fahrzeug während des Betriebs überwachen und so einen wirtschaftlichen Einsatz, eine frühe Schadenserkennung oder eine zustandsbezogene Instandhaltung ermöglichen, können diese Herausforderungen erfüllt werden.

Neue Lösungen für zustandsbasierte Wartung.

Um das zu erreichen, wurden am Fraunhofer LBF im Rahmen der Projekte „Maintenance on Demand“ (MoDe) und „Energieautarke Tilger-Sensor-Module“ (EA TSM) Lösungen entwickelt, die eine zustandsbasierte Wartung (Condition Monitoring/Structural Health Monitoring) ermöglichen. Die Lösungen wurden hierbei unter Berücksichtigung der speziellen Anforderungen an den jeweiligen Einsatzort der intelligenten Sensorknoten entwickelt.

Zielsetzung für das Projekt MoDe war die Schadensdetektion an Fahrzeugkomponenten bei LKW. Insbesondere lag hierbei der Fokus auf der Entwicklung einer preiswerten und kompakten Hardwareplattform zur Erfassung und Verarbeitung

der Sensormesswerte sowie auf der Methodenentwicklung zur Schadensdetektion. Zur Auslegung und Evaluierung der Hard- und Software wurde ein Modell-Auto mit eigens entwickelten MEMS-Beschleunigungsaufnehmern sowie mehreren Sensorknoten zur Erfassung und Verarbeitung der Beschleunigungszeitdaten ausgerüstet. Die durch die Software abgeleiteten Informationen können dabei über eine drahtlose Kommunikation an eine zentrale Einheit übermittelt werden und entsprechende Wartungen frühzeitig geplant oder eingeleitet werden. Im vorliegenden Fall wurde als zentrale Einheit ein Tablet-PC gewählt. Auf dem Tablet-PC können die Informationen, die von den Sensorknoten übermittelt werden, weiterverarbeitet und für den Endnutzer visualisiert werden.

Während in MoDe die Energieversorgung der Sensorknoten eine untergeordnete Rolle spielte, da sich das vorhandene Boardnetz des LKW nutzen lässt, wurde dieser Aspekt im Rahmen von EA TSM bei der Überwachung eines Radlager-satzes eines Güterwagens fokussiert.

So verfügen Güterzüge im Allgemeinen weder über eine fahrzeugeigene Sensorik noch über eine eigene Stromversorgung. Vor dem Hintergrund dieser Anforderungen wurde ein intelligenter energieautarker Sensorknoten entwickelt, um

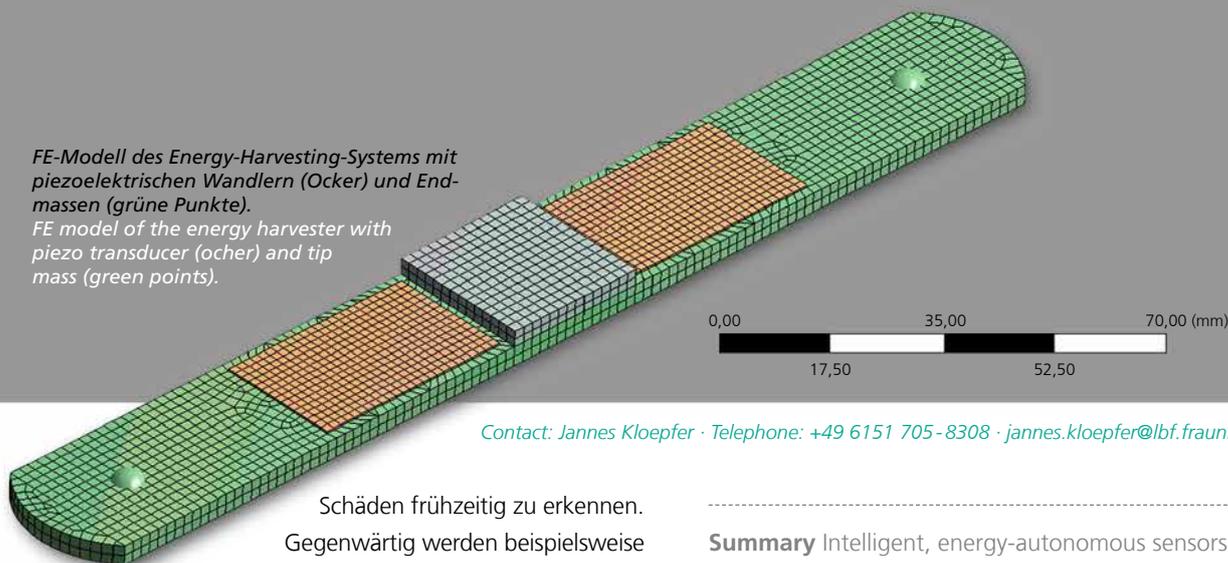




*Intelligenter Sensorknoten zur Stoßdämpferüberwachung.
Smart sensor node for damper monitoring.*

*Prototyp eines energieautarken Sensors zur Heißbläuerdetektion
instrumentiert an einem Güterwaggon.
Prototype of the self-powered train hot box detector
mounted to a freight car.*

*FE-Modell des Energy-Harvesting-Systems mit
piezoelektrischen Wandlern (Ocker) und End-
massen (grüne Punkte).
FE model of the energy harvester with
piezo transducer (ocher) and tip
mass (green points).*



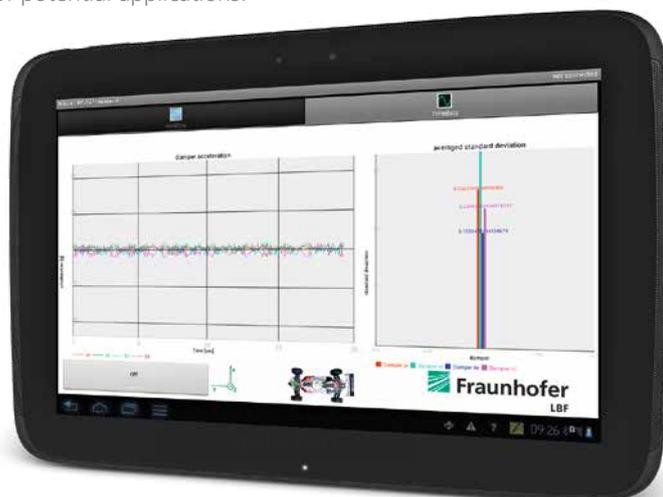
Contact: Jannes Kloepfer · Telephone: +49 6151 705-8308 · jannes.kloepfer@lbf.fraunhofer.de

Schäden frühzeitig zu erkennen. Gegenwärtig werden beispielsweise Radlagerschäden erst nach einer Entgleisung mit möglichen Personen-, Strecken- oder wirtschaftlichen Schäden erkannt. Besonders kritisch sind solche Ereignisse zudem bei Gefahrguttransporten, denn hier können durch einen Unfall vielfältige natürliche Ressourcen geschädigt werden. Aus diesem Grund ist es notwendig, das Risiko solcher Ereignisse zu minimieren.

Der entwickelte Sensorknoten erzeugt seine Energie durch ein Energy-Harvesting-System mittels piezoelektrischer Wandler aus den Schwingungen des Waggons. Dieses Konzept wurde prototypisch für einen mobilen Heißbläuerdetektor umgesetzt. Da die Umgebungsenergie jedoch nicht kontinuierlich zur Verfügung steht, wurde ein anwendungsspezifisches Energiemanagement entwickelt, das die Messung, Datenverarbeitung und deren drahtlose Übermittlung ermöglicht.

Customer Benefits The experience gained was used to develop a method which enabled future energy-autonomous sensor systems for monitoring of plant and machinery to be developed efficiently and adapted flexibly to the requirements of a variety of different applications.

Summary Intelligent, energy-autonomous sensors may contribute significantly towards enhancing safety, ensuring mobility and fighting climate change. With this in mind, Fraunhofer LBF is working on the development of intelligent, energy-autonomous sensors, with a view to detecting potential damage at an early stage, avoiding down times, and contributing to a lasting improvement of products through the acquisition of usage profiles. Two projects from the logistics sector are showcased by way of examples representing a large spectrum of potential applications.





LEISTUNG AUF DEN PUNKT GEBRACHT | FOCUSED SERVICES

Aktive Torsionsschwingungsminderung in Antriebsträngen.

Active reduction of torsional vibrations in power trains.

Contact: Daniel Schlote · Telephone: +49 6151 705-405 · daniel.schlote@lbf.fraunhofer.de

Der Trend im Verbrennungsmotorenbau geht weiter in Richtung Steigerung der Energieeffizienz und Verringerung von Emissionen. Damit ergeben sich neue Herausforderungen für die Auslegung von Antriebsträngen, insbesondere im Hinblick auf Torsionsschwingungen. Konventionelle Maßnahmen stoßen hier an ihre wirtschaftlichen Grenzen, daher werden verstärkt neuartige Lösungsansätze zur Torsionsschwingungsminderung betrachtet.

Konzepte zur Reduktion von Torsionsschwingungen.

Zur Effizienzsteigerung werden im Automobilbau zunehmend kleinere, aufgeladene Motoren mit weniger Zylindern eingesetzt, die bei niedrigen Leerlaufdrehzahlen betrieben werden. Im Schiffbau geht die Entwicklung hin zu Dual-Fuel Motoren, die zur Reduktion von Emissionen in küstennahen Gewässern und Häfen mit Gas betrieben werden. Im Gasbetrieb haben diese Motoren jedoch eine höhere Tendenz zu Zündaussetzern. In beiden Fällen steigt die Torsionsschwingungsanregung der Antriebstränge im Vergleich zu bisherigen Lösungen. Negative Folgen davon sind höhere dynamische Belastungen von Bauteilen im Kraftfluss und erhöhter Verschleiß in Getrieben.

Da konventionelle, passive Maßnahmen zur Reduktion der Schwingungen zunehmend an Grenzen stoßen, wird bereits intensiv an zukunftsweisenden semiaktiven und aktiven Lösungen zur Torsionsschwingungsminderung gearbeitet. Mit semiaktiv werden hier Systeme bezeichnet, die mit Hilfe eines geregelten Aktors ihre Parameter ändern können und somit optimal auf die jeweilige Situation abgestimmt werden können.

Ein Beispiel für ein semiaktives System ist ein adaptives Fliehkraftpendel. Genutzt wird der passive Tilgungseffekt des Fliehkraftpendels, der naturgemäß drehzahladaptiv wirkt. Das adaptive Fliehkraftpendel kann jedoch zusätzlich motorisch auf verschiedene Ordnungen verstellt werden und so über einen größeren Drehzahlbereich optimal wirken. Aktive Systeme hingegen wirken direkt mit einer geregelten Aktorik auf die Schwingung ein. Das hat den Vorteil, dass direkt Kräfte in das System eingeleitet werden können. Ein solches aktives System kann breitbandig eingesetzt werden, also mehrere Ordnungen der Anregung gleichzeitig reduzieren. Ein Beispiel für ein aktives System ist ein Inertialmassenaktor, der ähnlich wie ein Tilger aufgebaut ist, jedoch zusätzlich noch einen Aktor beinhaltet, mit dem oberhalb seiner Eigenfrequenz aktiv Kräfte in den Antriebstrang eingeleitet werden können.



Abb. 1: Semiaktives Fliehkraftpendel im Antriebsstrang.
Fig. 1: Semi-active centrifugal pendulum in power train.

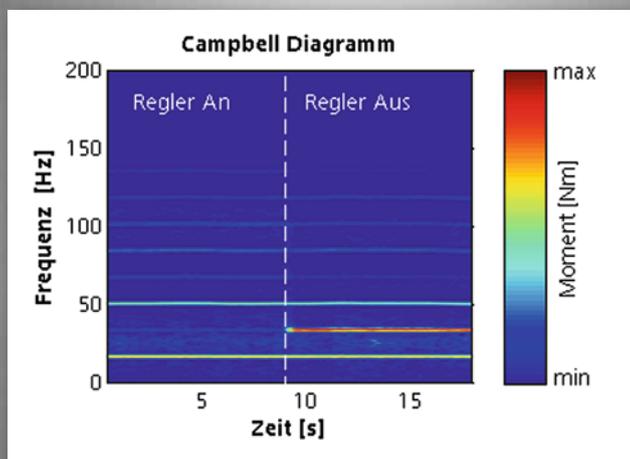
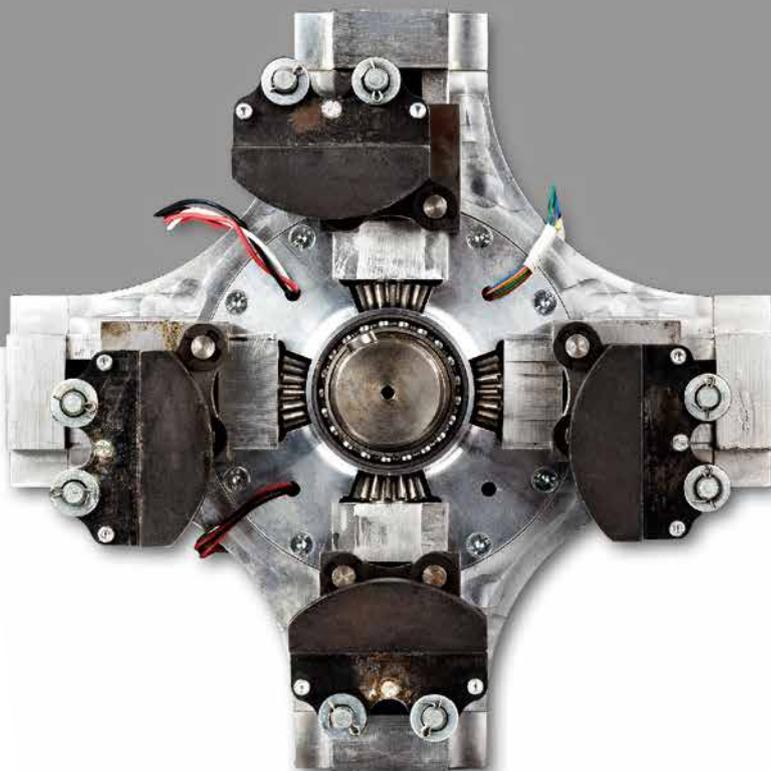


Abb. 2: Campbell Diagramm bei konstanter Drehzahl –
Regelung der ersten Ordnung mit einem aktiven System.
Fig. 2: Campbell plot at a constant rotational speed –
control of the first order with an active system.

In verschiedenen laufenden und abgeschlossenen Projekten werden und wurden Konzepte entwickelt, numerisch untersucht, prototypisch realisiert und messtechnisch validiert. Dabei ist ein großes Repertoire an möglichen Lösungsansätzen zur Reduktion von Torsionsschwingungen entstanden, die sich für verschiedenste Anwendungsfälle eignen.

Customer Benefits Semi-active and active systems can significantly improve torsional vibration reduction in powertrains of automobiles, ships or machines. Fraunhofer LBF develops systems from the concept to the prototype. A test facility with a combustion engine, electric motors, eddy current brakes and excellent measurement equipment is available.

Summary Trends in combustion engine building towards higher efficiency and lower emissions, lead to higher torsional vibration excitation of powertrains, bringing passive means of vibration reduction to their limits. Semi-active and active systems are being developed to fit future requirements. In semi-active systems the passive effect is made actively



adjustable. An adaptive centrifugal pendulum e. g. can adjust to different excitation orders using a controlled electric motor. Active systems in contrast, directly influence vibrations by a closed loop control. An example is a proof mass actuator. Fraunhofer LBF has been developing different concepts suitable for a vast field of applications.



LEISTUNG AUF DEN PUNKT GEBRACHT | FOCUSED SERVICES

Optimale Performance aktiver Tilger dank adaptivem Regelalgorithmus.

Adaptive control algorithm ensures superior performance of active vibration absorbers.

Contact: Jonathan Millitzer · Telephone: +49 6151 705-8218 · jonathan.millitzer@lbf.fraunhofer.de

Aufgrund ihrer flachen Geometrie sind Cabrios meist anfällig für Torsionsschwingungen. Zusätzlich zu strukturellen Maßnahmen, wie beispielsweise zusätzlichen Versteifungen, kommen häufig passive Schwingungstilger zur Reduktion von Torsionsschwingungen zum Einsatz. Ein aktiver Schwingungstilger führt bei verringertem Gewicht zu einem verbesserten Schwingungsverhalten an verschiedenen Komfortpunkten.

Signalverarbeitung.

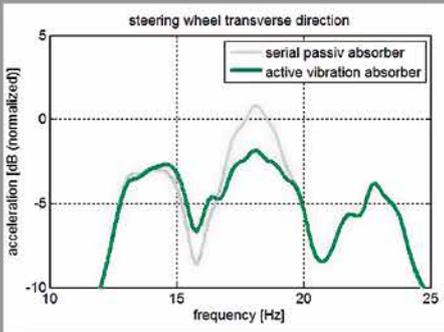
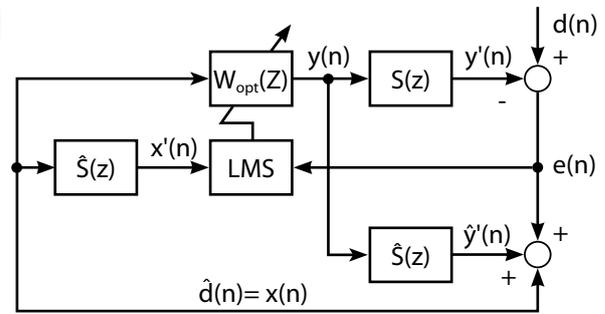
Im Projekt wurde in Zusammenarbeit mit dem Kunden ein aktives System – bestehend aus Aktor, Sensor, Leistungsverstärkung und eingebetteter Signalverarbeitung – zur Beruhigung von Torsionsschwingungen in einem Cabrio entwickelt. Mit einem aktiven System, das einen passiven Schwingungstilger ersetzt, soll neben einer verbesserten Schwingungsreduktion an verschiedenen Komfortpunkten ebenfalls Gewicht eingespart und eine Anpassbarkeit an veränderliche Fahrbahnregung und sich veränderndes Strukturverhalten (Beladung, Alterung, etc.) erreicht werden.

Zu Beginn des Projektes wurde das Schwingungsverhalten des Fahrzeugs auf einem Prüfstand des Kunden ausführlich untersucht und die durch die Aktorik einleitbaren Beschleunigungen

gemessen. Der Aktor, ein aktiver Tilger, wurde zuvor vom Kunden entwickelt.

Am Fraunhofer LBF wurden die Messdaten für den Aufbau eines numerischen Modells, das das Schwingungsverhalten an mehreren Messpunkten abbildet, verwendet. Anhand des Modells konnten verschiedene adaptive, modellbasierte Regelalgorithmen zur Schwingungsberuhigung mehrerer verteilter Komfortpunkte implementiert und hinsichtlich ihrer Komfortverbesserung bewertet werden. Für weitere Untersuchungen wurde der Regelalgorithmus auf einem Rapid-Control-Prototyping-System implementiert und das Gesamtsystem im Fahrzeug verbaut. Das Fraunhofer LBF begleitete Erprobungsfahrten sowie Prüfstandsversuche und konnte dabei die Funktionsweise überprüfen. Die Leistungsfähigkeit konnte unmittelbar durch Optimierung relevanter Regelparameter gesteigert werden.

Da bei der Integration aktiver Systeme neben optimierten angepassten Regelalgorithmen zunehmend auch eingebettete Signalverarbeitungsplattformen in den Vordergrund rücken, wurde der Regelalgorithmus in einem nächsten Projektschritt auf einem industriellen 32-bit Microcontroller implementiert. Die am Fraunhofer LBF entwickelte Signalverarbeitungseinheit kann dabei aus Matlab/Simulink programmiert werden. Die Funktionsweise der eingebetteten Signalverarbeitung wurde in einem Hardware-



Schwingungsverhalten am Lenkrad in Querrichtung mit passivem Schwingungstilger (grau) und aktivem Schwingungstilger (grün), Simulationsergebnisse. Steering wheel acceleration level with (green) and without the active measure (gray), simulation results.

Linear wirksamer aktiver Schwingungstilger. Active linear absorber prototype.



(Foto: Trelleborg Vibracoustic)

In-The-Loop-Test, der das Fahrzeug im Fahrbetrieb in Echtzeit nachbildet, sichergestellt und in Fahrversuchen verifiziert.

Customer Benefits Fraunhofer LBF supported the project in accordance with the requirements specified by the customer, from generation of a numerical model, through research and evaluation of suitable control algorithms and prototype implementation on a Rapid Control Prototyping System, right up to the selection of the appropriate embedded target hardware with a suitable feature set. The resulting autonomous system will be used by the customer for independent investigations and may be employed in the development of volume products.

Summary Due to their low-profile design convertibles are usually susceptible to torsional vibrations. An active vibration absorber replaces a passive vibration absorber and provides improved vibratory behavior at a lower weight at various comfort points. The aim of this project, conducted in close cooperation with the customer, was to develop a smart structures system for the attenuation of torsional vibrations on a convertible. The active vibration absorber, was developed by the customer at the outset of the project. An adaptive control algorithm, implemented on an industrial 32-bit microcontroller, provides outstanding performance even under changing

excitations from the road surface and changing structural behavior.



*Dr. Tobias Ehrh
Director System
Simulation &
Process Innovation
Advanced Engineering,
Engineering bei
Trelleborg Vibracoustic*

„Wir haben Fraunhofer LBF als einen Dienstleister und Projektpartner kennengelernt, der in jeder Projektphase beraten und unterstützen kann. Gleichzeitig ist Fraunhofer LBF in der Lage, Hardware in Form einer exakt auf die Bedürfnisse zugeschnittenen Elektronik zu liefern.“

“We have come to know and appreciate Fraunhofer LBF as a service provider and project partner capable of rendering assistance and supporting us in all phases of our project. At the same time LBF Fraunhofer is capable of supplying hardware tailored exactly to our requirements.”





LEISTUNG AUF DEN PUNKT GEBRACHT | FOCUSED SERVICES

HIPERACT – Piezoelektrische Aktuatoren in Hochleistungs-Anwendungen.

HIPER-Act – Piezoelectric actuators in high performance applications.

Contact: Aktives Motorlager: Roman Kraus · Telephone: +49 6151 705-8336 · roman.kraus@lbf.fraunhofer.de

In diesem Projekt setzten sich mehrere Partner aus Industrie und Forschung das Ziel, neuartige piezoelektrische Aktuatoren zu entwickeln und deren Potential in Anwendungsszenarien zu demonstrieren. Die Herausforderung bestand darin, dass diese Aktuatoren zum einen eine deutlich höhere Performanz und zum anderen auch eine höhere Lebensdauer als herkömmliche Aktuatoren erreichen sollten. Piezoaktuatoren zeigen ohne besondere Schutzmaßnahmen eine Anfälligkeit gegen Umgebungsfeuchte, woraus typisch eine verkürzte Lebensdauer resultiert. Sie erreichen ohne zusätzliche Maßnahmen meist nicht die erforderlichen Leistungsdaten, insbesondere sind erreichbare Stellwege für viele Aufgabenstellungen zu gering. Beide Defizite wurden im Projekt durch die Entwicklung neuartiger Aktuatoren und entsprechende Anwendungsszenarien adressiert.

Beispiel aktive Motorlagerung im Fahrzeug.

Die vom Motor eines Fahrzeugs erzeugten Schwingungen gelangen über die Motorlagerung und die Karosserie in die Fahrgastzelle, wo sie sich als unangenehm empfundener Schall äußern können. Passive Bedämpfungsmaßnahmen stoßen hier an ihre Grenzen. Um den Komfort in Fahrzeugen noch weiter zu steigern, besteht die Möglichkeit, die vom Motor verursachten Schwingungen direkt über die Motorlager aktiv zu entkoppeln. Im Rahmen des Projekts wurde ein solches aktives Motorlager basierend auf einem Piezoaktor mit Wegübersetzungsmechanismus für den Einsatz im Fahrzeug entwickelt.

Die statisch wirkenden Lasten können bei solchen Lagern die dynamische Last um Größenordnungen übersteigen, sie verursachen jedoch keinen Schwingungseintrag in das Fahrzeug. Eine auf die statische Belastung ausgelegte Aktuatorik ist demnach zur Kompensation der dynamischen Kräfte deutlich überdimensioniert und erfordert einen unnötig hohen Leistungsbedarf. Die hier entwickelte Lagerung basiert auf einer neuartigen Topologie, die die Aktuatorik von statisch wirkenden Kräften

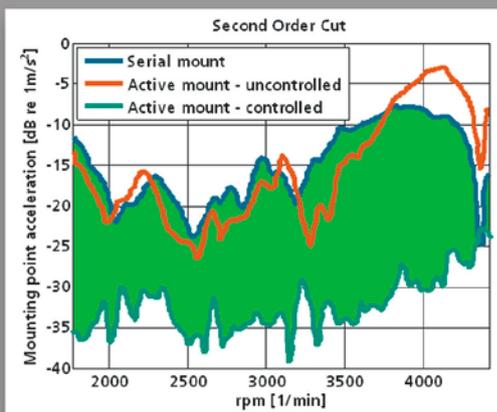


Abb. 1: Herkömmliche Motorlagerung.
Fig. 1: Series configuration.



Abb. 2: Komfortsteigerung durch Nachrüsten eines aktiven Motorlagers.
Fig. 2: Comfort enhancement by the use of an active mount.

Abb. 3: Messergebnisse bei einem Motorhochlauf.
Fig. 3: Measurement results at a motor run-up.



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

entkoppelt, so dass die Anforderungen an diese sinken und die Lagerung einen besonders niedrigen Leistungsbedarf aufweist. Die neu entwickelte Motorlagerung zeichnet sich durch zwei getrennte Kraftpfade aus. Ein Kraftpfad überträgt hierbei die statisch wirkenden Lastanteile, während der zweite Pfad über einen viskosen Dämpfer von diesen entkoppelt wird und nur die dynamischen Anteile wirksam werden. Hieraus ergeben sich reduzierte Anforderungen an die Dimensionierung der Aktuatorik und die für die Ansteuerung erforderliche Leistungselektronik.

Ein Regelalgorithmus berechnet dabei das Ansteuersignal für den integrierten Piezoaktuator, basierend auf der aktuellen Motordrehzahl und der Karosseriebeschleunigung an der Lagerposition bzw. dem Schalldruck in der Fahrgastzelle. Die in Abb. 3 dargestellten Messergebnisse zeigen, dass die Beschleunigungswerte der dominierenden 2. Motorordnung frequenzabhängig um bis zu 20 dB reduziert werden können. Bei der Reduktion des Schalldruckpegels werden Werte von bis zu 10 dB erreicht.

Beispiel AdBlue®-Pumpe.

Zur Reduktion von NOx bei Motoren mit Dieselantrieb wird seit einigen Jahren AdBlue® bei der Nachbehandlung von Abgasen in einem SCR-Katalysator eingesetzt. Aktuell kommen dabei Pumpen zum Einsatz, die das AdBlue® mit 5–10 bar einspritzen. In diesem Projekt ist in Zusammenarbeit der Firmen Noliac und Ricardo sowie dem Fraunhofer LBF eine leistungsfähige Pumpe entwickelt worden, die von einem Piezoaktuator angetrieben wird und Drücke von bis zu 50 bar erzeugt. Durch den höheren Druck ist es möglich, bei der Einspritzung einen feineren Sprühnebel zu generieren, wodurch die NOx-Emission weiter reduziert werden kann. Darüber hinaus kann durch eine variable Anpassung des Volumenstroms über die Betriebsfrequenz eine genauere Dosierung, je nach aktuellem Fahrzustand, erzielt werden. Dies verhindert unter anderem Ablagerungen, die ansonsten bei einer Überdosierung durch nicht reagiertes AdBlue® innerhalb des Abgastraktes entstehen können oder eine Verschlechterung des NOx-Wertes bei zu geringer Dosierung. Bei der Entwicklung wurde unter anderem ein gekoppeltes Simulationsmodell erstellt, welches Leistungselektronik, Piezoaktuator und Hydraulik

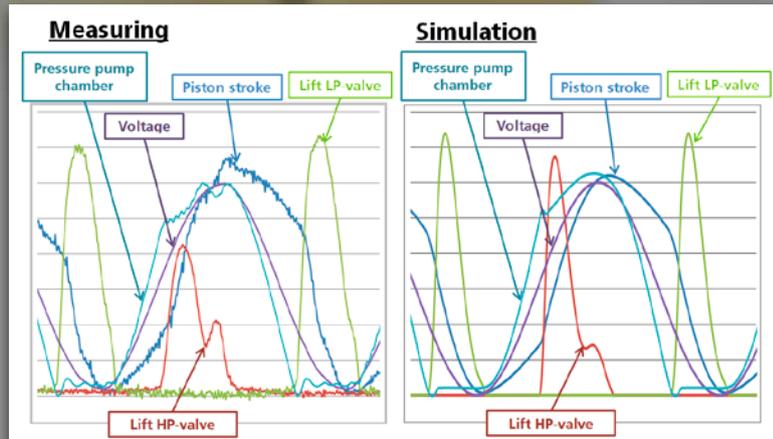


Abb. 4: Vergleich Messung – Simulation.
Fig. 4: Comparison measurement – simulation.

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

so miteinander verbindet, dass mit geringem Hardwareaufwand ein funktionierendes Pumpsystem aufgebaut werden konnte. Die in einem Prüfaufbau ermittelten Messwerte zeigen dabei eine gute Übereinstimmung mit den Simulationsergebnissen, wie in Abb. 4 zu sehen ist. Die Piezopumpe liefert im Betrieb mit 600Hz einen Volumenstrom von 270 ccm/min bei 50 bar. Für den Einsatz im Lkw sind typischerweise 150 ccm/min notwendig, was mit der bestehenden Piezopumpe bereits bei einer Betriebsfrequenz von 220Hz erreicht wird. Die von der Firma Ricardo entwickelte Leistungselektronik ermöglicht zudem eine weitgehende Anpassung der Ansteuerung, wodurch weiteres Optimierungspotential hinsichtlich Leistungsaufnahme, Größe der Aktuatorik und Einsatzspektrum gegeben ist. Zu Demonstrationszwecken der Pumpe wurde ein Aufbau realisiert, bei dem die Pumpe ein vergleichbares Fluid im Kreis pumpt (Abb. 5).

Es wurden umfangreiche Untersuchungen zur Sicherstellung der Zuverlässigkeit auf Komponenten- und Systemebene durchgeführt. In einem innerhalb des Projekts weiterentwickelten experimentellen Testverfahren wurde die höhere Resistenz der neuartigen Piezoaktuatoren gegenüber Feuchteinfluss nachgewiesen. Von der Piezopumpe wurde im vorliegenden Entwicklungsstadium eine Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA) durchgeführt. Insbesondere für die Aktuator-Einheit liegen somit umfassende Erkenntnisse der systemischen Auswirkungen einzelner Fehlermoden vor.





*Abb. 5: Pumpendemonstrator mit Piezoaktuator.
Fig. 5: Pump demonstration with piezoelectric actuator.*

Customer Benefits Using the example of an active engine mount, the vibration reduction potential in a vehicle provided by piezoelectric actuators was demonstrated under close-to-reality conditions. Ideally, it is possible to replace or enhance existing passive solutions with active technologies without any need for other changes on the system.

Regarding the development of the AdBlue® pump, the powerful features of the pump concept in conjunction with the easy adaptation of parameters, which is a result of the coupled simulation, open up a broad spectrum of applications in areas other than AdBlue® injection. As a consequence, the reduction of time-to-market and hardware budget is possible. Results and findings obtained from the reliability studies will be available for further development on component as well as system level.

Summary Within the framework of the EU project “HiperAct” (High Performance Piezoelectric Actuators; CP-IP 212394) completed in 2012, two application scenarios based on stacked piezoceramic actuators were developed at Fraunhofer LBF. For the active engine mount, tests have shown a reduction of the sound pressure level resulting from the dominating 2nd engine order by up to 10 dB, whilst body accelerations at the engine supporting point were reduced by as much as 20 dB.

The AdBlue® pump, also developed within the project, is capable of generating pressures up to 50 bar, in contrast to 5–10 bar for conventional pumps, resulting in a considerably more efficient atomization of the AdBlue® mixture. In addition, extensive reliability studies were undertaken on component and system level, which demonstrated both the increased resistance of the newly developed piezoelectric actuators against harsh environmental conditions as well as the systemic interrelationships of failure modes on a system level.



*SLM Belichtung – eine Momentaufnahme im Fertigungsprozess des Moduls.
SLM Exposure – a snapshot made during module production.*

LEISTUNG AUF DEN PUNKT GEBRACHT | FOCUSED SERVICES

Selektives Laserschmelzen: Individuelles Gehäuse für Piezo-Aktoren.

Selective Laser Melting: Individual housings for piezoelectric actuators.

Contact: David Flaschenträger · Telephone: +49 6151 705-451 · david.flaschentraeger@lbf.fraunhofer.de

Ein dichtes Gehäuse verbessert die Zuverlässigkeit von Piezo-Aktoren, denn ohne Gehäuse oder anderen Schutz verringern Umwelteinflüsse wie Feuchtigkeit, Schmutz und Hitze die Lebensdauer. Bislang waren bei der Herstellung von Aktor-Gehäusen wegen der nötigen Vorspannung viele einzelne Teile erforderlich, was die Kosten in die Höhe trieb.

Forschern des Fraunhofer LBF ist es in Zusammenarbeit mit dem Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen (PTW) der TU Darmstadt gelungen, Piezo-Aktoren mit Hilfe des selektiven Laserschmelzens (SLM) mit einem einteiligen, auf eine Anwendung im Bereich der Schwingungsisolierung angepassten, individuellen Gehäuse zu versehen. SLM ist eine kommerziell verfügbare und gut etablierte Fertigungstechnologie, die aus Metallpulver feste Teile fertigt. Dabei wird das Metallpulver durch einen Laserstrahl lokal auf seine Schmelztemperatur erhitzt. Durch die schichtweise Zugabe von Material lassen sich so feste Teile direkt aus CAD-Daten erstellen.

Mit diesem Verfahren lässt sich ein Großteil des Aufwandes für Werkzeuge einsparen und die Herstellungskosten von komplexen Teilen in eher kleinen Stückzahlen spürbar senken, darüber hinaus kann das Gehäuse in seinen mechanischen Eigenschaften sehr variabel gestaltet und in kurzer Zeit den Anforderungen der jeweiligen Anwendung angepasst werden. Als Aktor wählten die Forscher einen im Handel erhältlichen piezokeramischen Stapelaktor mit den Abmessungen 7 x 7 x 32 mm³.

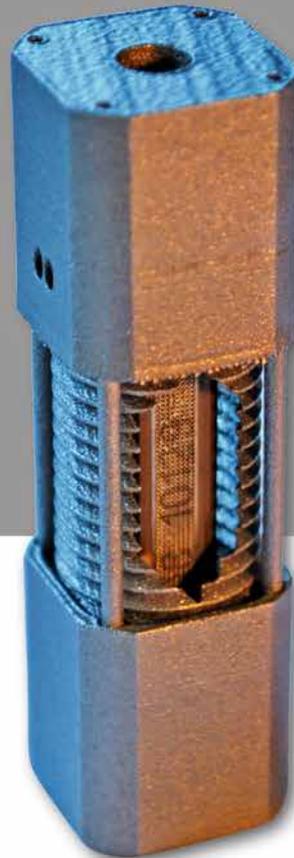
Einteilige Herstellung des Gehäuses.

Vor der größten Herausforderung standen die Forscher, als es darum ging, den Piezo-Aktor während der Herstellung des einteiligen, hermetisch geschlossenen SLM-Gehäuses in dieses zu integrieren. Zu diesem Zweck unterbrachen die Wissenschaftler den Prozess, integrierten den Aktor und setzten anschließend den SLM-Prozess nahtlos fort. Mit dieser Vorgehensweise konnte der Aktor erstmalig vollständig von einem, mit angepassten physikalischen Eigenschaften ausgestatteten, Metallgehäuse umschlossen werden.





Die Integration des Piezo-Aktors in das winzige Aktormodul.
Integration of the piezoactor in the tiny actuator module.



Der durch die Prozesswärme resultierende thermische Schrumpf des Gehäuses führt zu einer mechanischen Vorspannung des Aktors im Inneren, die sich vorteilhaft auf die Antriebsleistung und die Zuverlässigkeit auswirkt.

Customer Benefits The SLM method enables the cost- and time-efficient production of customized actuator modules. By optimizing the housing design, highly reliable actuator modules tailored to the application can be produced.

Summary The SLM method enabled stacked piezoceramic actuators to be integrated in a hermetically sealed housing. In this way, the lifetime of integrated actuators can be significantly increased even under harsh environmental conditions.



Prof. Dr.-Ing. Eberhard Abele, Technische Universität Darmstadt, Leiter des Instituts für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen (PTW)

„Fortschritt entsteht oftmals an den Grenzen einzelner Wissenschaftsdisziplinen. Diese zu erschließen, setzt Kooperationsgeist voraus. Diesen haben wir im Rahmen unserer Kooperation mit dem LBF dort in vorbildlicher Weise vorgefunden.“

“Progress often arises at the edges of individual research fields. To leverage on these, a spirit of cooperation is essential. We have found this spirit in an exemplary manner in our cooperation with the Fraunhofer LBF.”

PTW Institut für
Produktionsmanagement,
Technologie und Werkzeugmaschinen



LEISTUNG AUF DEN PUNKT GEBRACHT | FOCUSED SERVICES

Wirtschaftliche und flexible Sensortechnik.

Versatile and efficient sensor technology.

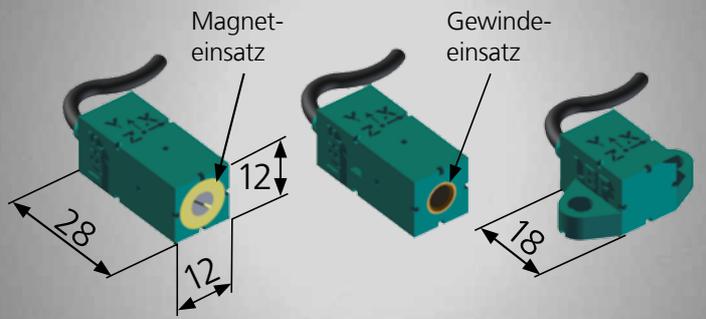
Contact: Thorsten Koch · Telephone: +49 6151 705-391 · thorsten.koch@lbf.fraunhofer.de

Zur Detektion von Schwingungen an Motoren, Maschinen, Anlagen oder damit verbundenen Strukturen kommen häufig zwei Klassen von Sensoren zum Einsatz: piezoelektrische Sensoren und mikroelektromechanische Sensoren (MEMS). Erstere werden aufgrund ihrer hohen Kosten hauptsächlich im Labor- oder Versuchsbetrieb eingesetzt, während MEMS wegen ihrer geringen Herstellungskosten mittlerweile auf sehr vielen Systemplatinen Einzug gehalten haben.

Kostengünstige MEMS-Sensoren zur Schwingungsmessung an Strukturen.

Die piezoelektrischen Sensoren weisen im Allgemeinen eine hohe Güte der Messwerte auf und besitzen ein breites Anwendungsfrequenzspektrum. Zur Aufbereitung der Messwerte werden zusätzlich noch Signal-Conditioner oder Ladungsverstärker benötigt. Aufgrund des hohen Qualitätsstandards und der Signalaufbereitung sind solche Systeme recht kostenintensiv. MEMS sind eine kostengünstigere Variante, die in Form integrierter Schaltkreise bereits vielfältig im Automotive-Bereich oder in Smart-Phones und Tablet-Computern erfolgreich eingesetzt werden. Die MEMS-Chips werden dabei z. B. auf

Systemplatinen von Motorsteuergeräten oder Telefonen integriert. Als Stand-Alone System bieten seit einiger Zeit Sensor-Anbieter kostengünstigere Sensoren auf MEMS-Basis in Standard-Bauform an. Durch eine platzsparende, im Fraunhofer LBF entworfene Platine ist es nun auch möglich, kostengünstige 1- bis 3-Achsen Beschleunigungssensoren mit Gehäusen nach Kundenwunsch herzustellen. Die Beschleunigungssensoren auf Basis von MEMS besitzen sowohl eine ausreichende Empfindlichkeit (bis zu 1000 m V/g) als auch einen für die meisten Anwendungen ausreichenden Frequenzbereich bis 2500 Hz. Die Gehäuse werden dabei mit Hilfe einer SLM (Selective-Laser-Melting)-Maschine hergestellt. Aufgrund der Fertigung im Rapid-Prototyping-Verfahren ist eine Anpassung der Form mit wenig Aufwand möglich. Die Form kann je nach Applikationsposition angepasst werden und ermöglicht so eine genaue Positionierung an der zu vermessenden Struktur. Auch weitere Messgrößen sind durch Austausch der MEMS denkbar. So sind auch Sensoren für Magnetfeld, Neigung u. a. realisierbar. Die Sensoren arbeiten typischerweise mit Versorgungsspannungen unter 10V und können mit verschiedenen Anschlusssteckern je nach Kundenwunsch oder Anwendung versehen werden.



SLM-Anlage zur Herstellung von variablen Gehäuse-geometrien im Rapid Prototyping-Verfahren Fraunhofer LBF.
SLM facility for the production of variable housing geometries using the Fraunhofer LBF Rapid Prototyping method.

Exemplarische Bauformen und Abmessungen der Sensoren.
Typical sensor design variants and dimensions.

„Leistungsstark für Hessen.“

Aktuell wird an einer kostengünstigen Ausleseinheit gearbeitet, die es ermöglicht, mit Hilfe einer Smartphone-App die Sensordaten auszulesen, anzuzeigen und zu speichern. Vertrieben werden die Sensoren von der Fraunhofer LBF-Ausgründung ISYS Adaptive Solutions GmbH (<http://www.adaptive-solutions.de/index.php/>).

Customer Benefits In many cases, the measuring and control requirements of a given application can be met by low-cost MEMS acceleration sensors providing up to three axes, with customizable housing geometries and connectors. These devices are able to meet the need for flexibility and efficiency in the area of measurement and control for a wide spectrum of applications.

Summary Typically, expensive measuring equipment in the form of piezoelectric sensors is used to measure the vibrations of structures. Cost-efficient Micro Electro Mechanical Sensors (MEMS) used on systems boards may be designed as stand-alone sensors, by combining a printed circuit board developed by Fraunhofer LBF with an adaptable Rapid Prototyping Housing according to customer requirements. This solution

provides both the required accuracy and a high degree of flexibility to meet the requirements of a variety of users in the area of measurement and control systems.

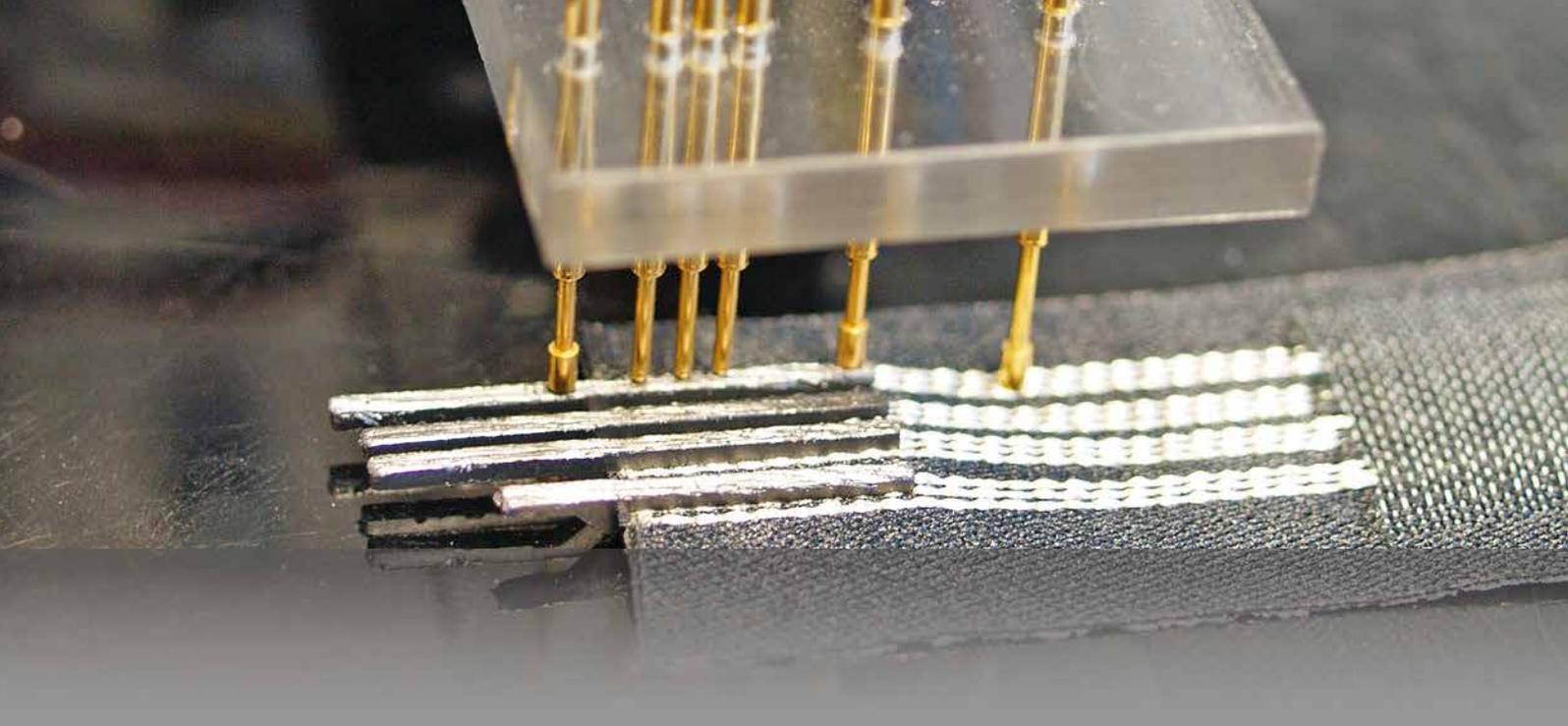


Dipl.-Kfm. André Neu,
Geschäftsführer ISYS
Adaptive Solutions
GmbH

„Durch die direkte Nähe zum Fraunhofer LBF ergibt sich für uns die Möglichkeit, fortschrittliche Ideen des Instituts auf kurzem Wege in Produkte umzusetzen.“

“Close proximity to Fraunhofer LBF enables us to implement the institute’s innovative solutions in our products in the shortest possible time.”





LEISTUNG AUF DEN PUNKT GEBRACHT | FOCUSED SERVICES

Elektrisch leitfähige Kunststoff- compounds für das Spritzgießen.

Electrically conductive plastic compounds for injection molding.

Contact: Wilfried Kolodziej · Telephone: +49 6151 705-8727 · wilfried.kolodziej@lbf.fraunhofer.de

Für Anwendungen im Bereich Signalübertragung und Elektronik sind häufig elektrische Steckverbindungen mit höchsten Anforderungen hinsichtlich Zuverlässigkeit, Mediendichtheit und wirtschaftlicher Herstellbarkeit gefragt. Hohe Anforderungen an die chemische Beständigkeit bzw. die Korrosionsbeständigkeit kommen vermehrt hinzu.

So enthalten Smart Textiles – wie sie z. B. zur Überwachung von Körperfunktionen für Feuerwehr oder Rettungsdienste eingesetzt werden – steckbare Kontaktierungen zwischen den Elektronikkomponenten, dem Textil und der Energieversorgung. Darüber hinaus sind in diesen Anwendungen zusätzlich Kontakte zur Erfassung von Körpersignalen erforderlich.

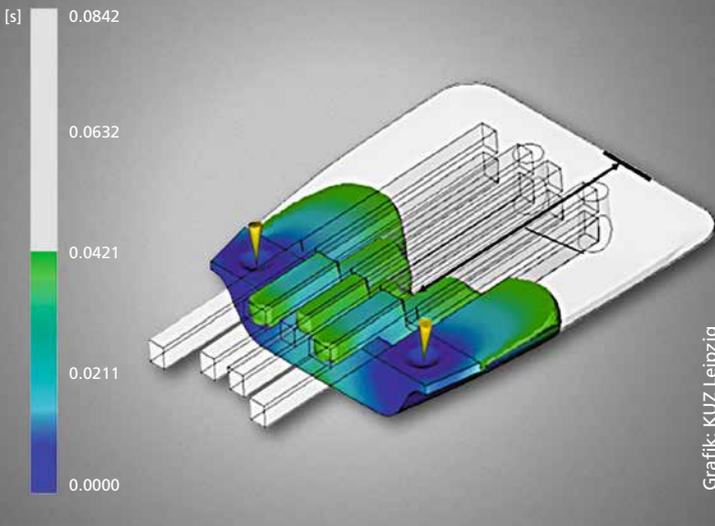
Die wesentlichen Merkmale dieser Kontakte sind:

- Sichere Kontaktierung von im Textil eingewobenen Leiterbahnen mit Elektronikkomponenten
- Steckbare Verbindung

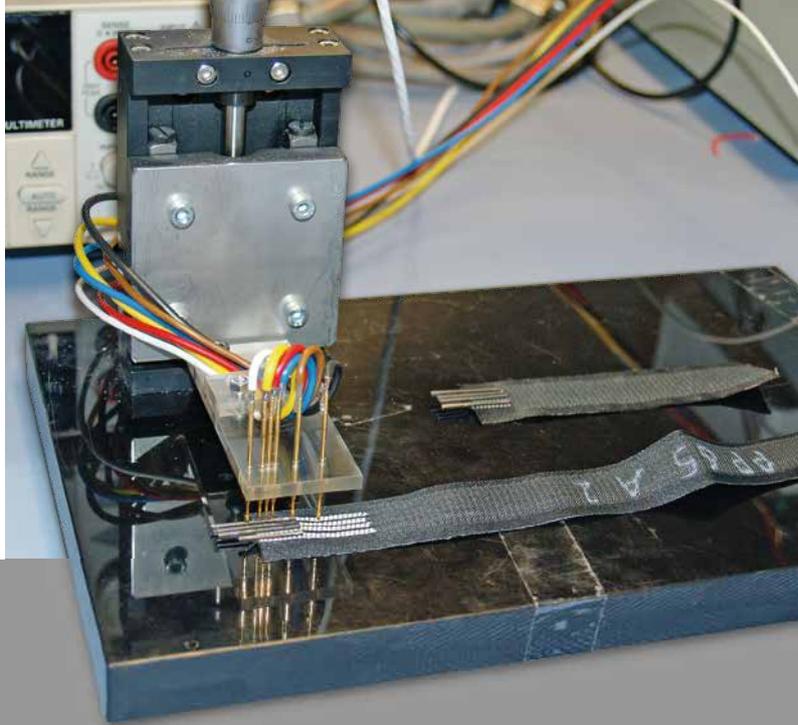
- Wirtschaftliche Herstellung insbesondere auch bei Anbindung des Steckers an textile Strukturen
- Beständigkeit der Steckkontakte gegen Waschlagen etc.
- Hautverträglichkeit der Kontaktwerkstoffe z. B. zur Überwachung von Körperfunktionen

Im Rahmen eines Gemeinschaftsprojektes mit dem Textilforschungsinstitut Thüringen-Vogtland (titv) und dem Kunststoff-Zentrum in Leipzig (KUZ) wurden im Bereich Kunststoffe des Fraunhofer LBF höchstgefüllte spritzgießbare Kunststoffcompounds als Kontaktwerkstoff entwickelt.

Zur elektrischen Signalübertragung wurden Mikrostecker im USB-Format entwickelt, die im Zweikomponenten-Spritzgießverfahren aus den leitfähigen Compounds hergestellt werden. Durch weitere Optimierungen an den Compounds konnten auch die Kontaktwiderstände an den Oberflächen reduziert und ein funktionierendes Steckersystem erarbeitet werden.



Grafik: KUZ Leipzig



*Füllsimulation der 2K PP-PP/Graphit Mikrosteckverbindung zur Werkzeugauslegung am Kunststoff-Zentrum Leipzig.
Filling simulation of the 2K PP-PP/Graphite micro connector for tool design at Kunststoff-Zentrum Leipzig.*

*Messaufbau der Abteilung Morphologie und Dynamik im Fraunhofer LBF, zur Messung des elektrischen Kontakt- und Materialwiderstands an der Polypropylen-Graphit Kontaktstruktur.
Measurement setup at the Department Morphologie und Dynamics of Fraunhofer LBF to detect the electrical contact resistance and material resistivity on the Polypropylene-Graphite contact structure.*

In einer Reihe von Qualifizierungsversuchen wurden die mechanische Festigkeit, die Abriebfestigkeit und die chemische Beständigkeit des Steckers gegenüber z. B. Waschvorgängen nachgewiesen.

Customer Benefits Pluggable contact configurations are used, for example, in fire fighter protective gear for monitoring vital functions during an assignment. The skin-tolerant material and the fact that the devices can be easily woven into textile fabrics increases the wearing comfort and therefore the acceptance of the protective gear by the user.

Summary In a project conducted jointly with the Thüringen-Vogtland Textile Research Institute (TiTV) and the Leipzig Plastics Center (Kunststoffzentrum Leipzig, KUZ), Fraunhofer LBF's Plastics Division has developed highly filled injection molding compounds suitable for use as contact material. Micro connectors in USB format for electrical signal transmission were designed, which were made from these electrically conductive compounds using a 2-component injection molding process.

The compounds were further optimized to reduce the contact resistance at the surfaces in order to provide a workable connector system.

During a series of qualification tests, mechanical strength, abrasion strength and chemical resistance of the connector, along with its capability to withstand processes such as wash-down, were determined.

*Die Kontaktstruktur aus dem leitfähigen, hochgefüllten PP-Graphit Compound, hier an einem flexiblen Band des titv.
Contact structure from the conductive, highly filled PP graphite compound, shown here mounted on a flexible strap of titv.*





LEISTUNG AUF DEN PUNKT GEBRACHT | FOCUSED SERVICES

Maßgeschneiderte Haftvermittler für Kunststoff-Metallverbunde.

Taylor-made coupling agents for polymer-metal hybrid and composite materials.

Contact: Dr. Roland Klein · Telephone: +49 6151 705-8611 · roland.klein@lbf.fraunhofer.de

Zur Gewichtsreduzierung werden im Bereich der Mobilität zunehmend Bauteile aus Metall durch solche aus Kunststoffen ersetzt. Kunststoffe alleine haben zwar eine geringe Dichte und können hohe Festigkeitswerte besitzen, sie erreichen jedoch nicht die Duktilität von Metallen. Um die Eigenschaften beider Werkstoffklassen in idealer Weise zu kombinieren, werden diese in Form von Werkstoffverbunden oder Hybridbauteilen zusammengefügt. Problematisch dabei ist jedoch oft die geringe Adhäsion zwischen Kunststoffen und Metallen.

Hohe Festigkeit der Grenzfläche.

Häufig werden solche Bauteile durch An- oder Hinterspritzen einer Kunststoffschmelze an ein Metallteil hergestellt. Dauerhaft beständige Verbindungen werden dabei meist konstruktiv durch Formschluss erzielt. Alternativ werden auch Haftvermittler eingesetzt, die allerdings üblicherweise nicht hinreichend individuell auf die eingesetzten Komponenten abgestimmt sind. So werden beispielsweise niedermolekulare Silane oder Reaktivklebstoffe auf Polyurethanbasis als Haftvermittler zwischen Stahl und Polyamiden oder Polyolefinen verwendet.

Ein erhebliches Potential zur Verbesserung der Hafteigenschaften zwischen Kunststoffen und Metallen – und damit auch der

Leistungsfähigkeit der Verbunde und Hybride – steckt in der Entwicklung neuer, maßgeschneiderter Haftvermittler und deren Verwendung zur Modifizierung der Grenzflächen. Bei den im Fraunhofer LBF entwickelten Haftvermittlern handelt es sich um partiell funktionalisierte Polymere, die mit der Metalloberfläche bzw. der sich darauf befindenden Oxidschicht eine kovalente Bindung eingehen können. Die nicht-funktionalisierten Teile der Haftvermittler sind mischbar oder identisch mit dem Polymer, das mit einem Metallteil verbunden werden soll. Diese Haftvermittler werden zunächst aus einer Lösung, zum Beispiel durch Tauchen, Streichen oder Sprühen, auf eine Metalloberfläche aufgetragen. Wird nach dem Abdampfen des Lösungsmittels die so vorbehandelte Metalloberfläche mit einer Polymerschmelze in Kontakt gebracht, bilden die Ankergruppen der Haftvermittler eine chemische Bindung zur Metalloberfläche aus, und die nicht funktionalisierten Teile des Haftvermittlers verschlaufen mit der Polymerschmelze (Abb.2).

In verschiedenen mechanischen Tests, beispielsweise mit Zug-, Zugscher- oder Schälversuchen, wurden die Festigkeiten unterschiedlicher Prüfkörper aus Metall und Kunststoff untersucht. In allen Fällen wurde dabei eine erhöhte Festigkeit der Grenzfläche zwischen Kunststoff und Metall gefunden, wenn die metallische Oberfläche mit den entwickelten Haftvermittlern vorbehandelt wurde (Abb. 1). Sowohl bildgebende als auch spektroskopische

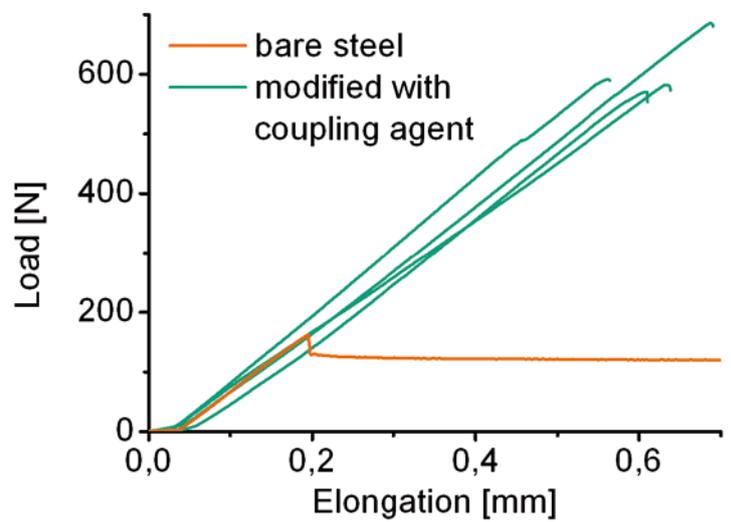
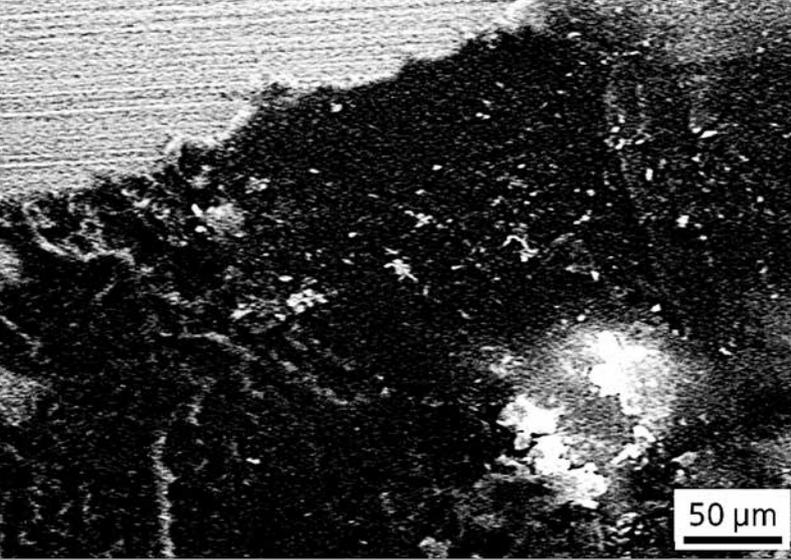


Abb. 1: Zugsheerversuche an Probekörpern aus Kunststoff und Metall. Orange: Metalloberfläche unbehandelt; grün: vorbehandelt mit maßgeschneiderten Haftvermittlern.
 Fig. 1: Tensile shear tests on polymer/metal specimens. Orange: untreated metal surface; green: treated with tailor-made coupling agents.

Untersuchungen der Bruchflächen zeigten, dass ein Versagen nicht in der Grenzfläche stattfindet, da auf der Metalloberfläche stets eine Polymerschicht verbleibt.

Customer Benefits On the basis of the project results, Fraunhofer LBF is able to create tailored coupling agents to improve the strengths of many kinds of polymer-metal interfaces. Selected examples are the combination of steel, aluminium, titanium or copper with impact modified thermoplastics, high performance polymers or thermoplastic elastomers.

Summary Hybrid materials and structures from polymers and metals are of high interest in lightweight construction. Herein the advantages of both classes of materials, such as reduced weight, stiffness, ductility or durability are combined in an ideal manner. Since low adhesion between polymers and metals often leads to problems, Fraunhofer LBF develops new polymer-based coupling agents. These coupling agents are able to be bound chemically onto metal surfaces and to be entangled with the polymer matrix. Polymer/metal-interfaces modified with these adhesion-promoters show improved strengths in various mechanical tests.

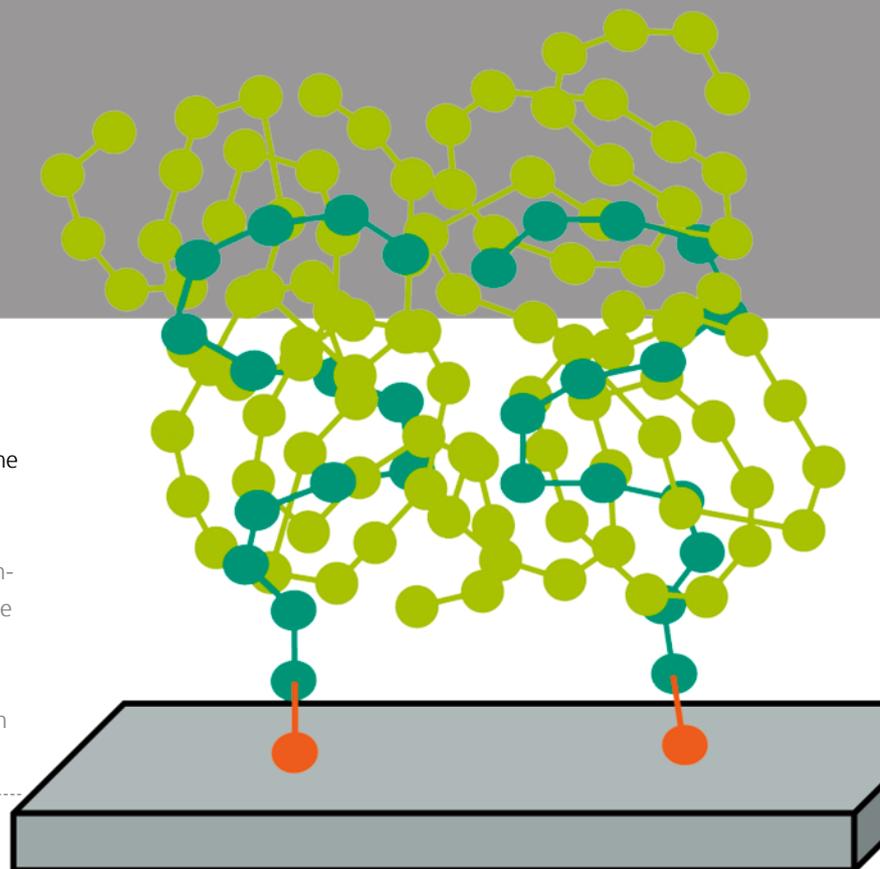


Abb. 2: Funktionsweise der Haftvermittler.
 Fig. 2: Functionality of the coupling agents.



LEISTUNG AUF DEN PUNKT GEBRACHT | FOCUSED SERVICES

Monitoring der Kunststoffalterung.

Better prediction of the lifetime of polymer materials.

Contact: Dr. Ingo Alig · Telephone: +49 6151 705-8659 · ingo.alig@lbf.fraunhofer.de

Auch Kunststoffe altern. Deshalb ist die Vorhersage der Lebensdauer für Kunststoffe in Außenanwendungen besonders wichtig. Korrosionsschutzbeschichtungen, harzbasierte Komposite für Windkraftanlagen und nicht zuletzt Bauteile in Autos, Bahnen oder Flugzeugen verlangen Langzeitstabilität. Da lange Prüfzeiten hohe Kosten verursachen und die Entwicklung verzögern, besteht seitens der Industrie seit langem der Wunsch nach kürzeren Prüfzyklen. Ein Weg der Zeitraffung ist die simulierte Bewitterung im Labor. Vielfach gelingt es jedoch nicht, die Ergebnisse der Freibewitterung nachzustellen. Abhilfe wird von zugeschnittenen Bewitterungszyklen und aussagekräftigen Früherkennungsmethoden erwartet.

Verfolgung von Alterung und Schädigung.

Bei der Kunststoffalterung läuft ein Wechselspiel vieler physikalischer und chemischer Prozesse ab: Bei hohen Temperaturen beschleunigen sich die molekularen Prozesse. Wasser oder organische Medien können in den Kunststoff eindringen und das Materialgefüge verändern. Additive werden ausgetrieben, und nicht zuletzt führen chemische Prozesse zur Materialversprödung oder zur Spaltung der Makromoleküle. Für die Lebensdauervorhersage muss man diese Prozesse erfassen, verstehen und in Modelle umsetzen.

Das erfordert aufwändige Dauerstandsversuche unter realistischen Umgebungsbedingungen. Gleichzeitig sind Schadensentstehung und -fortschritt zeitlich und räumlich zu erfassen. Im Bereich Kunststoffe stehen im Fraunhofer LBF geeignete Mess- und Prüftechnik zur Erfassung der Kunststoffalterung und das zugehörige Wissen zur Verfügung. Beispielsweise wurden Ultraschallmesstechnik (Abb. 1) und ortsauflösende kernmagnetische Resonanzspektroskopie (unilateral NMR, Abb. 2) in Bewitterungsgeräte integriert. Die In-Situ-Verfolgung der Materialveränderung erlaubt die Optimierung von Bewitterungszyklen. Eine zerstörungsfreie Prüfung der bewitterten Polymerbeschichtungen für Automobilanwendungen oder den Flugzeugbau erfolgt beispielsweise mit der weiterentwickelten Ultraschallmikroskopie. Signal- und Bildverarbeitungsmethoden erlauben die frühzeitige Erkennung und quantitative Bewertung von Schäden. Klassische Strukturaufklärung mit bildgebenden- und Streumethoden, dynamisch-mechanischer Analyse oder Differenzkalorimetrie ergänzen diese Spezialmethoden. Zur Erfassung chemischer Veränderungen dienen überdies Methoden zur Molmassenbestimmung und die optische Spektroskopie

Neues Labor für Feuchte und Lösungsmittelwirkung.

Bereits geringe Mengen an Wasser oder organischen Substanzen können als „Weichmacher“ im Kunststoff wirken und das Materialgefüge nachhaltig verändern. Um Feuchteaufnahme



Abb. 1: Ultraschallsensoren zur parallelen Charakterisierung von Beschichtungen in einem Gerät zur simulierten Bewitterung.
Fig. 1: Ultrasonic sensors for parallel characterization of coatings in a device for simulated weathering.

Abb. 2: Bewitterungsgerät mit einem höhenverschiebbaren Magneten für orts- und zeitaufgelöste Messungen mit Kernresonanzspektroskopie (uni laterale Festkörper-NMR).
Fig 2: Device for simulated weathering with a movable magnet for spatially and time-resolved measurements by nuclear magnetic resonance spectroscopy (unilateral solid-state NMR).

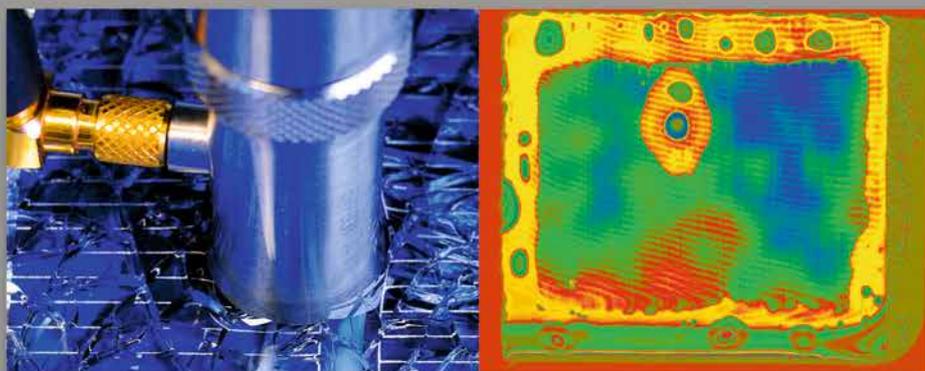


Abb. 3: Untersuchung eines beschädigten Solarmoduls mit einem Ultraschallmikroskop (links) und Ultraschallbild der Lackablösung von einem Metallblech (rechts).
Figure 3: Examination of a damaged solar panel with a scanning acoustic microscope (SAM) and SAM picture of coating delamination from a metal sheet (right).

und Sorption von organischen Substanzen zu erfassen, wurden aus Mitteln des Landes Hessen zwei neue Messplätze aufgebaut. Seit Jahresbeginn sind Sorption- und Diffusionsmessungen bei verschiedenen Luftfeuchten und Temperaturen sowie in organischen Flüssigkeiten möglich. Zudem wurde ein neuer Messplatz zur dynamisch-mechanischen Analyse unter Feuchte und in Lösungsmitteln installiert.

Customer Benefits Improved weathering tests and better prediction of the lifetime of polymer materials save time and reduce costs. Typical exterior applications of polymers are anti-corrosion coatings, resin-based composites in wind turbines or plastic components in cars, trains and airplanes. Time resolved monitoring of polymer aging and early detection of damages allow improving and speed-up simulated weathering and its comparability to outdoor weathering. New setups for the study of sorption and diffusion of moisture and organic liquids on plastic materials have been established. Better understanding of the interplay of different influencing factors provides the basis for improved damage models.

Summary The incorporation of ultrasonic sensors or a measuring head for nuclear magnetic resonance spectroscopy into a simulated weathering device allow the monitoring of aging processes in plastic materials in situ. In conjunction with

methods for early damage detection and classical structural elucidation weathering cycles can be shortened and damage models can be improved. The effect of moisture and organic liquids on the plastic aging can be examined with new measuring devices for sorption and diffusion and dynamic mechanical analysis under defined media exposure.



Dr. Oliver D. Rahäuser
Product Management
SUNTEST/
Xenotest
Atlas Material Testing
Technology GmbH
Vogelsbergstraße 22
64589 Linsengericht-
Altenhasslau

„Seit vielen Jahren kennen wir die Kollegen des Fraunhofer LBF als kompetente Forschungspartner. Es entstand ein gemeinsames Patent zur Integration von Ultraschallsensoren in Bewitterungsgeräte. Wir begrüßen den Ausbau der Kompetenz des Instituts bei der Früherkennung von Bewitterungsschäden und bei der Untersuchung des Medieneinflusses auf die Alterung.“

“We have known our colleagues at Fraunhofer LBF for many years and value them as reliable and competent research partners. Together, we developed a joint patent focusing on the integration of ultrasonic sensors into weathering devices. We welcome the widening of the institute’s expertise in the area of the early detection of weathering damage and the analysis of the influence of media on the aging process.”



Abb. 1: Pendelliege in ruhiger Umgebung.
Fig. 1: Pendulum lounger in quiet environment.

LEISTUNG AUF DEN PUNKT GEBRACHT | FOCUSED SERVICES

Reduktion der Schallabstrahlung einer Wellness-Liege.

Noise reduction of an active pendulum lounger.

Contact: Adam Skowronek · Telephone: +49 6151 16-6926 · skowronek@szm.tu-darmstadt.de

Aufgrund ihrer Nutzung in besonders ruhiger Umgebung müssen Produkte im Wellness-Sektor sehr hohe Anforderungen an ihre akustische Abstrahlung erfüllen. Besonders in Ruheräumen, die zur Entspannung z.B. nach einem Saunagang gedacht sind, können auch leise Geräusche als störend empfunden werden, so dass eine Senkung der Schallabstrahlung deutlich zur Steigerung des Komforts beitragen kann.

Abstrahlcharakteristik und Schallminderungsmaßnahmen.

Im Auftrag der Klafs GmbH, dem Weltmarktführer im Bereich Sauna, Wellness und Spa, wurde die Schallabstrahlung einer aktiven Liege untersucht. Diese ist in der Lage, pendelnde Querbewegungen auszuführen, die einerseits eine beruhigende Wirkung auf den Nutzer haben, sich jedoch andererseits auch akustisch äußern. Zunächst wurde die Schallabstrahlung der Liege durch auf den Umfang verteilte Mikrofone in verschiedenen Höhen erfasst. Dabei konnten der Frequenzinhalt sowie die Richtcharakteristik der Abstrahlung identifiziert werden. Für weitere Messungen wurde die Matratzenauflage entfernt, um die darunter liegenden Strukturen genauer untersuchen

zu können. Deren Schwingungsverhalten wurde durch Beschleunigungssensoren auf den bewegten sowie stationären Strukturen der Liege im Betrieb gemessen und analysiert, wobei sich vor allem Torsionsschwingungen aus der Antriebseinheit als wesentlicher Mechanismus der Schwingungserregung ergaben. Aufnahmen mit einer akustischen Kamera bestätigten diese Aussage, da sie eine deutliche Abstrahlung des Motors zeigten. Jedoch war in bestimmten Positionen des bewegten Schlittens auch die Abstrahlung anderer Elemente ersichtlich, in die der Antrieb Schwingungen einleitete (Abb. 3).

Auf der Grundlage der Messergebnisse wurde die Verringerung des eingeleiteten Körperschalls in die Trägerstruktur der Liege als vielversprechende Maßnahme zur Schallminderung identifiziert. Sie wurde in Form einer ringförmigen Konstruktion realisiert, die zwischen dem Motor und seinem tragenden Rahmen eingesetzt wurde und die ursprüngliche Ankopplung ersetzte. Durch diese Maßnahme konnte die Eingangsimpedanz des Rahmens gegenüber den Torsionsschwingungen deutlich erhöht werden. Anhand durchgeführter Messungen vor und nach Umsetzung dieser Maßnahme konnte ihre Wirksamkeit

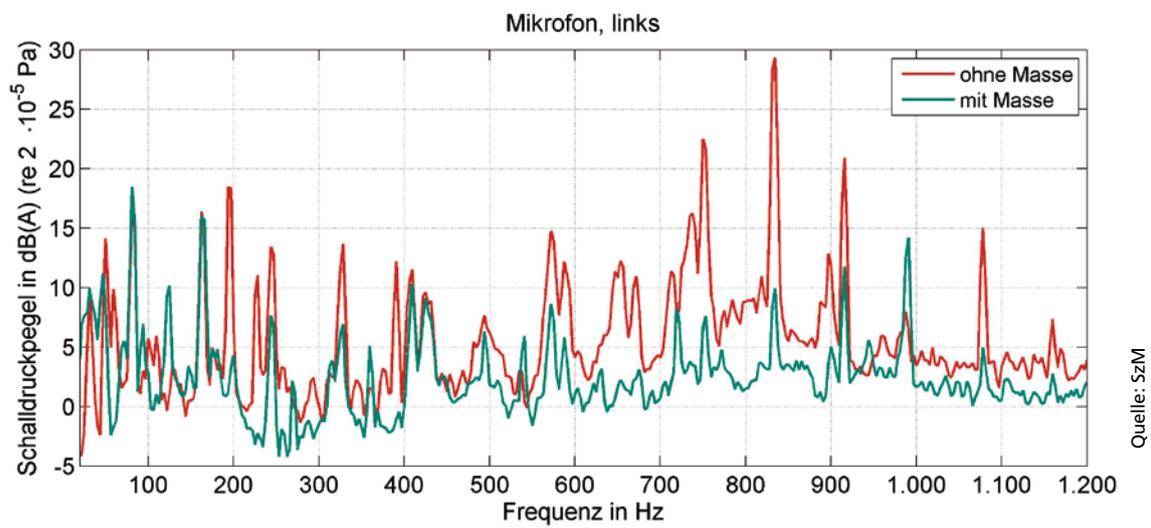


Abb. 2: Schalldruckpegel vor und nach der Maßnahme.
Fig. 2: Sound pressure level before and after corrective action.

bestätigt werden. So wurden die Schalldruckpegel störender Frequenzen oberhalb von 200 Hz um bis zu 17 dB(A) reduziert (Abb. 2). Auch im Höreindruck war die Verringerung der Schallabstrahlung wahrzunehmen.

Customer Benefits Based on the performed analysis the manufacturer is able to better assess the pendulum lounge's vibration and acoustic behavior. The approach developed and implemented by the research group Systems Reliability and Machine Acoustics SzM enabled the manufacturer to reduce the noise emitted by the lounge, thus noticeably increasing comfort and customer benefit.

Summary The project first determined the actual noise emitted by the lounge by measuring acceleration and sound pressure signals. Based on these measurements, a method of sound reduction was developed and verified by conducting the appropriate measurements. As a result, the manufacturer was able to significantly reduce the overall sound pressure level.

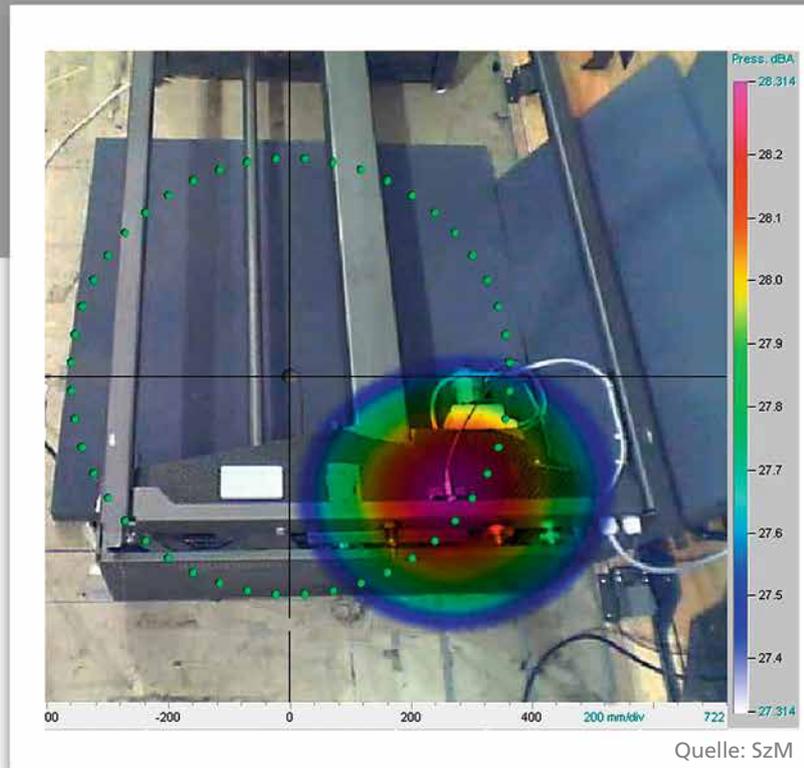


Abb. 3: Aufnahme einer akustischen Kamera.
Fig. 3: Picture from an acoustic camera.



Flammschutz für moderne, polymere Werkstoffe.

Flame-retardant solutions for advanced polymeric materials.



Contact: Prof. Dr. Manfred Döring · Telephone: +49 6151 705-8675 · manfred.doering@lbf.fraunhofer.de

Werkstoffe aus Kunststoff oder mit Composite- und Sandwichstrukturen setzen sich wegen ihrer herausragenden Materialeigenschaften (hohe Stabilität bei geringem Gewicht, hohe Betriebsfestigkeit aufgrund hoher Schadenstoleranz und Korrosionsstabilität) auch bei Strukturbauteilen zunehmend durch. Der Nachteil ist häufig deren Brandverhalten. Durch den Einsatz von Flammschutzmitteln können diese flammhemmend ausgerüstet werden. Die Anforderungen an die potentiellen Flammschutzmittel sind dabei sehr anspruchsvoll: Einmal sollen sie die Erfüllung der Brandschutznormen garantieren, die Material- und Verarbeitungsparameter der jeweiligen Kunststoffe nicht oder nur marginal beeinflussen, selbst nicht toxisch und umweltverträglich sein, im Brandfall möglichst wenig schädliche Substanzen generieren, und letztendlich muss das Preis-Leistungs-Verhältnis stimmen.

Aufgrund dieses Anforderungsprofils und der zunehmenden Bedeutung flammgeschützter Hochleistungswerkstoffe fokussieren wir uns verstärkt auf den Flammschutz dieser Werkstoffe. Beginnend mit der Synthese neuer, toxisch unbedenklicher Flammschutzmittel über die Formulierung und Rezepturenentwicklung für Kunststoffe und Composites mit optimalen Eigenschaften bis zur umfassenden Austestung und

Charakterisierung dieser, sollen im Fraunhofer LBF Kapazitäten über die Bereiche und Abteilungen hinweg gebündelt werden.

Im Einzelnen sind folgende Aktivitäten geplant:

- Entwicklung, Synthese, Optimierung und Upscaling halogenfreier Flammschutzmittel;
- Testen der Effizienz der Flammschutzmittel und synergistischer Abmischungen in Kunststoffen;
- Formulierungsoptimierung und Rezepturenentwicklung für Thermoplaste, Duromere sowie Composite;
- Aufbau eines Brandlabors, umfassende analytische Charakterisierung von flammhemmend ausgerüsteten polymeren Werkstoffen.

Leichtbau für Elektrofahrzeuge – Die europäischen Projekte ALIVE und ENLIGHT.

Lightweight design for electric cars – European projects ALIVE and ENLIGHT.



ALIVE



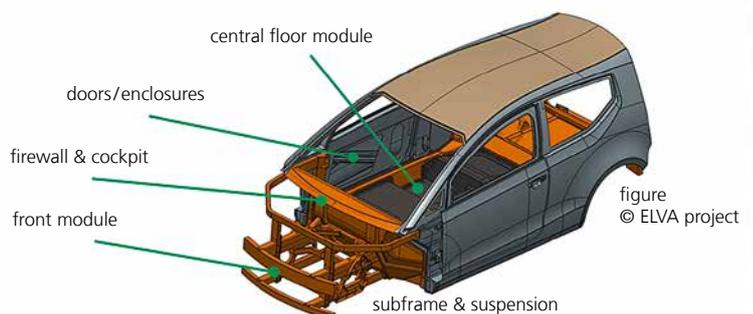
ENLIGHT



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

Im Rahmen der PPP Green Cars Initiative (GCI) werden seit Anfang Oktober 2012 die zwei miteinander vernetzten Leichtbauprojekte ALIVE - Advanced High Volume Affordable Lightweighting for Future Electric Vehicles und ENLIGHT – Enhanced Lightweight Design von der Europäischen Kommission gefördert. Beide Projekte gelten als Nachfolgeprojekte des im 6. Rahmenprogramm erfolgreich abgeschlossenen IP Super Light Car, an dem auch das Fraunhofer LBF beteiligt war. Sowohl ALIVE als auch ENLIGHT haben zum Ziel, das Strukturgewicht von Elektrofahrzeugen ohne Antrieb um bis zu 50 % zu reduzieren. Ausgangspunkt ist eine in dem europäischen Projekt ELVA neu entwickelte Fahrzeugarchitektur für Elektrofahrzeuge, die nun als Prototyp mit neuartigen Werkstoffen und Fertigungsverfahren umgesetzt werden soll. In ALIVE werden vornehmlich metallische Leichtbauwerkstoffe betrachtet und für diese Fertigungs- und Fügeverfahren für die kostengünstige Massenfertigung entwickelt. ENLIGHT dagegen fokussiert auf Kunststoffe, die in Kleinserien bis zu 50.000 Stück/Jahr eingesetzt werden können. Über beide Projekte sind insgesamt sieben europäische Automobilhersteller und sieben wesentliche Zulieferer für Strukturbauteile involviert, welche durch führende Forschungsinstitute und Universitäten unterstützt werden. Das Fraunhofer LBF als Mitinitiator beider Projekte koordiniert dabei das IP ENLIGHT und ist in dem Lenkungsreis von ALIVE vertreten.

Beide Projekte sind in dem Werkstoff-Cluster SEAM – Safe Efficient Advanced Materials eingebunden, welches durch die beiden kleineren, die Fahrzeugsicherheit adressierenden Projekte MATISSE und SafeEV, komplementiert wird. Das SEAM-Cluster repräsentiert dabei ein Projektvolumen von über 30 Mio. € mit einer Fördersumme von 19 Mio. € durch die EC. Insgesamt sind 47 Partner aus 11 europäischen Ländern involviert. Damit ist das SEAM-Cluster die größte Initiative zum Thema Fahrzeugleichtbau seit dem SLC Projekt. Über das SEAM-Cluster wird eine enge Vernetzung aller vier Projekte, der Austausch von Ergebnissen und der Aufbau gemeinsamer Demonstratoren sowie eine fokussierte Vermarktung der Projekte sichergestellt. Das Sekretariat des SEAM-Cluster wird vom Fraunhofer LBF geleitet.



Schadensanalytik von Kunststoffen.

Cutting edge in failure analysis of plastics.



Contact: Dr. Robert Brüll · Telephone: +49 6151 705-8639 · robert.bruell@lbf.fraunhofer.de

Kunststoffe ersetzen traditionelle Werkstoffe in vielen Langzeitanwendungen, die bisher Metallen oder keramischen Werkstoffen vorenthalten waren. Typische Beispiele sind Lagerbehälter, Rohre oder Komponenten im Automobilbau. Dort sind die Kunststoffe jedoch vielfach Bedingungen ausgesetzt, die zu einem Materialabbau führen können. Dazu gehören beispielsweise aggressive Medien wie Säuren und Öle, aber auch Sonnenstrahlung und Feuchtigkeit. Im Laufe der Anwendungszeit kann es zu Materialversagen kommen, welches zu äußerst kostspieligen Schäden führen kann.

Für eine sachgerechte Anwendung sind daher die Auswahl des Kunststofftyps sowie dessen Additivierung von entscheidender Bedeutung. Der „klassische“ Ansatz der Schadensanalytik ist es, Schichten mechanisch aus einem Bauteil zu präparieren und diese einzeln mit unterschiedlichen Techniken zu analysieren. Dies ist sehr arbeitsaufwändig und aufgrund der Probenahme schlecht reproduzierbar. Neu am LBF entwickelte analytische Methoden ermöglichen es nun, Veränderungen an Kunststoffbauteilen infolge von Medienkontakt oder Bestrahlung bereits viel frühzeitiger und mit höherer Präzision zu erkennen: Als Ergebnis mehrjähriger

Forschungsanstrengungen gelang es, bildgebende Techniken so weiterzuentwickeln, dass damit beispielsweise der Verlust von Additiven aus Kunststoffbauteilen und Veränderungen des molekularen Aufbaus des Kunststoffs mit bisher nicht gekannter Informationstiefe dargestellt werden können. Die Analyse kommt mit kleinsten Materialmengen aus: Hierzu wird ein Mikrotomschnitt des Bauteils präpariert und mittels Infrarotmikroskopie untersucht. Durch Auswertung geeigneter Absorptionsbanden im Spektrum kann so beispielsweise die Verteilung von Thermo- oder Lichtschutzstabilisatoren im Bauteil präzise in einem Konturplot mit farbcodierter Häufigkeit dargestellt werden.

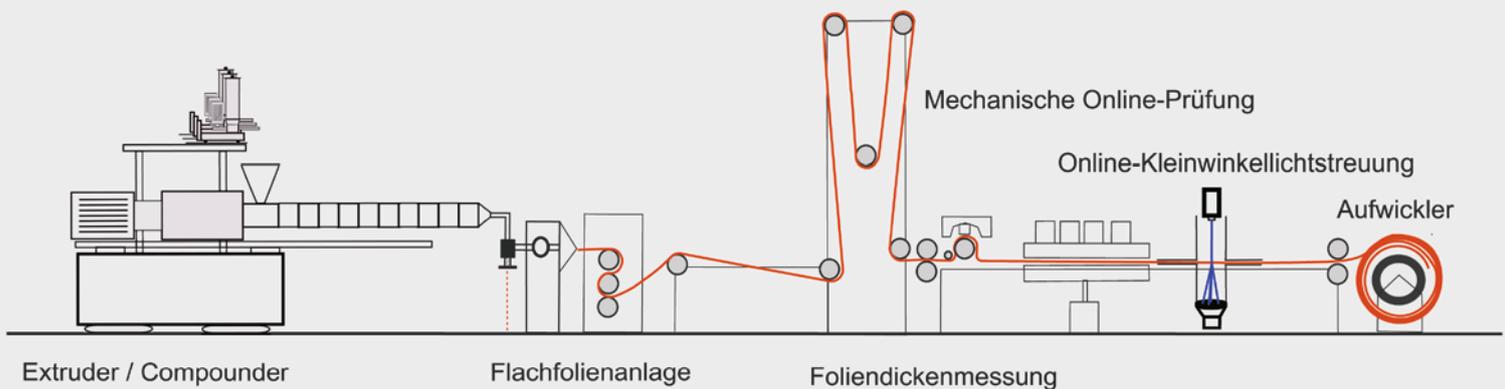
Derartige Untersuchungen können nicht nur mit großem Erfolg zur Schadensanalytik eingesetzt werden. Sie stellen gleichermaßen eine äußerst wertvolle Ergänzung zu klassischen Materialprüfungen dar und ermöglichen es, die Ursache für nicht bestandene Tests oder Materialversagen zu ermitteln. Dies wiederum eröffnet dem Bauteilhersteller die Möglichkeit, Kunststoffe und/oder stabilisierende Additive gezielt auszuwählen und die Qualität von Bauteilen für bestimmte Anwendungen maßzuschneidern.

Technologievorsprung durch gezielte Rezepturscreening-Methoden.

Technological leadership through systematic formulation screening methods.

Gradientendosierung (CC)

Rezeptur-Screening (HTS)



Contact: Jan Barth · Telephone: +49 6151 705-8765 · jan.barth@lbf.fraunhofer.de

Kunststoffe substituieren in vielen Anwendungen die klassischen Werkstoffe und sind dadurch in unserem Leben allgegenwärtig geworden. Ein wesentlicher Erfolgsfaktor der Kunststoffe liegt darin, dass sich das Eigenschaftsprofil dieser Werkstoffklasse auf den jeweiligen Anwendungsfall individuell einstellen lässt. Durch das Einarbeiten von Additiven, Füll- und Verstärkungstoffen oder durch das Blenden mit einem anderen Kunststoff, lassen sich die Eigenschaften in weiten Grenzen modifizieren.

Durch die stetig steigenden Anforderungen an neuartige Kunststoffrezepturen ist in der Praxis zu beobachten, dass die Komplexität der Formulierungen zunimmt. Mit jeder Anpassung der Rezeptur an neue Anwendungen nehmen meist auch die Anzahl der Rezepturbestandteile, und damit auch die Wahrscheinlichkeit von unerwarteten Wechselwirkungen zwischen den Komponenten, zu. Hinzu kommt, dass nicht nur die Zusammensetzung der Rezeptur, sondern auch die Compoundier- und Verarbeitungsbedingungen die Werkstoffmorphologie und damit auch das Eigenschaftsprofil wesentlich beeinflussen. Mit klassischen Entwicklungsmethoden ist diese Aufgabe in vertretbarer Zeit kaum zu bewältigen.

Ein Ansatz, die Entwicklung zu beschleunigen, besteht darin, kombinatorische Methoden auf den Compoundierprozess zu übertragen und Screening-Methoden anzuwenden. Am Fraunhofer LBF wurde ein System für das Combinatorial Compounding (CC) und das High Throughput Screening (HTS) entwickelt und erprobt. Dieses System besteht aus einem Zweischnellenextruder und anschließender Folienextrusion. Für das kombinatorische Compoundieren werden unterschiedliche Rezepturbestandteile kontinuierlich zu- bzw. abdosiert. Auf diese Weise können schnell „unendlich“ viele Rezepturen hergestellt werden, welche online auf ihre Eigenschaften untersucht werden. Durch diese Methodik kann in kürzester Zeit ein Rezeptur-Prozess-Eigenschafts-Screening in einem großen Formulierbereich untersucht werden und Compoundrezepturen mit besonderem Eigenschaftsprofil für weitere Untersuchungen herausgefiltert werden. Unternehmen bzw. Unternehmensbereiche, die sich mit der Kunststoffformulierung befassen, können von dieser neuen Methodik profitieren. Ebenso klassische Kunststoffverarbeiter (z. B. Folienproduzenten), wenn z. B. bei gegebener Formulierung ein optimales Prozessfenster ermittelt werden soll.

Festwalzsimulation – kostengünstig und schnell.

Deep Rolling Simulation – cost-efficient and fast.



Contact: Christian Diefenbach, Klaus Störzel · Telephone: +49 6151 705-273 · klaus.stoerzel@lbf.fraunhofer.de

Die fortwährenden Bestrebungen nach leichten, kompakten aber auch leistungsstärkeren Konstruktionen erfordern immer häufiger die Anwendung festigkeitssteigernder Maßnahmen in Form von Randschichtverfestigungsverfahren. Ein Beispiel hierfür sind Kurbelwellen, bei denen insbesondere das Festwalzen der Übergangsradien zwischen Lagerzapfen und Kurbelwellenwange zur Schwingfestigkeitssteigerung angewandt wird. Die Schwingfestigkeitssteigerung durch solche mechanischen Oberflächenbehandlungsverfahren basiert überwiegend auf den in die Randschicht schwingbruchkritischer Bereiche eingebrachten Druckeigenstressungen.

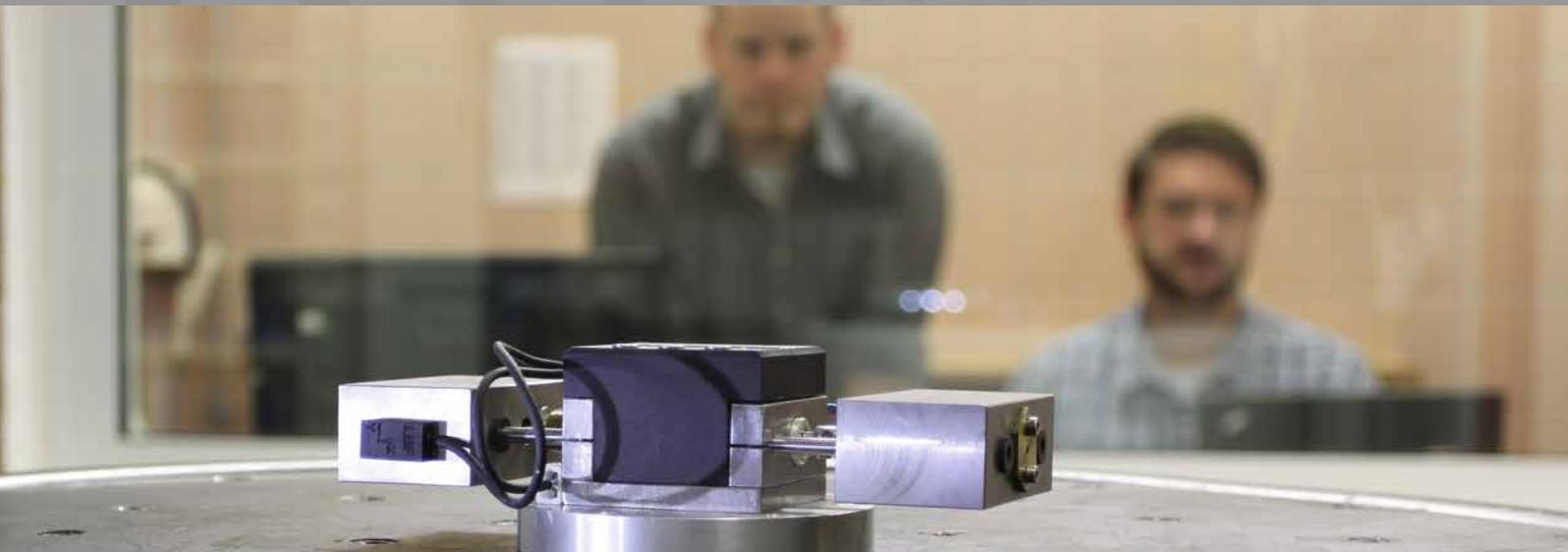
Durch die immer kürzeren Entwicklungszeiträume ist es in zunehmendem Maße notwendig, die Wirkung solcher festigkeitssteigernden Verfahren im Vorfeld rechnerisch beurteilen zu können. Ausgangspunkt hierfür ist die rechnerische Ermittlung der Eigenspannungsverteilung nach dem Festwalzen. Derzeit müssen diese Eigenspannungen durch zeitaufwändige Finite-Elemente-Berechnungen ermittelt werden, bei denen die zeitliche Abfolge des Überrollens direkt simuliert wird. Umfangreiche Parameterstudien zur Optimierung der Verfahrensparameter sind mit vertretbarem Aufwand damit nicht möglich.

Daher wurde im Fraunhofer LBF ein einfaches, halbanalytisches Berechnungsverfahren zur Ermittlung der Eigenspannungsverteilungen infolge Festwalzens entwickelt. In Verbindung mit Kontaktberechnungen mit linear elastischem Werkstoffverhalten auf Basis der Finite-Elemente-Methode, die mit relativ geringem Rechenaufwand durchgeführt werden können, wird unter Berücksichtigung der Stationarität des Walzvorgangs die elastisch-plastische Zustandsänderung der Werkstoffelemente beim Durchgang unter der Walze analytisch ermittelt.

Mit diesem neuen Berechnungsverfahren konnte der Berechnungsaufwand reduziert und insbesondere die Rechenzeiten deutlich verkürzt werden. Damit kann das Fraunhofer LBF seinen Kunden Festwalzsimulationen über kostengünstige und sowohl kurzfristig als auch schnell durchzuführende Dienstleistungsprojekte bieten.

Zuverlässigkeitsuntersuchungen von adaptiven Tilgern.

„Design to Reliability“ for active vibration absorbers.



Contact: Thomas Pfeiffer · Telephone: +49 6151 705-392 · thomas.pfeiffer@lbf.fraunhofer.de

Aus der ansteigenden Kostenentwicklung für Konstruktionsverbesserungen entlang der Produktentstehung ist ein möglichst frühes Einbinden von Zuverlässigkeitsinformationen wünschenswert. Für komplexe adaptronische Systeme fehlen hier allerdings entsprechende Ansätze. Daher wurde für einen adaptiven Tilger ein „Design to Reliability“-Ansatz gewählt. Dies führte zu einer Leistungsoptimierung und damit einhergehend zu einer kürzeren Entwicklungszeit für den Tilger und daraus resultierend zu höherer Kosteneffizienz.

Tilger werden üblicherweise zur Verringerung von Vibrationen in Strukturen und Maschinen eingesetzt. Ihr Vorteil sind geringe Fertigungskosten bei einfacher Auslegung. Sie sind vor allem für Anwendungen mit störenden tonalen und harmonischen Erregungsfrequenzen geeignet. In vielen Fällen ändert sich jedoch die störende Frequenz, zum Beispiel aufgrund von wechselnden Umgebungsbedingungen oder Anfahrvorgängen. Dies erfordert entweder eine Tilgerauslegung mit einem hohen Dämpfungsgrad, der jedoch eine geringere Effektivität aufweist, einer hohen Masse, was meist nicht möglich ist, oder einen einstellbaren Tilger, der sich an die veränderten Randbedingungen anpasst. Im Rahmen des

Forschungsprogramms LOEWE AdRIA wurden verschiedene Konzepte von einstellbaren Tilgern entwickelt. Durch den Einsatz von intelligenten Regelsystemen, aktiven Elementen und Sensoren zur Vibrationsmessung werden diese Tilger adaptiv, d. h. sie passen automatisch ihre Resonanzfrequenz an die Erregerfrequenz an.

Um die frühe Einbindung von Zuverlässigkeitsuntersuchungen in den Konstruktionsprozess zu gewährleisten, wird ein Arbeitsdesign festgelegt. Aus diesem leiten sich Zuverlässigkeitstests ab, die parallel zum eigentlichen Entwicklungsprozess ausgeführt werden und deren Ergebnisse in die Iterationsschritte des Konstruktionsprozesses einfließen. Im Falle der adaptiven Tilger wurden für die Zuverlässigkeitstests hochabgestimmte Varianten der Tilger hergestellt, die Testzeit für die Tilger wird dabei um den Faktor 4 verkürzt.

Mit Hilfe dieses Ansatzes wurden Möglichkeiten erarbeitet, Zuverlässigkeitsuntersuchungen in die frühe Phase der Entwicklung zu integrieren. Des Weiteren wurden Erfahrungen mit beschleunigten Testverfahren gesammelt und durch die parallele Ausführung der Tests die Entwicklungszeit individuell verkürzt.

10 Jahre European Automotive Research Partners Association EARPA.

10 Years European Automotive Research Partners Association EARPA.



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

Im Juli 2012 hat die European Automotive Research Partners Association, kurz EARPA, ihr 10-jähriges Jubiläum gefeiert. Das Fraunhofer LBF ist EARPA kurz nach seiner Gründung als einer der ersten Partner beigetreten. Die mittlerweile 39 Mitglieder von EARPA repräsentieren sowohl große forschende Ingenieursdienstleister, klein- und mittelständische Unternehmen als auch Forschungsinstitute und Universitäten. In seiner 10-jährigen Geschichte hat sich EARPA als Vereinigung der unabhängigen Forschungsdienstleister für die Automobilindustrie zu einem bedeutenden Element im Europäischen Forschungsraum entwickelt, indem es aktiv mit allen Interessengruppen wie EUCAR, CLEPA oder ECTRI, mit der Europäischen Kommission sowie den automobil-relevanten Technologieplattformen wie ERTRAC, EPoSS oder ARTEMIS zusammenarbeitet. Dieses umfasst die aktive Mitarbeit in den jeweiligen Expertengremien sowie das Vorantreiben von eigenen Forschungsthemen über Positionspapiere und Forschungsagenden. Innerhalb von EARPA spielt das Fraunhofer LBF eine zentrale Rolle, u. a. ist es seit 2011 Mitglied des Vorstandes von EARPA. Fraunhofer LBF leitet die Arbeitsgruppe Werkstoffe, Design und Produktion. EARPA ist für das Fraunhofer LBF einer der wesentlichen Eckpfeiler seiner Vernetzung im europäischen Forschungsraum. EARPA war und ist die zentrale Plattform für die erfolgreiche Akquise

von Forschungsprojekten in dem 6. und 7. Forschungsrahmenprogramm der EU. Über EARPA wurden unter anderem die IP InMAR und APROSYS, die Kollaborationsprojekte Green City Car und Maintenance on Demand und kürzlich die maßgeblichen Leichtbauprojekte ALIVE und ENLIGHT initiiert und erfolgreich eingeworben. Neben der Projektakquise steht aber vor allem die Gestaltung der Inhalte der europäischen Forschungsrahmenprogramme im Vordergrund. So konnte sich das Fraunhofer LBF dank EARPA aktiv mit ERTRAC, EPoSS und ECTRI vernetzen und enge Kontakte mit allen automobilen Key Playern auf europäischer Ebene knüpfen. So war das Fraunhofer LBF aktiv an der strategischen Forschungsagenda von ERTRAC und der gemeinsamen, von ERTRAC, EPoSS und Smart Grid definierten, European Industry Roadmap Electrification of Road Transport, welche die Grundlage für die Green Vehicle Initiative bildete, beteiligt.

Das langfristige Engagement des Fraunhofer LBF in EARPA wird so auch die Grundlage für eine starke Position in dem kommenden Horizon 2020 bilden.



Piezobasierte Prüftechnik – Neue Möglichkeiten für die experimentelle Betriebsfestigkeit.

Piezo based test facilities enhance experimental fatigue research.



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

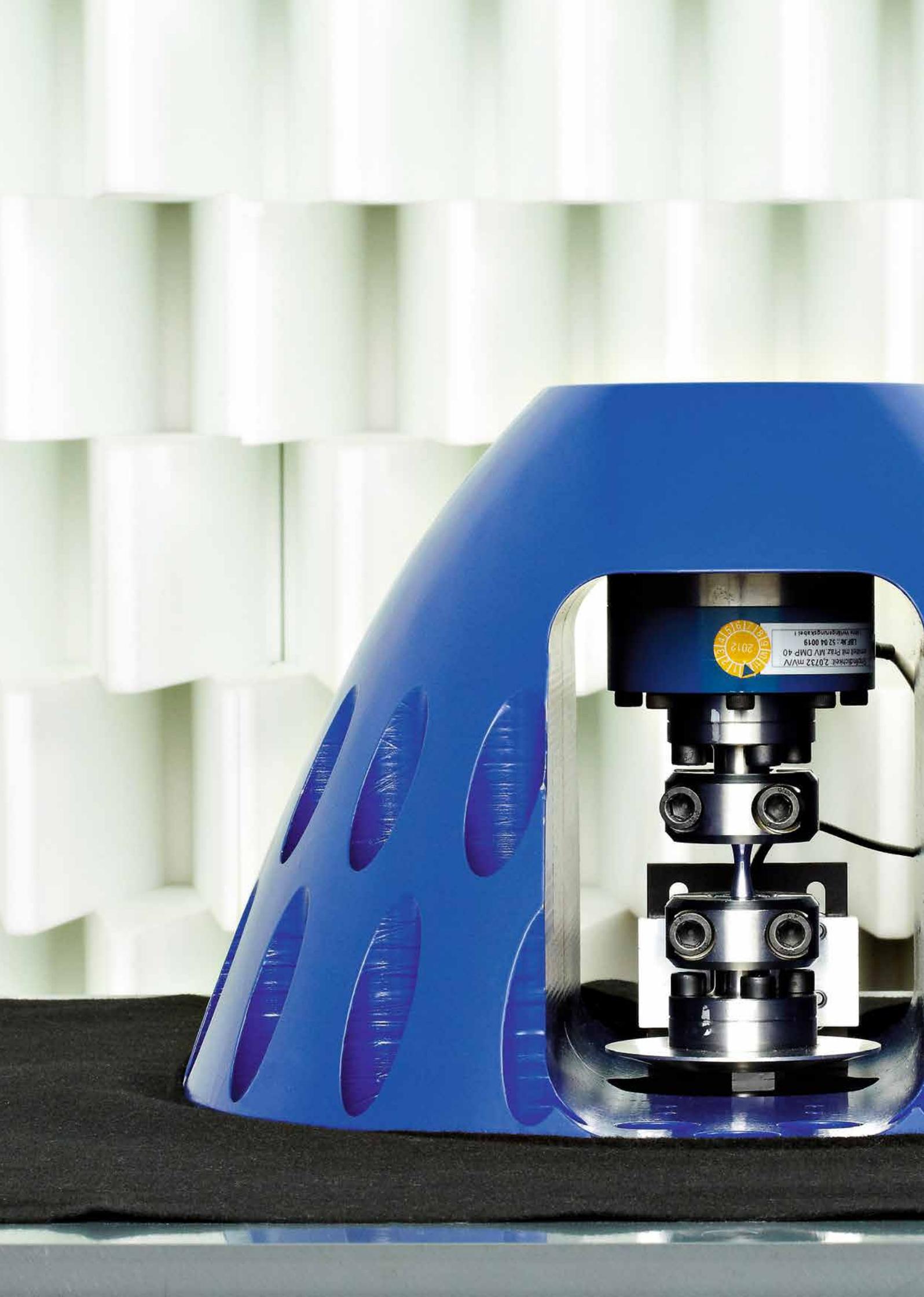
Globale und anhaltende Entwicklungstrends wie Miniaturisierung und Einsatzzeitverlängerung erfordern neue Ansätze in der experimentellen Betriebsfestigkeit zur Charakterisierung des zyklischen Werkstoffverhaltens. Die Anforderungen hinsichtlich der Prüffrequenzen sowie Auflösung der reproduzierbaren Prüfkräfte und -wege werden fortlaufend gesteigert, so dass diese heute schon mit den bisher kommerziell erhältlichen Prüfsystemen, sei es aus technischen, wirtschaftlichen oder zeitlichen Gründen, teilweise nicht mehr zu realisieren sind.

Piezokeramische Aktoren, deren Weg- bzw. Kräfteerzeugung auf einem Festkörpereffekt beruht, zeichnen sich durch sehr gute dynamische Eigenschaften aus und sind hinsichtlich der erzielbaren Reproduzierbarkeit im Stellweg bzw. in der Stellkraft den anderen, in Prüfsystemen für zyklische Versuche eingesetzten, Aktoren deutlich überlegen.

Aus diesem Grund hat das Fraunhofer LBF ein internes Entwicklungsprojekt mit dem Ziel gestartet, die Vorteile der piezokeramischen Aktorik auf zyklische Versuche anzuwenden, um so die zukünftigen Anforderungen im Bereich der

experimentellen Betriebsfestigkeit zu erfüllen. In Kooperation mit dem Spin-Off ISYS Adaptive Solutions GmbH ist ein piezobasiertes Prüfsystem entstanden, in dem sich die 75-Jährige Erfahrung des Fraunhofer LBF hinsichtlich zyklischer Werkstoffcharakterisierung widerspiegelt. Aufgrund der modularen Bauweise lässt sich dieses auf weitere Prüfaufgaben anpassen. Durch den konsequenten und kompromislosen Einsatz der piezokeramischen Aktorik erweitert es die Grenzen der experimentellen Prüftechnik und ergänzt das bestehende Portfolio an Schwingprüfmaschinen. Schwingfestigkeitsversuche mit einer reproduzierbaren Wegauflösung unter $1\ \mu\text{m}$ bzw. Prüfkräften ab 1 N werden ebenso ermöglicht wie hochfrequente Prüfungen mit bis zu 1000 Hz im kN-Bereich.

Während der Entwicklungszeit sind unterschiedliche Prototypen bereits in öffentlich geförderten Forschungsprojekten, z. B. DFG-Schwerpunktprogramm 1466 „Life unendlich“, und auch in bilateralen Projekten eingesetzt worden. Gegenwärtig entstehen zudem zwei Dissertationen, die neue, mit Hilfe der piezobasierten Prüftechnik erzielte Erkenntnisse erwarten lassen.



2012

Prüfnummer: 2.0732 mV/V
Prüfdatum: 02.04.2019
Prüfungsort: 1



Labor- und Prüfeinrichtungen.

Laboratory equipment and large equipment.

Flexibel testen

Variable Versuchsaufbauten
Stationäre Versuchsaufbauten

Materialographie

Mehrkörpersimulation

Sonderversuchsstände

Realitätsnah simulieren

Umweltsimulation

LBF®.Softwareproducts

Schnelle Prüftechnik VHCF

Functional Digital Mockup

Mit der dynamischen Prüfmaschine (HTM5020) am Bereich Kunststoffe werden Zug- und Schubversuche bis 20m/s durchgeführt.

The dynamic testing machine (HTM5020) of the Division Plastics allows tension and shear tests with a haul off speed up to 20 m/s.



Weitere Labor- und Prüfeinrichtungen des Fraunhofer LBF finden Sie auf unserer Internetseite:

www.lbf.fraunhofer.de/labor





Labor- und Prüfeinrichtungen für Ihre individuellen Anforderungen.

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

Flexibel testen und realitätsnah simulieren

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.

Profitieren Sie auch von unserer engen Zusammenarbeit mit richtungweisenden Gremien und der Vernetzung mit regionalen, hoch qualifizierten Partnern. Das Fraunhofer LBF realisiert anwendungsorientierte, effiziente Lösungen von höchster Qualität, die Sie bei Ihrer Produktentwicklung unterstützen: Mit Sicherheit innovativ!

Experimentelle Simulationstechniken

Variable Versuchsaufbauten:

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

Stationäre Versuchsaufbauten:

- 8 Zweiaxiale Rad/Naben-Versuchsstände für Pkw, Nutz- und Sonderfahrzeuge sowie Motorräder einschließlich Bremssimulation und Antriebssimulation
- vollkinematischer Rad-Straßensimulator W/ALT (Wheel Accelerated Life Testing)
- 25-Kanal Ganzfahrzeugprüfstand für Pkw, Transporter, Elektro- und Hybridfahrzeuge
- 12-Kanal-Achsprüfstand für Betriebsfestigkeitsuntersuchungen komplexer Systeme von Pkw- und Nutzfahrzeugachsen
- flexibel einsetzbarer 8-Kanal-Prüfstand (Nutzfahrzeuge, Militärfahrzeuge, Schienenfahrzeuge)
- Versuchsaufbau zur 2- oder 3-kanaligen Prüfung von Sattelkupplungen
- Prüfstand für Adaptive Strukturen im Automobil (ASF)
- Getriebeprüfstand für Komponenten im Antriebsstrang (Antriebswellen, Gelenke, Kupplungen und Komplettgetriebe), Nenndrehmoment max. 2000Nm, 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 2500kN
- Resonanzprüfmaschinen für Prüfkräfte von 20 bis 600kN
- Kleinlastprüfstände ab 1N
- 3 Tension-Torsion Prüfstände
- 2 Elastomerprüfstände (1- und 3-Kanal)
- Fallgewichtsanlage bis 11 000J Energieeintrag
- Impactprüfstände von 2 bis 800J, z. B. für Leichtbaustrukturen,
- Statische Zug- und Druckprüfung mit bis zu 200kN, 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 Felgengrößen und statische Radlasten
- 4 Nfz-Messräder der Firma KistlerIGel RoaDyn® S6HT mit Vertikal- und Longitudinalkraft maximal 200 kN, Seitenkraft maximal 100 kN, und entsprechende Brems-/Antriebs-, Hoch- und Längsmomente an verschiedene Fahrzeuge und Konfigurationen anpassbar
- System zur Ortung von Schäden in Großstrukturen (Acoustic Emission)
- Farbeindringprüfung
- Faseroptische Dehnungsmesstechnik mit Spleißgerät und mehreren Interrogatoren
- Ultraschallhandgerät mit verschiedenen Frequenzbereichen für Metalle und Kunststoffe
- Berührungslose Messung der Dehnungsverteilung mit 3D-Kamerasystem bis 400 Hz
- Optische Dehnungsregelung von Wöhlerversuchen mit Kunststoffen
- Computertomographie und Röntgenlaminographie, z. B. für große flächige Faserverbundstrukturen
- ...

Strukturschwingungen und Akustik:

- Halbschalltote Messumgebung
- Schallpegelmesser, Messmikrophone, 2 Mikrophonarrays
- mehr als 50 Beschleunigungsaufnehmer, großteils dreiaxig
- Impulshämmer, elektrodynamische Shaker
- Scanning Vibrometer (ein- und 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 transientser akustischer Holographie, auch mit gekrümmten Mikrophonarrays
- Betriebsschwingformanalyse
- Output-Only Modalanalyse
- Bewegungs- und Verformungsanalyse inkl. Visualisierung mit Hochgeschwindigkeitskameras

Sonderversuchsstände:

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

Prototypen Fertigung:

- Kunststoff-Lasersinter-System EOSINTP3
- Drahterodiermaschine
- Startlochbohrmaschine
- Wasserstrahlschneidanlage
- 3D-Drucker
- Fräsmaschine Datron M8
- Ätzanlage
- Reflow Ofen



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

Material- und Bauteilentwicklung

Für die Entwicklung neuer und die kundenspezifische Anpassung etablierter Materialien, Werkstoffe und Bauteile verfügt das Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF über flexibel nutzbare Syntheselabore und Verarbeitungstechnika.

Polymersynthese und Additiventwicklung:

- Synthese in Lösung, in Substanz sowie heterogene Syntheseverfahren
- Synthese unter Inertbedingungen
- Hochtemperatursynthese
- Synthese unter Druck
- UV-Bestrahlung
- Dispergieren und Mischen
- Oberflächenbehandlung
- Stofftrennung/-aufbereitung

Kunststoffverarbeitung:

- Laborkneter
- Doppelschneckenextruder
- Einschneckenextruder
- Flachfolienextrusion
- Spritzgießmaschinen
- Kunststoffpresse
- Beschichtung von Folien im Rolle-zu-Rolle-Verfahren
- Inline-Prozesskontrolle verschiedener Kunststoffverarbeitungsverfahren

Faserverbundlabor:

- Formenbau unter Nutzung von z. B. Rapid-Prototyping
- Prototypen-Fertigung
- Herstellung von Faserverbundproben mit Prepreg, Vakuuminfusion, VAP, RTM
- ...

Polymeranalytik:

- Molekulargewichtsbestimmung von Polymeren
- Chemische Zusammensetzung und Funktionalitätsanalyse von Polymeren
- ...

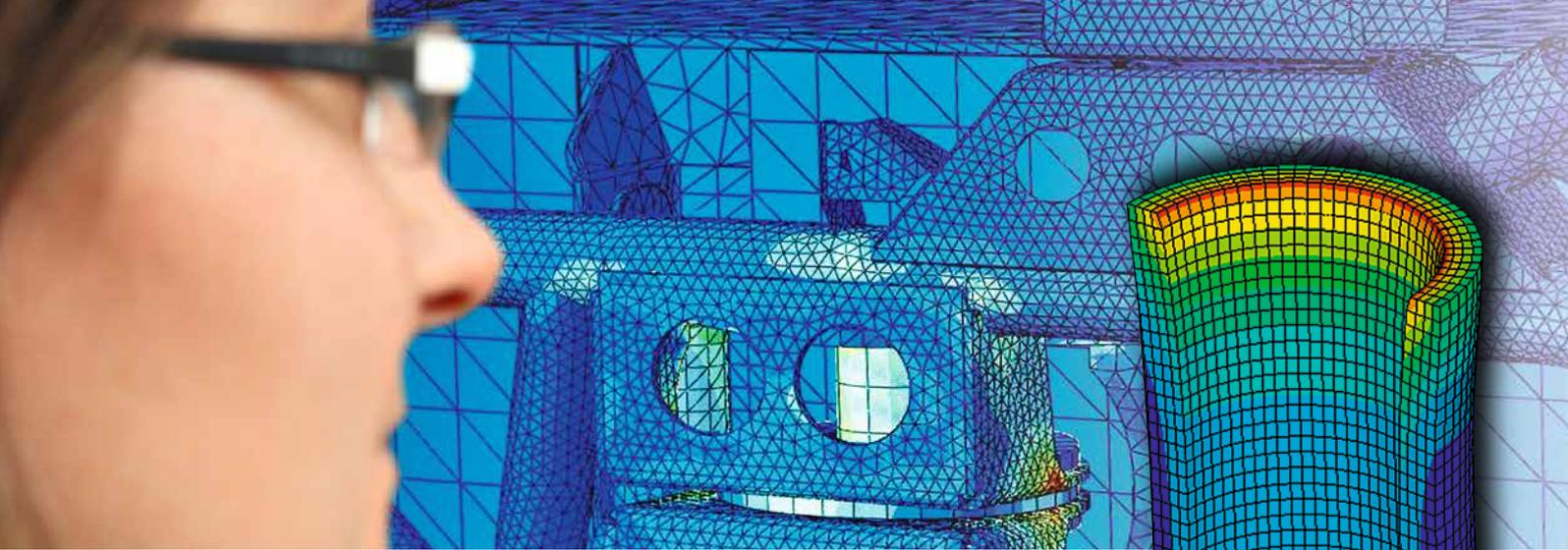
Materialeigenschaften / Materialographie:

- Licht-, Transmissionselektronen- und Rasterelektronenmikroskopie mit EDX-Analyse
- Morphologiebestimmung von Kunststoffen mit Streumethoden
- ...

Weitere Labor- und Prüfeinrichtungen finden Sie auf unserer Internetseite: www.lbf.fraunhofer.de/labor

Für verschiedene standardisierte Prüfungen (z. B. die Radprüfung im zweiaxialen Rad/Naben-Versuchsstand) ist unser Institut akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005.





Realitätsnah simulieren

Komplementär zu unseren experimentellen Prüfdienstleistungen finden Sie im Fraunhofer LBF ein umfangreiches Angebot an Simulationslösungen. Wir bieten die numerische Analyse von Systemen, ihre Optimierung und auch die Neuentwicklung von passiven und aktiven Teil- oder Gesamtsystemen.

Systemanalyse und Bewertung:

Wir beurteilen Ihre Komponenten und Systeme nach statischen, dynamischen, zyklischen und multiphysikalischen Gesichtspunkten:

- Numerische Bauteilbewertung unter Berücksichtigung der Fertigung (Urformen, Umformen, Fügen, Kerben, Eigenspannungen)
- Rechnerische Lebensdauerabschätzung und Betriebslastensimulation auf Basis gemessener Belastungen
- Simulation inhomogener Werkstoffsysteme, z. B. Verbundwerkstoffe
- Berücksichtigung des nichtlinearen Werkstoffverhaltens
- Analyse elektromechanischer, thermomechanischer und vibroakustischer Systeme

Unser Know-how verbessert Ihren Entwicklungsprozess:

Wir dimensionieren Ihre Komponenten und Bauteile bedarfsgerecht:

- Topologie- und Gestaltoptimierung im Hinblick auf Funktionalität, Betriebsfestigkeit, Leichtbau und Fertigungsrestriktionen
- Lastdatenableitung, z. B. durch Mehrkörpersimulation, auch unter Verwendung domänenübergreifender Simulationen
- Entwicklung mechatronischer und adaptronischer Systeme

Wir entwickeln Modelle zur realistischen Beschreibung des Werkstoff-, Bauteil- und Systemverhaltens:

- Modellierung von Komponenten (Aktoren und Sensoren) auf Basis von Funktionswerkstoffen mit elektromechanischer Kopplung (piezoelektrische Wandler, elektroaktive Elastomere, magnetorheologische Fluide, Formgedächtnislegierungen)

- Entwicklung nichtlinearer Werkstoff- und Strukturmodelle (z. B. Elastomermodelle, Verbundwerkstoffe)
- Multidisziplinäre Simulation – Kopplung von Simulationscodes
- Überführen von Modellen in Echtzeitanwendungen

Die Umsetzung von Vorschriften, Normen und Zulassungsbedingungen in effiziente und auf den Entwicklungsprozess abgestimmte Nachweisverfahren der Systemeigenschaften ist eine unserer Stärken. Beispiele:

- Erarbeitung kombinierter Nachweisverfahren (Versuch/ Simulation) für die Sicherheit von Bauteilen
- Entwicklung von Methoden zur Bewertung der Betriebsfestigkeit von Metall- und Keramikbauteilen sowie von Bauteilen aus verstärkten und unverstärkten Kunststoffen

Wir bieten auch die Entwicklung und Einbindung von Subroutinen in kommerzielle Programme.

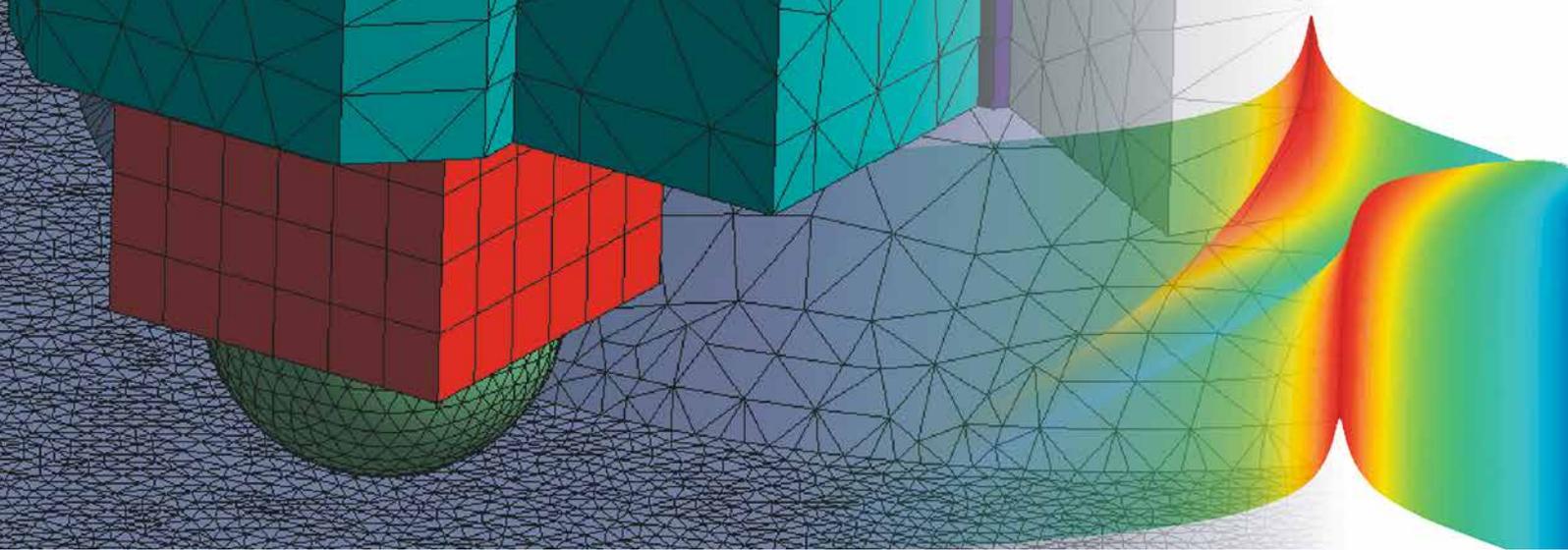
Entwicklung von Neusystemen

Ergebnisse unserer Marktvorlauftforschung können Ihre Produkte voranbringen:

Die enge Verknüpfung zur Technischen Universität Darmstadt und Beteiligung an Sonderforschungsbereichen der DFG und anderer wissenschaftlicher Großprojekte vernetzen uns mit der Grundlagenforschung auch im Bereich der numerischen Methoden. An der Schnittstelle zwischen Forschung und Umsetzung nutzen wir diese Erkenntnisse zur Unterstützung Ihrer Entwicklungsaufgaben. Profitieren Sie auch von unserer durch starke Netzwerke unterstützten Expertise bei der Akquisition von Fördermöglichkeiten durch EU, Bund und Land.

Ausgewählte Beispiele von anwendungsreifen Eigenentwicklungen:

Die virtuelle Absicherung mechatronischer Produkte erfordert ein integratives Simulieren von Produkteigenschaften über



Domänengrenzen hinweg. Fraunhofer stellt Frameworks für die kooperative Entwicklung und Tests funktionaler Prototypen komplexer mechatronischer Produkte zur Verfügung.

- Das flexible Framework **Functional DMU** ist ein nicht-monolithisches Softwaresystem und lässt virtuelle Modelle funktional erlebbar werden. Richtig konstruiert ermöglichen Faser-Kunststoff-Verbunde extremen Leichtbau und ermöglichen zudem eine Funktionsintegration.
- So ist am Fraunhofer LBF kürzlich ein **Pkw-Radprototyp aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK)** entwickelt, gefertigt und geprüft worden, in den ein elektrischer Radnabenmotor integriert ist.
- Im Fraunhofer LBF werden **adaptive Tilger** zur schmalbandigen Beeinflussung der Systemdynamik entwickelt, die in der Lage sind, sich Änderungen des Resonanzverhaltens selbsttätig anzupassen. Zur Realisierung werden je nach Anforderungen unterschiedliche Wirkmechanismen betrachtet. Durch nahezu beliebige Skalierbarkeit der Lösungen gelingt die Einleitung von Kompensationskräften bis in den kN-Bereich.
- **Aktive Lager** dienen zur Verbesserung der Vibrationseigenschaften von technischen Systemen und werden beispielsweise als Aggregatlager in Fahrzeugen eingesetzt. Das Fraunhofer LBF entwickelt und optimiert aktive Lager inklusive modellbasierter Regler entsprechend Ihrer individuellen Anforderungen und bewertet das Leistungspotential des aktiven Gesamtsystems.

Effiziente Werkzeuge:

Moderne Werkzeuge und die umfassenden Erfahrungen aus über 75 Jahren anwendungsorientierter Forschung garantieren wirtschaftliches und wissenschaftliches Arbeiten sowie zuverlässige Ergebnisse.

Stress & Strength GmbH

Software zur Struktur- und Systemanalyse



LBF®.Softwareprodukte

Die Stress & Strength GmbH ist eine Ausgründung des Fraunhofer LBF und realisiert aus wissenschaftlichen Methoden des Instituts erfolgreiche Softwareprodukte. Kerngeschäfte sind Entwicklung und Vertrieb von Spezialsoftware für die Zeitreihen- und Datenanalyse sowie für den rechnerischen Betriebsfestigkeitsnachweis. www.s-and-s.de. Zu den Kunden zählen namhafte Unternehmen der Automobilindustrie.

Produktbeispiele:

- LBF®.DAP: Software zur Analyse, Bearbeitung und Auswertung von Datensätzen
- LBF®.WheelStrength/LBF®.HubStrength: Software zur Betriebsfestigkeitsbewertung von rotierenden Fahrwerkskomponenten
- LBF®.SuspensionStrength: Konzept zur Betriebsfestigkeitsbewertung von nicht-rotierenden Fahrwerkskomponenten.

Sprechen Sie uns an:
info@lbf.fraunhofer.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 66 Institute und selbstständige Forschungseinrichtungen. Rund 22 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 1,9 Milliarden Euro. Davon fallen 1,6 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 entwickeln 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 aufgrund der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung an Fraunhofer-Instituten 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.

www.fraunhofer.de



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
- Windenergie und Energiesystemtechnik IWES

sowie als ständige Gäste die Institute für:

- Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM
- Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB
- Integrierte Schaltungen IIS.

Verbundvorsitzender:

Prof. Dr.-Ing. Peter Elsner

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

Stellvertretender Verbundvorsitzender:

Prof. Dr. Peter Gumbsch

Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM
Wöhlerstraße 11 · 79108 Freiburg

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

www.materials.fraunhofer.de





Ausgründungen und Beteiligungen des Fraunhofer LBF.

Fraunhofer LBF spin-offs.

ISYS Adaptive Solutions GmbH – Reliable tests for reliable products



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

Ansprechpartner: Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz · Dipl.-Kfm. André Neu · 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 sind Entwicklung und Vertrieb von Spezialsoftware für die Zeitreihen- und Datenanalyse sowie den rechnerischen Betriebsfestigkeitsnachweis. Das Spin-Off befasst sich hauptsächlich mit der softwaretechnischen Umsetzung von im Fraunhofer LBF entwickelten numerischen Methoden und vertreibt diese Softwareprodukte selbstständig.

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

Ansprechpartner: Dipl.-Kfm. André Neu · Dipl.-Ing. Rüdiger Heim · Telefon: +49 6151 96731-0 · info@s-and-s.de · www.s-and-s.de

FLUDICON Fluid Digital Control

smart PID solutions

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

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Lucien Johnston · Telefon: +49 6151 2798-800 · johnston@fludicon.com · www.fludicon.de

Rhein-Main Adaptronik: Eine Partnerschaft – viele Vorteile.

One partnership – many advantages.

Das Cluster Rhein-Main Adaptronik e.V. wurde 2007 in Darmstadt gegründet. Das Fraunhofer LBF war Initiator des Netzwerks; hier ist auch die Geschäftsstelle angesiedelt.

Zu den Mitgliedern gehören renommierte Unternehmen aus der Rhein-Main Region, kleine und mittlere Betriebe sowie große Industrieunternehmen, die sich entlang der Wertschöpfungskette ergänzen, ebenso wie Hochschulen und Forschungseinrichtungen. Der Verein bietet damit ein breites Kompetenzspektrum rund um die Adaptronik von Materialien und Werkstofftechnik über Sensorik und Aktorik bis hin zu Prototyping und Prüftechnik.

Ziel des Technologienetzwerks Rhein-Main Adaptronik e.V. ist es, Wirtschaft und Wissenschaft miteinander zu vernetzen, um nachhaltig die technologische Schlagkraft der Region, insbesondere auf dem Gebiet Mechatronik/ Adaptronik, zu stärken.

Der Verein bietet seinen Mitgliedern eine Plattform zum offenen Dialog zwischen Wissenschaft und Wirtschaft, zum vertrauensvollen Erfahrungsaustausch und zur Initiierung und Umsetzung gemeinsamer Projekte. Darüber hinaus zählen u. a. Informationen zu Förderoptionen und Fachveranstaltungen, gemeinsame Marketingaktivitäten sowie Vermittlung von Kooperationspartnern zu seinen Zielen. Rhein-Main Adaptronik e.V. richtet sich dabei vor allem an die Zielmärkte Automotive, Maschinen- und Anlagenbau, Aerospace und Automatisierungstechnik.

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



Thomas Pfeiffer (Fraunhofer LBF), Dr. Reinhard Cuny (HMWVL) und Staatsminister Florian Rentsch beim 2. Hessischen Clusterkongress am 20. August 2012 in Frankfurt.

Mitglieder im Netzwerk sind:

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

gefördert durch:

HESSEN



HessenAgentur

HA Hessen Agentur GmbH



EUROPÄISCHE UNION:

Investition in Ihre Zukunft

Europäischer Fonds für regionale Entwicklung

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 bis Okt. 2012: 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: Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz · tobias.melz@lbf.fraunhofer.de



Fraunhofer-Allianz Leichtbau

www.leichtbau.fraunhofer.de

Sprecher: Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka ·
holger.hanselka@lbf.fraunhofer.de
Geschäftsführer: Prof. Dr.-Ing. Andreas Büter ·
andreas.bueter@lbf.fraunhofer.de



**Fraunhofer-Allianz
Hochleistungskeramik**

www.hochleistungskeramik.fraunhofer.de

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF:
Dr.-Ing. Klaus Lipp · klaus.lipp@lbf.fraunhofer.de



Fraunhofer-Allianz Verkehr

www.verkehr.fraunhofer.de

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



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

www.simulation.fraunhofer.de

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF: Dr. Thomas Bruder
Björn Haffke · thomas.bruder@lbf.fraunhofer.de



**Fraunhofer-Allianz
autoMOBILproduktion**

www.automobil.fraunhofer.de

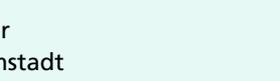
Ansprechpartner im Fraunhofer LBF:
Dipl.-Ing. Ivo Krause · ivo.krause@lbf.fraunhofer.de



**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:
Dipl.-Ing. Michael Matthias · michael.matthias@lbf.fraunhofer.de



**Fraunhofer-Innovationscluster
Technologien für den hybriden
Leichtbau »KITE hyLITE«, Karlsruhe**

<http://www.fahrzeugleichtbau.de/>

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



Fraunhofer Academy

www.academy.fraunhofer.de/

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



Deutscher Verband für Materialforschung und -prüfung e.V.

www.dvm-berlin.de

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 ·
Vorstand · holger.hanselka@lbf.fraunhofer.de



European Automotive Research Partners Association

www.earpa.org

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

Forum
elektroMobilität e.V.

www.forum-elektromobilitaet.de

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



www.euceman.com

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



Netzwerk für Elektrische Leichtbau-Traktionsantriebe

www.nelta.de

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF: Dr.-Ing. Chalid el Dsoki ·
chalid.el.dsoki@lbf.fraunhofer.de

Ein Jahr im Dialog.

A year of dialog.

Fraunhofer LBF integriert Deutsches Kunststoff-Institut DKI: Gemeinsam erschließen Darmstädter Forscher die komplette Wertschöpfungskette.

Am 1. Juli 2012 gliederte das Fraunhofer LBF das ebenfalls in Darmstadt ansässige, renommierte Deutsche Kunststoff-Institut DKI ein. Ein neuer Institutsbereich „Kunststoffe“ ist entstanden. Damit baut das Fraunhofer LBF sein Know-how vor allem in den Bereichen Material- und Werkstoffentwicklung, Leichtbau und Funktionsintegration weiter aus. Mit dem neuen Institutsbereich können die Ingenieure jetzt auch bei Polymerwerkstoffen die gesamte Wertschöpfungskette vom Molekül zum Bauteil, von der Materialentwicklung für funktionale und konstruktive Anwendungen bis zur Freigabe von kompletten Systemen abdecken.

Offizielle „Hochzeit“ von DKI und LBF: Die Integration wurde am 6. Juli 2012 mit einem Festkolloquium besiegelt. Festredner und Fachvorträge unterstrichen die Bedeutung der modernen Kunststofftechnik und die Gäste konnten sich bei einem Rundgang durch die Labore Einblick in die technischen Möglichkeiten des neuen Bereichs Kunststoffe verschaffen. Der Nachmittag stand dann ganz im Zeichen des gegenseitigen Kennenlernens: Prof. Hanselka und Prof. Rehahn begrüßten die jeweils neuen Mitarbeiter bei der ersten großen Betriebsvollversammlung. Auch der Betriebsrat stellte sich und seine Aktivitäten vor. Die Übergabe einer LBF-Tasse mit dem Slogan „Wir sind ... Fraunhofer LBF“ unterstrich den Beginn der gemeinsamen Ära und war Auftakt für das anschließende erste gemeinsame Grillfest in großer Runde.

Staatssekretär
Ingmar Jung über-
bringt die Grüße
der Hessischen
Landesregierung
zur erfolgreichen
Integration.



Zahlreiche Gäste aus Forschung und Wirtschaft
folgten der Einladung des Fraunhofer LBF ins
Hessische Staatsarchiv.



Auftakt in einen besonderen
Tag: Gespräch mit Presse-
vertretern über das erweiterte
Fraunhofer LBF.



Erste gemeinsame Betriebsver-
sammlung: Betriebsrat und In-
stitutsleitung beantworteten
Fragen der Belegschaft.

Fraunhofer Forschungsvorstand
Prof. Ulrich Buller freut sich über
den Mitarbeiterzuwachs und
die Kompetenzerweiterung im
Fraunhofer LBF.



Führung durch das Technikum am neuen Standort Schlossgartenstraße.



**Fraunhofer LBF integrates German Plastics Institute DKI:
Researchers from Darmstadt tap into the entire value-added chain.**

Fraunhofer LBF integrated the renowned German Plastics Institute DKI, also located in Darmstadt, on 21 July 2012. A new "Plastics" division was created at the institute. With this step, Fraunhofer LBF is continuing to further expand its know-how primarily in the areas of material development, lightweight construction and functional integration. The new division enables engineers to cover the entire value-added chain, even for plastic materials, that runs the gamut from the molecule to the finished component, from the development of the material for functional and constructive applications to the release of complete systems.

The official "marriage" of DKI and LBF: The integration was finalized on July 6, 2012 at a festive colloquium. Speakers and lectures underlined the significance of modern plastics technology and guests were given an insight into the technical possibilities of the new area of plastics at a guided tour of the laboratories. The afternoon was dedicated to getting to know each other: Prof. Hanselka and Prof. Rehahn greeted each of the new staff members at the first large general assembly. The works council also introduced itself and its activities. The presentation of an LBF cup with the slogan "We are ... Fraunhofer LBF" underlined the start of a new joint era and kicked off the first barbecue together with everyone.



Nachmittags feiern alte und neue LBFler auf dem LBF-Campus.



Zum Anlass der Integration hat das PR-Team eine LBF-Tasse anfertigen lassen – sie steht nach wir vor „hoch im Kurs“.

Ein Jahr im Dialog.

A year of dialog.



1 Nachhaltiger Beitrag zur Zukunftsfähigkeit Deutschlands.

A lasting contribution to Germany's future.

Auch das Rad lässt sich noch einmal neu erfinden. Das zeigt das im Fraunhofer LBF entwickelte Kohlenstofffaserverbund (CFK)-Rad mit integriertem Elektromotor. Im März wurde das Institut dafür als Preisträger im Wettbewerb „365 Orte im Land der Ideen“ ausgezeichnet. Eine Jury aus Wissenschaftlern, Wirtschaftsmanagern, Journalisten und Politikern wählte das Rad in der Kategorie Umwelt als einen der Gewinner aus. „Das prämierte Rad leistet einen nachhaltigen Beitrag zur Zukunftsfähigkeit Deutschlands“, so die Standortinitiative „Deutschland – Land der Ideen“. Das Rad wurde im Rahmen der „Fraunhofer Systemforschung Elektromobilität“ entwickelt und gebaut, um eine Alternative zum Fahrzeugantrieb durch konventionelle Verbrennungsmotoren aufzuzeigen.

2 „Vom Konzept zum Produkt“ – In geschlossenen Ketten denken!

“From the concept to the product” – thinking in terms of closed process chains!

Unter diesem Motto trafen sich Ende Januar 70 Experten aus Wirtschaft und Wissenschaft in Darmstadt zur ersten Leichtbau-Tagung der Fraunhofer-Allianz. Begrüßt wurden die Gäste vom Sprecher der Allianz Leichtbau, Professor Hanselka, der u. a. auf die vielfältigen Möglichkeiten und Chancen im Bereich Leichtbau hinwies. Die Gäste erfuhren von den Vortragenden aus Industrie und Forschung, wie Leichtbaukonstruktionen entsprechend der Wertschöpfungskette, von Werkstoff und Produktentwicklung über die Serienfertigung von Bauteilen bis hin zu Fügetechniken und Prüfverfahren, optimiert werden können. Zu einer vergnüglichen Abendveranstaltung lud der Darmstädter Landgraf (Peter Dinkel) ein.



3

3 Fraunhofer zieht an – Ausstellung mit Magnetwirkung.

Fraunhofer attracts – exhibition with a magnetic effect.
Vier Monate lang lud die Ausstellung „Antrieb Zukunft“ zu einer Reise durch Geschichte, Gegenwart und Zukunft der elektrischen Mobilität in das Fraunhofer LBF nach Darmstadt ein. Über 700 Besucher kamen, um mehr über das Zukunftsthema Elektromobilität zu erfahren. Neben Schulklassen, Studentengruppen und Darmstädter Bürgern nutzten auch Vertreter aus Politik und städtischen Gremien die Chance zu den interaktiven Touren. Auch Hessens Umweltministerin Lucia Puttrich sprach anlässlich der Ausstellung über die Ziele der Hessischen Energiepolitik. Das Fraunhofer LBF hat mit „Antrieb Zukunft“ positive Signale für die Rhein-Main-Region gesetzt und Elektromobilität erlebbar und begreifbar gemacht.

Follow me! LBF in den Neuen Medien

Weitere Neuigkeiten über uns gibt es übrigens auch auf Facebook.

Social Media haben sich als zusätzliche und wertvolle Informations- und Kommunikationsräume etabliert und bieten Potenzial, die Arbeit des Fraunhofer LBF zu unterstützen und unseren Bekanntheitsgrad zu erhöhen. Sie bieten nicht nur neue Möglichkeiten der Information, sondern insbesondere für die Interaktion mit Interessenten, Kunden, Bewerberinnen und Bewerbern, Kooperationspartnern, Journalisten und der Öffentlichkeit. Der Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft befürwortet und empfiehlt die Nutzung von Social Media, um sich in dieser Art und Weise zu vernetzen und an der Generierung und dem Austausch von Informationen und Wissen teilzuhaben.

Das Fraunhofer LBF nutzt Social Media aktiv als zusätzliches Instrument für die externe und interne Online-Kommunikation und ist derzeit auf folgenden Plattformen vertreten:

- www.facebook.com/fraunhoferLBF
- www.xing.com/companies/fraunhoferlbf
- www.youtube.com/user/fraunhoferLBF

„LBF and more“ ist neu

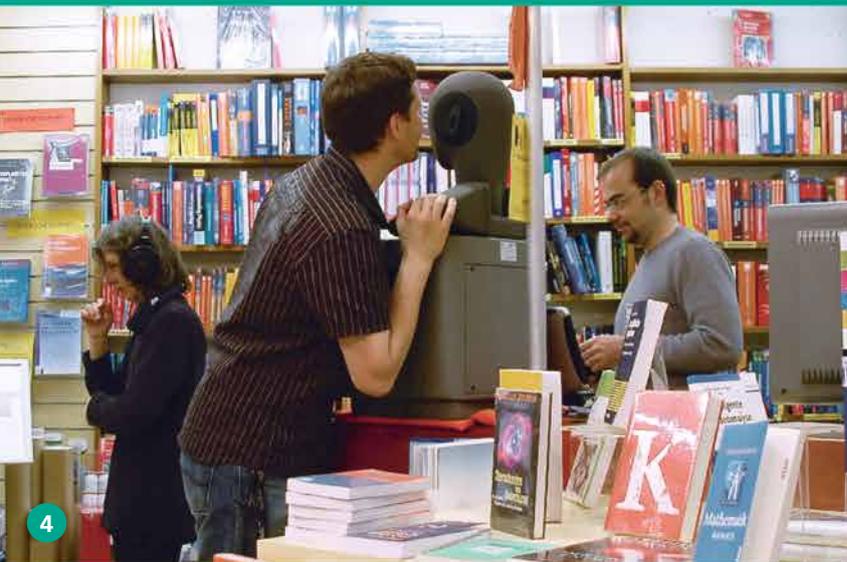
Die erste Ausgabe in überarbeitetem und frischem Layout ist im August 2012 erschienen und wurde an über 2.000 Abonnenten verschickt. Ein pdf zum Download und die Online-Ausgabe finden Sie unter folgendem Link:

www.lbf.fraunhofer.de/lbfandmore



Ein Jahr im Dialog.

A year of dialog.



4

4 Ohren auf für Ingenieurberufe!

Eyes and ears open to engineering careers!

Sich fühlen wie beim Friseur – und das in einer Buchhandlung? Besucher der Universitätsbuchhandlung in Darmstadt erlebten das Anfang Mai hautnah. Die Gäste staunten nicht schlecht, als sie über Kopfhörer die wirklichkeitsgetreue Geräuschkulisse eines Friseursalons hörten: Scherengeklapper, Hintergrundgespräche, Telefonklingeln. Wie kommen diese Geräusche so echt zustande?

Die akustischen Kopf- und Rumpf-Simulatoren „Monsieur Tête“ und „Mr. Head“ zeichnen subjektive Gehöreindrücke auf und helfen so, geeignete Mittel zu entwickeln, um störende Lärmquellen zu beseitigen. Einsatzmöglichkeiten, z. B. im KFZ-Innenraum, bei der Untersuchung von Kopfhörern oder kreativer Hörspielgestaltung. M. Tête wurde in einer Kooperation zwischen dem Fraunhofer LBF und dem Fachgebiet Systemzuverlässigkeit und Maschinenakustik der TU Darmstadt selbst entwickelt und gebaut. Mit der Präsentation unterstützte das Fraunhofer LBF eine Imagekampagne zur Zukunft des Ingenieurberufs.



5

5 Direkter Draht zum Kunden.

Direct line to customers.

Auf der „Internationalen Luftfahrtausstellung ILA“ im September in Berlin konnten die Besucher zwei große Panels aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff mit integrierter Faseroptik bestaunen. Den Ingenieuren aus dem Fraunhofer LBF ist es hiermit gelungen, große CFK-Teile zu entwickeln, zu bauen und mit einer Last von zwanzig Tonnen zu testen. Damit stößt das Institut bei der Strukturüberwachung in neue Dimensionen vor. Das ebenfalls vorgestellte Ice-Protection-System stieß auf großes Interesse bei Unternehmen aus dem Rotorblattbereich. Das Exponat kann durch funktionsintegrierte Nanomaterialien erwärmt werden und damit zur Flügelenteisung (De-icing) sowie zum Schutz vor Vereisung (Iceprotection) eingesetzt werden. Mehr Infos zu diesen neuen Techniken finden Sie auf den Projektseiten 64 und 65.



6

6 Girls discover Technology.

Girls discover Technology.

Hessen ist eine der wirtschaftsstärksten Regionen Europas. Der Bedarf an Fachkräften aus den Bereichen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik (MINT) ist hier besonders hoch, und es werden hervorragende berufliche Perspektiven geboten. Leider wird dies bei der Berufswahl von jungen Frauen noch immer nicht ausreichend berücksichtigt. Oftmals fehlt es jungen Frauen an Vorbildern und Informationen, die das Interesse an diesen Fächern frühzeitig wecken und langfristig erhalten. Im Fraunhofer LBF waren zwei junge Frauen von GirlsDiscoTech zu Gast und haben sich über den Beruf der Ingenieurin schlau gemacht und dazu einen Kurzfilm gedreht. Ihr Projekt wurde ausgezeichnet. Herzlichen Glückwunsch!



Ausgezeichnete Architektur

Das Fraunhofer Transferzentrum

Adaptronik wurde erneut ausgezeichnet. Diesmal erhielten die JWSD Architekten aus Köln einen Preis von der pbb Stiftung Deutsche Pfandbriefbank. Sie vergab zum 11. Mal den Architekturpreis für vorbildlichen Gewerbebau: In der äußeren Darstellung sei es gelungen, die Nüchternheit eines Forschungsinstituts in eine formal reduzierte, aber in Materialwahl und textueller Bearbeitung der Oberflächenstruktur, anspruchsvolle Fassade zu kleiden. Die Bekleidung aus gold-bronze schimmernden Messingbondplatten spiegle Werthaltigkeit und technologischen Anspruch wieder, ohne übertechnisiert oder formalistisch-modisch aufzutreten. Unser Prachtbau wurde außerdem in den „Darmstädter Architekturrundgang“ aufgenommen.

Achtung, Kultur!

Frei nach dem Motto „Mit allen Sinnen genießen“ planen drei Mitarbeiterinnen des Fraunhofer LBF in losen Abständen kulturelle Aktionen für interessierte Kollegen. Für jeden Sinn soll mal etwas dabei sein – die Ideen reichen von Ausstellungen und Führungen bis hin zu Konzerten und Lesungen sowie anschließenden gemütlichen Lokalbesuchen zum Austausch und Ausklang. Im November 2012 wurde es kuschelig: „Was tun, wenn abends mal der Strom ausfällt?“ Man sitzt gemütlich am Kamin – das geht sogar in der LBF-Institutsbibliothek.

Ein Jahr im Dialog.

A year of dialog.



7 Europastaatssekretärin im LOEWE-Zentrum AdRIA. Secretary of State for European Affairs at the LOEWE-Zentrum AdRIA.

Im Rahmen ihrer Besuchsreihe „Europa aktiv in Hessen“ machte Europastaatssekretärin Dr. Zsuzsa Breier Station im LOEWE-Zentrum „AdRIA – Adaptronik – Research, Innovation, Application“, das im Rahmen der „Landes-Offensive zur Entwicklung Wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz“ gefördert wird. Im LOEWE-Zentrum AdRIA werden die komplementären Einzelkompetenzen, die am Fraunhofer LBF, an der Technischen Universität Darmstadt sowie der Hochschule Darmstadt angesiedelt sind, zusammengeführt und weiterentwickelt. Die modernen Labore ermöglichen eine nachhaltige Technologieentwicklung auf dem Gebiet der Adaptronik, wobei von der Idee bis zum serienreifen Produkt die gesamte Entwicklungskette abgedeckt werden kann. Im Mittelpunkt der Präsentation standen die Bereiche Strukturmechanik sowie optische und akustische Messtechnik. Frau Dr. Breier (zweite von rechts) zeigte sich beeindruckt von der Auswahl an spannenden Exponaten aus dem Forschungsalltag.

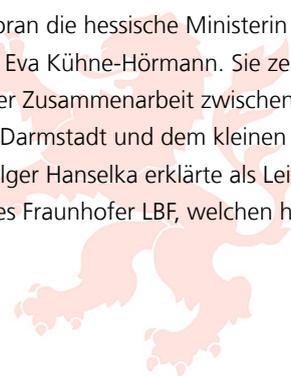


8 Reliability Association of Korea. Reliability Association of Korea.

Für ein zweitägiges Seminar zum Thema Betriebsfestigkeit kam eine Gruppe von fast 20 Mitarbeitern der „Reliability Association of Korea“ aus ihrer Heimat angereist. Fraunhofer-Wissenschaftler berichteten über neue Entwicklungen im Automobilbau. Eine dauerhafte Kooperation in diesem Gebiet wird diskutiert.

9 Ein LOEWE im Odenwald. Research funding program LOEWE.

Die Firma Keil GmbH hatte als kleines Unternehmen der eher strukturschwachen Region Odenwald am hessischen Forschungsförderungsprogramm LOEWE teilgenommen und präsentierte ihr von der Hessen Agentur gefördertes Projekt zur Entwicklung nicht brennbarer Schallabsorber vor hochkarätigem Publikum allen voran die hessische Ministerin für Wissenschaft und Kunst Eva Kühne-Hörmann. Sie zeigte sich sehr beeindruckt von der Zusammenarbeit zwischen der Technischen Universität Darmstadt und dem kleinen Unternehmen. Professor Holger Hanselka erklärte als Leiter des Fachgebiets SzM und des Fraunhofer LBF, welchen hohen





Stellenwert solche Projekte für den Erfahrungs- und Wissensaustausch für die Mitarbeiter haben. Als Vizepräsident der TU Darmstadt, verantwortlich für Wissens- und Technologietransfer, wies er auch darauf hin, dass solche Kooperationsprogramme einen enormen Vorteil für den Standort Hessen bedeuten.



Exzellente Forschung für
Hessens Zukunft

10 Hochgeschwindigkeitszüge in China.

High-speed trains in China.

Im September berichtete Herr Prof. Sun aus Peking im Fraunhofer LBF in seiner Landessprache über den Stand der Technik und neue Technologien der CRH – China Rail Highspeed-Programme – in Kranichstein. Hier geht es u. a. um die Einführung und Weiterentwicklung von Hochgeschwindigkeitszügen in China, also auch um die Technologien von Siemens, Kawasaki und Alstom. Frau Prof. Wang übersetzte die interessanten Neuigkeiten ins Englische. Eine engagierte Diskussion und eine Institutsbesichtigung rundeten den Besuch der chinesischen Bahnspezialisten ab.

11 Besuch des Fraunhofer-Ausschusses.

Fraunhofer-Gesellschaft Policy Committee.

Das Fraunhofer LBF hatte die besondere Ehre, im Oktober als Gastgeber des Fraunhofer-Ausschusses zu fungieren. Der Ausschuss besteht aus Vertretern jener Bundes- und Landesministerien, die Ansprechpartner der Fraunhofer-Gesellschaft bzw. ihrer Institute sind, sowie der Finanzministerien. Im Fraunhofer-Ausschuss stimmen die Zuwendungsgeber ihr Vorgehen gegenüber der Fraunhofer-Gesellschaft ab und beraten über die Bereitstellung von Bundes- und Landesmitteln für die Institute. Frau Dr. Eul stellte den Gästen das Institut bei einem Rundgang durch die Labore vor.

Ein Jahr im Dialog.

A year of dialog.

Quelle: darmstadtium/Claus Borgenheimer

12

12 DAGA 2012 – 38. Jahrestagung für Akustik in Darmstadt.

DAGA 2012 – 38th German Annual Conference On Acoustics.

Im Jahre 1984 fand erstmals eine DAGA-Konferenz (die 10. Jahrestagung der damaligen Deutschen Arbeitsgemeinschaft für Akustik) in Darmstadt statt. Nach der DAGA 2007 in Stuttgart reifte daher der Wunsch, die Akustik-Konferenz wieder einmal in Darmstadt auszurichten. Nach Erarbeitung eines inhaltlichen, organisatorischen und finanziellen Konzepts und einer erfolgreichen Bewerbung bei den zuständigen Gremien der Deutschen Gesellschaft für Akustik e. V. (DEGA) begannen im Herbst 2009 die Planungen und Vorbereitungen.

Hohe Kompetenz vor Ort.

High level of expertise on location.

Unter der Leitung von Herrn Prof. Hanselka wurde die DAGA 2012, die vom 19. bis 22. März 2012 im Wissenschafts- und Kongresszentrum darmstadtium stattfand, gemeinsam von der TU Darmstadt, vom Fraunhofer LBF und von der DEGA organisiert und durchgeführt. Dazu wurden ein wissenschaftlicher Beirat, bestehend aus sieben Professoren der TU Darmstadt, und ein Organisationsteam, bestehend aus neun Mitarbeitern dieser Professoren, gebildet. Tatkräftige Unterstützung vor und

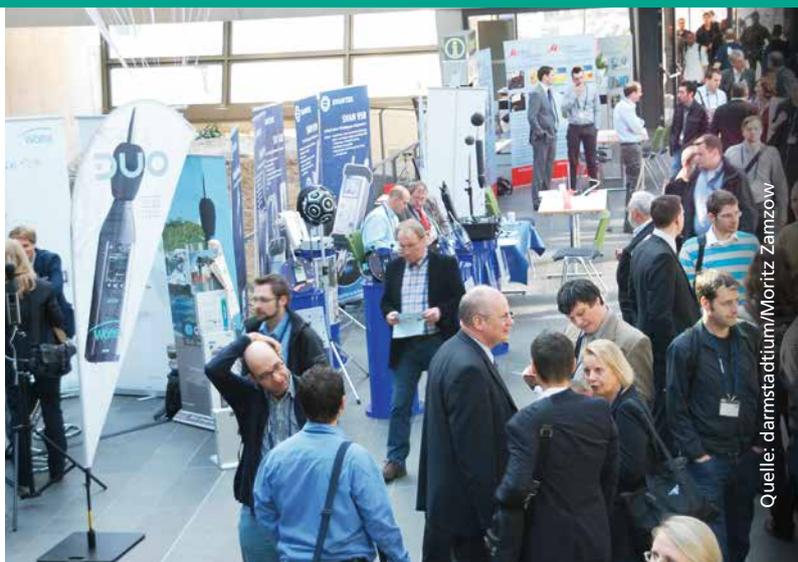
während der Tagung kam auch von zahlreichen Mitarbeitern des Fachgebiets SzM und des Fraunhofer LBF sowie von ca. 40 studentischen Hilfskräften. Die Tagung begann traditionell am Montagnachmittag (19.03.2012) mit drei sog. Vorkolloquien, diesmal zu den Themen „Fahrzeugakustik“, „Maschinenakustik“ und „Psychoakustik“ mit insgesamt 21 Vorträgen.

Am Dienstagmorgen (20.03.2012) fand die feierliche Eröffnungsveranstaltung mit Grußworten des Staatssekretärs im Hessischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst Ingmar Jung des Darmstädter Oberbürgermeisters, Jochen Partsch und des DEGA-Präsidenten Prof. Otto von Estorff sowie einigen Preisverleihungen der DEGA und einem musikalischen Rahmenprogramm statt.

Von Dienstag- bis Donnerstagnachmittag konnten die ca. 1200 Tagungsteilnehmer dann zwischen insgesamt fünf Plenarvorträgen, etwa 450 mündlichen Vorträgen in 21 strukturierten Sitzungen und 26 regulären Sitzungen, der Posterausstellung mit ca. 50 Postern sowie einem Besuch der tagungsbegleitenden Fachausstellung mit etwa 35 Firmenausstellungsständen wählen.



Quelle: darmstadtium/Moritz Zamzow



Quelle: darmstadtium/Moritz Zamzow

Das Rahmenprogramm bot u. a. ein klassisches Konzert der Sinfonietta Darmstadt unter der Leitung von Martin Lukas Meister (Generalmusikdirektor des Staatstheaters Darmstadt) am Dienstagabend, ein gemeinsames Abendessen in der Mensa der TU Darmstadt am Mittwochabend sowie diverse Stadtführungen und Exkursionen, u. a. zum Europäischen Raumfahrtkontrollzentrum ESOC oder zur Gesellschaft für Schwerionenforschung GSI.

Die Tagung klang am Donnerstagnachmittag (22.03.2012) mit einer Abschlussfeier und einer Vorstellung des Austragungsortes der kommenden DAGA 2013, der Südtiroler Stadt Meran, in der im März 2013 die deutsche DAGA zusammen mit der italienischen Akustiktagung stattfinden wird, aus. Zum Abschied wurden von den künftigen Gastgebern Südtiroler Speck, Vinschgerl (Südtiroler Roggen-Fladenbrötchen) und Rotwein kredenzt.



Prof. Peter Költzsch, ehemaliger Inhaber des Lehrstuhls für Technische Akustik an der TU Dresden

„Es war für mich wiederum ein großartiges Fest der Akustik, das wir in Darmstadt erlebt haben, und das Sie alle (und Ihre Helferscharen) für die deutschsprachige „Akustiker-Gemeinde“ gestaltet und organisiert haben. [...] Dafür einen ganz persönlich herzlichen Dank! [...] Ihre Tagungsorganisation war einfach perfekt und hat ganz wesentlich zum ausgezeichneten Tagungsklima beigetragen.“

“Once again, the Darmstadt conference was a great event, which you and your scores of helpers put on and organized for the entire German-speaking acoustics community. [...] Please accept my sincere personal thank for this! [...] Your organization of the conference was simply perfect and contributed substantially towards the unique atmosphere of the conference.”



Fraunhofer LBF – Weitere Zahlen und Fakten.

Fraunhofer LBF – further facts and figures.

57 x Mitarbeit in internationalen
Fachausschüssen und Gremien

Work in international expert committees and panels

102 x wissenschaftliche
Veröffentlichungen
scientific publications

33 x Vorlesungen
und Promotionen

Lectures and doctorates

11 ausgewählte Patente
selected patents

189 x Presseveröffentlichungen

Press releases



Detaillierte Informationen finden Sie unter:
www.lbf.fraunhofer.de/datenundfakten

Informationen zu wissenschaftlichen Veröffentlichungen 2012, Vorträgen, Vorlesungen, Promotionen, Patenten sowie unserem Engagement in Fachausschüssen bieten wir Ihnen in einem gesonderten PDF an. Sie finden es auf unserer Internetseite www.lbf.fraunhofer.de/datenundfakten Darüber hinaus informieren wir Sie auf den Fraunhofer LBF-Webseiten auch stets über aktuelle Vorträge unserer Wissenschaftler sowie über Veranstaltungen und Messen, an denen das Fraunhofer LBF beteiligt ist.

Information regarding scientific publications released in 2012, papers, lectures, doctorates patents and our involvement in various technical committees has been consolidated in a separate pdf file, which you will find on our website www.lbf.fraunhofer.de/datenundfakten In addition, our website also provides information on the latest papers read by our scientists as well as information on ongoing events and trade shows attended by Fraunhofer LBF.



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. 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

Dr. phil. nat. Ursula Eul, Fraunhofer LBF
innos – Sperlich GmbH, Göttingen, www.innos-sperlich.de

Design/Layout/PrePress

Gute Botschafter GmbH,
Spezialisten für Positionierungsdesign,
Köln am Rhein, Haltern am See
www.gute-botschafter.de

Fotografie | Photography

Katrin Binner, Claus Borgenheimer, fotolia,
Wolfram S. C. Heidenreich, LBF-Archiv,
Jürgen Mai, MEV Verlag GmbH, Michael Pasternack,
Ursula Raapke

Druck | Printing

gutenberg beuys feindruckerei
www.feindruckerei.de

ISSN

1864-0958

© Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und
Systemzuverlässigkeit LBF, Darmstadt, März 2013

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

Dank an Kuratoren.

Many thanks to the trustees.

Die Institutsleitung des Fraunhofer LBF dankt den Kuratoren im Namen aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter für ihr Engagement sowie die fruchtbare und konstruktive Zusammenarbeit!

Dr. Hartmut Baumgart (Vorsitzender)
Adam Opel AG, Rüsselsheim

Lothar Krueger
Bayerische Motorenwerke AG, München

Dr. Gerold Bremer
Volkswagen AG, Wolfsburg

Dr. Ulrike Mattig
Hessisches Ministerium für Wissenschaft und Kunst, Wiesbaden

Dr.-Ing. Thomas Czirwitzky
Bundesministerium der Verteidigung, Bonn

Dr.-Ing. Andreas Müller
Dr. h.c. F. Porsche AG, Weissach

Dr. Mathias Glasmacher
Diehl Stiftung & Co. KG, Nürnberg

Dr.-Ing. Heinz Neubert
Robert Bosch GmbH, Stuttgart

Dr.-Ing. Frank Höller
Carl Zeiss AG, Oberkochen

Prof. Dr.-Ing. Matthias Oechsner
Technische Universität Darmstadt, Darmstadt

Dr.-Ing. Ferdinand Hollmann
Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bonn

Hermann Riehl
Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn

Prof. Dr.-Ing. Werner Hufenbach
Technische Universität Dresden, Dresden

Dr.-Ing. Oliver Schlicht
Audi AG, Ingolstadt

Dr. Stefan Kienzle
Daimler AG, Ulm

Edgar Westermair
Bayerische Materialwerke AG

Dr. Patrick Kim, Benteler
Automobiltechnik GmbH, Paderborn

Dr. Hans-Joachim Wieland, FOSTA Forschungsvereinigung
Stahlanwendung e. V., Düsseldorf

Dr.-Ing. Peter Klose
MBTech Consulting GmbH (BDU), Sindelfingen



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.

1938 – 2013

75 Jahre – Mit Sicherheit innovativ.

75 years – Innovative for sure.

