



Fraunhofer

LBF

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



1938–2013



**75 Jahre –
Mit Sicherheit innovativ.**

75 years – Innovative for sure.

Jahresbericht Annual report 2013

Vielen Dank für Ihr Vertrauen!



Polymer Char



DAIMLER



PORSCHE

FEIN. Unverwüstliche
Elektrowerkzeuge.



Truck
speedline



EISENMANN





„Der Fortschritt ist die
Verwirklichung von Ideen.“

Oscar Wilde



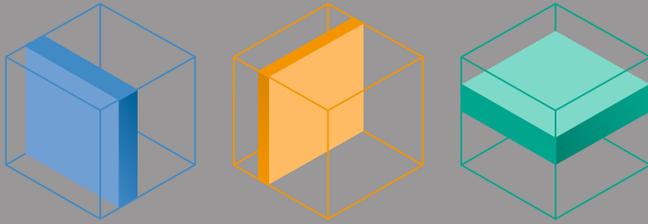
Inhalt

Index see next page

Einblicke	8	Leistung auf den Punkt gebracht	48
Das Fraunhofer LBF in Zahlen.	13	Additive: Schlüssel für leistungsfähige Kunststoffe.	50
75 Jahre LBF	14	Verbesserung numerischer Lebensdaueranalysen.	52
Die Meilensteine.	14	Einsatzpotenzial von Aluminiumlegierungen.	54
Mobilitätskonzepte für die Zukunft.	16	Präzise Materialdaten, bessere Lebensdauervorhersage.	56
Neue Wege.	20	Optimierung von Engineering Thermoplasten.	58
Profil – Das Fraunhofer LBF heute.	22	Realitätsnah prüfen, Leichtbaupotenziale ausschöpfen.	60
Mit Sicherheit innovativ – Mit Leidenschaft für den Markt	26	Energieeffiziente Lösung für die Geräuschminderung.	62
Geschäftsfelder.	30	Toolbox für simulationsbasierte Analysen zur Schwingungsreduktion.	64
Leistungen.	34	Effiziente Prüfung von Sicherheitsbauteilen ganzer Produktfamilien.	66
Kernkompetenzen.	38	Mehr Sicherheit im Straßenverkehr.	68
LBF Managementteam.	46	Schwingungsverhalten hybrider Dieselmotoren.	70
		Kleine Lasten, hohe Frequenzen: Einfluss auf Schädigung und Lebensdauer.	72



ZSZe – Entwicklungsperspektiven für die Elektromobilität.	74	Daten und Fakten	94
Inertialmassenaktoren für die aktive Schwingungsminderung.	76	Labor- und Prüfeinrichtungen für Ihre individuellen Anforderungen.	96
Mehr Auslegungssicherheit für WEA und ihre Komponenten.	78	Die Fraunhofer-Gesellschaft.	102
Lastdatenerfassung von Europa bis Asien.	80	Fraunhofer-Verbund MATERIALS.	103
Faserstrukturanalyse mittels Computertomografie.	82	Ausgründungen und Beteiligungen des Fraunhofer LBF.	104
Gezielte Einstellung von Materialeigenschaften.	84	Rhein-Main Adaptronik: Eine Partnerschaft, viele Vorteile.	105
Neue Märkte für die Papierindustrie.	86	Allianzen und Netzwerke.	106
Neue Perspektiven	88	Ein Jahr im Dialog	108
Gradientenklebstoffe für betriebsfeste Verbindungen.	90	Zahlen und Fakten.	112
Neue Polymere und Additive für praxisnahe Tests.	91	Impressum	114
Compounding.	92		
Semi-aktive Systeme – Neue Chancen für energieeffiziente Lösungen.	93		



Index

Insights	8	Focused services	48
Fraunhofer LBF in numbers.	13	Additives: The key to high-performance plastics.	50
75 years LBF	14	Improvement of numerical fatigue life analysis.	52
Milestones.	14	Potential for using aluminium alloys.	54
Mobility concepts for the future.	16	Accurate material data, better lifetime prediction.	56
New paths.	20	Optimization of engineering thermoplastics.	58
Profile – Fraunhofer LBF today.	22	Realistic testing, taking maximum advantage of lightweight potential.	60
Innovative for sure – Passion for markets	26	Energy efficient solution for noise reduction.	62
Business Areas.	30	Toolbox for simulation-based analyses to reduce vibrations.	64
Services.	34	Efficient testing for safety components of whole product families.	66
Core competencies.	38	Increased safety in road traffic.	68
LBF Management team.	46	Vibration behavior of hybrid diesel engines.	70
		Small loads, high frequencies: impact on damage and lifetime.	72

“Smart from the start! Innovative for sure.”

Development outlook for electromobility.	74	Facts and Figures	94
Inertial mass actuators for active vibration control.	76	Laboratory equipment and large equipment – the entire world of testing technology.	96
Increasing design safety for wind turbines and their components.	78	The Fraunhofer Gesellschaft.	102
Recording of load data from Europe to Asia.	80	The Fraunhofer Materials Group.	103
Analysis of fiber structures using computer tomography.	82	Fraunhofer LBF spin-offs.	104
Optimized formulation of material properties.	84	Rhein-Main Adaptronik: One partnership – many advantages.	105
New markets for the paper industry.	86	Alliances and networks.	106
New prospects	88	A year of dialog	108
Gradient adhesives for structurally durable bonded joints.	90	Facts and figures.	112
New polymers and additives for practical investigations.	91	Imprint	114
Compounding.	92		
Semi-active systems – new opportunities for energy-efficient solutions.	93		

EINBLICKE



„Innovation aus Leidenschaft“

Sehr verehrte Damen und Herren,
liebe Kunden und Partner des Fraunhofer LBF,

die letzten Jahre war das LBF geprägt von viel Dynamik und Veränderungen, auch im Jahr 2013 hat sich diese Entwicklung fortgesetzt. Dies spiegelt sich in unserem wirtschaftlichen Wachstum, in zunehmenden strategischen Partnerschaften und in der kontinuierlichen Entwicklung sowohl unserer wissenschaftlich-technischen Kompetenzen als auch im daraus resultierenden FuE-Angebotsportfolios wider. Unser Team steht für kompetente, partnerschaftliche und transparente Kooperationen und strebt nach marktorientiertem Fortschritt, Innovation und führender Expertise in unseren Leistungsfeldern. Dies sind die Schwingungstechnik, der Leichtbau, die Zuverlässigkeit und die Polymertechnik. Hier sind wir exzellent aufgestellt und haben uns zudem mit Key Playern aus Wissenschaft und Industrie hervorragend vernetzt. Damit bieten wir unseren Kunden umfassende Systemlösungen und Partnerschaften an. Dies werden wir zukünftig weiter ausbauen.

Was ist im letzten Jahr geschehen?

Die in 2012 neu eingeführte Organisationsstruktur hat sich sehr gut bewährt. Darauf aufbauend haben wir unsere Kernkompetenzen in den Bereichen Betriebsfestigkeit, Adaptronik, Kunststoffe und Systemzuverlässigkeit fokussiert weiterentwickelt. Im April haben Experten aus Wissenschaft und Industrie unseren dritten LBF-Strategieplan und zeitgleich unseren Forschungsbereich Adaptronik positiv evaluiert. Dieses Gremium hat unsere FuE-Schwerpunkte und Dienstleistungsangebote sowie die wirtschaftliche und wissenschaftliche Markt- und Wettbewerbslage bewertet und die strategische Ausrichtung des Institutes als hervorragend bestätigt. Im Sommer durfte das Fraunhofer LBF, das 1938 als privatwirtschaftliches Laboratorium für Betriebsfestigkeit seine Tätigkeit aufnahm, als eines der besonders traditionsreichen Institute der Fraunhofer-Gesellschaft sein 75-jähriges Jubiläum feiern. Im Oktober wurde im Fraunhofer LBF ein Führungswechsel vollzogen:

Professor Holger Hanselka wurde als Präsident des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) berufen. Unser Team ist stolz darauf! Unter seiner Leitung hat sich das Institut seit 2001 außerordentlich dynamisch zu einer führenden Forschungseinrichtung für Systemleichtbau und Zuverlässigkeit entwickelt. An dieser Stelle möchte ich mich für die langjährige, sehr intensive und vertrauensvolle Zusammenarbeit mit Herrn Hanselka persönlich bedanken. Ich werde die gemeinsame Zeit im LBF immer sehr positiv in meiner Erinnerung behalten.

Ich selbst habe seit 2001 für das LBF mit der adaptiven Strukturtechnologie vollständig neue wissenschaftliche Inhalte ins LBF bringen können und durfte in den Bereichen Leichtbau, Schwingungstechnik sowie Mechatronik und Adaptronik das Institut maßgeblich mitgestalten. Ich freue mich, seit dem 1. Oktober 2013 als kommissarischer Leiter des Fraunhofer LBF mit über 500 Mitarbeitern, diese Forschungsarbeiten weiterzuführen. Zusammen mit den Bereichsleitern Professor Matthias Rehahn und Rüdiger Heim und dem Team des LBF konnte der hervorragende Jahresabschluss des Vorjahres mit seinem damals größten Industrieertrag seit Institutsgründung nochmals verbessert werden. Insgesamt wurde der Gesamtbetriebshaushalt auf 28 Mio. € gesteigert und ist damit um nochmals 2,8 % gewachsen. Hierbei ist besonders der Anteil der Wirtschaftserträge weiter gestiegen. Er lag im Vorjahr bei 54,2 % und konnte zum Jahresende nochmals deutlich auf 58,9 % gesteigert werden. Auch personell hat sich das Fraunhofer LBF vergrößert und beschäftigt heute insgesamt mehr als 450 Mitarbeiter. An den assoziierten Lehrstühlen Systemzuverlässigkeit und Maschinenakustik (SzM) und Makromolekulare Chemie (MMC) sind 84 weitere Mitarbeiter tätig.

Die besondere Herausforderung der kommenden Jahre liegt darin, die Kernkompetenzen des Institutes nicht nur bereichsintern weiterzuentwickeln, sondern die Synergien an den Schnittstellen der Bereiche auszubauen.

Beispielsweise forschen wir an der Schnittstelle Kunststoffe und Betriebsfestigkeit an Matrixsystemen mit örtlich unterschiedlichen Eigenschaften, um faserverstärkte Kunststoffbauteile mit werkstoffintegriert spezifisch eingestellten Steifigkeiten zu realisieren. Und wir forschen an Gradientenklebstoffen, bei denen lokal unterschiedliche Nachgiebigkeiten in der Klebstoffschicht eingestellt und lebensdauermindernde Spannungsspitzen gezielt reduziert werden können – ein erheblicher Vorteil für schwingungstechnisch beanspruchte Leichtbaulösungen beispielsweise von Multimaterialsystemen. An der Schnittstelle Adaptronik und Kunststoffe entwickeln wir Lösungen für die betriebssichere Integration von z. B. glasfaseroptischen Sensoren in Kompositstrukturen, um eine bauteilintegrierte Strukturüberwachung von Leichtbauteilen zu erreichen. Ergänzend entwickeln wir dielektrische Elastomerkomponenten in neuartiger Stapelbauweise mit metallischen Festelektroden, die ein ausgeprägtes Lowcost-Potenzial für Schwingungsaktorik und -sensorik bieten. An der Schnittstelle Systemzuverlässigkeit und Adaptronik entwickeln wir preiswerte Datenloggersysteme und smarte Sensorknoten, mit denen wir beispielsweise Messfahrzeuge langfristig ausstatten können, um das Nutzerverhalten beim Gebrauch von Elektrofahrzeugen zu ermitteln und prüftechnisch geeignet zu berücksichtigen. An der Schnittstelle Betriebsfestigkeit und Adaptronik entwickeln wir Prüfmaschinen unter Ausnutzung von Festkörperaktorik, um erweiterte schwingungstechnische Betriebsdynamiken abbilden, das VHCF-Verhalten von Proben wirtschaftlich testen oder hochpräzise Mikrobauteile prüfen zu können.

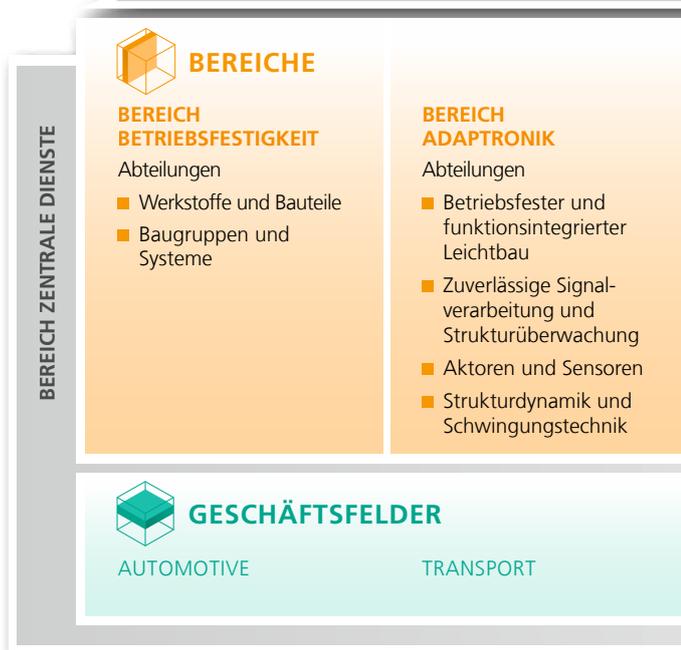
Diese wenigen Beispiele sollen auch zeigen, wie sich das Fraunhofer LBF durch die vorjährige Integration des ehemaligen Deutschen Kunststoff-Instituts (DKI) markt- und zukunftsorientiert aufgestellt hat. Gleichzeitig entwickelt sich unser Projektbereich Systemzuverlässigkeit mit der

Durchführung erster Forschungsprojekte wie auch mit der Baumaßnahme „Zentrum für Systemzuverlässigkeit am Beispiel Elektromobilität (ZSZ-e)“ planmäßig.

Der gute Jahresabschluss 2013 drückt einerseits das besondere Engagement des LBF-Teams aus, andererseits lassen sich daran das Vertrauen und die Partnerschaft mit Ihnen, unseren Kunden, unmittelbar ableiten.

Dafür sage ich sehr herzlichen Dank und freue mich auf die gemeinsame Zukunft!

Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz



Dear Customers and Partners of Fraunhofer LBF,

The past years were marked by a high degree of dynamism and change, and this development continued in 2013.

This was reflected in our economic growth, more and more strategic partnerships and in the continuous development in both our scientific and technical competencies and the resulting R&D service portfolios. Our team stands for competent, collaborative and transparent cooperations and strives for market-oriented progress, innovation and leading expertise in our range of services. These are vibration technology, lightweight construction, reliability and polymer technology. We are excellently positioned in these areas and are additionally very well networked with key players from science and industry. We offer our customers comprehensive system solutions and partnerships. We will continue to further develop these in the future.

What happened last year?

The new organizational structure we introduced in 2012 proved successful. Expanding on this, we focused on further developing our core competencies in the areas of Structural Durability, Smart Structures, Plastics and System Reliability. In April experts from the economy and science examined our third LBF Strategy Plan and at the same time positively evaluated our Smart Structures research area. The board of experts evaluated our R&D focal points and range of services as well as the economic and scientific market and competitive situation. They rated the strategic positioning of the institute as excellent. Fraunhofer LBF, which started up in 1938 as a private enterprise called Laboratorium für Betriebsfestigkeit, celebrated its 75th anniversary this summer as one of the particularly traditional institutes of the Fraunhofer-Gesellschaft.

A change in leadership took place at LBF in October: Prof. Holger Hanselka was appointed President of the Karlsruhe Institute for Technology (KIT). Our team is proud of this! Under his leadership, the institute has developed immensely since 2001 to a leading research establishment for systematic lightweight construction and reliability. I would like to take this opportunity to personally thank Mr. Hanselka for the long-standing, very intense and close cooperation. I will always have positive memories of our time together at LBF.

Since 2001, I have been able to introduce a completely new scientific topic to LBF with adaptive structure technology and decisively contribute to the institute in the areas of lightweight construction, vibration technology as well as mechatronics and adaptronics. As acting director of Fraunhofer LBF since October 1, 2013, with a staff of over 500, I am pleased that I have been able to continue this research work. Together with the division managers Prof. Matthias Rehahn and Rüdiger Heim and the LBF team, the excellent financial statement of the previous year as well as the greatest industrial revenue

fraunhofer
LBF

BEREICH KUNSTSTOFFE

Abteilungen

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

PROJEKTBEREICH SYSTEMZUVERLÄSSIGKEIT

Themen

- Zentrum für Systemzuverlässigkeit ZSZ-e
- Future Mobility
- Future Projects

MASCHINEN-
UND ANLAGENBAU

ENERGIE/UMWELT/
GESUNDHEIT

since the institute's founding could be augmented even more. The entire operational budget increased to 28 million Euro and thus has grown by 2.8%. With this, particularly the share of industrial revenues increased further. It was at 54.2% the year before and by end last year grew considerably to 58.9%. Also LBF's staff has grown and employs more than 450 members today. Additional 84 staff members are employed at the associated chairs of System Reliability and Machine Acoustics (SzM) and Macromolecular Chemistry (MMC).

A particular challenge in the coming years will not only be to further develop the institute's core competencies within each area but also to expand the synergies at the interface of each area. For example, we do research at the interface of Plastics and Structural Durability on matrix systems with different local properties in order to realize fiber-reinforced polymer components with specifically determined stiffnesses integrated into the material. We do research on gradient glues in which the different levels of local resilience can be predetermined in the layer of glue and fatigue life-reducing voltage peaks can be specifically reduced – a considerable advantage for vibration loaded lightweight solutions such as in multimerial systems. At the interface of adaptronics and plastics we develop solutions for the operationally safe integration of e. g. glass fiber optical sensors in composite structures in order to attain a structure monitoring of lightweight components that is integrated in the construction. Additionally, we develop dielectric elastomer components in a new type of stack construction with fixed metallic electrodes that offer a pronounced low cost potential for vibration actuators and sensors. At the interface of System Reliability, Structural Durability and Smart Structures, we develop cost-effective data logging systems and smart sensor nodes with which measurement vehicles can be equipped on a long-term basis in order to determine the usage pattern of electric vehicles during operation and with which it can be ensured that they are technically suitable for testing. At the Structural Durability and Smart Structures interface we develop testing machines by using solid-state actuators in order to be able to reproduce expanded vibration

control operation dynamics, economically test the VHCF behavior of samples or to test highly precise micro-components.

These few examples also show how LBF, with the integration of the former German Plastics Institute (DKI) last year, has positioned itself to meet challenges in the future and on the market. At the same time, with the implementation of a first research project and with the construction of the Center for System Reliability with Focus on Electromobility (ZsZ-e), our project area of System Reliability is continuing to develop as planned.

Not only does the positive annual financial statement of 2013 convey the high level of commitment of the LBF team but also is a reflection of the trust and partnership we have with you, our customers.

I would like to express my sincere thanks and am looking forward to a successful future together with you!

Prof. Dr. Tobias Melz

Das Fraunhofer LBF in Zahlen.

Fraunhofer LBF in numbers.

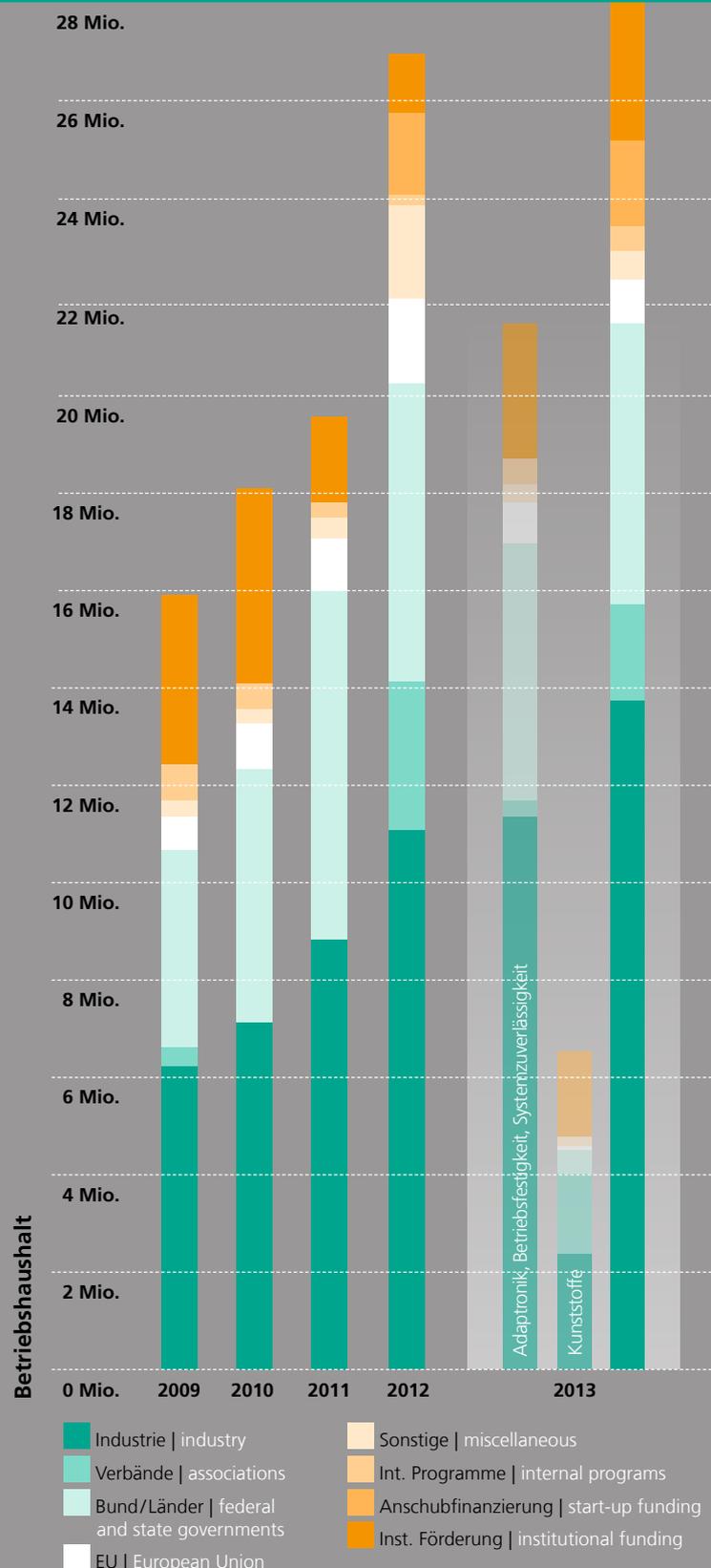
	Bereiche	
Betriebshaushalt 2013	Adaptronik	Kunststoffe
Operational budget 2013	Betriebsfestigkeit	Systemzuverlässigkeit
Aufwand Betriebshaushalt	21473	6554
Erträge Betrieb Income of operation		
Bearbeitung von Aufträgen aus der Industrie	11352	2378
Bearbeitung von Forschungsaufgaben für Wirtschaftsverbände	332	1654
Bearbeitung von Forschungsaufgaben für die EU	850	68
Bearbeitung von Forschungsaufgaben für Bund/Länder	5270	481
Institutionelle Förderung des BMBF und der Länder zum Betriebshaushalt	2790	0
Anschubfinanzierung Land Hessen	0	1777
sowie sonstige Erträge	371	196
Interne Programme	509	0
Summe total	21473	6554
		28027
Investitionen Investments		
aus der institutionellen Förderung des BMBF und der Länder	2503	55
aus Vertragsforschungsvorhaben	610	249
aus Sondermitteln Land Hessen finanzierte Investitionen	611	745
Summe total	3724	1049
		4773

Personal

2013 waren am Institut insgesamt 452 Mitarbeiter beschäftigt (inkl. Hiwis, Azubis, Praktikanten, Diplomanden und Leiharbeiter). Zusätzlich waren 84 Mitarbeiter an den assoziierten Lehrstühlen der TU Darmstadt tätig.

Personnel

In 2013 the institute had 452 employees (including research assistants, apprentices, trainees, graduate students and borrowed workers). In addition 84 persons were employed by the Technical University Darmstadt (all numbers refer to persons).



Die Meilensteine.

Milestones.



2005

Erweiterung des Fachgebietes an der TU Darmstadt: Systemzuverlässigkeit und Maschinenakustik SzM



2001

Neuberufung Prof. Holger Hanselka, Anbindung an die TU Darmstadt



Fraunhofer Institut Betriebsfestigkeit Systemzuverlässigkeit

2004 Namenserweiterung Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit



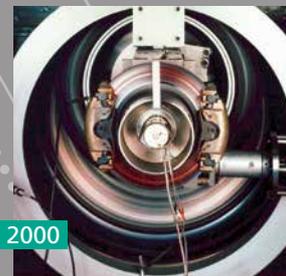
1998

Kommissarische Leitung Prof. Gerd Müller (Fraunhofer ISC)



1962

Aufnahme in die Fraunhofer-Gesellschaft



2000

Akkreditierung als Prüflabor nach DIN EN ISO/IEC 17025



1950

Zusammenschluß von Bautz-Bergmann GmbH und Physikalisch-Technischem Labor von Dr. Gaßner



1938

Gründung der Bautz-Bergmann Werkstoff- und Konstruktionsberatung GmbH, Darmstadt



2010

Einweihung des 25-kanaligen Ganzfahrzeugprüfstandes



2013

75 Jahre Fraunhofer LBF

Wechsel Prof. Hanselka an das KIT, Übernahme der komm. Leitung durch Prof. Melz



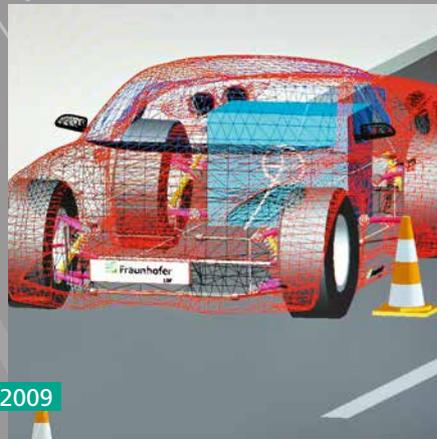
2008

Grundsteinlegung für das Transferzentrum Adaptronik TZA



2008

Das LOEWE-Zentrum AdRIA nimmt die Arbeit auf



2009

Koordination der Fraunhofer-Systemforschung Elektromobilität FSEM durch das Fraunhofer LBF



2012

Das Fraunhofer LBF ist Ort im Land der Ideen



2007

Gründung des Technologienetzwerks Rhein-Main Adaptronik e. V. (Gründungsvorstände: Prof. Hölger Hanselka, Dr. Ursula Eul, Dr. Michael Fuchs)



2009

Der Sonderforschungsbereich 805 wird an der TU Darmstadt eingerichtet



2012

Integration des Deutschen Kunststoff Instituts DKI (Prof. Matthias Rehan)



2012

Das Zentrum für Systemzuverlässigkeit ZSZ-e wird bewilligt



„Wissen ist das einzige Gut, das sich vermehrt, wenn man es teilt.“

Marie von Ebner-Eschenbach



„Aus kleinem Anfang entspringen alle Dinge.“

Marcus Tullius Cicero



„Mit den Jahren steigern sich die Prüfungen.“

Johann Wolfgang von Goethe



Mobilitätskonzepte ...

Mobility concepts ...

Wer sich in ein Auto setzt, ist es gewohnt, bequem darin Platz zu nehmen, vergleichsweise schnell voranzukommen und sicher ans Ziel zu gelangen. Dies gilt auch für andere Verkehrsmittel, die wir zu Land, zu Wasser und zu Luft täglich nutzen. Bei Komfort, Sicherheit, Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit haben wir heute Standards erreicht, die noch vor wenigen Jahrzehnten unvorstellbar waren. Mobilität auf höchstem Niveau ist eines der Merkmale der modernen Gesellschaft.

Einen grundlegenden Beitrag dazu leistet das Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF seit 75 Jahren. Ein kleiner Kreis von weitblickenden Wissenschaftlern und Ingenieuren um Ernst Gaßner, Otto Svenson, Wilhelm Bautz und G. Bergmann entwickelte 1938 neuartige Versuchs- und Berechnungsmethoden, um die Belastungen von Konstruktionen während des Betriebs zu messen und deren Auswirkung auf die Lebensdauer zu bewerten. Es war die Geburtsstunde der Betriebsfestigkeit und die Geburtsstunde des **Laboratoriums für Betriebsfestigkeit LBF**.

Die Betriebsfestigkeit ermöglichte erste zuverlässige und „leichte“ Hochleistungsprodukte. Sie war von Anfang an auch mit der Philosophie des Leichtbaus verbunden. Die vielfach bahnbrechenden Arbeiten des LBF, vor allem für den Fahrzeug- und Maschinenbau, wurden nicht nur in der Industrie sondern auch in Wissenschaftskreisen bekannt. Dies führte im Jahr 1962 zur Aufnahme des LBF als 10. Institut in die damals erst 13 Jahre alte „Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V.“

Seither haben nicht nur Betriebsfestigkeit und Mobilität eine beachtliche Entwicklung genommen, sondern auch die Fraunhofer-Gesellschaft und ihr Institut LBF. Das heutige Fraunhofer LBF ist eines der größeren Institute in der Fraunhofer-Gesellschaft und nach wie vor ein gefragter Partner für Industrie und Forschung, insbesondere wenn es um die Entwicklung und Prüfung von Sicherheitsbauteilen geht. Dabei stützt sich das Fraunhofer LBF heute neben der Betriebsfestigkeit auf drei weitere Kernkompetenzen: Systemzuverlässigkeit, Adaptionik und Kunststoffe.

Systemleichtbau, ressourceneffiziente Konstruktion, die Vermeidung unerwünschter Schwingungen und gesundheitsbelastender Lärmquellen, hohe Zuverlässigkeit und nutzungsangepasste Wartungsintervalle auch bei komplexen Systemen, dies und vieles mehr sind FuE-Ziele, denen sich das Fraunhofer LBF heute stellt. Neben seinem FuE-Engagement in zahlreichen weiteren Branchen prägt das Institut damit heute noch genauso wie damals den technologischen Fortschritt in der Fahrzeugindustrie wesentlich mit.

Und so lautete auch das Motto der **Jubiläumsveranstaltung zum 75. Geburtstag des Instituts am 6. Juni 2013 „Leicht und elektrisch – Mobilitätskonzepte für die Zukunft“**.

Besonders gewürdigt wurden an diesem Tag die jüngsten, für den Standort Darmstadt und Hessen strategisch bedeutenden Maßnahmen „Integration des (ehemaligen) Deutschen Kunststoff-Instituts DKI“ und der Aufbau des „Zentrum für Systemzuverlässigkeit mit Schwerpunkt Elektromobilität ZSZ-e“. Beide neuen Institutsbereiche eröffnen nach Überzeugung des Fraunhofer LBF nicht nur dem Institut selbst, sondern auch dem Land Hessen und der Automobilindustrie weitere Perspektiven für zukünftige Mobilitätskonzepte.

Mit Grußworten richteten sich die damalige Hessische Ministerin für Wissenschaft und Kunst Eva Kühne-Hörmann, Prof. Dr. Wolf-Dieter Lukas, Abteilungsleiter im Bundesministerium für Bildung und Forschung, der Präsident der Technischen Universität Darmstadt, Prof. Dr. Hans Jürgen Prömel, und der Fraunhofer-Vorstand für Personal und Recht, Dr. Alexander Kurz an die Gäste. Zur großen Freude der Gastgeber zählten neben hochrangigen Vertretern aus Politik, Wissenschaft und Wirtschaft auch Nachfahren der LBF-Gründer zu den Festgästen.

Den Ausklang der Festveranstaltung begingen Gäste und Mitarbeiter des Instituts bei einem gemeinsamen Grillfest unter strahlender Sonne.

... für die Zukunft.

... for the future.

When we get into a car, we are used to being able to sit down comfortably, move forward relatively quickly and reach our destination safely. This also applies to other forms of transportation we use on a daily basis, whether by land, by sea or in the air. As far as comfort, safety, operational efficiency, and reliability are concerned, we have attained social standards today that would have been unthinkable just a few decades ago. A high level of mobility is one of the characteristics of a modern society.

The Fraunhofer Institute for Structural Durability has made considerable contributions to this progress – and has been doing so for the past 75 years.

In 1938, a small group of forward-looking scientists and engineers that included Ernst Gaßner, Otto Svenson, Wilhelm Bautz and G. Bergmann started developing novel test and computation methods to measure the loading of constructions during operation and to assess the effect on fatigue life. This was the natal hour of structural durability and that of the **Laboratorium für Betriebsfestigkeit LBF** (Laboratory of Structural Durability).

Structural durability enabled the first reliable and “light” high-performance products. It was linked with the philosophy of lightweight construction from the very beginning. LBF’s groundbreaking work primarily in automotives and mechanical engineering was not only renowned in the industry but also in scientific circles. In 1962, this led to the inclusion of the LBF into the then 13 year-old “Fraunhofer Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.” as its 10th institute.

Structural durability and mobility have not only developed considerably since then but also the Fraunhofer Gesellschaft and its LBF institute. Today, Fraunhofer LBF is one of the larger institutes of the Fraunhofer-Gesellschaft and is as much in demand as ever as a partner for industry and research, especially when it comes to the development and testing of safety components. In addition to structural durability, Fraunhofer LBF’s core competencies are system reliability, smart structures and plastics.

The areas of systematic lightweight construction, resource-efficient construction and manufacturing possibilities, the avoidance of undesired vibrations and health-hazardous sources of noise, high reliability and requirement-adapted maintenance intervals also in complex systems, and much more, are R&D goals that Fraunhofer LBF sets for itself today on behalf of its customers. In addition to its R&D commitments in a number of additional branches of industry, the institute has a great influence on technological advances in the automotive industry today just as it did back then.

And thus the motto of the celebration of the 75th anniversary of the institute on June 6, 2013 was: “Light and Electric – Mobility Concepts for the Future”. Particularly the latest strategic achievements were praised on this day: the integration of the former “German Plastics Institute DKI” and the creation of the “Center for System Reliability with Focus on Electromobility (ZSZ-e)”, which are strategically significant measures for the location of Darmstadt and the state of Hesse. Fraunhofer LBF is convinced that both of these new institutes will open up further perspectives for future mobility concepts not only for the institute itself but also for the state of Hesse and the automotive industry.

The former Minister for Science and the Arts, Eva Kühne-Hörmann, Prof. Dr. Wolf-Dieter Lukas, Department Head at the Federal Ministry for Education and Research, the President of the Technische Universität Darmstadt, Prof. Dr. Hans Jürgen Prömel and the Fraunhofer Board of Directors for Human Resources and Legal Affairs, Dr. Alexander Kurz greeted the guests of the anniversary celebration. The hosts were very pleased that high-profile representatives from politics, science and the economy as well as the founders of LBF were among the invited guests.

Towards the end of the anniversary celebration the guests and staff members of the institute enjoyed a barbecue together under bright, sunny skies.



Festgäste vor dem neuen Zentrum für Systemzuverlässigkeit ZSZe: Dr. Wolf-Dieter Lukas (Bundesministerium für Bildung und Forschung), Prof. Dr. Hans Jürgen Prömel (Präsident der Technischen Universität Darmstadt), Eva Kühne-Hörmann (Hessische Ministerin für Wissenschaft und Kunst), Dr. Alexander Kurz (Vorstandsmitglied der Fraunhofer-Gesellschaft) und Prof. Dr. Holger Hanselka (Institutsleiter Fraunhofer LBF) – v.l.n.r.



Musikalische Begleitung durch die LBF Jazz Combo.



©Bildquelle „Klaus Völker“



„Verabschiedung Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka im Fraunhofer LBF“



Danke!

Thank you!

Nach zwölfenhalb Jahren als Institutsleiter des Fraunhofer LBF übernahm Professor Dr.-Ing. Holger Hanselka mit Wirkung zum 1. 10. 2013 die Präsidentschaft des Karlsruher Instituts für Technologie KIT. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Fraunhofer LBF bedauerten den Wechsel sehr, sahen aber im einstimmigen Votum der KIT-Gremien für Hanselka auch eine Anerkennung der Leistung und der Positionierung ihres Institutes.

Mit großem persönlichem Engagement und einer außerordentlichen Aufbauleistung hat Hanselka dem Fraunhofer LBF eine Vielzahl neuer Chancen eröffnet und eine sehr solide Basis für die Zukunft geschaffen. Unter seiner Leitung erfuhr das Institut entscheidende Erweiterungen, insbesondere auf den Gebieten der Adaptronik, der Kunststoffe, der Systemzuverlässigkeit und der Elektromobilität. Die vom Bund und vom Land Hessen geförderten Maßnahmen „Fraunhofer-Transferzentrum Adaptronik TZA“, „LOEWE-Zentrum AdRIA“, „Integration des Deutschen Kunststoff-Instituts DKI“ sowie „Zentrum für Systemzuverlässigkeit mit Schwerpunkt Elektromobilität ZSZ-e“ wurden auf seine Initiative hin realisiert. Mit Fertigstellung des „Zentrum für Systemzuverlässigkeit ZSZ-e“ Ende 2014 verteilen sich Labor- und Büroflächen des Fraunhofer LBF auf dann 5 Gebäude an 2 Standorten in Darmstadt und bieten über 500 Mitarbeitern, attraktive Arbeitsplätze. Während Hanselkas Amtszeit wurden Mitarbeiterzahl und Finanzhaushalt des Instituts etwa verfünffacht. Wissenschaftlich, national wie international, ist das Fraunhofer LBF heute bestens vernetzt. Im Industriegeschäft erfreut es sich eines außerordentlich stabilen und teilweise seit Jahrzehnten treuen Kundenstammes.

Auf dieser Basis baut das Team des Fraunhofer LBF weiter auf. Mitarbeiter und Führungskräfte danken ihrem ehemaligen Institutsleiter für die ihnen gebotenen Chancen. Sie haben die Aufgabe angenommen, diese Chancen weiter zu entwickeln und neue zu ergreifen. Mit großem Engagement und hoher Leistungsbereitschaft gestaltet das Team weiterhin die Zukunft seines Instituts. **Danke, Herr Professor Hanselka!**

After twelve and a half years as Director of Fraunhofer LBF, Professor Dr. Holger Hanselka took office as President of the Karlsruhe Institute of Technology KIT on 1 October 2013. The LBF staff sincerely regrets this change, however, may also regard the unanimous vote of the KIT board for Hanselka as an acknowledgement for the performance and positioning of its institute.

Hanselka's great personal commitment and exceptional achievements have opened up a number of new opportunities for Fraunhofer LBF, thus creating a very solid basis for a successful future. Under his tutelage, the institute has considerably expanded in the past years, particularly in the fields of adaptronics, plastics, system reliability and electromobility. The "Fraunhofer Transfer Center Adaptronics TZA", "LOEWE Center AdRIA", "Integration of the German Plastics Institute DKI" and "Center for System Reliability with Emphasis on Electromobility (ZSZ-e)", which are funded by the federal government and the state of Hesse, have been realized as the result of his initiative. The laboratories and office space of the "Center for System Reliability with Emphasis on Electromobility ZSZ-e", which will most likely open the end of 2014, are distributed in five buildings on two locations in Darmstadt and will offer over 550 scientists, engineers, technicians and experts attractive jobs in a number of different disciplines. The number of employees and the financial budget approximately quintupled during Hanselka's term of office. Fraunhofer LBF today is very well networked with both the national and international the scientific community. It has an extraordinarily stable customer base in the industry, part of which has been loyal to the institute for decades.

The Fraunhofer LBF team can continue to progress on this basis. Employees and managers thank their former Institute Director for the opportunities he has presented them. They have taken it upon themselves to seize these opportunities and to make the most of them. With great commitment and dedication the team is continuing to shape the future of its institute.

Thank you, Professor Hanselka!



Fraunhofer

LBF

Traditionell innovativ!

Das Fraunhofer LBF in Darmstadt ist eines der traditionsreichsten Institute der Fraunhofer-Gesellschaft. Vor über 75 Jahren wurde durch das ehemalige „Laboratorium für Betriebsfestigkeit LBF“ ein völlig neues, aber bereits damals wirtschaftlich bedeutsames Forschungsgebiet geprägt, das bis heute nichts an Aktualität und Relevanz verloren hat. Ausgehend von der experimentellen Betriebsfestigkeit baute das Institut insbesondere im letzten Jahrzehnt sein Kompetenzspektrum mit hoher Innovationskraft und großer Dynamik sowohl in der Tiefe als auch in der Breite aus. Über die traditionellen Branchen des Fahrzeug- und Maschinenbaus hinaus wurden zusätzliche Marktsegmente erschlossen.

Jüngster Meilenstein in der strategischen Entwicklung des „Fraunhofer-Instituts für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF“ war die Integration des renommierten Deutschen Kunststoff-Instituts DKI im Jahr 2012. Erwiesene Kernkompetenzen liegen damit heute in der numerischen und der experimentellen Betriebsfestigkeit, in der Adaptronik und der Systemzuverlässigkeit sowie auf dem Gebiet der Kunststoffe. Diese vier Kernkompetenzen entwickelt das Fraunhofer LBF in den gleichnamigen Forschungsbereichen in insgesamt 10 Abteilungen fachlich und organisatorisch weiter.

Seinen Zukunftsplan hat das Institut in einem lebenden Strategiedokument niedergelegt und lässt dieses in regelmäßigen Abständen durch externe Gutachter überprüfen und bewerten. Die operative Arbeit wird in kontinuierlichen Analysen zur Kundenzufriedenheit der kritischen Prüfung unterzogen. Das Managementsystem des Fraunhofer LBF ist nach DIN ISO EN 9001:2000 zertifiziert, das Prüflabor nach den Anforderungen der DIN ISO-IEC 17025 akkreditiert. Auf dieser Basis erfreut sich das Institut einer außerordentlich hohen Kundentreue, über Jahrzehnte hinweg.

Partner im Entwicklungsprozess

Zum Nutzen von Kunden und Partnern bringen mehr als 550 Naturwissenschaftler, Ingenieure, Techniker und Sachbearbeiter,

Experten unterschiedlicher Fachrichtungen am Fraunhofer LBF und an den assoziierten Fachgebieten über die Bereichsgrenzen hinweg ihr Know-how in interdisziplinäre Projektarbeit und Services ein. Sie greifen zukunftsorientierte Themen auf, entwickeln sie in engem Dialog mit ihren Kunden zu Produkt- und Prozessinnovationen weiter und prägen neue Trends mit.

Das Team des Fraunhofer LBF erbringt Leistungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette, vom Werkstoff über seine Verarbeitung bis hin zum fertigen Bauteil bzw. bis zum komplexen System und seiner Qualifizierung im Hinblick auf Sicherheit und Zuverlässigkeit, Leistungen vom Produktdesign bis zur Nachweisführung. Speziell bei Kunststoffen kann das Institut mit der Polymersynthese und einer tiefgehenden Materialcharakterisierung in einer besonders frühen Stufe der Wertschöpfung unterstützen.

Es entstehen ganzheitliche, material- und energieeffiziente Lösungen auf den Gebieten **Schwingungstechnik, Leichtbau, Zuverlässigkeit und Polymertechnik** – maßgeschneidert für jeden einzelnen Kunden. Über sein charakteristisches, weit gespanntes Kompetenz- und Leistungsportfolio erreicht das Fraunhofer LBF eine Vielzahl unterschiedlicher Märkte, vor allem den Automobil- und Nutzfahrzeugbau, die Schienenverkehrstechnik, den Schiffbau, die Luftfahrt, den Maschinen- und Anlagenbau, die Energietechnik, das Bauwesen, die Medizintechnik sowie die Chemische Industrie.

Zukunft gestalten!

Die Wissenschaftler verstehen sich als aktive Begleiter im Innovationsprozess ihrer Kunden, als Impulsgeber und Prozessbeschleuniger. Sie wirken zunehmend als strategische Partner bei der Produktentwicklung mit, erarbeiten, bewerten und realisieren maßgeschneiderte Lösungen, vor allem für sicherheitsrelevante maschinenbauliche Systeme und schwingungsanfällige Leichtbaustrukturen. Sie unterstützen strukturierte Produktentstehungsprozesse unter anderem nach dem „V-Modell“. Neben der Bewertung und optimierten Auslegung passiver mechanischer Strukturen werden auch aktive,

Polymertechnik
Leichtbau
Schwingungstechnik
Zuverlässigkeit

mechatronisch-adaptronische Systemlösungen bearbeitet und prototypisch umgesetzt. Begleitend entwickelt das Fraunhofer LBF die entsprechenden numerischen sowie experimentellen Entwicklungsmethoden und Prüftechniken vorausschauend weiter. Das Fraunhofer LBF schlägt damit eine starke Brücke zwischen Wissenschaft und industrieller Anwendung. – Regional, national und international.

Was uns verbindet

Die vertrauensvolle, nachhaltig erfolgreiche Zusammenarbeit, im Team des Fraunhofer LBF und der Fraunhofer-Gesellschaft ebenso wie mit Kunden und Partnern, betrachten wir als

höchstes Gut. Dafür setzen sich die Führungskräfte und die Mitarbeiter des Fraunhofer LBF mit großem persönlichen Engagement und hoher Leistungsbereitschaft ein. Die Grundlage bilden Fairness, Transparenz und Verbindlichkeit.

Über ein gemeinsames Qualitätsverständnis im Team, gepaart mit Offenheit, Toleranz und gegenseitiger Wertschätzung, entsteht am Fraunhofer LBF immer wieder **Innovation aus Leidenschaft!**

*„Regional,
national und
international.“*





Fraunhofer

LBF



Fraunhofer-Transferzentrum Adaption



LOEWE Zentrum AdRIA



Institutsgebäude Bereich Kunststoffe (Schlossgartenstraße)

Traditionally Innovative!

Fraunhofer LBF in Darmstadt is one of the most traditional institutes of the Fraunhofer-Gesellschaft. Over 75 years ago, the former "Laboratory for Structural Durability LBF" shaped a completely new area of research that even back then was already economically significant and, up to today, has lost none of its topicality and pertinence. Particularly in the last decade, the institute developed its competence center both in breadth and depth on the basis of experimental structural durability with a great deal of innovation force and high degree of dynamics. Additional market segments beyond the traditional vehicle and mechanical engineering branches of industry were opened up.

The latest milestone in the development of the „Fraunhofer Institute for Structural Durability and System Reliability LBF“ was the integration of the renowned German Plastics Institute DKV in 2012. The tried and tested competencies are found today in numerical and experimental structural durability, in smart structures and system reliability and in the area of plastics. Fraunhofer LBF continues to develop these four core competencies on a technical and organizational level in research divisions of the same name and in a total of 10 departments.

The institute has documented its future plans in a dynamic strategy plan that is checked and assessed by external evaluators on a regular basis. The operative work is critically examined in continuous analyses on customer satisfaction. The management system of Fraunhofer LBF is certified according to DIN ISO EN 9001:2000 and the testing laboratory is accredited according to the requirements of DIN ISO-IEC 17025. This has also led to an extraordinarily high number of customers that has been loyal to the institute for decades.

Partners in the development process

More than 550 scientists, engineers, technicians, administrators and experts from diverse disciplines bring their know-how into interdisciplinary project work and services that extends beyond the boundaries of each subject matter to the advantage of customers and partners. They take up future-oriented topics, develop them to product and process innovations in close cooperation with their customers and thus set new trends.

The Fraunhofer LBF teams offer services along the entire value-added chain starting with the material and its processing up to the finished component, the complex system, its qualification with regard to safety and reliability, and performance from product design to verification. Particularly in the area of plastics, the institute provides support at an early stage of the value added chain with polymer synthesis and in-depth material characterization.

Comprehensive material and energy-efficient solutions are developed in the areas of vibration technology, lightweight construction, reliability and polymer technology – tailored to the individual needs of each customer. Fraunhofer LBF reaches a number of different markets with its characteristic, wide-reaching competence and service portfolio, particularly in rail transport technology, ship building, aviation, mechanical and plant engineering, energy technology, building industry, medical technology and the chemical industry.

Shaping the future!

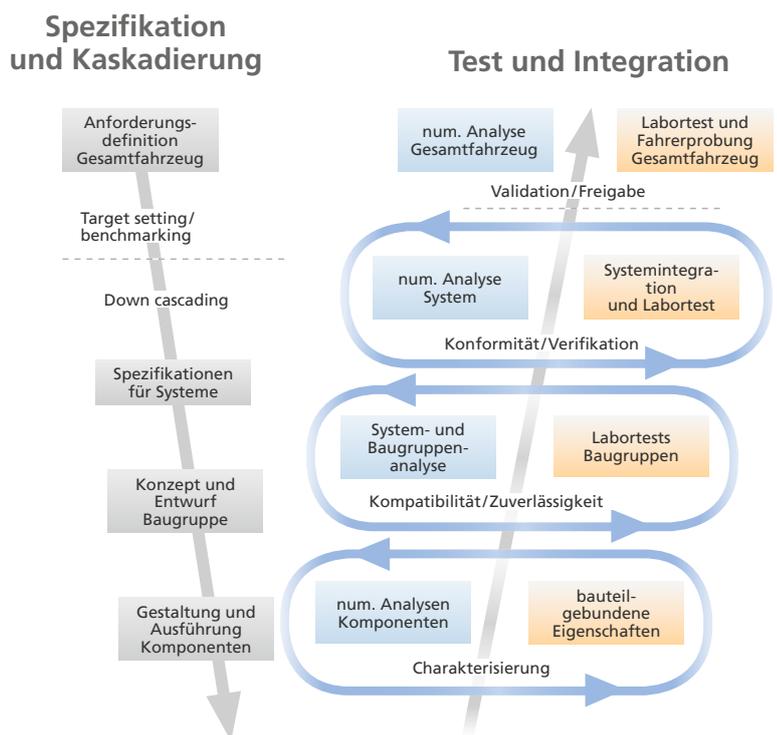
The scientists see themselves as active participants in the innovation processes of their customers, as those who provide impetus and who speed up the process. They increasingly act as strategic partners in the development of the product; they work on, evaluate and realize tailored solutions especially for safety-relevant mechanical systems and vibration-sensitive lightweight structures. They support structured product development processes in accordance with the "V model", among others. In addition to the evaluation and optimized design of passive mechanical structures, active, mechatronic-adaptronic

function units are developed and prototypically implemented. At the same time, Fraunhofer LBF continues to look forward and further develop the appropriate numerical and experimental methods and testing technologies.

What unites us

For us, a trusting, lasting and successful cooperation within the Fraunhofer team and Fraunhofer Gesellschaft and with customers and partners the highest good. This is what the managers and staff of Fraunhofer LBF strive for with great personal motivation and diligence. The basis for this is fairness, transparency and commitment.

The result of our team's common understanding of quality, openness, tolerance and mutual respect always results in a **passion for innovation!**





„Mit Sicherheit innovativ –
Mit Leidenschaft für den Markt.“



Contact

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



„Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile“. Das Fraunhofer LBF durfte die Bedeutung dieses Zitats im vergangenen Jahr in besonderer Weise erleben.

Die organisatorische Integration des ehemaligen Deutschen Kunststoff-Instituts DKI als neuer Bereich Kunststoffe im Fraunhofer LBF fand Mitte 2012 statt. Im Jahr 2013 konnten nun auch wissenschaftlich und technologisch die ersten Früchte dieser Verbindung geerntet werden. Wir freuen uns deshalb besonders, Ihnen in diesem Jahresbericht erstmals Projektergebnisse und neue Perspektiven vorstellen zu können, die speziell aus den Synergien dieser interdisziplinären Zusammenarbeit resultieren.

Auch unter den angestammten Forschungsbereichen des Fraunhofer LBF gewinnen bereichsübergreifende Projekte immer mehr an Stellenwert. An den Schnittstellen entstehen hochinteressante FuE-Ergebnisse, die zunehmend Systemcharakter haben. Damit kann das Fraunhofer LBF seinen Kunden in allen Geschäftsfeldern qualitativ neuartige Leistungselemente anbieten. Einige Beispiele dafür finden Sie im vorliegenden Bericht.

Mit vier starken Kernkompetenzen, nämlich mit Betriebsfestigkeit, Adaptronik, Systemzuverlässigkeit und Kunststoffe unter einem Dach kann das Fraunhofer LBF als Ihr strategischer Partner jetzt noch besser als bisher Ihre Entwicklungsprozesse begleiten und unterstützen.

Dies hat auch ein externes Gremium dem Institut im Rahmen des jüngsten Strategieaudits im April 2013 bestätigt. Acht Experten aus Wirtschaft und Wissenschaft prüften den vorgelegten Strategieplan III des Fraunhofer LBF, nahmen Labore und Prüffelder in Augenschein und diskutierten zwei Tage lang intensiv wissenschaftliche und strategische Themen mit der Institutsleitung, den Führungskräften und Mitarbeitern. Sie attestierten dem Institut eine hervorragende Aufstellung und eine Ausrichtung auf zukunftsfähige Themen. Sie sahen neue Alleinstellungsmerkmale speziell auf Basis des

erweiterten Kompetenzspektrums und sehr gute Chancen für die langfristige Wettbewerbsfähigkeit. In ihren Gutachten gaben die Auditoren wertvolle Hinweise und Empfehlungen für die weitere Entwicklung des Instituts. Den Strategieprozess des Fraunhofer LBF bestätigten sie in Gänze und sahen in ihm ein wichtiges Element zur Sicherung der Zukunft.

Es ist unser Anliegen, auch außerhalb unseres Institutes die Zukunft aktiv mit zu gestalten, Innovationen zu schaffen und technologische Trends selbst mit zu prägen. Daher beobachten wir besonders die Marktentwicklungen in unseren Geschäftsfeldern. Sie sind die Ausgangspunkte für Strategie und Strategieprozess. Im Zentrum stehen Sie, unsere Kunden und Partner. Unser Leistungsangebot richten wir an der Erfüllung Ihrer ganz spezifischen aktuellen und künftigen Bedarfe aus. Mit Blick auf die Zukunft optimieren wir unser Leistungsportfolio kontinuierlich. Der vorliegende Bericht präsentiert Ihnen aktuelle FuE-Ergebnisse in den Feldern **Schwingungstechnik, Leichtbau, Zuverlässigkeit und Polymertechnik**.

Gerne unterstützen wir auch Sie im Innovationsprozess, entwickeln gemeinsam mit Ihnen Produkte und Technologien oder verbessern diese – in bilateralen Einzelprojekten, in Verbundprojekten, in EU-Projekten oder in internationalen Kooperationen.

Wir freuen uns auf neue Herausforderungen und auf spannende Projekte mit Ihnen.

Darmstadt, im März 2014

Dr. Ursula Eul

Leiterin Strategisches Management



“A whole is more than the sum of its parts”. Last year Fraunhofer LBF was able to experience the meaning of this quotation in a special way.

The organizational integration of the former German Plastics Institute DKI into Fraunhofer LBF as the new Plastics division took place in the middle of 2012. In 2013 we were already able to harvest the first scientific and technological fruits of this union. We are therefore particularly pleased to present you first project results and new prospects that specifically come from the synergies of this interdisciplinary cooperation.

Interdisciplinary projects in the already existing research areas of Fraunhofer LBF are also gaining in importance. Very interesting R&D results that increasingly have a systemic character are emerging at the interfaces. This enables Fraunhofer LBF to offer its customers qualitatively new types of service elements. You will find several examples of this here in this report. With its four core competencies under one roof – Structural Durability, Smart Structures, System Reliability and Plastics – Fraunhofer LBF, as your strategic partner, is able to support and guide your development processes better than ever before.

An external board of experts also confirmed this to the institute within the framework of the latest strategy auditing in April 2013. The experts from the economy and science examined Fraunhofer LBF’s Strategy Plan III, inspected the laboratories and testing environments and had intensive discussions on scientific and strategic topics with the institute’s director, managers and staff for two days. They attested the institute’s excellent positioning and alignment with future-oriented topics. They saw new unique selling points based on the expanded competency spectrum and very good opportunities for a long-term competitive capacity. In their expert report the auditors gave valuable advice and made recommendations for the institute’s further development.

They confirmed Fraunhofer LBF’s strategic process in its entirety and saw in it an important element of securing the future.

We are committed to actively participating in shaping the future, creating innovations and setting technological trends also outside of our institute. For this reason we are particularly observant of the market developments in our business fields. These are the starting point for strategies and strategy processes. In the center of all of this are you, our customers and partners. Our service offers are aligned toward fulfilling your specific current and future needs. With an eye on the future, we are continuously expanding our service portfolio. This report presents the current R&D results in the fields of **vibration technology, lightweight construction, reliability and polymer technology.**

We also gladly support you in your innovation process, develop products and technologies together with you or improve these in bilateral, individual projects, in collaborative projects, in EU projects or in international cooperations.

We are looking forward to new challenges and interesting project work with you.

Darmstadt, March 2014



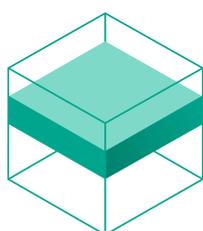
Dr. Ursula Eul
Head of Strategic Management



Was wir wissen.

KNOW-HOW FÜR DIE ZUKUNFT.

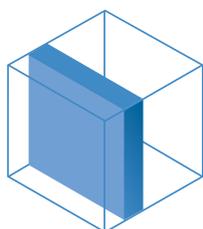
Mitarbeiter aus zehn LBF Forschungsabteilungen und den assoziierten Fachgebieten „Systemzuverlässigkeit und Maschinenakustik“ sowie „Makromolekulare Chemie“ an der TU Darmstadt setzen ihr ganzes Know-how und ihre Erfahrung für Sie ein. Das Fraunhofer LBF hat den Anspruch, führend in seinen Kernkompetenzen zu sein und entwickelt diese kontinuierlich weiter. Als Geschäftspartner profitieren Sie von aktuellsten wissenschaftlichen Erkenntnissen und technischen Möglichkeiten – immer am State-of-the-Art. **Mehr dazu ab S. 38**



Für wen wir arbeiten.

ENGAGEMENT FÜR IHREN ERFOLG.

Das Fraunhofer LBF ist mit seinem Kompetenz- und Leistungsspektrum in der Lage, attraktive FuE-Angebote für eine Vielzahl von Branchen und Märkten bereit zu stellen. Das Institut bündelt diese Segmente in vier Geschäftsfeldern, über die Kunden und Partner gezielt und individuell angesprochen werden, um maßgeschneiderte Leistungspakete anzubieten. Als Kunde profitieren Sie vom ausgeprägten Anwendungs- und Marktverständnis unserer Projektteams. **Mehr dazu ab S. 30**



Welche Probleme wir lösen.

LEISTUNG AUF DEN PUNKT GEBRACHT.

Von der Materialsynthese bis zum kompletten System, von der Konzeptidee bis zum fertigen Produkt, von der Auslegung bis zur Einsatzprüfung – das Fraunhofer LBF erstellt im engen Dialog mit Ihnen das passende Leistungspaket. Das Institut steht für innovative Lösungen in der Schwingungstechnik, im Leichtbau, in der Zuverlässigkeit und in der Polymertechnik. Schwerpunkte liegen auf sicherheitsrelevanten Bauteilen und Systemen, auf Material- und Komponentenfunktionen sowie auf strukturmechanischen Eigenschaften. In allen Phasen der Systementwicklung und -bewertung werden numerische wie experimentelle Methoden eingesetzt, um technisch und wirtschaftlich vorteilhafte Lösungen zu erzielen. Als Projektpartner profitieren Sie von der interdisziplinären Zusammensetzung unserer Projektteams, insbesondere bei komplexen systemischen Fragestellungen. **Mehr dazu ab S. 34**

What we know.

KNOW-HOW FOR THE FUTURE.

Staff from ten LBF research departments and associated divisions of “System Reliability and Machine Acoustics” as well as “Macromolecular Chemistry” at TU Darmstadt apply their entire expertise and experience to serve your interests. Fraunhofer LBF aspires to leadership in its core competencies and therefore is continuously further developing these. As a result, you, as a business partner, benefit from the latest scientific insights and technical possibilities- which are always state of the art. [More on pg. 38](#)

For whom we work.

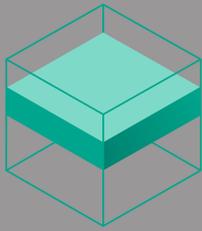
OUR COMMITMENT FOR YOUR SUCCESS.

With its competencies and range of services, Fraunhofer LBF is able to provide attractive R&D offers for a number of branches of industry and markets. The institute groups these segments into four business areas which specifically and individually address the needs of customers and business partners in order to provide them with tailored service packages. As a customer, you benefit from the in-depth knowledge our teams on applications and markets. [More on pg. 30](#)

The tasks we achieve.

FOCUSED SERVICES.

From the material synthesis 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 in close cooperation with you. The institute stands for innovative solutions in vibration technology, lightweight construction, reliability and polymer technology. Focal points are on safety-relevant components and systems, material and component functions as well as structural mechanic properties. Numerical and experimental expertise is applied in all levels of system development and evaluation in order to achieve technically and economically beneficial solutions. As a project partner, you benefit from the interdisciplinary formation of our project teams, particularly when it comes to complex, systemic issues. [More on pg. 34](#)



Mechanical
Automotive Energie - Um
Transport
En
Tran

Engagement für Ihren Erfolg.

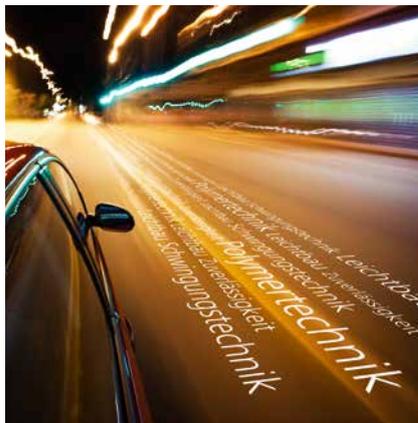
Our commitment for your success.

AUTOMOTIVE

Pkw, Nfz und Sonderfahrzeuge

AUTOMOTIVE

**Passenger cars, commercial
and special vehicles**



Mit Sicherheit mobil.

Im Geschäftsfeld Automotive kann das Fraunhofer LBF auf eine besonders große Zahl langjährig etablierter FuE-Kooperationen mit Forschungs-, Entwicklungs- und Produktionsabteilungen sowohl bei OEM als auch bei Zulieferunternehmen verweisen. Mit ganzheitlichen FuE-Angeboten unterstützt das Institut große Teile des Produktentwicklungsprozesses, sowohl für konventionell als auch für elektrisch angetriebene Fahrzeuge. Je nach Aufgabenstellung wirken dabei alle LBF-Forschungsbereiche, von der Identifikation und Ableitung relevanter

TRANSPORT

**Luft- und Raumfahrt, Schiffbau,
schienengebundene Fahrzeuge**

TRANSPORTATION

**Aerospace, shipbuilding,
rail-bound vehicles**



Mit Sicherheit effizient.

Eine signifikante Reduktion der Umweltbelastung durch CO₂ und andere Schadstoffe, auch durch Lärm, eine deutliche Erhöhung der Energieeffizienz und Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit durch Kostensenkung über den gesamten Lebenszyklus sind im Schienenverkehr, in der Luftfahrt und im Schiffsbau unverkennbare Trends und Notwendigkeiten. Daraus leiten sich zahlreiche FuE-Herausforderungen ab. Etwa für die Entwicklung von neuen, energieeffizienten Antrieben, für Energierückgewinnungsstrategien, für den Systemleichtbau, für einen lärmarmen Verkehrsbetrieb, für eine hohe Verfügbarkeit der Verkehrsträger, für eine Steigerung der Unfallsicherheit

Anforderungen für die Auslegung mechanischer und elektromechanischer Bauteile und Systeme, über die Optimierung und prototypische Umsetzung bis hin zu Systemintegration, Inbetriebnahme, Test und Bewertung, eng zusammen. Den Erfordernissen einer nachhaltigen Mobilität trägt das Institut auch durch den Bau des Zentrums für *Systemzuverlässigkeit ZSZ-e mit Schwerpunkt Elektromobilität* sowie mit spezieller Prüftechnik Rechnung.

Reliably mobile.

In its Automotive business area, Fraunhofer LBF is able to refer to a particularly large number of long-standing R&D cooperations with research, development and production divisions in OEM and with suppliers. 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 vehicles. Depending on the task at hand, all LBF research areas work closely together – running the gamut from the identification and

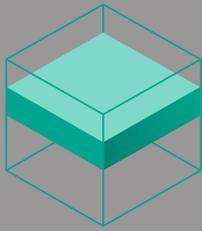
derivation of relevant requirements for the design of the mechanical and electromechanical components and systems, the optimization and prototypical implementation to the system integration, operation test and evaluation. The establishment of the Center for System Reliability *with a Focus on Electromobility (ZSZ-e)* and special testing technology enable the institute to stay abreast with requirements of sustainable mobility.

und zunehmend auch zur Absicherung der Zuliefererqualität. Im Geschäftsfeld Transport unterstützt das Fraunhofer LBF die Entwicklungsprozesse seiner Kunden aus der Systemtechnik und aus dem Zulieferbereich. Eine wesentliche Zielsetzung ist es, Entwicklungszeiten insgesamt maßgeblich zu verkürzen und gleichzeitig die Sicherheit und Zuverlässigkeit der Produkte zu gewährleisten. Das Fraunhofer LBF erarbeitet für und gemeinsam mit seinen Kunden geeignete Verfahren der Versuchszeitverkürzung und Methoden der Zuverlässigkeitsbewertung von mechatronischen und adaptronischen Systemen.

Reliably efficient.

A significant reduction of environmental pollution through CO₂ emissions and other types of pollution – including noise, a considerable increase in energy efficiency and enhanced competitiveness by reducing costs over the entire lifespan are distinctive trends and necessities in rail transport, aviation and ship building. R&D challenges, such as in the development of new, energy-efficient drive systems, energy recovery strategies, systematic lightweight construction, low-noise traffic, high availability of traffic systems, increase in accident safety and, increasingly, in ensuring supplier quality arise from this as a result. In the Transport business area

Fraunhofer LBF supports its customers from system technology just as it supports those from the supplier industry. A main objective here is to considerably shorten development times and to simultaneously guarantee the safety and reliability of products. Fraunhofer LBF works together with its customers on appropriate methods of shortening testing times and on methods for the reliability assessments of mechatronic and adaptronic systems.



Energie, Umwelt und
Mechanical and Health
Energy, Environment and Health
Maschinen- und Anlagenbau
Energy, Environment and Health

MASCHINEN- UND ANLAGENBAU MECHANICAL AND PLANT ENGINEERING



Mit Sicherheit verfügbar.

Der Maschinen- und Anlagenbau zählt neben dem Fahrzeugbau, der Elektrotechnik und der pharmazeutischen und chemischen Industrie zu den forschungintensivsten Industriebranchen in Deutschland und ist nach wie vor ein Wachstumstreiber. Besondere Bedeutung, auch für den Export, hat dabei die Maschinentechnik in den Bereichen Energieerzeugung, Fluidtechnik, Robotik, Automation und Landtechnik sowie Werkzeugmaschinen und Präzisionstechnik. Wesentliche FuE-Handlungsfelder sind auch hier Präzision, Energieeffizienz, die Verbesserung von Leichtbau und Dynamik sowie die Steigerung der Verfügbarkeit bzw. Reduktion von Wartungszeiten- und

ENERGIE, UMWELT UND GESUNDHEIT ENERGY, ENVIRONMENT AND HEALTH



Mit Sicherheit nachhaltig.

Neben regenerativen Energien gewinnt auch die lokale, dezentrale Energieversorgung zunehmend an Bedeutung. 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 liegen die FuE-Schwerpunkte vorwiegend auf der

kosten. Das Fraunhofer LBF bietet mit seinen Kernkompetenzen Betriebsfestigkeit, Systemzuverlässigkeit, Adaptionik und Kunststoffe vielfältige Lösungsansätze hierzu – auf Komponenten- und auf Systemebene. Exemplarisch seien Themenfelder wie die Optimierung des Schwingungsverhaltens, Form- und Lagekontrolle auch durch aktive Maßnahmen, Technologien zur Zustandsüberwachung, sowie intelligente, adaptive Fertigungssysteme genannt. Hier liegt ein hohes Potenzial zur Produktverbesserung in allen Bereichen des Maschinen- und Anlagenbaus. Das Institut will dieses Potenzial für seine Kunden erschließen und begleitet sie auf ihren internationalen Märkten.

Reliably available.

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 and still remains a growth driver. Machine technology is particularly relevant in the areas of energy production, fluid technology, robotics, automation, agricultural engineering as well as machine tools and precision technology. Significant R&D areas of activity are precision, energy efficiency, improvement of lightweight construction and dynamics as well as increased availability and reduction of maintenance time and cost. With its core competencies

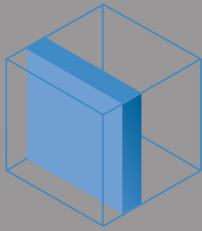
of Structural Durability, System Reliability, Smart Structures and Plastics, Fraunhofer LBF offers comprehensive solutions on the component and system levels. Examples of this are subject areas such as the optimization of vibration behavior, form and position control, also with active measures, technologies for condition monitoring as well as intelligent, adaptive production systems. There is a high potential for product improvement in all areas of mechanical and plant engineering. The institute wants to tap into this potential for its customers and support them in their international market activities.

Produktauslegung und Produktverbesserung im Hinblick auf schwingungstechnische und akustische Eigenschaften sowie auf dem Leichtbau. Aber auch energieautarke Sensornetzwerke zur Erfassung und Regulierung von betriebs- und umweltrelevanten Messgrößen sind ein FuE-Thema. Kunden aus der Medizin- und Sportgerätetechnik erfahren vor allem bei Fragen des Leichtbaus und bei der Überwachung von Strukturlasten Unterstützung. Schwingungstechnik zur Verbesserung von Dynamik, Präzision und Akustik sowie die Systemzuverlässigkeit sind weitere Angebotsfelder.

Reliably sustainable.

In addition to renewable energy, local, decentralized energy supply is increasing in significance. In 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 with regard to

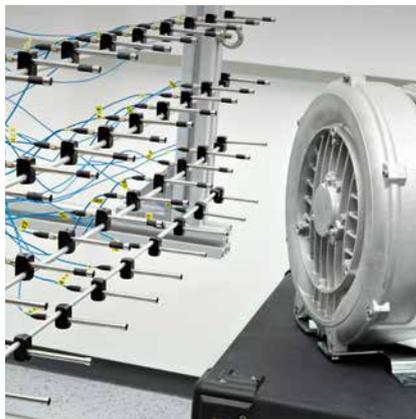
vibration and acoustic properties as well as lightweight construction. But also energy-autonomous sensor networks for the compilation and regulation of operation and environmental parameters are a current topic. Customers from the fields of medical and sports equipment technology receive support particularly with issues regarding structural load monitoring. Vibration technology for the improvement of dynamics, precision and acoustics in addition to system reliability are additional service areas.



Leistung auf den Punkt gebracht.

Focused services.

SCHWINGUNGSTECHNIK VIBRATION TECHNOLOGY



Schwingungen mechanischer Strukturssysteme zu erfassen, zu bewerten und zu beherrschen, gehört zu den Kernaufgaben des Fraunhofer LBF. Das Leistungsangebot reicht von der Problemanalyse und Eigenschaftsermittlung bis zur Klärung von Betriebsfestigkeit, also der Ermüdung und Schädigung von Strukturen unter schwingender, typisch zyklischer Beanspruchung. Es umfasst weiterhin die Eigenschaftsverbesserung durch passive aber auch smarte mechatronische oder adaptionsmechanische Strukturansätze sowie die Last- und Strukturüberwachung maschinenbaulicher Systeme. Das Institut hat umfangreiche Methoden, Werkzeuge und Verfahren für Auslegung, Herstellung und Bewertung von Struktursystemen entwickelt.

LEICHTBAU LIGHTWEIGHT CONSTRUCTION



Leichtbau leistet einen entscheidenden Beitrag zu Material-, Energie- und Ressourceneffizienz. Leichtbau ist eng mit der Philosophie der Betriebsfestigkeit verbunden und bedeutet unter diesem Aspekt immer einen ökonomischen Kompromiss zwischen Gewichtsreduzierung auf der einen und sicherer Konstruktion, d. h. hinreichende Steifigkeit, Stabilität und Betriebsfestigkeit auf der anderen Seite. Ansatzpunkte zur Realisierung von Leichtbaulösungen sind der Werkstoff, die Bauweise, die Fertigung, die Optimierung nach Lasten und die Integration von Funktionen z. B. zur aktiven Schwingungsminderung.

Leistungsbeispiele sind:

- Numerische und prüftechnische Analyse und Bewertung von Bauteil- und Systemermüdung unter schwingenden Lasten
- Eigenschaftsverbesserung zur Steigerung von Betriebsfestigkeit, Zuverlässigkeit und Performanz
- Auslegung, Prototyping, Systementwicklung, -integration von Aktorik und Sensorik
- Ermittlung und Verbesserung von Strukturodynamik, Vibroakustik und NVH
- Aktive und passive Schwingungskontrolle
- Lasterfassung und Strukturüberwachung
- Systemtests im Labor und im Feld
- ...

Recording, assessing and controlling the vibrations of structural systems is one of Fraunhofer LBF's core competencies. The service offer ranges from analysis of the problem and determination of the properties to clarification of the structural durability, i.e., fatigue and damage of structures under vibration and typical, cyclical loading. This also includes the improvement of properties by means of passive but also smart mechatronic or adaptronic structural approaches as well as the load and structure monitoring of mechanical systems. The institute has developed a number of methods, tools and procedures for the design, manufacture and evaluation of structural systems.

Services include:

- Numerical and testing analysis and evaluation of component and system fatigue under vibration loads
- Improvement of properties to increase structural durability, reliability and performance
- Design, prototyping, system development and integration of actors, sensors and signal processing
- Determination and improvement of structural dynamics, vibroacoustics and NVH
- Active and passive vibration control
- Recording of loads and structure monitoring
- System tests in the laboratory and in the field
- ...

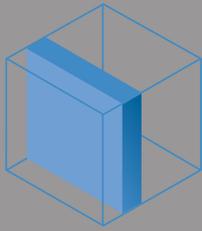
Leistungsbeispiele sind:

- Anwendungsspezifisches (Kunststoff-)Materialdesign
- Betriebssichere Integration passiver, aktiver und sensorischer Funktionen
- Eigenschafts- und Betriebsfestigkeitsuntersuchungen neuer Leichtbaumaterialien
- Schadenstoleranz und (Rest-)Lebensdauerberechnung
- Materialcharakterisierung und Schadensanalytik
- Entwicklung und Prototyping von Faserverbundstrukturbauteilen
- ...

Lightweight construction plays an important role in material, energy and resource efficiency. It is closely linked with the philosophy of structural durability which, in this regard, always means an economic compromise between weight reduction on the one hand and safe construction, i.e., enough stiffness, stability and structural durability, on the other. Starting points for the realization of lightweight solutions are the material, construction method, manufacture, optimization according to loads and the integration of functions, e.g. for the active reduction of vibrations.

Services include:

- Application-specific (plastic) material design
- Functionally-safe integration of passive, active and sensor functions
- Property and structural durability tests of new lightweight materials
- Damage tolerance and computation of (remaining) fatigue life
- Material characterization and damage analysis
- Development and prototyping composite components
- ...



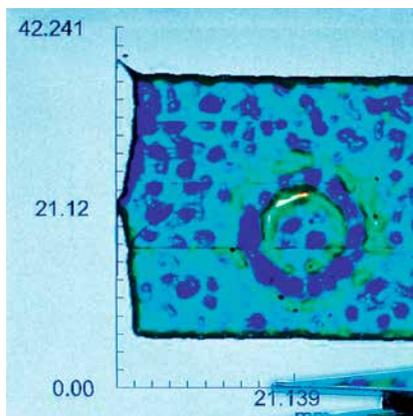
Polymertechnik Leichtbau Zuverlässigkeit Polymertechnik Schwingungstechnik Polymertechnik Leichtbau Zuverlässigkeit Polymertechnik

ZUVERLÄSSIGKEIT RELIABILITY



Moderne Produkte zeichnen sich zunehmend durch systemtechnisch integrierte Sensorik, Aktorik, Regelungstechnik, Software etc. aus. Sie sind mechanischen, elektrischen, thermischen und weiteren Betriebs- und Umweltbelastungen ausgesetzt. Zuverlässigkeit ist ein wichtiges Qualitätskriterium solcher Produkte und adressiert deren Funktionsicherheit, Verfügbarkeit und Wartungsfähigkeit. Insbesondere bei sicherheitsrelevanten Bauteilen und Systemen ist Zuverlässigkeit essenziell. Sie bei komplexen Produkten und Belastungsprofilen zu bewerten, stellt erhöhte Anforderungen an die zu verwendenden Methoden und Werkzeuge. Das Fraunhofer LBF nimmt vor allem mechanische aber auch miteinander gekoppelte elektrische, mechanische, chemische und / oder thermische Belastungen in den Blick.

POLYMERTECHNIK POLYMER TECHNOLOGY



Maßgeschneiderte Kunststoffe, Kunststoff-Verbunde und Kunststoffverarbeitungstechnologien spielen eine Schlüsselrolle für Spitzenprodukte auf den Weltmärkten, sowohl im mechanischen wie im nicht-mechanischen Anwendungsbereich. Das 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.

Leistungsbeispiele sind:

- Experimentelle und numerische Zuverlässigkeit unter Umweltbedingungen
- Fahrbetriebsmessungen und Betriebslastennachfahrversuche
- Entwicklung eigener Prüftechnik inkl. X-in-the-loop Prüfstände
- Bauteildegradation, Schädigungsmechanismen und Zuverlässigkeit mechanischer und elektro-mechanischer Systeme
- Entwicklung von Strukturüberwachungssystemen
- Bewertung der Funktionalen Sicherheit und Durchführung von FMEA
- Systemauslegung nach dem Prinzip Design-to-Reliability
- ...

Modern products are increasingly characterized by technical aspects that are integrated into systems such as sensors, actuators, control technology, software, etc. They are exposed to mechanical, electric, thermal and additional operational and environmental pollution/influences. Reliability is an important criterion for the quality of such products and addresses their functional safety, availability and maintainability. Reliability is essential particularly for safety-relevant components and systems. Evaluating this in complex products and load profiles poses enormous challenges for the methods and tools that are applied. Fraunhofer LBF primarily takes into consideration all mechanical loads but also electric, mechanical, chemical and/or thermal loading that are coupled with each other.

Services include:

- Experimental and numerical reliability under environmental conditions
- Driving test measurements and operating load follow-up tests
- Development of individual testing technology including X-in-the-loop test stands
- Component degradation, damage mechanisms and reliability of mechanical and electro-mechanical systems
- Development of monitoring systems
- Evaluation of functional safety and implementation, support of FMEAs
- System design according to the design-to-reliability principle.
- ...

Leistungsbeispiele sind:

- Polymersynthese
- Beeinflussung von Funktion und Festigkeit durch Morphologie
- Rezeptentwicklung und Additivierung (Flammschutz, Stabilisierung...)
- Fertigungsprozessentwicklung und -Monitoring
- Simulation und Modellierung
- Charakterisierung kunststoffbasierter Werkstoffe und Bauteile
- Analyse und Bewertung von Ermüdung, Korrosion und Abbau
- Matrixdefinition für Faserverbundkunststoffe
- Neue Aktor- und Sensormaterialien
- ...

Tailored plastics, plastic composites and plastic processing technologies play a key role for cutting-edge products on global markets both in mechanical and non-mechanical application areas. 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 with regard to the material. Services include:

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

- Development of formulas and additives (flame prevention, stabilization...)
- Manufacturing process development and monitoring
- Simulation and modeling
- Characterization and polymer-based materials and components
- Analysis and evaluation of fatigue, corrosion and degradation
- Matrix definition for composite materials
- New actuator and sensor material
- ...



Contact

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

BEREICHSLEITER BETRIEBSFESTIGKEIT

Rüdiger Heim ist seit Anfang 2005 am Fraunhofer LBF tätig. Nach seinem Studium des allgemeinen Maschinenbaus an der Technischen Hochschule Darmstadt war er zunächst direkt in der Automobilindustrie tätig und arbeitete dort in der Fahrwerk- und Karosserieentwicklung. Parallel hierzu war er als Lehrbeauftragter für numerische Methoden in der Fahrzeugtechnik an den Berufsakademien in Mannheim und Stuttgart tätig und ist heute in die studentische Ausbildung in der Betriebsfestigkeit in einem internationalen Master-Studiengang an der Hochschule Kaiserslautern eingebunden. Am Fraunhofer LBF leitete er zunächst das Kompetenzzentrum für die Betriebsfestigkeit von Rädern und Radnaben. Seit April 2012 hat Rüdiger Heim die Leitung im Forschungsbereich „Betriebsfestigkeit“ übernommen sowie seit Januar 2014 auch die des Projektforschungsbereichs „Systemzuverlässigkeit“.

BEREICH BETRIEBSFESTIGKEIT

Die Betriebsfestigkeit ist heute in vielen Branchen etabliert, speziell aber in denen der Verkehrstechnik – also im Straßen- und Schienenfahrzeugbau, in der Binnen- und Seeschifffahrt sowie in der Luftfahrt. Die Aufgaben in der Betriebsfestigkeit beschreiben sich einheitlich als die Bewertung und Überwachung von Schädigungsmerkmalen und -größen, die bei bestimmungsgemäßer Nutzung in keinem Fall jenseits der Schwelle eines sicheren und zuverlässigen Betriebs sein dürfen. Hierfür werden in vielfältiger Weise numerische Methoden, messtechnische Verfahren sowie Funktions- und Lebensdauerprüfungen mit Komponenten, Baugruppen sowie vollständigen Systemen durchgeführt. Aufgrund deutlicher Vorteile hinsichtlich Zeit, Kosten und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse werden experimentelle Tests und Prüfungen häufig im Rahmen von Laborerprobungsumfängen abgebildet; dies war und ist einer der Schwerpunkte des Fraunhofer LBF. In den Jahren seit 2009 wurden im Hinblick auf möglichst wirklichkeitsnahe Prüfungen eine ganze Reihe von komplexen multiaxialen Systemprüfständen beschafft bzw. in eigener Leistung entwickelt und aufgebaut. Beispiele hierfür sind der MTS-Vollfahrzeugprüfstand, der mit eigenen Fahrzeugfesselungskonzepten ergänzt wurde

sowie die im Institut erweiterten Nfz-ZWARP Prüfeinrichtungen oder der Rad-Straßensimulator mit Parallelkinematik (Hexapod). Für den Forschungsbereich Betriebsfestigkeit stehen heute leistungsfähige und vollständige numerische, messtechnische sowie experimentelle Methoden und Verfahren zur Verfügung, die in Forschungs- und Industrieprojekten erfolgreich eingesetzt und marktgerecht weiterentwickelt werden.

Profilierung und Kompetenzerweiterung in der Betriebsfestigkeit werden durch die beiden Abteilungen in diesem Forschungsbereich gewährleistet, die mit großer Nähe zu industriellen Partnern forschen und in entwickeln.

Werkstoffe und Bauteile (Dr.-Ing. Heinz Kaufmann)

Schwerpunkte:

- Beanspruchbarkeitsanalyse von zyklisch belasteten metallischen und keramischen Werkstoffen und Bauteilen.
- Numerische Methoden- und Prozessentwicklung sowie Validation durch Rückführung experimenteller Ergebnisse.
- Versuchstechnische Ermittlung von Einflüssen aus Konstruktion, Fertigung, Oberflächennachbehandlungen und Belastung auf die Schwing- und Wälzfestigkeit sowie deren FEM-gestützte Bewertung.
- Angepasste 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 (Dipl.-Ing. Marc Wallmichrath)

Schwerpunkte:

- Betriebsfeste Auslegung und abschließende Freigabeversuche aus einer Hand unter Nutzung numerischer wie experimenteller Werkzeuge.
- Kundenspezifische Bearbeitung von Fragestellungen aus jeder gewünschten Ebene des Entwicklungsprozesses.
- Ganzheitliche Systemsimulation und -optimierung mit Hilfe numerischer Verfahren.
- Betriebslastennachfahrversuche für die finale Produktabsicherung und standardisierte Nachweisversuche.



DIVISION MANAGER OF STRUCTURAL DURABILITY

Rüdiger Heim has been with Fraunhofer LBF since the beginning of 2005. After completing his studies in general mechanical engineering at the Technische Hochschule Darmstadt, he was first employed in the automotive industry where he worked on the development of carriages and body work. He simultaneously was a lecturer for numerical methods in vehicle technology at the vocational colleges of Mannheim and Stuttgart. Today he is involved in student training in structural durability within an international Masters study program at the University of Applied Sciences Kaiserslautern. At Fraunhofer LBF he initially headed the Competence Center for the Structural Durability of Wheels and Wheel Hubs. Rüdiger Heim has been head of the research division of "Structural Durability" since April 2012 and head of the project research area of "System Reliability" since January 2014.

STRUCTURAL DURABILITY DIVISION

Structural durability is well established today in many branches of industry, especially in traffic technology: in street and rolling stock construction, inland waterway and maritime navigation and in aviation. Structural durability tasks are uniformly described as the assessment and monitoring of damage characteristics and parameters that, with proper usage, may not go beyond the threshold of safe and reliable operation. Numerical methods, measurement procedures and function as well as fatigue life tests are carried out in a number of ways with components, assemblies and complete systems. Because of considerable advantages regarding time, cost and reproducibility of the results, experimental tests and assessments often take place within in the scope of laboratory tests. This was and is one of the focal areas of Fraunhofer LBF. Since 2009 a whole series of complex multi-axial system test stands have been either procured or developed and set up by the institute itself in order to carry out tests that are as realistic as possible. Examples are the MTS full vehicle test stand that was supplemented with its own vehicle tying concepts as well as the Nfz-ZWARP test stand or wheel-road simulator with parallel kinematics (hexapod). Today, high-performance and complete numerical

measurement and experimental methods and processes are available for the research area of structural durability that are successfully applied in research and industry projects and are further developed to meet market demands.

The establishment of a profile in structural durability and the expanding of its competencies are guaranteed by both departments in this research area. They do research and create developments in close cooperation with industrial partners.

Materials and Components (Dr.-Ing. Heinz Kaufmann)

Focal Points:

- Strength analysis of metallic and ceramic materials and components under cyclical loading.
- Numerical methods and process development as well as validation by following up on experimental results.
- Experimental determination of influences from construction, manufacture, surface treatment and loading on the cyclical and rolling contact fatigue and FEM-supported analysis.
- Adapted testing technology with high frequency and variable amplitudes and/or small loads for different environmental media such as fuels, hydrogen or corrosive liquid solutions.

Assemblies and Systems (Dipl.-Ing. Marc Wallmichrath)

Focal Points:

- Structurally durable design and final clearance tests from one source using numerical and experimental tools.
- Customer-specific work on issues at every desired level of the development process.
- Comprehensive simulation of the system and optimization with the aid of numerical procedures.
- Operating load follow-up tests for final product validation and standardized verification tests.



Contact

Prof. Dr.-Ing. T. Melz
Institutsleiter (komm.)
Bereichsleiter Adaptronik
Telephone: +49 6151 705-252
tobias.melz@lbf.fraunhofer.de

BEREICHSLEITER ADAPTRONIK

Neben der kommissarischen Institutsleitung hat Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz am Fraunhofer LBF die Leitung des Bereichs „Adaptronik“ inne und ist Professor für Adaptronische Systeme im Fachbereich Maschinenbau der Technischen Universität Darmstadt. Nach seinem Maschinenbaustudium an der TU Braunschweig war Professor Melz als Projektleiter in der Schwingungskontrolle von Leichtbaustrukturen am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) tätig. Er promovierte 2002 zum Thema der aktiven Schwingungsminderung an mechanischen Stirlingkühlern, hat die FuE-Kompetenz der Adaptronik am LBF aufgebaut und leitete bis 2012 mehrere Forschungsabteilungen am Fraunhofer LBF sowie bis 2013 gemeinsam mit Rüdiger Heim den Projektbereich Systemzuverlässigkeit. Bis zur Übernahme der jetzigen Leitung des LBF hat er als stellvertretender Institutsleiter gearbeitet.

BEREICH ADAPTRONIK

Im Bereich Adaptronik werden marktfähige Systemlösungen sowohl zur Identifikation und Überwachung sowie zur Eigenschaftsverbesserung von mechanischen Produkten erarbeitet. Dabei kommen fortgeschrittene Methoden der Strukturanalyse, Strukturmechanik und Signalverarbeitung zum Einsatz und beziehen Kompetenzen des Faserverbundleichtbaus sowie neuartiger Aktoren und Sensoren mit ein. Es entstehen innovative Produktlösungen mit erheblichen Vorteilen bei schwingungstechnischen Eigenschaften, Leichtbau, Performanz, Komfort und Wartungsaufwand. Eine umfassende Entwurfskette bestehend aus experimenteller Strukturanalyse, numerischen Verfahren für Auslegung und Simulation, Fertigung von prototypischen Funktionsmustern sowie Methoden und Werkzeuge zur Absicherung von Funktion und Zuverlässigkeit im Labor und im Feldversuch steht zur Verfügung. Neben den neuartigen mechatronischen und adaptronischen Strukturmaßnahmen werden auch fortschrittliche passive Strukturmaßnahmen berücksichtigt. Ein umfangreiches Lösungsportfolio steht für kundenspezifische Fragestellungen bereit, die den Lösungsraum bei der Entwicklung moderner Strukturösungen deutlich erweitern.

Der Ausbau der Kernkompetenz Adaptronik in ihren unterschiedlichen Teilaspekten sowie deren systemische Zusammenführung finden in vier Forschungsabteilungen statt.

Betriebsfester und funktionsintegrierter Leichtbau (Prof. Dr.-Ing. Andreas Büter) Schwerpunkte:

- Auslegung, prototypische Fertigung, Bewertung von Komponenten und Systemen aus faserverstärkten und unverstärkten Kunststoffen.
- Optimierung von Komponenten- und Systemeigenschaften bei Berücksichtigung von Betriebsbeanspruchungen und Umgebungsbedingungen.
- Funktionsintegration bei Leichtbaukomponenten und -systemen.
- Zuverlässigkeit und Betriebsfestigkeit von Kunststoffen.

Zuverlässige Signalverarbeitung und Strukturüberwachung (Dr.-Ing. Dirk Mayer) Schwerpunkte:

- Systementwicklung mit Rapid-Control-Prototyping und Hardware-in-the-Loop-Methoden.
- Signalverarbeitung und Regelungstechnik für aktive Systeme.
- Systeme zur autonomen Strukturanalyse und Schadensdetektion.
- Entwicklung elektronischer und eingebetteter Systeme.
- Analyse und Bewertung der Zuverlässigkeit von Komponenten und Systemen.

Aktoren und Sensoren

(Dipl.-Ing. Michael Matthias) Schwerpunkte:

- Messtechnische Ermittlung von Betriebslasten und Betriebsbeanspruchungen an mobilen und stationären Systemen.
- Entwicklung, Umsetzung, Anpassung kundenspezifischer Aktoren und Sensoren auf Basis mechatronischer Wirkprinzipien und multifunktionaler Materialsysteme.
- Systemintegration, Test unkonventioneller Sensoren und Aktoren.

Strukturmechanik und Schwingungstechnik

(Dr.-Ing. Sven Herold) Schwerpunkte:

- Num. und exp. Analysen zur Auslegung schwingungstechnischer Maßnahmen und Systemanalyse.
- Ganzheitliche num. Ansätze zur Modellbildung, Simulation, Performanzabschätzung, Optimierung passiver und aktiver Strukturen.
- Entwicklung, Bewertung, Anwendung passiver, semiaktiver oder aktiver Maßnahmen zur Verbesserung des dynamischen oder akustischen Strukturverhaltens.



DIVISION MANAGER OF SMART STRUCTURES

In addition to his position as acting institute director, 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. 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 on the subject of active vibration control on mechanical Stirling coolers, developed the R&D competence area of adaptronics at LBF and headed several research departments at Fraunhofer LBF until 2012 in addition to the "System Reliability" project area that he managed together with Rüdiger Heim until 2013. He was deputy institute director until taking on the current position of institute director.

SMART STRUCTURES DIVISION

Marketable system solutions for the identification and monitoring as well as improvement of mechanical products are developed in the "Smart Structures" division. The development work is based on the application of advanced methods of structure analysis, structure dynamics and signal processing and includes the competencies of lightweight composite structures as well as state-of-the-art actuators and sensors. Innovative product solutions are developed that have considerable advantages regarding vibration properties, lightweight design, comfort and maintenance. A comprehensive design chain is available that consists of experimental structure analysis, numerical methods for design and simulation, the manufacture of prototypical functional models as well as methods and tools to ensure function and reliability in the laboratory and in field tests. Advanced, passive structural measures are taken into consideration in addition to novel mechatronic and adaptronic ones. A comprehensive portfolio of solutions is available for customer-specific issues, which considerably broadens the scope of solutions during the development of modern structures.

The further development of the different aspects of the core competency of smart structures and their consolidation take place in four research departments.

Structurally Durable and Functionally Integrated

Composites (Prof. Dr.-Ing. Andreas Büter) Focal Points:

- Design, prototypical manufacture and evaluation of components and systems made of fiber reinforced and non-reinforced polymers.
- Optimization of components and system properties while taking into consideration operating loads and surrounding conditions.
- Functional integration of lightweight components and systems.
- Reliability and structural durability of polymers.

Reliable Signal Processing and Structure

Monitoring (Dr.-Ing. Dirk Mayer) Focal Points:

- System development with application of rapid-control prototyping and hardware-in-the-loop methods.
- Signal processing and control technology for active systems.
- Systems for autonomous structure analysis and damage detection.
- Development of electronic and imbedded systems.
- Analysis and evaluation the reliability of components and systems.

Actuators and Sensors (Dipl.-Ing. Michael Matthias)

Focal Points:

- Metrological determination of operating loads and stress in mobile and stationary systems, on location and worldwide, as required.
- Development, implementation and adaptation of customer-specific actuators and sensors based on mechatronic operating principles and multifunctional material systems.
- System integration and test of unconventional sensors and actuators.

Structural Dynamics and Vibration Technology

(Dr.-Ing. Sven Herold) Focal Points:

- Numerical and experimental analysis for the design of vibration-control measures and system analysis.
- Comprehensive numerical approaches for model creation, simulation, performance assessment, optimization of passive and active structures.
- Development, evaluation and application of passive, semi-active or active measures to improve dynamic or acoustic structural behavior.



Contact

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

BEREICHSLEITER KUNSTSTOFFE

Prof. Dr. rer. nat. Matthias Rehahn studierte Chemie an der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz. Er promovierte 1990 am Max-Planck-Institut für Polymerforschung mit einer Arbeit zur Übergangsmetall-katalysierten Synthese elektrisch leitfähiger Polymere für Leuchtdioden, Transistoren und Solarzellen. 1996 schloss er 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 ehemaligen Deutschen Kunststoff-Instituts (DKI). Gemeinsam mit Prof. Hanselka überführte er zum 01.07.2012 das DKI in das Fraunhofer LBF. Seither bekleidet er hier die Position des stv. Institutsleiters und des Bereichsleiters „Kunststoffe“.

BEREICH KUNSTSTOFFE

Spitzenprodukte können heute nur über einen zuverlässigen und schnellen Zugang zu innovativen und leistungsfähigen Materialien und Werkstoffen wettbewerbsfähig auf den Weltmärkten angeboten werden. Maßgeschneiderte Kunststoffe und Kunststoff-Verbunde sowie Kunststoffverarbeitungstechnologien tragen wesentlich dazu bei, die großen globalen Herausforderungen auf den Gebieten Mobilität, Energie, Umwelt, Kommunikation, Gesundheit, Ernährung und Sicherheit zu meistern. Kunststoffe bieten ein immenses Energie- und Ressourceneinsparpotenzial sowie vielfältige Leichtbauoptionen. Insbesondere faserverstärkt, partikelgefüllt, geschäumt oder in Sandwich-Strukturen integriert, können Kunststoffe höchsten Belastungen Stand halten und erhebliche Mengen an Energie absorbieren. Sie können mit zusätzlichen Funktionalitäten etwa zum Schutz vor UV-Strahlung und Witterungseinflüssen sowie im Interesse reduzierten Brandverhaltens, zur Entwicklung spezieller optischer Eigenschaften, elektrischer und thermischer Leitfähigkeit, sensorischer und aktuatorischer Funktion versehen werden.

Alle zur Realisierung anspruchsvoller Kunststoff-Anwendungen relevanten Kompetenzen, beginnend bei den grundlegenden naturwissenschaftlichen Disziplinen wie Chemie und Physik über die Materialwissenschaft und Werkstofftechnik in der

Verarbeitung bis hin zur Expertise in Prüfung und Modellierung, sind auf hohem Niveau unter einem Dach vereint.

Dafür stehen vier sich fachlich und methodisch untereinander ergänzende Fachabteilungen.

Polymersynthese (Prof. Dr. M. Döring)

Schwerpunkte:

- Entwicklung chemischer Synthesen für Monomere, Polymere, Additive, reaktive Modifier.
- Technische Syntheseoptimierung und Upscaling.
- Entwicklung und Screening von duromeren Kunststoffen.

Rezepturentwicklung und Dauerhaftigkeit

(Dr. R. Pfaendner, stv. Bereichsleiter Kunststoffe)

Schwerpunkte:

- Entwicklung von Additiven zur gezielten Beeinflussung von Kunststoffen z. B. hinsichtlich Materialsicherheit, Zuverlässigkeit, Versagenscharakteristik, Ressourceneffizienz.
- Gezielte Einstellung von Grenzflächeneigenschaften.
- Materialanalytik und Charakterisierung.
- Kinetik reaktiver Prozesse.

Kunststoffverarbeitung und Bauteilauslegung

(Dr. J. Wieser)

Schwerpunkte:

- Compoundierung, Verarbeitung des Werkstoffs zum Bauteil, Vorhersage der mechanischen Eigenschaften.
- Kunststoffverarbeitung: Spritzgießen, Folienherstellung und Fügeverfahren.
- Materialmodellierung: Materialverhalten unter hohen Beanspruchungsgeschwindigkeiten und bei mehrachsigen Beanspruchungen, insbes. bei technischen Thermoplasten, Hochleistungskunststoffen, Schäumen und Composites.

Forschungsgroßgeräte (Prof. Dr. M. Rehahn)

Schwerpunkte:

- Pflege und problemorientierte Bereitstellung der Forschungsgeräte.
- Spezifische Weiterentwicklungen (z. B. NMR-Spektroskopie, REM, TEM, Technikumsgeräte für Compoundierung, Spritzguss, High Throughput Screening oder zur Folienextrusion).



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 completed his habilitation in 1996 in Karlsruhe. In 1997 he was appointed deputy for a C4 professorship for organic chemistry at the Johannes Gutenberg University in Mainz. He accepted a C4 professorship in 1999 in "Polymer Chemistry" at the Technische Universität Darmstadt as well as a position as director of the former German Plastics Institute (DKI). Together with Prof. Hanselka he managed the integration of DKI into Fraunhofer LBF in 2012. Since then he has been deputy director of the institute and division manager of the "Plastics" division at LBF.

PLASTICS DIVISION

Only cutting-edge products with a reliable and rapid access to innovative and high-performance materials can be offered on the world market today. Tailored plastics, plastic composites and plastic processing technologies play a central role in meeting global demands in the areas of mobility, energy, environment, communication, health, nutrition and safety. Plastics enable tremendous savings in resources and energy as well as a wide variety of options in lightweight construction. Particularly when they are fiber-reinforced, particle-filled, foamed or integrated into sandwich structures, plastics can withstand the highest degree of loading and absorb a great deal of energy. They can be supplemented with an additional range of functions such as protection from UV rays or atmospheric influence, reduced fire behavior, functions for the development of special optical properties, electric and thermal conductivity and with sensor and actuator functions.

All components relevant for the realization of sophisticated plastic applications, running the gamut from basic natural-science disciplines such as chemistry and physics, material sciences and material technology in processing to expertise in testing and modeling are all united at a high level under one roof.

The following four departments are complementary in their disciplines and methods:

Polymer Synthesis (Prof. Dr. M. Döring)

Focal Points:

- Development of chemical synthesis for monomers, polymers, additives, reactive modifiers.
- Technical synthesis optimization and upscaling.
- Development and screening of duromere plastics.

Formulation Development and Durability

(Dr. R. Pfaendner)

Focal Points:

- Development of additives for a targeted influence of plastics e.g. with regard to material safety, reliability, failure characteristics, resource efficiency.
- Specific setting of boundary surface characteristics.
- Material analytics and characterization.
- Kinetics of reactive processes.

Plastics Testing and Component Design (Dr. J. Wieser)

Focal Points:

- Compounding, processing of the material to the component, prediction of mechanical properties.
- Plastics processing: injection molding, manufacture of films and bonding methods.
- Material molding: material behavior under high stress rates and with multiaxial loading, especially with technical thermoplasts, high-performance plastics, foams and composites.

Large-Scale Research Systems (Prof. Dr. M. Rehahn)

Focal Points:

- Maintenance and problem-oriented provision for research systems
- Specific further developments (e.g. NMR spectroscopy, REM, TEM, technicum appliances for compounding, injection molding, high throughput screening or film extrusion).

PROJEKTBEREICH SYSTEMZUVERLÄSSIGKEIT

Der Projektbereich Systemzuverlässigkeit wird seit Januar 2013 von Dipl.-Ing. Rüdiger Heim geleitet und hat seinen aktuellen Schwerpunkt im Aufbau des „Zentrum für Systemzuverlässigkeit mit Schwerpunkt Elektromobilität“ (ZSZ-e).

Dabei handelt es sich um eine strategische Maßnahme des Fraunhofer LBF und des Landes Hessen, in dessen Mittelpunkt Forschungs- und Entwicklungsarbeiten für Traktionskomponenten von Elektrostraßenfahrzeugen stehen. Hierfür werden aktuell eine moderne Prüf- und Testumgebung für Batteriesysteme unter gekoppelten mechanischen, elektrischen und thermischen Lasten aufgebaut sowie eine Forschungsfahrzeugflotte mit insgesamt 5 verschiedenen Elektrostraßenfahrzeugen und individueller Messtechnik betrieben. Die vollständige Inbetriebnahme aller Labor- und Büroflächen des ZSZ-e wird mit finanzieller Unterstützung des Landes Hessen und der Fraunhofer-Gesellschaft in 2015 abgeschlossen und ein dann exzellentes Forschungsumfeld für die Elektromobilität gewährleisten.

Die Projektleitung für diese Maßnahmen liegt bei Dr.-Ing. Chalid el Dsoki.



Contact

Dr.-Ing. Chalid el Dsoki
Telephone: +49 6151 705-8490
chalid.el.dsoki@lbf.fraunhofer.de

PROJECT AREA OF SYSTEM RELIABILITY

Dipl.-Ing. Rüdiger Heim has been managing the project area of System Reliability since January 2013. Its current focal point is the development of the “Center for System Reliability with emphasis on Electromobility” (ZSZ-e).

This is a strategic measure of Fraunhofer LBF and the state of Hesse. The focus of this project is research and development work for traction components of electric road vehicles. Currently, a modern test environment for battery systems is being created under coupled mechanical, electric and thermal loads and a research vehicle fleet containing a total of 5 different electric road vehicles and individual measurement technology is being operated. The full commissioning of all laboratory and office space of ZSZ-e will be accomplished by 2015 with financial assistance from the state of Hesse and the Fraunhofer Gesellschaft and will then provide an excellent research environment for electromobility.

Dr.-Ing. Chalid el Dsoki is head of this project.





Assoziierte Fachgebiete.

Associated Departments.



Contact

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

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

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-

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.



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Die Abteilungsleiter im Fraunhofer LBF.

Heads of departments.

BEREICH ZENTRALE DIENSTE CENTRAL SERVICES

ABTEILUNGEN:



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



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



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



**Wissenschaftlich-technische
Betriebsorganisation**

Technisches Management (komm.)
Dipl.-Ing. O. Peter
Telephone: +49 6151 705-255
otto.peter@lbf.fraunhofer.de

BEREICH BETRIEBSFESTIGKEIT STRUCTURAL DURABILITY DIVISION

ABTEILUNGEN:



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



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



BEREICH ADAPTRONIK
SMART STRUCTURES DIVISION

ABTEILUNGEN:



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



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



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



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

BEREICH KUNSTSTOFFE
PLASTICS DIVISION

ABTEILUNGEN:



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



Rezepturenentwicklung und Dauerhaftigkeit:
Dr. rer. nat. R. Pfaendner
(stv. Bereichsleiter Kunststoffe)
Telephone: +49 6151 705-8605
rudolf.pfaendner@lbf.fraunhofer.de



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



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

PROJEKTBEREICH
SYSTEMZUVERLÄSSIGKEIT
PROJECT AREA OF SYSTEM
RELIABILITY

THEMEN:

Zentrum
für Systemzuverlässigkeit ZSZ-e

Future Mobility

Future Projects:

- Well2Wheel
- Well2Battery2Wheel
- Kritikalität Seltener Erden

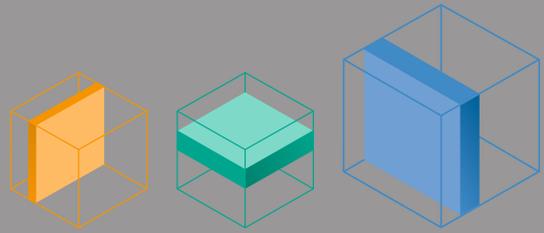
Der Bereich Systemzuverlässigkeit befindet sich im Aufbau. Er hat derzeit den Status „Projektbereich“ und ist aufbauorganisatorisch nicht unterlegt. Der Projektbereich wird von Dipl.-Ing. Rüdiger Heim als Bereichsleiter verantwortet.

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 by the division manager Dipl.-Ing. Rüdiger Heim.

Welche Probleme wir lösen – Leistung auf den Punkt gebracht.

The tasks we achieve – Focused services.

Additive: Schlüssel für leistungsfähige Kunststoffe. Additives: The key to high-performance plastics.	50
Verbesserung numerischer Lebensdaueranalysen. Improvement of numerical fatigue life analysis.	52
Einsatzpotenzial von Aluminiumlegierungen. Potential for using aluminium alloys.	54
Präzise Materialdaten, bessere Lebensdauervorhersage. Accurate material data, better lifetime prediction.	56
Optimierung von Engineering Thermoplasten. Optimization of engineering thermoplastics.	58
Realitätsnah prüfen, Leichtbaupotenziale ausschöpfen. Realistic testing, taking maximum advantage of lightweight potential.	60
Energieeffiziente Lösung für die Geräuschminderung. Energy efficient solution for noise reduction.	62
Toolbox für simulationsbasierte Analysen zur Schwingungsreduktion. Toolbox for simulation-based analyses to reduce vibrations.	64
Effiziente Prüfung von Sicherheitsbauteilen ganzer Produktfamilien. Efficient testing for safety components of whole product families.	66
Mehr Sicherheit im Straßenverkehr. Increased safety in road traffic.	68
Schwingungsverhalten hybrider Dieselmotoren. Vibration behavior of hybrid diesel engines.	70
Kleine Lasten, hohe Frequenzen: Einfluss auf Schädigung und Lebensdauer. Small loads, high frequencies: impact on damage and lifetime.	72



ZSZe – Entwicklungsperspektiven für die Elektromobilität. Development outlook for electromobility.	74
Inertialmassenaktoren für die aktive Schwingungsminderung. Inertial mass actuators for active vibration control.	76
Mehr Auslegungssicherheit für WEA und ihre Komponenten. Increasing design safety for wind turbines and their components.	78
Lastdatenerfassung von Europa bis Asien. Recording of load data from Europe to Asia.	80
Faserstrukturanalyse mittels Computertomografie. Analysis of fiber structures using computer tomography.	82
Gezielte Einstellung von Materialeigenschaften. Optimized formulation of material properties.	84
Neue Märkte für die Papierindustrie. New markets for the paper industry.	86

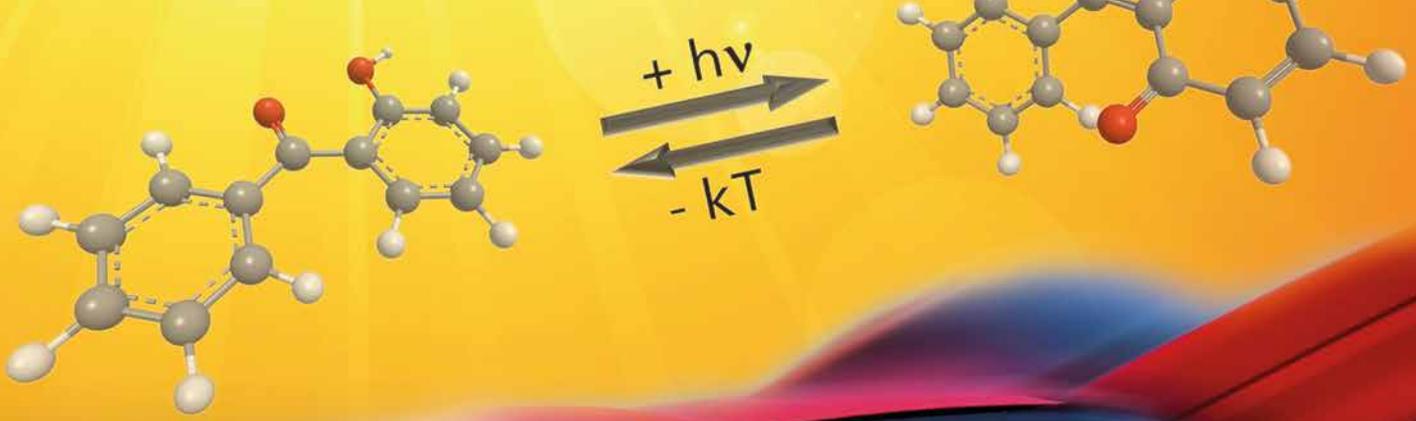


Abb. 1: Additive schützen Kunststoffe und Lacke vor UV-Strahlung.
Fig. 1: Additives protect plastics and paints against UV radiation.

EINSATZGRENZEN KENNEN, SCHADENSFÄLLE VERMEIDEN
KNOWING THE LIMITS FOR POLYMER USE, AVOIDING DAMAGE CASES

Additive: Schlüssel für leistungsfähige Kunststoffe.

Additives: The key to high-performance plastics.

Contact: Dr. Rudolf Pfaendner · Telephone: +49 6151 705-8605 · rudolf.pfaendner@lbf.fraunhofer.de

Leistungsfähige Additive sind der Schlüssel zu Innovationen und Garanten für den dauerhaften Einsatz von Kunststoffen. Umso wichtiger ist das Wissen zur Entwicklung von vollformulierten Kunststoffsystemen. Der Bereich Kunststoffe im Fraunhofer LBF verfügt über dieses Know-how von der chemischen Materialanalytik über die physikalische Charakterisierung bis hin zu praxisnahen Rezepturempfehlungen und der Synthese neuer maßgeschneiderter Zusatzstoffe.

Maßgeschneiderte Produkte.

Die Auswahl eines Kunststoffs für eine Zielanwendung beruht in der Regel auf den erreichbaren Materialeigenschaften, der kommerziellen Verfügbarkeit, der Verarbeitbarkeit in bestimmten Prozessen und nicht zuletzt auf dem Preis. Für das Eigenschaftsprofil eines Kunststoffs sind in erster Linie die chemische Struktur und die Architektur (linear, verzweigt, vernetzt etc.), aber auch das Molekulargewicht, die Molekulargewichtsverteilung und die Ausbildung von Überstrukturen durch Phasenseparation (z. B. in Blends) oder von teilkristallinen Bereichen verantwortlich. Allerdings erreichen viele Kunststoffe ihre volle Leistungsfähigkeit und ihre Verwendungsmöglichkeiten in Langzeitanwendungen nur in Kombination mit wirksamen Zusatzstoffen. Da kaum mehr

neue Polymerstrukturen in den Markt kommen und die Zahl der unterschiedlichen Polymertypen zu Gunsten großvolumiger Standardtypen reduziert wird, sind Additive die Kernelemente für die Entwicklung neuer Kunststoff-Anwendungen.

Multifunktionelle Additive.

Additive können Kunststoffeigenschaften so verändern, dass ganz neue Einsatzgebiete erschlossen werden. Besonders attraktiv sind dabei Zusatzstoffe, die mehrere Eigenschaften, z. B. Mechanik und Alterung, positiv beeinflussen.

Füllstoffe sind häufige Rezepturbestandteile, um z. B. die Kosten zu reduzieren oder um die mechanischen Eigenschaften (Steifigkeit, Dimensionsstabilität, Schrumpf) anzupassen. Eine Vielfalt von Füllstoffen steht dafür zur Verfügung. Diese können aber auch negative Einflüsse haben und z. B. die Alterungsstabilität verringern. Die Additive der Wahl, um ungewollte Eigenschaftsveränderungen zu kompensieren, sind sogenannte Füllstoff-Deaktivatoren.

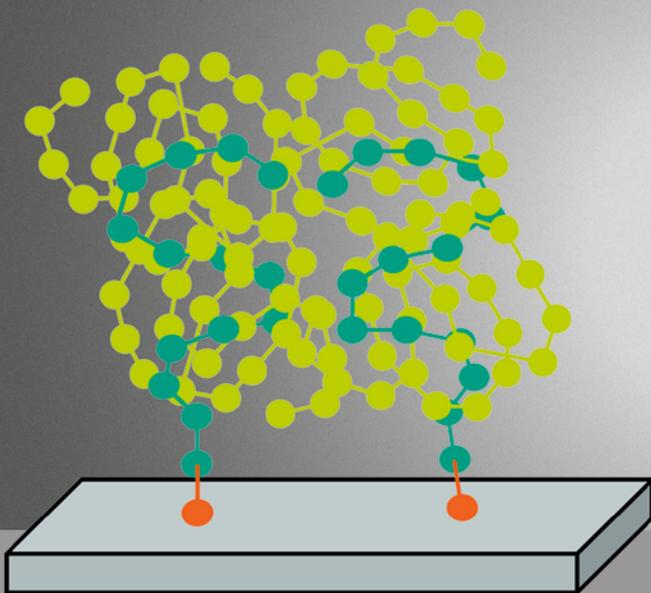


Abb. 2 Steigerung der Festigkeit von Kunststoff-Metallverbunden durch maßgeschneiderte Haftvermittler.
Fig. 2: Increasing the strength of metal-plastic composites using custom-designed coupling agents.

Abb. 4 Konturplot des orts- und zeitaufgelösten Gehalts eines phenolischen Antioxidans in einem Polypropylen-Rohr.
Fig. 4: Contour plot of the location- and time-resolved content of a phenolic antioxidant in a polypropylene pipe.

Haftung ohne Grenzen.

Hybridbauteile aus Kunststoffen und Metallen kombinieren vorteilhaft die Eigenschaften beider Materialklassen, Festigkeit und Duktilität bei geringem Gewicht, und sind damit ideale Strukturen für den Leichtbau. Die Verbesserung der Haftfestigkeit zwischen Metallen und Kunststoffen durch maßgeschneiderte Haftvermittler ist ein ganz wesentliches Thema im Fraunhofer LBF. Die im Bereich Kunststoffe vorhandene Synthesetechnologie für Haftvermittler ist in breiter Form einsetzbar und eine wesentliche Basis für funktionalisierte Polymere, auch über Haftvermittler hinaus.

Struktur und Dynamik bestimmen Eigenschaften und Dauerhaftigkeit.

Für die Lebensdauervorhersage von Kunststoffen kann das Fraunhofer LBF die Alterungsprozesse unter realistischen Bedingungen erfassen, analysieren und in Modelle umsetzen. In-situ Messungen der physikalischen Größen während der simulierten Bewitterung oder unter mechanischen und elektrischen Belastungen liefern hierfür wertvolle Erkenntnisse. Die Ultraschallmikroskopie erlaubt eine frühzeitige Erkennung und Bewertung von Schäden (Abb. 4), z. B. für Lacke und Beschichtungen oder für den Leichtbau. Auch Feuchte oder organische Flüssigkeiten (z. B. Öle, Fette) beeinflussen die Dauerhaftigkeit von Kunststoffbauteilen. Sorptionsmessungen,

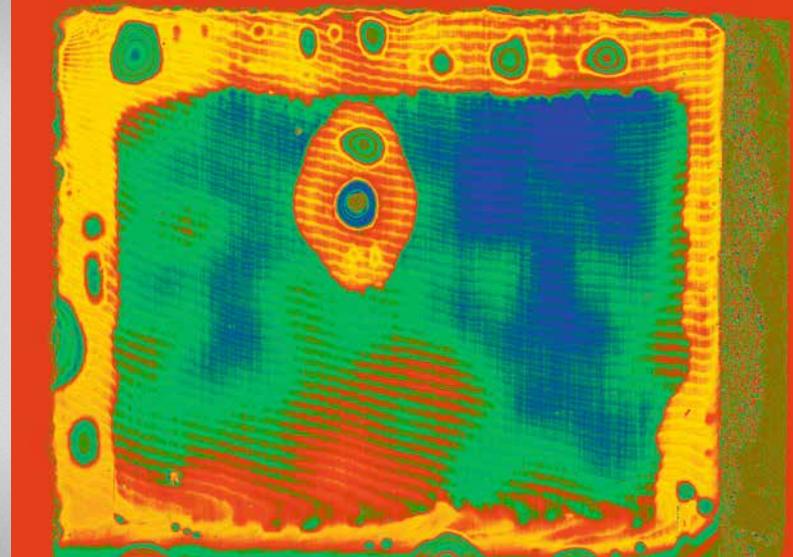
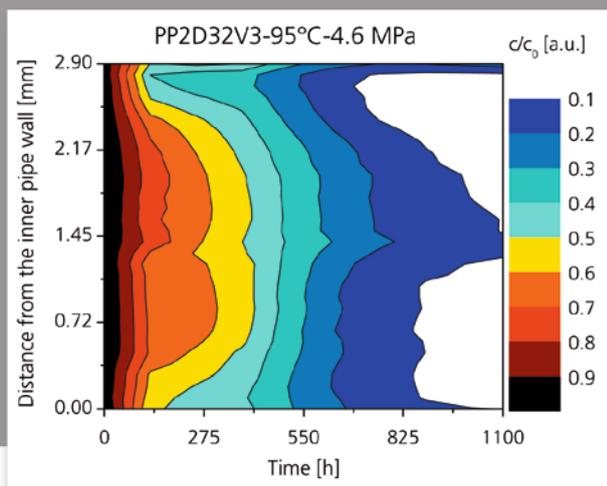


Abb. 3: Ultraschallbild der Lackablösung von einem Stahlblech nach Einlagerung in einer Salzlösung.
Fig. 3: Ultrasound image of paint detachment from a steel sheet after storage in a salt solution.



die mechanisch-dynamische Analyse unter Medieneinwirkung und die Infrarotmikroskopie geben hier wichtige Informationen für die Materialauswahl und die Lebensdauervorhersage.

Customer Benefits Developing materials that conform to market needs require extensive knowledge of plastics additives, of the characterization of each polymer and any potential interactions. This expertise in the development of formulations is one of Fraunhofer LBF's unique selling proposition and is highly valued by compounders and additive manufacturers alike.

Summary Many plastics only reach their full range of performance in long-term applications when combined with effective additives. As hardly any new polymer structures are coming into the market and the number of different polymer types is being reduced in favor of high-volume standard grades, additives are the key elements in the development of new plastics applications. Fraunhofer LBF possesses a unique base of expertise extending from chemical materials analysis and physical characterization to practical advice on formulations and the synthesis of new custom-designed additives. Our customers learn to identify the limits for using their materials more accurately and to avoid damage cases.



*Bauteilprüfstand für Elastomerlager mit Temperatursensorik zur Aufnahme der Oberflächentemperatur.
Component test rig for elastomer mount with temperature sensor system for recording the surface temperature.*

ELASTOMERBAUTEILE UNTER TEMPERATUREINFLUSS EFFECTS OF TEMPERATURE ON ELASTOMER COMPONENTS

Verbesserung numerischer Lebensdaueranalysen.

Improvement of numerical fatigue life analysis.

Contact: Thomas Kroth · Telephone: +49 6151 705-628 · thomas.kroth@lbf.fraunhofer.de

Für die betriebsfeste Konstruktion und Auslegung von Bauteilen wird eine immer höhere Anforderung an die Aussagekraft der numerischen Lebensdaueranalyse gestellt. Um diese Anforderung zu erfüllen, müssen die in der Industrie angewandten rechnerischen Methoden noch stärker auf alle für die Betriebsfestigkeit maßgeblichen Einflussfaktoren eingehen. Speziell für Elastomere ist dies nicht nur die mechanische, sondern zu einem signifikanten Anteil auch die thermische Beanspruchung.

Erfassung des Temperatureinflusses.

Aus heutiger Sicht werden bei der Lebensdauerabschätzung von Elastomerbauteilen standardisierte Verfahren wie die Schadensakkumulation nach Palmgren-Miner verwendet. Diese Methoden behandeln vor allem die mechanischen Beanspruchungen und gehen nicht auf etwaige Temperaturänderungen während des Betriebes ein, welche jedoch gerade bei Elastomerbauteilen von Bedeutung sind.

Wärme kann zum einen durch das umgebende Klima (z. B. durch Abstrahlwärme vom Motor) und zum anderen durch selbstinduzierte Energie, das heißt durch die eigene Bewegung,

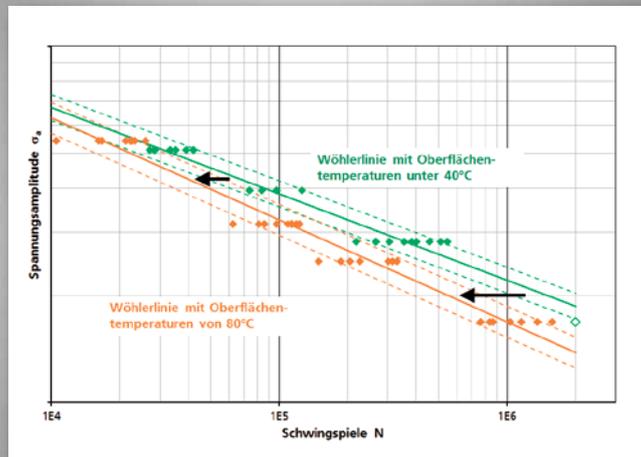
entstehen. Elastomere haben ein viskoelastisches Materialverhalten und können je nach Mischung große Dehnungen ohne Probleme ertragen. Bei möglichst großer oder schneller Beanspruchung erwärmt sich das Material durch innere Reibung. Dieses Verhalten hat bei Versuchen mit Werkstoffproben unter Raumtemperatur zu Oberflächentemperaturen von über 80°C geführt.

Ein Projektziel ist es, zu zeigen, wie sich Temperaturänderungen auf die Lebensdauer von Werkstoffproben und Bauteilen auswirken. Die ersten Ergebnisse zeigen anhand der Werkstoff-Wöhlerlinien einen deutlichen Lebensdauerabfall bei erhöhter Oberflächentemperatur. Zusammen mit den Bauteilversuchen soll in der zweiten Projektphase die Übertragung dieses Verhaltens von der Werkstoffprobe auf das Bauteil unter Verwendung des örtlichen Konzepts untersucht werden.

Um die nötigen Rückschlüsse herstellen zu können wird ein umfangreiches Versuchsprogramm mit einer einfachen Werkstoffprobe und zwei im Automobilbereich üblichen Elastomerlagertypen absolviert. Alle Versuche werden jeweils mit einer niedrigen und einer hohen Oberflächentemperatur



*Prüfung von Materialproben auf unabhängigen Prüfachsen, angetrieben von elektromechanischen Aktuatoren.
Testing of material samples on independent test axes, driven with electro-mechanical actuators.*



*Abfall der Lebensdauer einer Hourglass-Probe bei hohen Oberflächentemperaturen ($R = -1$).
Reduction in fatigue life of an hourglass sample at high surface temperatures ($R = -1$).*

durchgeführt. So entstehen eine Vielzahl temperaturkonstanter Wöhler- und Gaßnerlinien. Als betriebsnahes Signal wird zusätzlich noch eine Betriebslastfolge mit variablem Temperaturprofil geprüft und analysiert.

Alle experimentellen Ergebnisse werden anschließend für einen Vergleich numerischer Methoden zur Lebensdauerabschätzung herangezogen. Ziel des Projekts ist die Empfehlung für eine Vorgehensweise zur Abschätzung von Bauteillebensdauern mit Hilfe des örtlichen Konzepts und temperaturabhängiger Werkstoff-Wöhlerlinien als Basis.

Customer Benefits For car makers in particular, it's now virtually impossible to imagine a world without elastomer components. Smaller and smaller installation spaces prevent assemblies from cooling, by means of airflow for example. Radiated heat from the engine and exhaust system leads to the surrounding components becoming more heated which in elastomer components leads to a decrease in fatigue life. It is essential for those wishing to achieve the best possible life cycle prognoses in the development phase to take temperature into account in the numerical analysis.

Summary Extensive experiments are being conducted within the AiF research project "Elasto-Opt" to determine the influence of temperature on the fatigue life of elastomer components. These start with materials tests to investigate the relationship between surface temperature, load amplitude and load frequency and extend to conducting operating load tests on components with variable temperature profiles. It is possible from the data acquired as a result to extract the necessary information for modifying the usual methods used to estimate fatigue life. The aim is to predict the component's fatigue life using temperature-dependent SN curves and an adjusted damage accumulation. Component test rig for elastomer mount with temperature sensor system for recording the surface temperature.



EINFLUSS VON BIOKRAFTSTOFFEN AUF DIE KORROSIONSERMÜDUNG INFLUENCE OF BIOFUELS ON CORROSION FATIGUE

Einsatzpotenzial von Aluminiumlegierungen.

Potential for using aluminium alloys.

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

Steigende Energie- und Rohstoffpreise sowie die notwendige Reduktion des CO₂-Ausstoßes haben dazu geführt, dass Ottokraftstoffe auf Betreiben des Gesetzgebers in zunehmendem Maße biogene Bestandteile enthalten. Dies zwingt Automobilhersteller und deren Zulieferer, die Verträglichkeit der mit Kraftstoffen in Kontakt stehenden Komponenten zu überprüfen. Des Weiteren besteht das Bestreben, das Leichtbaupotential der verwendeten Komponenten umfassend auszuschöpfen. Dies ist jedoch nur sicher möglich, wenn die im Feld wirkenden Schädigungsmechanismen, z.B. aufgrund mechanisch-korrosiver Komplexbeanspruchungen, bekannt sind.

Praxisrelevante Prüfungen.

Im Rahmen des AiF-Forschungsvorhabens 15978 N „Korrosion in Biokraftstoffen“, welches am Fraunhofer LBF gemeinschaftlich mit den Instituten für Werkstoffkunde IfW sowie Systemzuverlässigkeit und Maschinenakustik SzM der TU Darmstadt durchgeführt wurde, wurden exemplarisch am Werkstoff Aluminium das Korrosions- und Korrosionsermüdungsverhalten in ethanolhaltigen Biokraftstoffen untersucht. Die Untersuchungen verfolgten vorrangig das Ziel, das Einsatzpotential von Aluminiumlegierungen für kraftstoffführende Komponenten zu ermitteln und Anwendungsgrenzen aufzuzeigen. Ein Arbeits-

paket des Vorhabens war dem Phänomen der Alkoholatkorrosion gewidmet. Alkoholatkorrosion zeichnet sich durch einen lokalen, lochfraßartigen Korrosionsangriff aus, der u. a. je nach Medientemperatur innerhalb kürzester Zeit zur vollständigen Perforation und Zersetzung des Werkstoffs führen kann.

Für verschiedene Aluminiumlegierungen wurden am IfW zunächst Auslagerungsversuche in ASTM C-Versuchskraftstoff durchgeführt, welcher mit 10 % (E10 Kraftstoff), 20 % (E20) und 85 % (E85) trockenem Ethanol versetzt war. Im Treppenstufenverfahren ($n \geq 10$) wurde dann die technologische Grenztemperatur ermittelt, welche per Definition 10 °C unterhalb des niedrigsten Horizontes lag, auf dem noch Alkoholatkorrosion auftrat, Abb. 1.

Weiterführende Korrosionsermüdungsversuche am Fraunhofer LBF erfolgten für zwei Aluminiumlegierungen in E85 Kraftstoff mit einer Prüffrequenz von 20 Hz bis zu einer Grenzschnitzspielzahl von 10^7 Schwingspielen. Die Medientemperatur wurde 10 °C unterhalb der Grenztemperatur gewählt und überprüft, ob die Überlagerung einer mechanischen Beanspruchung eine weitere Absenkung der Grenztemperatur zur Folge hat. Für beide Werkstoffe wurde ein deutlicher Einfluss der Überlagerung mechanischer und korrosiver Beanspruchungen

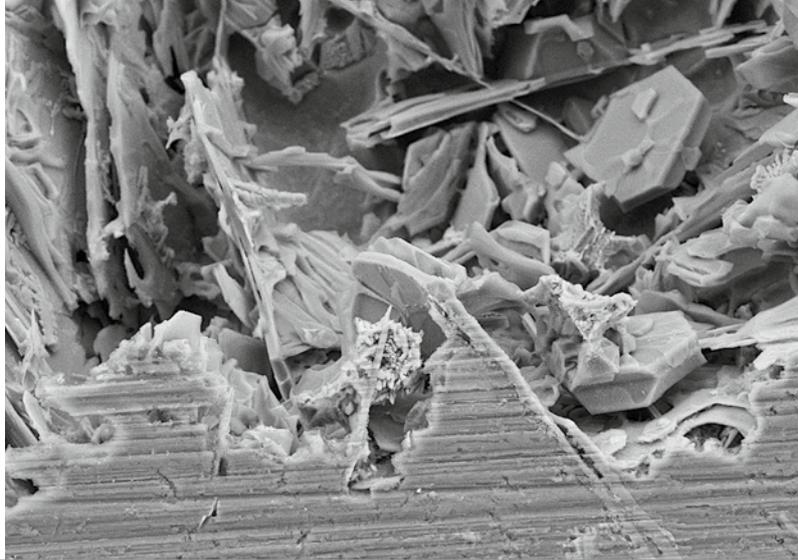
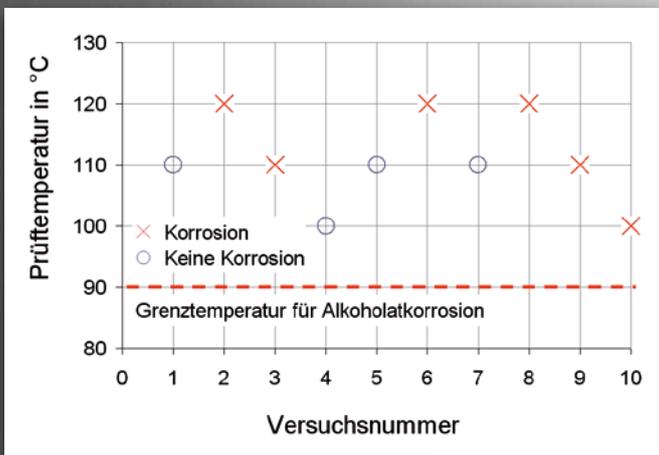


Abb. 1: Ermittlung des technologischen Temperaturschwellwertes für das Auftreten von Alkoholatkorrosion im Treppenstufenverfahren.

Fig. 1: Staircase method for the determination of the technological temperature threshold for alcoholate corrosion

Abb. 2: Alkoholatkorrosion an einem Aluminiumwerkstoff (Detailaufnahme).
Fig. 2: Alcoholate corrosion on an aluminium alloy (detail).

beobachtet. Für eine Legierung zeigte sich eine Reduktion der Lebensdauer um den Faktor 10 im Vergleich zu Referenzversuchen an Luft, zudem wurden Korrosionsangriffe festgestellt. Für den zweiten Versuchswerkstoff wurde innerhalb der Prüfdauer von sechs Tagen keine Verkürzung der Lebensdauer beobachtet. Ergänzende REM-Untersuchungen an Proben, die bis zur Grenzwahrschwingzahl geprüft wurden, zeigten jedoch deutlich eine beginnende Alkoholatkorrosion, Abb. 2, die aufgrund der niedrigen Temperatur zwar langsamer als bei höheren Temperaturen fortschritt, durch die simultane mechanische Beanspruchung aber bereits auf einem niedrigeren Temperaturniveau ausgelöst wurde.

Dies verdeutlicht, dass eine alleinige Auswahl von Werkstoffen anhand von Korrosionsergebnissen anwendungsabhängig nicht umfänglich deren Feldverhalten abbildet. Ergänzende Korrosionsermüdungsversuche in betriebsrelevanten Medien sollten daher bei der Qualifizierung neuer Werkstoffe für komplex beanspruchte Komponenten berücksichtigt werden. Das Fraunhofer LBF ist hierbei ein kompetenter Ansprechpartner für die Durchführung von Korrosionsermüdungsversuchen und die Aufklärung der zugrundeliegenden Schädigungsmechanismen.

Customer Benefits Corrosion fatigue tests which were carried out at Fraunhofer LBF have pointed out that the selection of new alloys based on corrosion tests only does not reveal their entire field behaviour especially if mechanical loadings are superposed. In this context Fraunhofer LBF is a competent research partner that can offer a wide range of testing facilities for corrosion fatigue tests and support in the elucidation of damage mechanisms.

Summary Within a joint research project of Fraunhofer LBF in co-operation with IfW and SzM at TU Darmstadt the corrosion and corrosion fatigue behaviour of various aluminium alloys exposed to ethanol blended fuels have been investigated. It was shown that the corrosion behaviour is dependent on different influences such as the contents of ethanol and water, the concentration of impurities as well as the material composition and surface morphology. For the corrosion phenomenon of alcoholate corrosion it was shown that the temperature threshold for its occurrence is increased if the ethanol content is lowered or the water content raised. A superposition of cyclic mechanical loadings revealed a significant drop of the temperature limit which underlines the importance of field relevant testing under simultaneous corrosive and mechanical loadings.



KUNSTSTOFFALTERUNG IM „ENVIROMENTAL LAB“
POLYMER AGING IN THE “ENVIROMENTAL LAB”

Präzise Materialdaten, bessere Lebensdauervorhersage.

Accurate material data, better lifetime prediction.

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

Für die Produktentwicklung und Lebensdauervorhersage von Kunststoffen unter Einwirkung von Feuchte, Wasser oder organischen Medien muss man die Wirkmechanismen verstehen und benötigt aussagefähige Materialdaten. Hierzu wurden im Bereich Kunststoffe des Fraunhofer LBF neue Sorptions- und Diffusionsmessplätze für Feuchte und Lösungsmitteldämpfe aufgebaut. Sie werden durch mechanische Analyse unter Medieneinwirkung, definierte Probenkonditionierung, simulierte Bewitterung und klassische Materialcharakterisierung ergänzt.

Neues Labor für Feuchte und Lösungsmittelwirkung.

Mit der Integration des Bereiches Kunststoffe in das Fraunhofer LBF rücken Fragen der Lebensdauer und der Betriebsfestigkeit von Kunststoffmaterialien verstärkt in den Fokus der Polymerforscher. Eine wichtige Frage bei der Lebensdauervorhersage von Kunststoffen und bei der Schadensanalytik ist die Wirkung von Wasser und organischen Flüssigkeiten auf den Kunststoff. Im Fraunhofer LBF wurden hierzu neue Sorptions- und Diffusionsmessplätze für Feuchte und Lösungsmitteldämpfe sowie ein Messplatz zur dynamisch-mechanischen Analyse unter Medieneinwirkung angeschafft und in Betrieb genommen. Mit einer definierten Probenkonditionierung, Klimaschränken, Bewitterungsgeräten und einem Normklimalabor bietet das

„Enviromental Lab“ hervorragende Möglichkeiten, um den Einfluss von Wasser und Feuchte oder von organischen Flüssigkeiten auf die Kunststoffalterung zu untersuchen.

Wirkungsmechanismen der Kunststoffalterung.

Bei der Kunststoffalterung läuft ein kompliziertes Wechselspiel vieler physikalischer und chemischer Prozesse ab: Bei hohen Temperaturen beschleunigen sich die molekularen Bewegungsvorgänge. Wasser oder organische Medien können schneller in den Kunststoff eindringen und das Materialgefüge verändern. Additive werden ausgetrieben, und nicht zuletzt führen chemische Prozesse zur Materialversprödung oder zur Spaltung der Makromoleküle. Bereits geringe Mengen an Wasser oder organischen Substanzen können darüber hinaus als „Weichmacher“ (Plastifizierung) im Kunststoff wirken und die Alterung beschleunigen. Für die Lebensdauervorhersage muss man diese Prozesse erfassen, verstehen und in Modelle umsetzen. Dies erfordert aufwändige Dauerstandsversuche unter realistischen Umgebungsbedingungen. Durch Laborexperimente werden geeignete Prüfbedingungen festgelegt und damit die Prüfzeiten verringert.

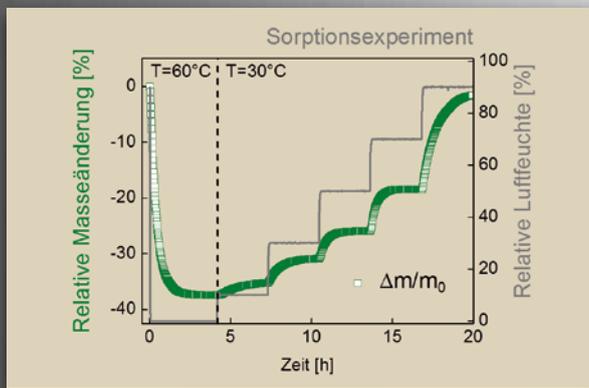


Abb. 1: Masseänderung bei Trocknung ($T = 60^{\circ}\text{C}$) und Sorption ($T = 30^{\circ}\text{C}$): Wasserlösliches Polymer bei verschiedenen relativen Luftfeuchten.
 Fig. 1: Mass change during drying ($T = 60^{\circ}\text{C}$) and sorption ($T = 30^{\circ}\text{C}$): water soluble polymer at different relative humidities.

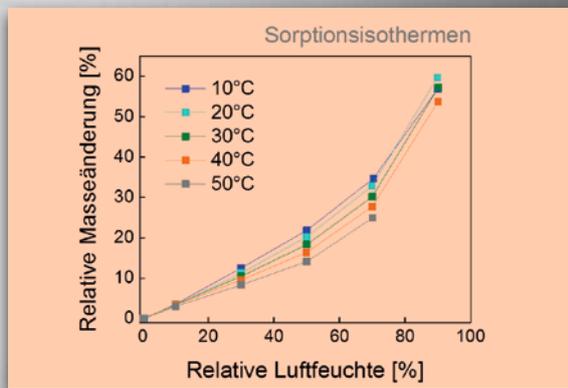
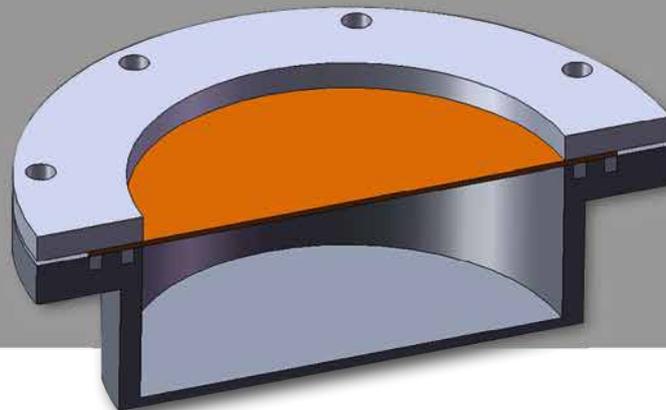


Abb. 2: Sorptionsisothermen eines wasserlöslichen Polymers bei verschiedenen Temperaturen.
 Fig. 2: Sorption isotherms of a water soluble polymer at different temperatures.

Abb. 3: Permeationsmesszelle mit Kunststoffmembran (orange).
 Fig. 3: Permeation cell with a polymer membrane (orange).



Permeations- und Sorptionsmessungen.

Sorptionsmessungen werden vielfach mit kalibrierten Mikrowaagen durchgeführt. Abbildung 1 und 2 zeigen exemplarisch feuchteabhängige Massenänderungen und die Sorptionsisothermen für ein wasserlösliches Polymer. Aus den zeitabhängigen Masseänderungen werden Permeationsraten, Diffusions- und Sorptionskoeffizienten von Wasser und organischen Flüssigkeiten sowie ihrer Dämpfe (z. B. Kraftstoffe, CKWs o. a. Chemikalien) errechnet. Für Untersuchungen an Materialien mit sehr geringen Permeationsraten (z. B. faserverstärkte Harze) werden selbstentwickelte Permeationsmesszellen (Abb. 3) verwendet.

Die Kenntnis der Permeation als Materialeigenschaft ist für die Produktentwicklung in verschiedenen Wirtschaftsbereichen wie dem Fahrzeugbau (z. B. bei Einwirkung von Kraftstoffen, Ölen, Fetten), im Bauwesen und Leichtbau (z. B. als Barriere-materialien), im Verpackungssektor (z. B. für Lebensmittel) oder im Pharmabereich wichtig. Das Fraunhofer LBF hilft, die für die jeweilige Entwicklungs- oder Prüfaufgabe richtige Methode auszuwählen, führt die Permeationsmessungen durch und unterstützt die Kunden bei der Bewertung der Ergebnisse bis hin zur Materialauswahl.

Customer Benefits For product development and lifetime prediction of plastic materials under the influence of moisture, water or organic substances one has to understand the underlying mechanisms and meaningful material data are needed. For this purpose, setups for sorption and diffusion measurements of moisture and organic vapor have been established in the plastics division of Fraunhofer LBF, which are supplemented by mechanical analysis under media exposure, defined sample conditioning, simulated weathering and classic material characterization.

Summary

It is necessary to understand the mechanisms of action and to have meaningful material data for product development and service lifetime prediction for plastics under the influence of humidity, water or organic media. New sorption and diffusion measuring stations for humidity and solvent vapors were established for this purpose in the plastics division of Fraunhofer LBF.



SCHWINGFESTIGKEIT UND CHEMISCH-PHYSISCHKALISCHE ANALYSEN FATIGUE STRENGTH AND PHYSICO-CHEMICAL ANALYSES

Optimierung von Engineering Thermoplasten.

Optimization of engineering thermoplastics.

Contact: Dr. Robert Brüll, Dominik Spancken, Julia Decker, Dr. Ingo Alig · Telephone: +49 6151 705-8639
robert.bruell@lbf.fraunhofer.de, dominik.spancken@lbf.fraunhofer.de, julia.decker@lbf.fraunhofer.de, ingo.alig@lbf.fraunhofer.de

Polyamide gehören zur Gruppe der Engineering Thermoplaste und zeichnen sich auch bei erhöhten Temperaturen durch gute mechanische Eigenschaften und durch Resistenz gegenüber lipophilen Medien aus. Aus diesem Grund finden sie Anwendung als Konstruktionsmaterialien im Motorraum, wo sie Metalle substituieren. Eine enorme Herausforderung bei der Erschließung weiterer Anwendungen ist die Unsicherheit beim Zusammenspiel von zyklischer Belastung und Einfluss lipophiler Medien. Erhöhte Nachfrage, u.a. aus dem Automobil- und Anlagenbau, lieferte die Motivation, die während der Schwingfestigkeitsversuche ablaufenden chemischen und physikalischen Veränderungen des Kunststoffes zu untersuchen.

Dynamisch-mechanische Analyse.

Repräsentativ wurde ein kommerzielles PA66 ausgewählt. Aus diesem wurden Prüfkörper mit unterschiedlichen Gehalten an Kurzglasfasern spritzgegossen. Als Prüfmedium wurde ein Automatik-Getriebeöl (ATF) verwendet. An den Prüfkörpern wurden bei 130 °C Schwingfestigkeitsversuche in ATF und an Luft als umgebendes Medium durchgeführt.

Im Verlauf der Schwingfestigkeitsversuche trat eine Braunfärbung der Prüfkörper auf, deren Intensität von der Art

des Prüfmediums abhängt: Während die in ATF gealterten Prüflinge homogen verfärbt waren, wiesen die in Luft gealterten eine intensive Verfärbung an der Bruchstelle auf. Der Gehalt an Glasfasern erhöhte dabei die Lebensdauer.

Um die chemischen und morphologischen Veränderungen während der Versuche aufzuklären, wurden zyklisch geprüfte Proben ohne Versagen mit unterschiedlichen analytischen Techniken untersucht. Eine lichtmikroskopische Untersuchung zeigte, an Proben die an Luft geprüft wurden, eine massive Zerstörung der Oberfläche. Bei den in ATF gelagerten Prüfkörpern fiel die Zerstörung der Oberfläche deutlich geringer aus. Um die Ursache dafür aufzuklären, wurden die Muster mit thermoanalytischen Techniken untersucht.

Die Analyse mittels Thermogravimetrie zeigte, dass bei der Alterung des PA66 in ATF die Stabilisierung der Probe gegen thermo-oxidativen Abbau verloren geht. Ursache ist die Auswaschung des Stabilisators durch das flüssige Medium. Dieser Effekt spielt bei der Alterung in Luft nur eine untergeordnete Rolle. Der direkte Kontakt mit Luft führt jedoch zu einem thermo-oxidativen Abbau, der in ATF als Medium verlangsamt wird. Die Untersuchung mittels Differential Scanning Calorimetry (DSC) zeigte, dass sich die Kristallinität des Polymers infolge

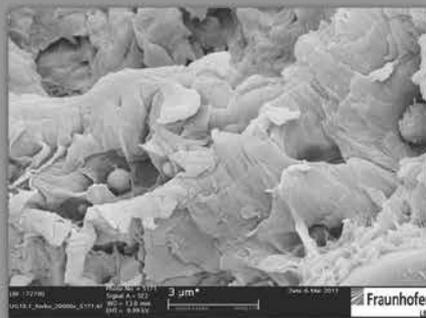
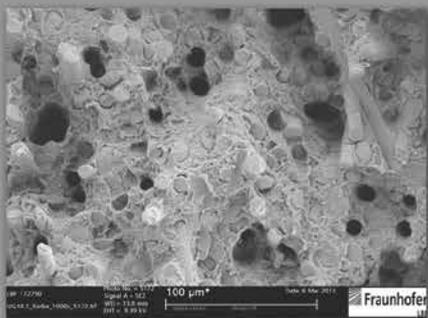


Verfärbte
Außenschicht



Prüfaufbau zur Ermittlung der Schwingfestigkeit unter dem Einfluss brennbarer Medien.
Test setup for determining fatigue strength under the influence of inflammable media.

Mikroskopische Aufnahme: Eindringen des Medium ATF in die Oberfläche eines Kunststoffbauteils.
Microscopic image: Penetration of ATF (transmission fluid) into the surface of a plastic component.



Aufnahmen im Rasterelektronenmikroskop zeigen die Bruchfläche von zyklisch geprüften Proben in ATF.
Images in the scanning electron microscope show the fracture surface of specimens subjected to cyclic testing in ATF.

spannungsinduzierter Kristallisation während der zyklischen Belastung erhöht.

Die dynamisch-mechanische Analyse (DMA) zeigte, dass die mechanische Beanspruchung in beiden Prüfmedien keinen Einfluss auf den Elastizitätsmodul hat. So sind weder Veränderungen der Modulwerte unter- und oberhalb der Glasübergangstemperatur zu erkennen, noch verändert sich die Glasübergangstemperatur der Materialien. Daraus folgt, dass die amorphe Phase mechanisch nicht beeinflusst wird, also die Struktur der kristallinen Phase eine wichtige Rolle im Versagensprozess spielt.

In diesen Untersuchungen zeigte sich, dass der Gehalt an Glasfasern keinen Einfluss auf das Alterungs- und Sorptionsverhalten unter ATF und Feuchtigkeit ausübt, d. h. es können Ergebnisse einer unverstärkten Probe zur Modellbildung verwendet werden.

Customer Benefits Suppliers and OEMs can optimize the design and formulation of their thermoplastic components using a combination of fatigue strength tests and analytical investigations. Users of thermoplastic components in automotive and systems engineering can significantly improve the clarification of damage cases with the help of Fraunhofer LBF's analytical techniques.

Summary Fatigue strength tests on polyamide 66 (PA66) at 130 °C in air and transmission fluid showed that glass fibers increase the fatigue life of the compound. The material has a significantly longer fatigue life in transmission fluid (ATF) than in air. The reason is assumed to be the heat-conducting effect of the ATF which reduces the development of local hot spots. Accompanying analytical investigations showed that the ATF leads to loss of the long-term stabilizer due to scouring. The ATF has no effect on the mechanical properties of the amorphous phase with the result that changes in the crystalline phase are the reason for the failure mechanism.



Dr. Matthias De Monte
Robert Bosch GmbH
Corporate Sector
Research and
Advance Engineering,
Advance Production
Technology
Plastics Engineering

"The increasing diversification of the media-landscape (fuels, exhaust gas treatment fluids, ...) has considerable influence on parts and applications in the automotive sector. The high reliability of Bosch parts can be maintained only by investigation of material characteristic values in media environment and by specific extension of design methods."



NEU: MODULARER „MULTITESTER“ FÜR KUNSTSTOFFPROBEN
NEW: MODULAR "MULTITESTER" FOR PLASTIC SPECIMENS

Realitätsnah prüfen, Leichtbau- potenziale ausschöpfen.

Realistic testing, taking maximum advantage of lightweight potential.

Contact: Dominik Spancken · Telephone: +49 6151 705-412 · dominik.spancken@lbf.fraunhofer.de, Julia Decker · julia.decker@lbf.fraunhofer.de

Die Prüfung von Leichtbau-Strukturkomponenten aus Kunststoff unter realen Einsatzbedingungen ist für eine zuverlässige und betriebsfeste Bauteilauslegung unerlässlich. In der Realität werden Bauteile mit unterschiedlichen Lasten beansprucht, was komplexe und mehraxiale Beanspruchungszustände hervorruft. Dies muss bei der Materialcharakterisierung und der Bauteilauslegung berücksichtigt werden. Dazu hat das Fraunhofer LBF einen neuartigen multifunktionalen Innendruckprüfkörper, den MultiTester, entwickelt, mit dem mehraxiale Belastungszustände geprüft und bewertet werden können.

Gegenwärtige Situation.

Stetig nimmt der Anteil an Kunststoffen im Leichtbausektor zu. Gegenwärtig werden Bauteile mit konventionellen Bemessungsmethoden ausgelegt, die häufig einen Sicherheitsfaktor und einen Abminderungsfaktor beinhalten. Diese Methode stellt zwar durchaus eine Möglichkeit zur Auslegung von Kunststoffbauteilen dar, ist aber für eine Bemessung im Sinne der Betriebsfestigkeit und des Leichtbaus nicht realitätsnah genug. Auch bleiben mögliche Interaktionen verschiedener Einflussfaktoren unberücksichtigt. Zudem birgt das Abschätzen der Abminderungsfaktoren eine Unsicherheit, die zu einer Unter- oder Überdimensionierung des Bauteils führen kann.

Unser Lösungsansatz.

Mit dem MultiTester kann die gesamte Prozesskette untersucht werden: Beginnend von der rheologischen Balancierung eines Bauteils über den Spritzgussprozess bis hin zur Materialcharakterisierung und der Bauteilprüfung unter realen Einsatzbedingungen. Darüber hinaus ist der MultiTester so modular konzipiert, dass bestimmte beeinflussende Größen auf die mechanischen Eigenschaften von unverstärkten und verstärkten Kunststoffen gezielt untersucht werden können. Dies sind z. B.:

- Faserorientierungsverteilung,
- Bindenahtfestigkeit,
- Einflussgrößen der Spritzgießprozessparameter,
- Art der Beanspruchung wie statische, dynamische und zyklische Belastung
- Umwelteinflüsse wie Temperatur, Feuchte, Medium und Alterungszustand.

Durch die Belastung mit Innendruck wird an der höchstbeanspruchten Stelle ein mehraxialer Belastungszustand hervorgerufen. Eine numerische Berechnung bestimmt die einzelnen Lastkomponenten, die für eine betriebsfeste Bemessung notwendig sind. Numerische Materialmodelle, die auf Grundlage von einfachen Probenstäben entwickelt wurden, schätzen die Lebensdauer ab, die dann anhand des MultiTesters validiert



*Füllstudie des MultiTesters.
Filling study of the MultiTester.*



*Prüfeinrichtung für Innendruckversuche.
Test rig design for internal pressure testing.*

wird. Um betriebsfesten und funktionsintegrierten Leichtbau zu betreiben, ist die Kenntnis von systembeeinflussenden Größen auf die mechanischen Eigenschaften und die Zuverlässigkeit unabdingbar.

Customer Benefits In the field of lightweight design, Fraunhofer LBF is a development-partner for several industries. Among these are the automotive, household appliances and medical technology sectors. The institute's services cover the complete development chain for polymer-based components, from material optimization and part-design to experimental testing. By analyzing the complete product life-cycle, more efficient and reliable components can be realized. The modular concept of the new MultiTester helps to reduce costs and time to market, while taking greater advantage of polymer materials' lightweight properties.

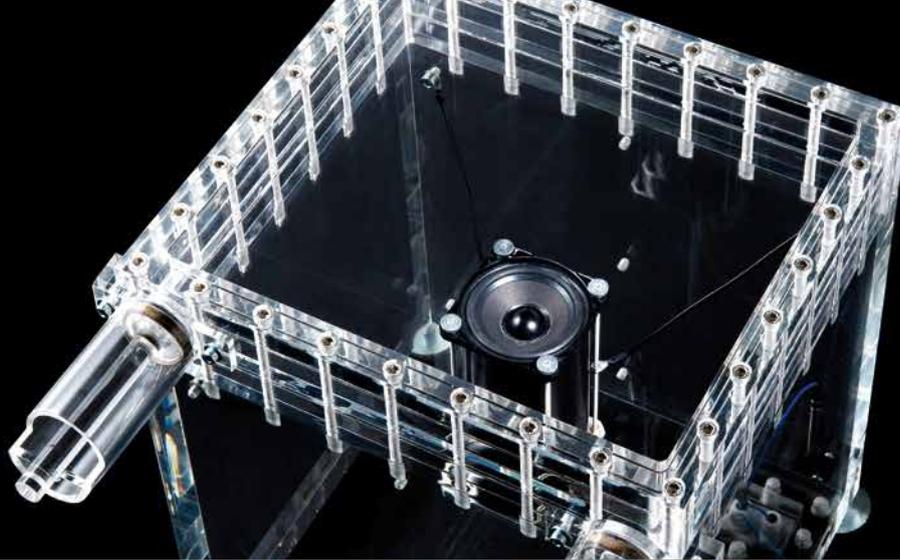
Summary High strength and low density make thermoplastic polymers particularly useful for lightweight structures. Thermoplastic polymers offer a wide field of use and design. Hence, almost daily new polymer types are developed, which can be used in new products. To meet the requirements regarding durability, realistic test scenarios are necessary. The MultiTester developed by Fraunhofer LBF allows to investigate

the whole product life-cycle, from the design of the material to the injection molding process and to component testing under realistic conditions. Thus, a realistic assessment of the structural durability can be made.

More information:
www.lbf.fraunhofer.de/multitester



*Numerische Berechnung
des MultiTesters.
Numerical calculation of
the MultiTester.*



ADAPTIVER HELMHOLTZ-RESONATOR ADAPTIVE HELMHOLTZ RESONATOR

Energieeffiziente Lösung für die Geräuschminderung.

Energy efficient solution for noise reduction.

Contact: *Tim Bastian Klaus* · Telephone: +49 6151 705-8368 · tim.bastian.klaus@lbf.fraunhofer.de

Mit einem steigenden Verkehrsaufkommen wächst auch der Bedarf, den Lärmeintrag in private Haushalte und an gewerblichen Arbeitsplätzen zu mindern. Die Adaptronik bietet hierzu eine Vielzahl an Maßnahmen zur Lärmreduzierung. Zur Reduktion schmalbandiger Lärmquellen bieten sich adaptive Helmholtz-Resonatoren an, die sich durch eine adaptive Regelung an den jeweiligen Anwendungsfall anpassen können.

Helmholtz-Resonatoren sind passive Maßnahmen zur Reduktion von Schallfeldern in Räumen und durch doppelwandige Strukturen wie z. B. Doppelglas-Fensterscheiben hindurch. Bislang wurden Helmholtz-Resonatoren zur Reduktion von schmalbandigen Störquellen verwendet. Als passive Systeme profitieren sie bei der Reduktion des Schalldrucks von einem geringeren Energieverbrauch im Vergleich zu aktiven Maßnahmen. Da Störquellen oft eine zeitveränderliche Frequenzcharakteristik aufweisen, wurde ein neuartiges Regelkonzept entwickelt, das es möglich macht Resonatoren effizient und adaptiv auf das herrschende Signal einzuregeln. Energie wird

hierbei lediglich benötigt, um das semi-passive System an das vorliegende Signal zu adaptieren.

Anpassung auf die Tilgungsfrequenz.

Grundsätzlich können Helmholtz-Resonatoren in Analogie zu mechanischen Tilgern betrachtet werden. Ihre Tilgungsfrequenz wird durch die Änderung geometrischer Eigenschaften variiert. Helmholtz-Resonatoren haben einen flaschenhaften Aufbau und bestehen aus einem Hals und einem Bauch, die sich wie die Masse, Steifigkeit und Dämpfung des mechanischen Systems verhalten. Mit diesem Wissen kann die Anpassung des Resonators an die gewünschte Tilgungsfrequenz sowohl durch eine Variation der Hals- als auch der Körpergeometrie geschehen. Da die Anpassung über die Halsgeometrie negative Nebeneffekte nach sich ziehen kann, wurde die Einstellung der Resonanzfrequenz durch die Variation des Resonatorbauchs bzw. der Steifigkeit mittels eines axial wirkenden Kolbens durchgeführt, der durch einen CAN-Bus-gesteuerten Schrittmotor angetrieben wurde.

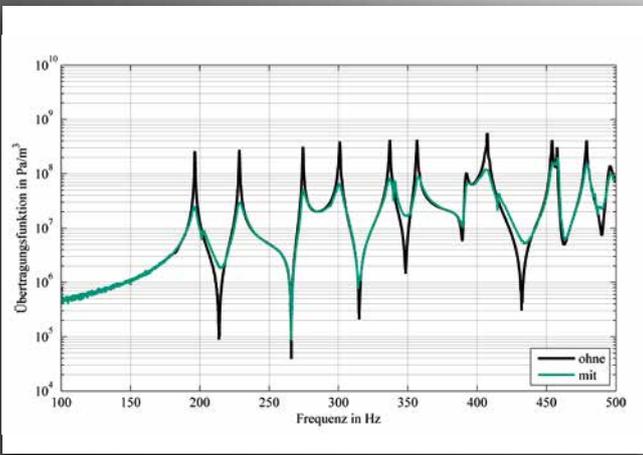


Abb. 1: Wirkung eines adaptiven Helmholtz-Resonators auf die Hohlraumresonanzen im Akustikdemonstrator.
Fig. 1: Effect of an adaptive Helmholtz resonator on cavity resonances in the acoustic demonstrator.

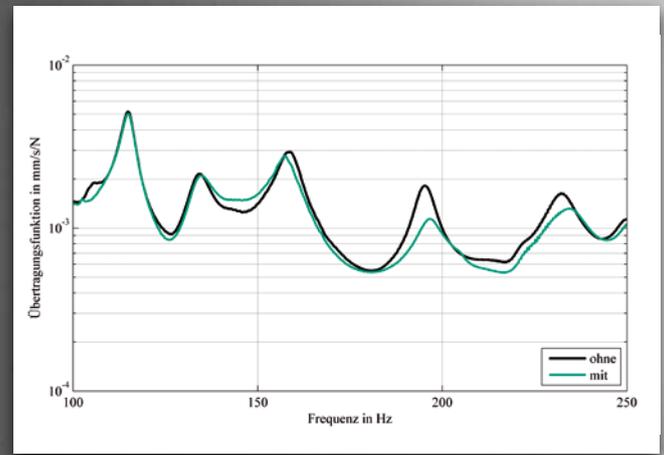


Abb. 2: Wirkung eines passiv auf 197 Hz eingestellten Helmholtz-Resonators auf die Schwingungen einer Doppelglas-Fensterscheibe.
Fig. 2: Effect of a Helmholtz resonator set passively to 197 Hz on the vibrations of a double-glazed window.

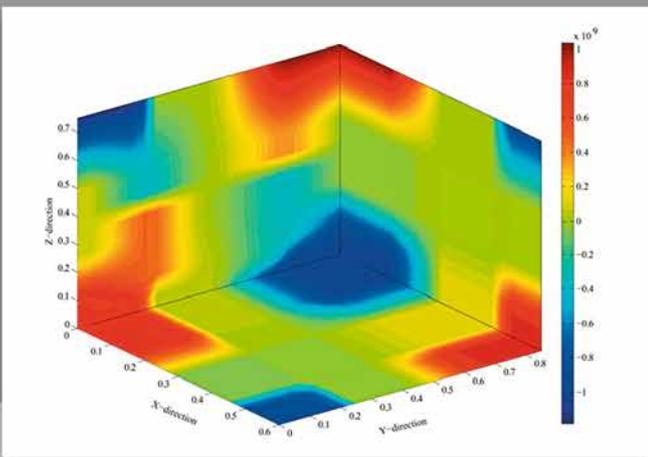


Abb. 3: Raummode im Akustikdemonstrator bei 409 Hz.
Fig. 3: Room mode in the acoustic demonstrator at 409 Hz.

Zur Untersuchung der Reduktionswirkung von Raummoden wurde der Akustikdemonstrator des LOEWE Zentrums AdRIA verwendet. Hierbei handelt es sich um einen quaderförmigen Hohlraum mit den Innenabmessungen von $870 \times 620 \times 750 \text{ mm}^3$, dessen Wände eine schallharte Charakteristik aufweisen. Hierbei ließ sich eine Reduktion der Hohlraum-Resonanzen von bis zu 19 dB umsetzen.

Zur Untersuchung der Wirkung auf die Minderung der Schalltransmission durch eine symmetrische Doppelglas-Fensterscheibe mit den Dimensionen $650 \times 900 \times 16 \text{ mm}^3$ und einer Scheibendicke von 4 mm wurde ein Helmholtz-Resonator, wirkend auf den Hohlraum zwischen den Scheiben, angebracht. Hierdurch konnten die Schwingungen um bis zu 5 dB gemindert werden.

Customer Benefits Fraunhofer LBF offers adaptive solutions for the reduction of noise in rooms and transmitted sound energy through double-walled structures. By this means well established measures are merged with novel concepts creating tailored solutions for the optimised customer benefits.

Summary In times of growing traffic loads Helmholtz resonators are valuable measures for the reduction of sound-fields in a cavity and the transmitted noise through double-walled structures. As passive systems they benefit from a low energy consumption compared to systems used for active noise control. In analogy to mass-dampers they are capable for the reduction of narrow band sound-sources, tuned with respect to mass and stiffness. Considering frequency variant signals they have to be designed as semi-passive systems allowing an actuator to adapt to the governing sound-source. This concept has been investigated for the reduction of the sound-field in a cavity and the noise transmission through double-glazed windows.

SIMULATION AKTIVER UND ADAPTIVER SYSTEME
SIMULATION OF ACTIVE AND ADAPTIVE SYSTEMS

Toolbox für simulationsbasierte Analysen zur Schwingungs- reduktion.

Toolbox for simulation-based analyses to reduce vibrations.

Contact: Jennifer Pöllmann · Telephone: +49 6151 705-8273 · jennifer.poellmann@lbf.fraunhofer.de

Bei der Entwicklung von aktiven und adaptiven Systemen ist die numerische Auslegung und Analyse ein wesentlicher Schritt. Im Entwicklungsprozess werden verschiedene Wirkprinzipien, z.B. von Aktoren, untersucht und bewertet, um für die Anwendung bestmögliche Schwingungsreduktionen zu erreichen. Wissenschaftler des Fraunhofer LBF stellen die hier entwickelten numerischen Werkzeuge in einer eigenen Toolbox zusammen.

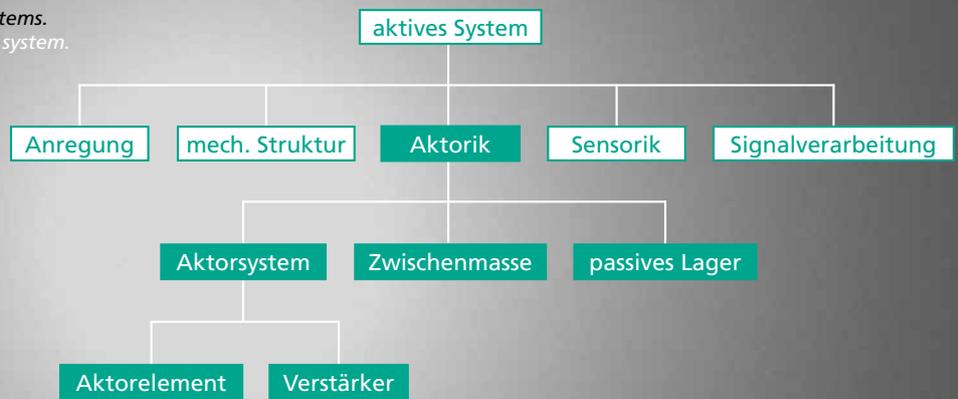
Vorteile der numerischen Toolbox für adaptive Systeme.

Die Entwicklung von aktiven und adaptiven Systemen erfordert durch ihren hohen Integrationsgrad eine Betrachtung des Gesamtsystems, bestehend aus Anregung, mechanischer Struktur, Aktorik, Sensorik und Signalverarbeitung. Dabei sollten die vielfältigen Wechselwirkungen zwischen den beteiligten Systemkomponenten mit berücksichtigt werden. Die kommerziell erhältlichen Entwicklungswerkzeuge zur Simulation aktiver und adaptiver (Teil-)Systeme decken meist nur einzelne Bereiche ab. Dabei ist derzeit keine Simulationsumgebung bekannt, die allen Anforderungen an aktive Systeme gerecht würde. Wissenschaftler des Fraunhofer LBF entwickelten eine eigene Toolbox, in der das Fachwissen um Wirkprinzipien und Konzepte in Form von Funktionen und Blockschaltbildern abgelegt ist. Damit ist es möglich, simula-

tionsbasierte Analysen durchzuführen. Verschiedene Ansätze und Konzepte (unter reproduzierbaren Bedingungen) können verglichen und bewertet werden. Die entstehenden Daten liegen als physikalische Daten vor, so dass sie der Konstruktion für die Auslegung bereitgestellt werden können. Außerdem ist es mit Hilfe der Toolbox möglich, eine virtuelle Erprobung von regelungstechnischen Algorithmen unter weitestgehend realen Bedingungen durchzuführen.

Eine numerische Toolbox kann diesen Ansprüchen genügen, indem die Entwickler nach einer bestimmten Simulationsmethodik für aktive Systeme modulare und hierarchische Modelle erstellen. In der Toolbox sind Teilsysteme von unterschiedlicher Modellkomplexität vertreten. Zunächst werden Konzepte getestet und bewertet, und im Anschluss können die Konzepte über die definierten Schnittstellen durch Modelle mit höherer Komplexität ausgetauscht werden. Die verwendeten Datensätze basieren auf einfach zu ermittelnden physikalischen Parametern. Somit ist es möglich, jedes (Teil-)System analytisch, numerisch oder experimentell darzustellen.

Um die Qualität der Inhalte in der Toolbox zu gewährleisten, werden vor jedem halbjährlich stattfindenden Release Tests zur Funktionalität und Integration durchgeführt. In jedem Release



Graphische Benutzerschnittstelle zur Optimierung des dynamischen Verhaltens. Graphical user interface for optimizing dynamic behaviour.

sind neue Elemente enthalten, die eine detaillierte Dokumentation zur Verwendung und Wirkungsweise enthalten. Die Toolbox wird mit großem Erfolg hausintern verwendet. Für Geschäftspartner wurden bereits mehrere auf die individuellen Bedürfnisse der Anwender zugeschnittene Toolboxes mit graphischer Oberfläche entwickelt.

Customer Benefits In-house development of the adaptronic toolbox enables Fraunhofer LBF to provide the most appropriate solution to dynamic problems efficiently. We also develop individual toolboxes with customized graphical user interfaces. These toolboxes contain subsystems capable of damping undesirable vibrations.

Summary Active systems allow for the many diverse interactions between different modes of operation. Simulation models developed at Fraunhofer LBF have been integrated in a toolbox to assess both the interactions and also to draw comparisons between the various conceptual designs. The toolbox is particularly impressive due to the simulation methods on which it is based. These methods facilitate a modular and hierarchical approach to building models. At the same time, more complex models can gradually replace individual subsystems. Tests on functionality and integration are carried

out before every half-yearly release. The Software Readiness Level of a model is determined and there is extensive content documentation. Customized solutions can be developed for individual business partners.



Dr.-Ing. Nenad Pavlovic, Innovation Manager, Siemens AG, Healthcare Sector Clinical Products Division

„Die strukturdynamischen Eigenschaften unserer Produkte stellen wichtige Qualitätsmerkmale dar. Diese konnten durch die unterstützende Tätigkeit des Fraunhofer LBF positiv beeinflusst werden. In der Kooperation wurde für uns ein Berechnungstool entwickelt, mit dem wir die Auswirkung strukturdynamischer Maßnahmen analysieren und bewerten können.“

“The structural dynamics features of our products are important quality characteristics. We have been able to enhance them thanks to the supporting work carried out by Fraunhofer LBF. The collaboration resulted in the development of a calculation tool which enables us to analyze and assess the effect of structural dynamics measures.”



KOMBINATION VON MECHANISCHER LAST UND UMWELTEINFLUSS IM LABOR
COMBINING OF MECHANICAL LOAD AND ENVIRONMENTAL INFLUENCES
IN THE LABORATORY

Effiziente Prüfung von Sicherheitsbauteilen ganzer Produktfamilien.

Efficient testing for safety components of whole product families.

Contact: Martin Große-Hovest · Telephone: +49 6151 705-483 · martin.grosse-hovest@lbf.fraunhofer.de

Umwelteinflüsse können, abhängig von gewähltem Werkstoff und Einsatzgebiet des jeweiligen Bauteils, einen erheblichen Einfluss auf die Betriebsfestigkeit und den Verschleiß von Bauteilen haben. Der Einfluss von Umweltbelastungen ist bei der betriebsfesten Auslegung stets zu berücksichtigen, in besonderem Maße bei Sicherheitsbauteilen. Bei der Entwicklung von Spurstangen inklusive der Spurstangenköpfe müssen aufgrund der exponierten Einbaulage und dem daraus im Betrieb herrührenden ständigen Kontakt mit Wasser, Salz und abrasiven Medien besondere konstruktive Vorkehrungen wie die Kapselung der Gelenkköpfe getroffen werden.

Prüfstand.

Um Spurstangen und Spurstangenköpfe von Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen im Hinblick auf ihre Betriebsfestigkeit und ihr Verschleißverhalten unter Umweltbedingungen absichern zu können, wurde im Fraunhofer LBF auf Kundenwunsch ein Versuchsstand entwickelt. Im Rahmen dieses Projektes wurde zusammen mit dem Auftraggeber eine Methodik entwickelt, um ganze Produktfamilien möglichst effizient experimentell abzusichern. Das Fraunhofer LBF untersucht als Forschungsinstitut in solchen Projekten oftmals zusätzlich, welche Zusammenhänge zwischen dem Aufwand

und dem Ergebnis einer Prüfung existieren, und erarbeitet optimale Versuchsanordnungen. Andererseits müssen die speziellen Kundenanforderungen und Einsatzbedingungen der zu erprobenden Bauteile berücksichtigt werden. Die hier gewählte Methodik erstreckte sich von der Erstellung vereinfachter und geraffter Lastprogramme über den eigentlichen Versuch unter mechanischen Lasten und Umweltbelastungen bis hin zur vergleichenden Bewertung.

Im Versuch wird synchron zu den mechanischen Lasten und Bewegungen in Intervallen eine 5-prozentige Salzlösung auf das Bauteil aufgesprüht. Während der Zeit zwischen zwei Sprühstößen wird die Lösung aktiv abgetrocknet, damit das Medium bestmöglich auf das Bauteil einwirken kann. Das Prüfsystem ist so aufgebaut, dass es verschiedenen Anwendungszwecken genügt. Für Spurstangen wird die Einrichtung beispielsweise einaxial verwendet und neben dem Umwelteinfluss durch Salzkorrosion nur die Lateralkraft simuliert, während bei der Betrachtung des Spurstangenkopfes zusätzlich die Bewegung der Kugelkopfes simuliert wird. So vereint das Prüfsystem den Betriebsfestigkeitsnachweis mit der Analyse des Langzeit- und Verschleißverhaltens unter rauen Einsatzbedingungen. Der hochfeste seewasserbeständige Edelstahl des Prüfaufbaus garantiert, dass die Prüfung in Bezug auf das eingebrachte Medium nahezu rückwirkungsfrei durchgeführt werden kann.



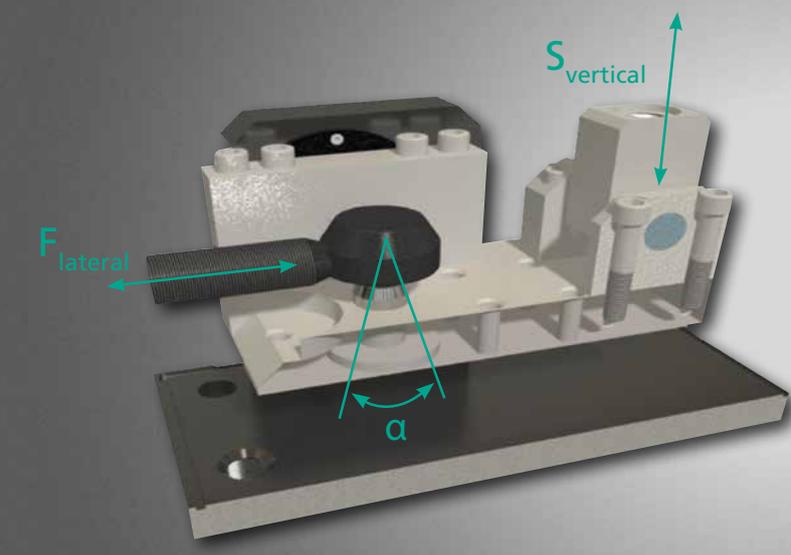


Abb. 1: Prüfstandkonzept: Einrichtung zur zweikanaligen Verschleiß- und Betriebsfestigkeitsprüfung.

Fig. 1: Test rig design: Device for a two channel wear and fatigue testing.



Abb. 2: Apparatur zur Aufbringung der 5% Salzlösung.

Fig. 2: Apparatus for applying the 5% salt solution.

Customer Benefits The modular test environment meets current and future demands for single-axis and dual-axis testing of safety-critical components under environmental influences. It is largely possible to implement the various, sometimes very specific test requirements of the automotive industry on the test rig. With the opportunities of the modular test environment and with knowledge of the effective operating loads as well as the material-dependent effects of environmental loads on the component's life cycle, Fraunhofer LBF covers the entire chain from load transfer to the performance of tests and is therefore a competent partner for the testing of safety-critical components.

Summary Environmental loads have an effect on the structural durability of components depending on the material used and where it is used. It is absolutely essential to take them into account when designing, particularly in the case of in safety assemblies, e.g. in the chassis. For this reason, manufacturers make huge efforts to minimize the mechanical wear of these assemblies and to safeguard the component with regard to its structural durability. For experimental testing of the structural durability and wear behavior of such assemblies, Fraunhofer LBF has developed a test method which enables mechanical loads and environmental influences to be combined. A variety of safety-critical chassis components can be put to the test in this testing system.



Peter Jobelius
TRW KFZ
Ausrüstung GmbH
Technical Manager
Europe

„Bei Lenkungs- und Aufhängungsteilen handelt es sich um sicherheitskritische Teile. Daher sieht TRW alle Anbieter solcher Teile in der Pflicht, dem freien Ersatzteilmarkt nur Komponenten von höchster Qualität anzubieten. Mit den am Fraunhofer LBF durchgeführten Untersuchungen messen wir unsere Fahrwerksbauteile gegen die diverser Aftermarket-Wettbewerber und sichern diese damit gegenüber den im Kundeneinsatz zu erwartenden Betriebsbelastungen ab. Wir freuen uns, dass eine unabhängige Prüfstelle wieder einmal den hohen Qualitätsstandard unserer Produkte bestätigen konnte.“

“Steering and suspension parts are safety-critical components. TRW therefore sees it as the obligation of all suppliers of such parts to offer only the highest quality components on the open independent aftermarket. Using the studies carried out at the Fraunhofer LBF, we measure our chassis components against various aftermarket competitors and safeguard them using the operating loads to be expected while being used by customers. We are very pleased that yet again an independent testing laboratory has been able to confirm the high quality standard of our products.”



AKUSTISCHE FUSSGÄNGERWARNUNG FÜR ELEKTROFAHRZEUGE ACOUSTIC PEDESTRIAN WARNING FOR ELECTRIC VEHICLES

Mehr Sicherheit im Straßenverkehr.

Increased safety in road traffic.

Contact: Perceval Pondrom · Telephone: +49 6151 16-6926 · pondrom@szm.tu-darmstadt.de
Johannes Tschesche · Telephone: +49 6151 705-8323 · tschesche@szm.tu-darmstadt.de

Aufgrund ihrer geringen Lautstärke weisen Elektrofahrzeuge ein erhöhtes Unfallrisiko gegenüber konventionell angetriebenen Fahrzeugen auf. Ein Lösungsansatz für das Problem besteht in der Installation akustischer Signalgeber, die Fußgänger vor herannahenden Fahrzeugen warnen. Um nicht permanent unnötigen Schall abstrahlen zu müssen, soll das Warnsignal so ausgesandt werden, dass es nur gefährdete Fußgänger erreicht.

Gefährdete Fußgänger erkennen und warnen.

Eine zielgerichtete Warneinrichtung für Fußgänger, die das Umfeld nicht unnötig mit abgestrahltem Schall belastet, erfordert prinzipiell eine Fußgängererkennung und eine einstellbare Richtcharakteristik der Lautsprecher. Demzufolge stehen in der Entwicklung zwei Problemlösungen im Vordergrund: Einerseits wird eine Fußgängererkennung benötigt, die gefährdete Fußgänger erkennt, andererseits sind Schallwandler erforderlich, die ein akustisches Warnsignal gerichtet nur auf den oder die gefährdeten Fußgänger abstrahlen. Im Rahmen des EU-Projektes eVADER (Electric Vehicle Alert for Detection and Emergency Response) werden Lösungen für die oben genannten Probleme entwickelt.

Am Fachgebiet Systemzuverlässigkeit und Maschinenakustik SzM, Projektpartner im EU-Projekt, liegt der Fokus auf der Implementierung praktischer Lösungsansätze für die gerichtete Schallabstrahlung. Zunächst wurde im Rahmen einer studentischen Projektarbeit ein vollständiges Warnsystem entwickelt. Das System detektiert eine Person mit Hilfe eines Spielkonsolen-Sensors und wird mit Hilfe eines Algorithmus derart gesteuert, dass dieser ein Lautsprecher-Zeilen-Array mit sechs Lautsprechern dazu bringt, akustische Signale in die Richtung der detektierten Person abzustrahlen.

Sowohl die Ergebnisse der Projektarbeit als auch eigens durchgeführte numerische Simulationen zeigten, dass die gerichtete Schallabstrahlung von Warnsignalen mit nur sechs Lautsprechern prinzipiell möglich ist. In einem nächsten Schritt wurden kleine Kunststoffgehäuse konstruiert, die in die Stoßstange eines Nissan Leaf integriert werden können. Weiterhin wurde ein Material identifiziert, mit dem die Lautsprechermembranen gegen Staub und Spritzwasser geschützt werden können, ohne die Schallabstrahlung und damit die Funktion zu beeinträchtigen. Schutzmembran, Lautsprecher, Verstärkerschaltungen und eigens entwickelte Gehäuse wurden erfolgreich in die Stoßstange



Vorführung mit dem eVADER-Prototyp.
 Demonstration with the eVADER prototype.

eVADER-Prototyp mit integriertem Schallsender.
 eVADER prototype with integrated sound generator.



This project is funded by the European Union

integriert und ausgiebig auf Funktion getestet. Gemeinsam mit den Projektpartnern wurde die Stoßstange an einem Fahrzeug unter realen Bedingungen getestet. Die Richtcharakteristik wurde dabei in der Praxis nachgewiesen.

Customer Benefits The results confirm the feasibility of a directional emission of acoustic warning signals for electric vehicles. In this way, pedestrian safety can be increased without needing to emit continuous warning signals.

Summary Electric vehicles are a great deal quieter than vehicles with combustion engines particularly in urban traffic. As a result, the risk of accidents involving pedestrians increases in towns and cities as pedestrians are no longer alerted to approaching vehicles by their engine noise. Ideas for pedestrian detection and pedestrian warning are becoming necessary. Ideas of this nature are being developed and tested within the framework of the EU project eVADER. The research group System Reliability and Machine Acoustics SzM at Technische Universität Darmstadt is involved within this project in the development and testing of a car bumper with integrated speakers. It can be used to emit sound directionally at pedestrians potentially at risk.



H. Kaltwasser
 Deutscher Blinden-
 und Sehbehinderten-
 verband e. V.

„Der DBSV begrüßt, dass mit dem Projekt eVADER den Sicherheitsbedürfnissen blinder und sehbehinderter Menschen durch Entwicklung eines akustischen Warnsystems für geräuscharme Fahrzeuge Rechnung getragen wird. Den möglichen Nutzen eines solchen Systems kann letztlich nur der Endverbraucher beurteilen. Insoweit freuen wir uns, dass die EBU im Projekt eingebunden ist und blinde und sehbehinderte Menschen bei der Evaluierung des Endproduktes aktiv mitwirken.“

“The German Association of the Blind welcomes the fact that the eVADER project takes account of the safety needs of visually impaired people by developing an acoustic alerting system for quiet vehicles. The potential use of such a system can only be assessed by the end-user. In this respect we appreciate the fact that EBU is involved in this project and that visually impaired people have an active role in evaluating the end product.”



GRENZEN DES DOWNSIZINGS
LIMITS OF DOWNSIZING

Schwingungsverhalten hybrider Dieselmotoren.

Vibration behavior of hybrid diesel engines.

Contact: Björn Haffke · Telephone: +49 6151 705-659 · bjoern.haffke@lbf.fraunhofer.de

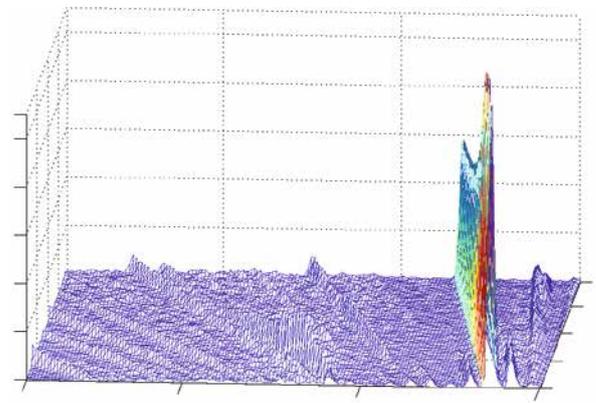
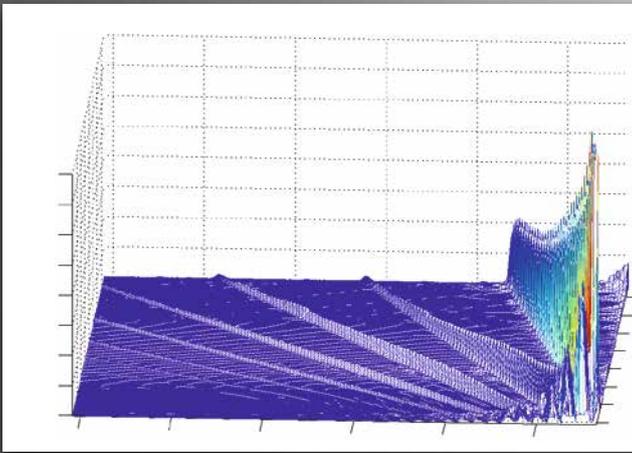
Die Hybridisierung von Fahrzeugen hat sich als effektive Möglichkeit zur Reduktion des Treibstoffverbrauchs etabliert. Der Fokus lag dabei bisher auf Fahrzeugen mit Ottomotor. Aufgrund ihrer hohen Effizienz bieten Dieselmotoren jedoch ebenfalls ein hohes Potential zur Reduktion des Treibstoffverbrauches. Je stärker der Dieselmotor dabei verkleinert wird, desto niedriger sind Wärme- und Reibungsverluste, welche sich erheblich auf den Verbrauch auswirken.

Co-Simulation bringt optimales Ergebnis.

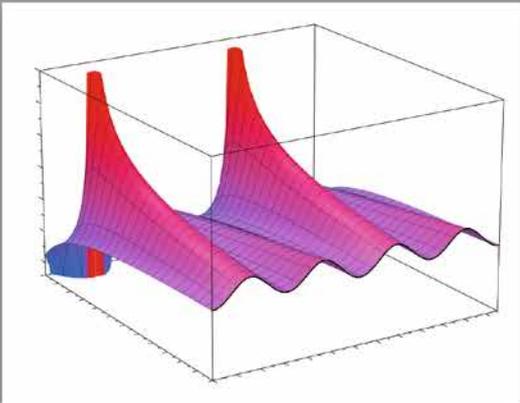
Dem Downsizing von Dieselmotoren sind Grenzen bezüglich des Schwingungsverhaltens und der Abgas-Emissionen gesetzt. Um diese Grenzen möglichst exakt zu evaluieren, wurde am Fraunhofer LBF ein Motormodell inklusive Antriebsstrang aufgebaut und verschiedene Maßnahmen zur Optimierung des Schwingungsverhaltens untersucht. Parallel dazu hat sich das französische IFP-Institut, das als Partner am Projekt DEVICE – Downsized hybrid diesel engine for very low fuel consumption and CO₂ Emission – beteiligt war, mit der Analyse, Simulation und Optimierung des Verbrennungsvorganges beschäftigt und in diesem Bereich die Grenzen des technisch Sinnvollen ermittelt.

Die Motormechanik, die Verbrennung und der Antriebsstrang wurden jeweils in unterschiedlichen Simulationsumgebungen modelliert. Einerseits war so eine möglichst effiziente Modellierung und Analyse möglich, andererseits entspricht dieses Vorgehen der industriellen Arbeitsweise, was eine Überführung in die Praxis erleichtert. Eine Herausforderung bestand dabei in der Kopplung der unterschiedlichen Simulationsumgebungen, um das Gesamtverhalten des Systems zu analysieren und zu optimieren. Hierzu wurde das Gesamtsystem in einer Co-Simulation behandelt. Dabei werden die unterschiedlichen Teilsysteme in ihrer jeweiligen Umgebung simuliert, wobei zyklisch Daten zwischen den Simulationsumgebungen ausgetauscht werden, um Wechselwirkungen zwischen den Systemen abzubilden. Als Simulationsumgebungen wurden MSC Adams, Simulink und AMESim eingesetzt. Das Gesamtmodell wurde mit Messdaten validiert.

Aufgrund der hohen Komplexität der Gesamtsimulation werden Teilkomponenten durch Ersatzsysteme approximiert, um die Rechenzeit in einem praktikablen Rahmen zu halten. So wurden aus Messdaten Übertragungsfunktionen identifiziert und, erweitert um notwendige Nichtlinearitäten, zur Approximation von Antriebsstrangkomponenten verwendet.

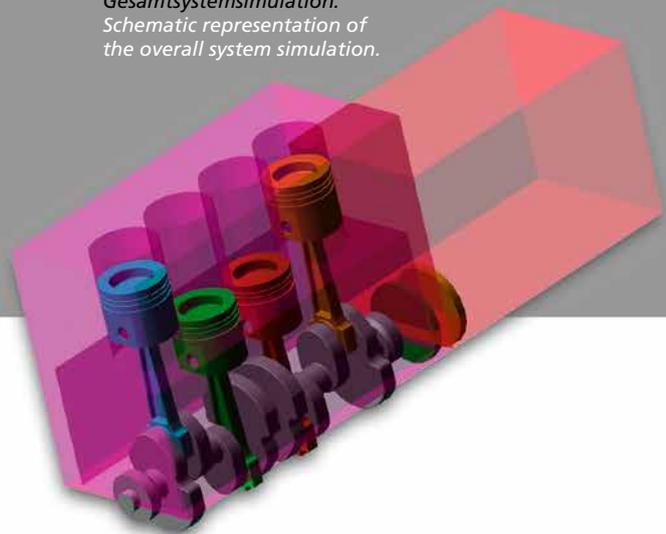


Getriebeseitige Winkelbeschleunigungen verschiedener Motorkonzepte. Gearbox-end angular accelerations of various engine designs.



Massenkräfte eines Zweizylindermotors mit doppelter Kurbelwelle. Mass forces of a twin-cylinder engine with two crankshafts.

Schematische Darstellung der Gesamtsystems simulation. Schematic representation of the overall system simulation.



Nach der Modellierung und Validierung eines Referenzmodells für den Motor wurde in Kooperation mit den Partnern, ein Motorkonzept mit zwei Zylindern entworfen und hinsichtlich seines Schwingungsverhaltens optimiert. Bei der Optimierung standen die Torsionsschwingungen an der Kurbelwelle und die übertragenen Schwingungen an der Motorlagerung im Vordergrund. Für die Reduktion der Torsionsschwingungen wurden einerseits klassische mechanische Konzepte wie Zweimassenschwungräder und Pendeltilger und andererseits aktive Lösungen untersucht.

Die Motorlagerung wurde durch eine gezielte Beeinflussung der Eigenvektoren des Motors optimiert, um ein ähnliches Schwingungsverhalten wie das eines Referenzmotors zu erzielen. Im Rahmen dieses Projektes hat das Fraunhofer LBF seine Kompetenzen im Bereich Modellierung, Simulation und Systemoptimierung um zusätzliche Methoden, Kompetenzen und Werkzeuge erweitert.

Customer Benefits In the research project DEVICE – Downsized hybrid diesel engine for very low fuel consumption and CO₂ Emission – Fraunhofer LBF has extended its competence in the area of modeling, simulation and system optimization

by adding further methods, skills and tools. The engine mount was optimized by specifically influencing the engine's eigenvectors thus achieving similar vibrational behavior to that of the reference engine.

Summary Fraunhofer LBF has worked on the analysis and optimization of hybridized diesel engines within the scope of the European research project DEVICE – Downsized hybrid diesel engine for very low fuel consumption and CO₂ Emission. The Institute's main focus of attention was on the areas of modeling, simulating and optimizing the engine design. After constructing and validating a simulation environment for a reference engine, a design for a hybridized diesel engine was selected and optimized. Various solutions for reducing the vibration problems that occurred were investigated with regard to their applicability and effectiveness and were compared with the reference engine. In addition to design optimization, special attention was paid to an efficient overall system simulation of the engine including power train.



INNOVATIVES PRÜFKONZEPT FÜR FASERVERBUNDWERKSTOFFE
INNOVATIVE TESTING-CONCEPT FOR FIBER REINFORCED COMPOSITES

Kleine Lasten, hohe Frequenzen: Einfluss auf Schädigung und Lebensdauer.

Small loads, high frequencies: impact on damage and lifetime.

Contact: Christian Fischer · Telephone: +49 6151 705-8294 · christian.fischer@lbf.fraunhofer.de

Faserverbundwerkstoffe sind im Betrieb einer Vielzahl von Belastungen ausgesetzt, die sich in ihrer Lasthöhe und in den Belastungsfrequenzen stark unterscheiden. Bisher werden diese Werkstoffe nur bei niedrigen Frequenzen und hohen Lasten qualifiziert. Wie sich kleine Lasten und hohe Lastfrequenzen auf die Lebensdauer dieses Materials auswirke, ist noch unzureichend erforscht und soll in einem internen Projekt am Fraunhofer LBF untersucht werden.

Hochfrequente Prüfung von Faserverbundwerkstoffen.

Der Einsatz der hochfrequenten Prüftechnik mit Hilfe der Piezoprüfstände ist in den vergangenen Jahren im Fraunhofer LBF stark vorangetrieben worden. Untersuchungen an Metallen haben zu neuen Erkenntnissen geführt, wie z. B. die Untersuchung des Frequenzeinflusses bei Aluminiumlegierungen oder des lokalen Werkstoffverhaltens gradientenbehalteter Werkstoffe und Schweißnähte oder stark umgeformter Werkstoffe mittels lokal entnommener Mikroproben.

Neben Metallen werden im Institut aber auch Kunststoffe geprüft. Gerade faserverstärkte Kunststoffe finden immer häufiger Anwendung als Leichtbauwerkstoffe. Bisher werden

diese Werkstoffe bei großen Lasten und niedrigen Frequenzen geprüft. Im Betrieb sind jedoch die Bauteile aus Faserverbundwerkstoffen, ebenso wie Bauteile aus Metall, auch niedrigen Lastamplituden mit hohen Frequenzen ausgesetzt. In einem internen Projekt werden nun die Erfahrungen mit der hochfrequenten Prüftechnik mit der Kompetenz der Prüfung von Faserverbundwerkstoffen und der physikalischen Materialcharakterisierung vereint.

Um eine Aussage über die Schädigungsmechanismen zu erhalten, werden die so beanspruchten Proben im Bereich Kunststoffe beispielsweise mit Ultraschallmikroskopie auf Schädigungen untersucht. Es werden weiterhin Ansätze entwickelt, aus der numerischen Analyse der zyklischen Kraft-Weg-Kurven Indikatoren zur Schadensfrüherkennung abzuleiten. Erste Versuche zeigen dabei, dass die Piezoprüfmaschine kleinste Steifigkeitsabfälle in der Probe registrieren kann und somit auch kleinere Schädigungen gut detektiert werden können. Auch die Reihenfolge, in der große und kleine Amplituden aufgebracht werden, kann einen Einfluss auf die Lebensdauer haben, der bei einer klassischen linearen Schadensakkumulation oder einer Omission im Nachfahrversuch bei Faserverbundwerkstoffen zu berücksichtigen wäre.





*Ultraschallmikroskopie, ein besondere Kompetenz des Bereichs Kunststoffe im Fraunhofer LBF.
Ultrasonic microscopy, a special skill of the plastics division at Fraunhofer LBF.*



*Hochfrequente Piezoprüftechnik im Fraunhofer LBF.
High frequency materials testing at Fraunhofer LBF.*

Customer Benefits The knowledge gathered in this in-house project and the innovative collaboration will benefit customers who are involved in the design and use of highly-stressed fiber-reinforced-composite components, such as in the automotive or aerospace industries.

Summary Until now, the behavior of fiber-reinforced plastics that are stressed with high frequencies and small loads has not been adequately described. Fraunhofer LBF is investigating this topic in an in-house project. The project will combine high-frequency testing technology, experience in the testing of plastics and the characterization of damage from the fields of structural durability, adaptronics and plastics. This makes it possible to gain a better understanding of the damage mechanisms and to try out new testing services for customers.



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

„Die Isys adaptive solutions GmbH setzt bei der Entwicklung von innovativen Prüfkonzepthen für zyklische Versuche konsequent auf die Verwendung von piezokeramischen Aktuatoren, um die sehr guten dynamischen Eigenschaften dieser Antriebelemente für die experimentelle Betriebsfestigkeit zu erschließen. In der Folge werden die prüftechnischen Grenzen erweitert und in diesen neuen Bereichen sowohl praxis- als auch beanspruchungsrelevante zyklische Versuche erst ermöglicht.“

“Isys adaptive solutions GmbH relies consistently on the use of piezo ceramic actuators when developing innovative test concepts for cyclic tests. This enables us to tap into the excellent dynamic properties of these drive elements for experimental structural durability. Consequently, the boundaries of test technology are being extended and for the first time cyclic tests that are both practice- and service-related are possible in these new areas.”



FORSCHUNG FÜR E-TRAKTIONSANTRIEBE UND BATTERIESYSTEME
RESEARCH ON ELECTRIC TRACTION DRIVES AND BATTERY SYSTEMS

ZSZe – Entwicklungsperspektiven für die Elektromobilität.

ZSZe – development outlook for electromobility.

Contact: Christian Debes · Telephone: +49 6151 705-8382 · christian.debes@lbf.fraunhofer.de

Im Zentrum für Systemzuverlässigkeit Elektromobilität (ZSZ-e) werden alle Forschungsaktivitäten des Fraunhofer LBF in den Bereichen Traktionsbatterien und -antriebe gebündelt. Für Unternehmen im Umfeld der Elektromobilität sind Trends, Entwicklungsperspektiven und mögliche Herausforderungen bei der Elektrifizierung des Antriebsstrangs von hohem Interesse. In diesem Themenfeld auf dem neuesten Stand der Technik zu bleiben, stellt für viele Unternehmen eine große Herausforderung dar, die Entwicklung neuer Kompetenzen und Partnerschaften ist obligatorisch. Hier setzt das Fraunhofer LBF mit seinen Aktivitäten innerhalb des ZSZ-e an. Eine große Anzahl von forschungs- und industrierelevanten Themen wurde im Jahresverlauf 2013 definiert und gezielt entwickelt.

Die Ausrüstung der Forschungsfahrzeugflotte mit moderner Messtechnik zur Betriebslastenerfassung wurde abgeschlossen. Dabei kamen auch Komponenten aus LBF-eigener Entwicklung zum Einsatz. Ab Januar 2014 werden 500 Mitarbeiter des Instituts Messdaten im Rahmen von Fahrten mit diesen Fahrzeugen liefern, die als solide Basis für wissenschaftliche Untersuchungen und Betrachtungen im Rahmen unserer

Forschungsprojekte dienen. Auch die speziell für unsere Zwecke angepassten elektronischen Fahrtenbücher werden helfen, den Prozess der Datengewinnung aus den Fahrzeugen zu optimieren.

Neben unmittelbar auf die Nutzung und das Verhalten des gesamten Fahrzeugs ausgerichteten Projekten wie „Well2Wheel“ (Potentiale von Elektrofahrzeugen als mobile Stromspeicher) oder „Well2Battery2Wheel“ (Integration des Elektromobils in das Stromnetz aus Sicht des Energiespeichers) wird auch der Einsatz von Nd-Fe-B Magneten in Synchronmaschinen betrachtet. Hierbei steht die Reduktion kostenintensiver schwerer seltener Erden im Vordergrund der Arbeiten.

Besondere Bedeutung wird der Testumgebung für komplette Traktionsbatteriesysteme am Fraunhofer LBF zukommen. Dieses System wird hinsichtlich seiner Funktionalität und seinen Dimensionen zum jetzigen Zeitpunkt einzigartig sein. Thermo- und Klimabedingungen, elektrische Lasten und auch mechanische Größen wie Beschleunigung oder Vibration können gleichzeitig und instationär auf das Prüfobjekt einwirken. Batteriesysteme bis 1.000 kg Gesamtgewicht können



Auf der IAA in Frankfurt stellte das Institut Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet der Elektromobilität der Öffentlichkeit vor.
 The Institute presented its research activities in the field of e-mobility to the public at the IAA in Frankfurt.



Gep plante Weiterentwicklungen im Zentrum für Systemzuverlässigkeit, Schwerpunkt Elektromobilität am Fraunhofer LBF.
 Planned further developments at the Center for System Reliability with Focus on Electromobility at Fraunhofer LBF.

geprüft werden. Neben der vollständigen Anbindung des Batteriemanagementsystems wie auch der Batteriekühlung bietet die Testumgebung alle notwendigen Anschlüsse und Medien zur Konditionierung der Baugruppe. Bei Temperaturen von -40 bis $+80$ °C, Vibrationen bis 200Hz und Beschleunigungen bis 14g kann das Batteriesystem mit elektrischen Leistungen von 250kW bidirektional belastet werden. Die Inbetriebnahme sowie anschließend erste Prüfungen sind für Q4/2014 vorgesehen. Zusammen mit der Erweiterung der Forschungsfahrzeugflotte des Fraunhofer LBF um neue batterieelektrische Fahrzeuge aus den Segmenten C- und D-Klasse sowie deren Ausrüstung mit einer weiterentwickelten Messtechnik, wird auch die Ladeinfrastruktur erweitert: In Q2/2014 wird eine Schnellladesäule aufgebaut, die für alle Fahrzeuge den jeweils schnellst möglichen Lademodus bietet, und wertvolle Daten für Projektarbeiten beisteuern wird. Mit den Anschlüssen „CHAdEMO“, „CCS“ und „Typ 2“ ist das Institut auch für zukünftige Elektrofahrzeuge gerüstet.

Customer Benefits Trends, development prospects and potential challenges for electrification of the power train are of vital interest for companies working in the field of electromobility. Keeping up-to-date in this area poses a massive challenge for many companies. It is crucial to develop new skills and partnerships. This is the starting point for Fraunhofer LBF's activities within the Center for System Reliability with Focus on Electromobility (ZSZ-e).

Summary All previous activities of Fraunhofer LBF in the project area of system reliability are coming together and in 2014 will achieve a status that gives the LBF Institute an excellent starting position from which to serve the requirements and interests of industry and other research establishments. Whether testing battery systems, obtaining expertise regarding development questions or a short stop at the fast-charging station, Fraunhofer LBF can offer solutions.



GREEN CITY CAR: DOWNSIZING MIT FOLGEN
GREEN CITY CAR: CONSEQUENCES OF DOWNSIZING

Inertialmassenaktoren für die aktive Schwingungsminderung.

Inertial mass actuators for active vibration control.

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

Moderne Autos sollen leicht sein, um den Verbrauch zu senken. Eine Maßnahme ist das Downsizing von Verbrennungsmotoren. In kleineren Fahrzeugen werden hierbei statt Vierzylinder- teilweise Zweizylindermotoren verbaut, welche allerdings erhöhte Vibrationen bei niedrigen Frequenzen in die Karosserie einleiten. Aktive Systeme können hier helfen, die Schwingungspegel zu senken und so Abstriche beim Komfort zu vermeiden.

Im Gegensatz zu Vierzylindermotoren erzeugen Zweizylindermotoren Vibrationen vor allem in der ersten Motorordnung, also bei relativ niedrigen Frequenzen zwischen 20Hz und 100Hz. Diese Störungen werden vor allem über das Motorlagersystem in die Karosserie eingeleitet. Im Projekt Green City Car wurde als Fallbeispiel die Transmission von Vibrationen durch die Pendelstütze des Motors untersucht. Hierzu wurde im Labor ein Versuchsstand aufgebaut, der mit Hilfe eines Hilfsrahmens aus einem realen Kleinwagen die Anbindung der Pendelstütze an die Karosserie nachbildet (Abb.1). Ein elektrodynamischer Shaker wird verwendet, um zuvor am realen Fahrzeug gemessene Betriebslasten nachzubilden. Hierzu wurde auch eigens eine adaptive Regelung implementiert,

welche das präzise Nachfahren der dynamischen Lasten für verschiedene Motorordnungen über einen weiten Drehzahlbereich ermöglicht.

Da die Integration eines dynamischen Aktors in die Pendelstütze selbst nicht möglich ist, wurden Inertialmassenaktoren entwickelt, die sich an der Ankopplungsstelle an den Hilfsrahmen positionieren lassen. Im Projekt Green City Car wurden Aktorsysteme auf Basis piezoelektrischer Aktorik untersucht. Die Piezoaktoren bieten den Vorteil, gleichzeitig hohe dynamische Kräfte erzeugen zu können und die statische Last der Inertialmasse tragen zu können. Aufgrund der hohen Steifigkeiten solcher Aktoren ist es allerdings notwendig, Hebelmechanismen anzuwenden, welche diese Steifigkeiten senken, um die Reaktionsmassen zu begrenzen.

Es wurden verschiedene Konstruktionen untersucht. Dabei kamen sowohl piezokeramische Multilayeraktoren als auch Piezofolienmodule zum Einsatz; starre Hebelmechanismen aus Stahl, elastische Biegebalken aus CFK und Tellerfedern aus GFK wurden umgesetzt. Der Versuchsaufbau wurde durch eine im Fraunhofer LBF entwickelte adaptive Steuerung für die Aktoren ergänzt.



Abb. 1: Versuchsaufbau im Labor mit Hilfsrahmen, Pendelstütze und elektrodynamischem Erreger.
Fig. 1: Test set up in the lab with subframe, torque arm and electrodynamic exciter.

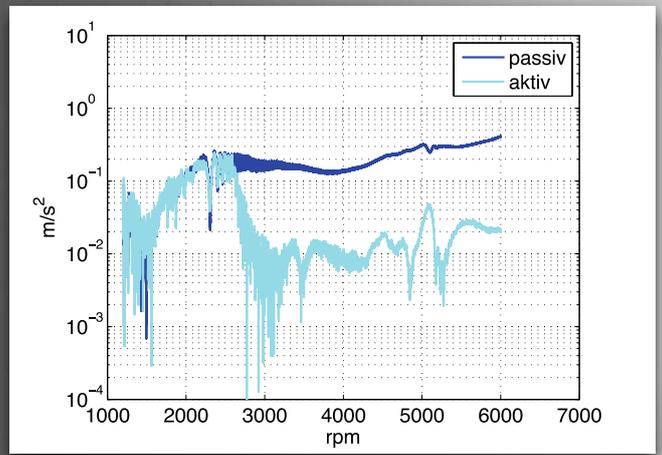


Abb. 3: Schwingbeschleunigung am Hilfsrahmen beim Hochlaufversuch ohne und mit aktivem System.
Fig. 3: Acceleration at the subframe during run up without and with active vibration control.



Abb. 2: Verschiedene realisierte Inertialmassenerreger: Starrer Hebelmechanismus mit Multilayeraktor, Biegebalken mit applizierten Piezofolien, Tellerfeder mit integrierten Piezofolien.
Fig. 2: Implemented inertial mass actuators: Stroke amplification of a multilayer actuator, bending beam, disk spring with integrated actuators.

Es wurden Hochlaufversuche für verschiedene Motorordnungen vorgenommen, in denen der elektrodynamische Erreger die störenden Vibrationen einleitete und die Aktoren zur Kompensation verwendet wurden. Es zeigte sich, dass mit den Inertialmassenerregern eine breitbandige Unterdrückung der Vibrationen der ersten Motorordnung möglich ist (Abb. 3). Durch eine Modifikation in der Adaption der Aktorsignale konnte auch vermieden werden, dass beim Durchfahren der Resonanz der Aktoren (im Bild zwischen 2000 und 2500 min⁻¹) zusätzliche Störungen eingeleitet werden. Durch die Möglichkeit zur nachträglichen Montage und die breitbandige Wirkung sind die Inertialmassenaktoren, ebenso wie die adaptive Regelung, auch für viele weitere Anwendungen der Schwingungsminderung einsetzbar.

Customer Benefits Inertial mass actuators are suitable as a retrofitting solution for vibration problems in existing structures and machinery. The integration of piezoelectric elements leads to compact and robust designs for those actuators while providing a broad band dynamic force. Thus a wide range of potential applications can be addressed with those components.

Summary In the project Green City Car active vibration control for the first order of a downsized city car engine was studied. Inertial mass actuators were developed in order to generate compensating forces at the mounting point of the engine's torque arm. In order to enable a compact and robust design, different piezoelectric driven inertial mass actuators were evaluated. A test rig comprising an automotive subframe, a torque arm and an electrodynamic shaker driven by an adaptive control system was used for validation. It was demonstrated that the developed actuators provide broad-band vibration suppression.



*Wissenschaftler des Fraunhofer LBF auf der 100 Meter hohen Windenergieanlage „Lange Anna“ im Odenwald.
Scientists from Fraunhofer LBF on the 100 meter tall “Lange Anna” wind turbine in the Odenwald, Southwest Germany.*

SCHWINGUNGSVERHALTEN VON WINDENERGIEANLAGEN VIBRATION BEHAVIOR OF WIND TURBINES

Mehr Auslegungssicherheit für WEA und ihre Komponenten.

Increasing design safety for wind turbines and their components.

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

Die Windenergie befindet sich seit mehreren Jahren in einer anhaltend starken Wachstumsphase. Ebenso wie die gesamte Branche ist in den letzten Jahren auch die Größe der Windenergieanlagen (WEA) rasant gewachsen. WEA sind heute autonom arbeitende, schwingungsfähige und durch Umwelteinflüsse außergewöhnlich stark belastete Systeme, deren Schwingverhalten in der Auslegung berücksichtigt werden muss.

Dienstleistungs- und Forschungsangebot.

Die Schwingungen der Türme von WEA liegen in einem Frequenzbereich unter 10Hz. Wie bei allen Strukturen sind hier verschiedene Eigenschwingformen bei unterschiedlichen Frequenzen zu beobachten. Bei der Auslegung von WEA werden diese Schwingungen numerisch abgeschätzt. Die exakten Schwingformen und Frequenzen wie auch die Schwingungsdämpfung durch den Baugrund sollten aber nach der Errichtung überprüft werden. Das Schwingverhalten von Türmen wird vom Fraunhofer LBF mit Hilfe der Operational Modal Analysis (OMA) bestimmt: Der Turm wird mit bis zu 20 hochempfindlichen Sensoren bestückt. Die anschließend im Betrieb oder beim Trudeln aufgenommenen Daten werden

aufbereitet und dann mit den Methoden der OMA so analysiert, dass die experimentellen Ergebnisse mit den numerischen Abschätzungen aus der Entwicklungsphase verglichen werden können.

Genau wie das Schwingverhalten des Turmes ist auch das Schwingverhalten der Rotorblätter zu verifizieren. Anders als der Turm können die Rotorblätter, z. B. mit einem Impulshammer oder einem Shaker, künstlich angeregt werden. Damit ist an diesen Strukturen eine sogenannte Experimentelle Modalanalyse (EMA) möglich, deren Ergebnisse bezüglich der Überführbarkeit in ein dynamisches Modell und bezüglich der Aussagekraft zur Strukturdämpfung einen Vorteil gegenüber der OMA bieten.

Experimentelle Analysen derart großer Strukturen erfordern viel Erfahrung und das richtige Equipment. Damit gehören sie bei den Herstellern von Rotorblättern oder WEA nicht zum Kerngeschäft. Das Angebot des Fraunhofer LBF ermöglicht diesen Firmen eine Erhöhung der Auslegungssicherheit und eventuell sogar eine Optimierung der Konstruktion.



*Anbringen eines Sensors im Inneren der Windkraftanlage „Lange Anna“.
Attaching a sensor inside the “Lange Anna” wind turbine.*

*Mit einer definierten Kraft wird die Kleinwindanlage auf dem Gelände des Fraunhofer LBF über einen Impulshammer zu Schwingungen angeregt.
A pulse hammer with a defined force induces vibrations in the small wind turbine on the site of Fraunhofer LBF.*



Neben den oben beschriebenen Dienstleistungen beschäftigt sich das Fraunhofer LBF auch in Forschungsprojekten mit WEA. Ein Thema ist dabei die aktive Schwingungskontrolle. Um die bereits in verschiedenen Projekten umgesetzten Technologien für den Einsatz in WEA weiterentwickeln zu können, hat das Fraunhofer LBF eine Kleinwindanlage auf einem der Institutsgebäude installiert.

Neben der Erprobung aktiver und passiver Maßnahmen zur Schwingungskontrolle bietet sich die Anlage als Plattform zur Demonstration von Structural Health Monitoring Systemen (SHM) an. Hierbei wird u. a. das Schwingverhalten der Anlage autonom erfasst. Veränderungen der Schwingformen an einer oder mehreren Resonanzfrequenzen lassen dann Rückschlüsse auf die Position und das Ausmaß von Schäden innerhalb der Struktur zu. Erklärtes Ziel solcher Maßnahmen ist es, Inspektions- und Wartungsintervalle zu erhöhen, was insbesondere bei Offshore-Anlagen zu hohen Kosteneinsparungen führen kann.

Customer Benefits Experimental analyses of such huge structures require a great deal of experience and the right equipment. So among manufacturers of rotor blades or wind turbines these are not part of the core business. The

services offered by Fraunhofer LBF enable these companies to increase design safety and potentially even to optimize structural design.

Summary Wind power has been enjoying a growth phase that has remained strong for several years. As with the whole sector, the size of wind turbines has also risen rapidly in recent years. Today's wind turbines are elastically vibrating systems that operate autonomously. They are also exposed to exceptionally high stresses as a result of environmental influences and their design must take this vibration behavior into account.



**SENSORCONZEPT FÜR BETRIEBSMESSUNGEN
AM RUDER EINES CONTAINERSCHIFFES**
**SENSOR DESIGN CONCEPT FOR OPERATIONAL MEASUREMENTS
ON THE RUDDER OF A CONTAINER SHIP**

Lastdatenerfassung von Europa bis Asien.

Recording of load data from Europe to Asia.

Contact: Matthias Schmidt · Telephone: +49 6151 705-452 · matthias.schmidt@lbf.fraunhofer.de

In nahezu allen technischen Bereichen nimmt die Relevanz von Sensoren zur Aufnahme und Verarbeitung von Messgrößen rapide zu. Dieser Trend bedient in erster Linie die maßgeblichen Ziele zur Steigerung von Effizienz, Sicherheit und Qualität. Am Fraunhofer LBF wird an der Entwicklung von Monitoring-Systemen zur Überwachung von Strukturen geforscht. In diesem Zusammenhang reicht die Entwicklung von maßgeschneiderten Sensoren über die Planung der Messkette bis hin zur Implementierung spezifischer Auswertelgorithmen.

Individuelles Sensorkonzept und Ermittlung von Betriebslasten.

Das in Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber Becker Marine Systems geplante Ziel ist die Entwicklung eines Monitoring-Systems für die Überwachung der Betriebslasten im Ruderlager von Schiffen. Die Ermittlung von betriebsbedingten Lasten in mechanischen Strukturen ist jedoch zum Teil mit hohem Aufwand verbunden. Zweckmäßig ist dabei in einigen Fällen die Integration der Sensorik in die Struktur. In einem ersten Schritt steht die individuelle Sensorentwicklung für die Implementierung in den Lagerring des Schiffsruders im Vordergrund. Damit ist die Ermittlung der Lagerlastverteilung auf den Lagerring des Ruders bei unterschiedlichen Fahrmanövern des Container-

schiffes möglich. Maßgeblich bestimmen die Einflussfaktoren wie Manövertätigkeit, Witterungseinflüsse, Seiten- und Widerstandskräfte sowie ortsspezifische Situationen die Beanspruchung des Ruderlagers. Anhand von Messdaten können Lastkollektive ermittelt und somit auslegungsrelevante Parameter für das Ruder abgeleitet werden.

Zur Erfassung der Lagerbelastung im Axiallager des Schiffsruders wurden DMS-basierte Messelemente entwickelt, die eine ausreichende Sensitivität und Lebensdauer gewährleisten und die Tragfähigkeit des Lagerrings nicht negativ beeinflussen. Zu diesem Zweck wurde vorab eine Sensitivitätsanalyse des Lagerrings mit der Finite Elemente-Methode durchgeführt. Anhand der Ergebnisse aus der Sensitivitätsanalyse wurden die Sensoren mittels eines Rapid-Prototyping-Verfahrens gefertigt und entsprechend der zu erwartenden Lasten kraftkalibriert. Die in den einzelnen Segmenten des Lagerrings integrierten Sensoren (17) sind in Abb. 1 dargestellt. Im eingebauten Zustand des Sensors werden reale Betriebslasten auf den Lagerring über eine Biegefeder in den Sensor (DMS) eingeleitet.

Die Sensorik wurde im Lagergehäuse der Ruderanlage (siehe Abb. 2) verbaut, während die Gesamtfertigung des Containerschiffes in Südkorea stattfand. Nach Fertigstellung

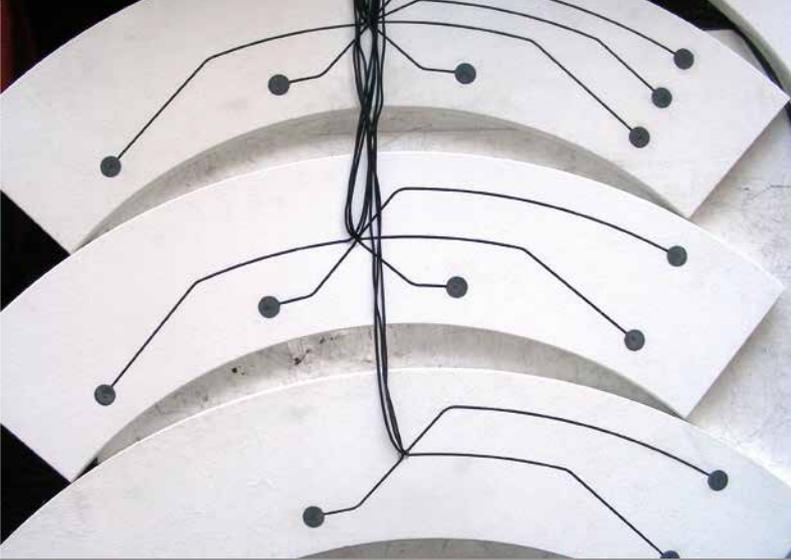


Abb. 1: Segmente des Ruderlagers mit integrierter Sensorik.
Fig. 1: Rudder bearing segments with integrated sensor technology.

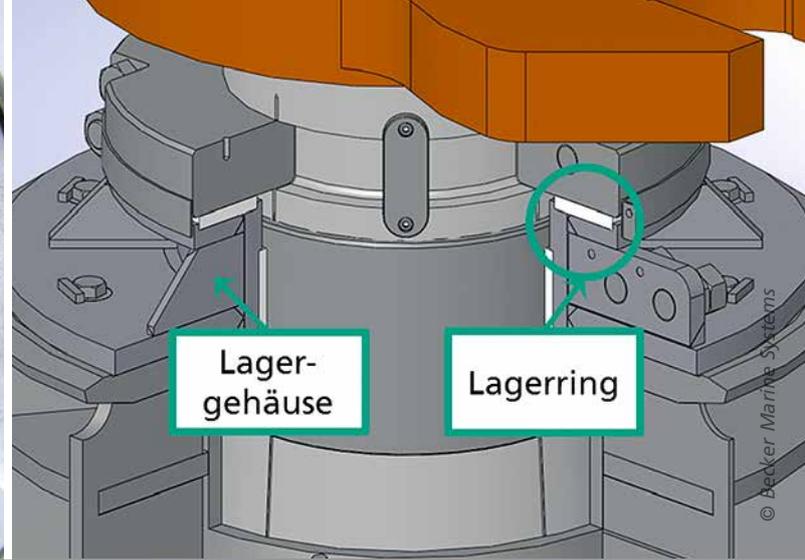


Abb. 2: CAD-Modell – Ruderschaft mit Lagerring (grün markiert).
Fig. 2: CAD model – rudder post with bearing ring (highlighted by green circle)

des Containerschiffes wurde die Sensorik an der Ruderanlage mit einer Langzeitdatenerfassung für die Aufzeichnung der Betriebslasten auf der Strecke Europa-Asien-Europa erweitert. Die aufgezeichneten Messdaten wurden mit automatisierten Auswerterroutinen ausgewertet und geben Aufschluss hinsichtlich unterschiedlicher Belastungsszenarien des Ruderlagers.

Zur Lastüberwachung des Ruderlagers ist anhand der bestehenden Ergebnisse die Entwicklung eines Monitoring-Systems vorgesehen. Am Fraunhofer LBF werden zu diesem Zweck verschiedene Bausteine hinsichtlich Sensortechnologie, Hardware der Datenerfassung, Signalverarbeitung und spezifischen Auswerteralgorithmen individuell angepasst und kombiniert.

Customer Benefits Customers of the Fraunhofer LBF benefit from individual solutions which are adapted completely to their requirements. So, for example, the institute offers its clients support for implementing monitoring systems in terms of developing customized sensors by using rapid prototyping methods, planning the measurement chain with hardware development, signal analysis and adapted software algorithms.

Summary The need for information about the status of technical systems used to assess efficiency, safety and quality is a significant trend. The information can be obtained using sensors, adapted hardware and specific software algorithms. In cooperation with the client, a sensor design concept for determining the loads arising during operation in the bearing of the rudder of a container ship (13,167 TEU) was developed at the Fraunhofer LBF as the basis for developing a monitoring system. For this purpose, the sensor design concept was implemented by using rapid prototyping methods to ensure its customized installation in the rudder's bearing ring. The operational measurements were carried out during the container ship's journey from Europe to Asia.

"The project enables a further extension of our product data base and supports our knowledge based design approach. That includes monitoring of operational conditions as well as improved load adapted design. In future the generated and processed data will be submitted to different IT-systems for optimization of overall ship operation and navigation and help to meet increasing demands for network compatible equipment and system integration." (Jörg Mehltau, Head of R&D BECKER MARINE SYSTEMS GMBH & CO. KG)



Visualisierung eines STL-Datensatzes erkannter Fasern.
Visualization of an STL dataset of identified fibers

OPTIMIERTE AUSLEGUNG KURZFASER VERSTÄRKTER KOMPONENTEN OPTIMIZED DESIGN OF SHORT FIBER REINFORCED COMPONENTS

Faserstrukturanalyse mittels Computertomografie.

Analysis of fiber structures using computer tomography.

Contact: Robert Gloeckner · Telephone: +49 6151 705-8757 · robert.gloeckner@lbf.fraunhofer.de

Kurzfaserverstärkte Kunststoffe werden als Leichtbaumaterialien in Automobil-, Luftfahrt- und Freizeitindustrie in mechanisch hoch beanspruchten und sicherheitsrelevanten Bereichen eingesetzt. Die mechanischen Eigenschaften der Bauteile werden dabei maßgeblich durch lokale Variationen hinsichtlich Faseranteil, -orientierung und -längenverteilung beeinflusst. Deren Kenntnis ist daher für eine optimierte Auslegung unabdingbar. Zwar können Faserorientierungen mittlerweile mit entsprechenden Simulationstools näherungsweise berechnet werden, eine Validierung der Ergebnisse war bis dato sehr aufwändig und unvollständig. Aufgrund der unbekannteren Vorhersagegüte mussten höhere Sicherheitsfaktoren bei der Auslegung angewendet werden. Dies schränkte das Substitutionspotential von Compositen unnötigerweise ein.

Ursache lokaler Schwankungen der Faserverstärkungswirkung.

Neben den Schädigungsprozessen bei der Herstellung des Fasercompounds kommt es vor allem bei der Weiterverarbeitung des Granulats zu Faserverkürzungsvorgängen. Hierfür sind Kontakte zwischen Fasern und Oberflächen der Verarbeitungseinheit, Faserwechselwirkungen und viskose Effekte verantwortlich.

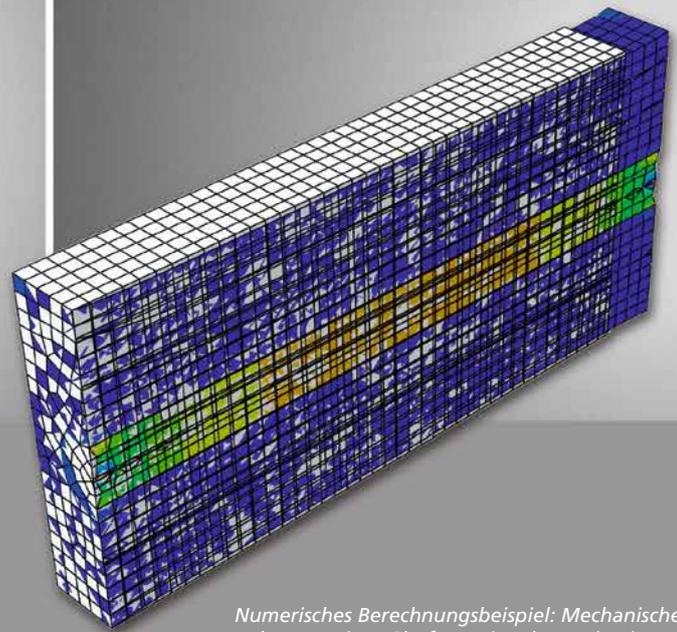
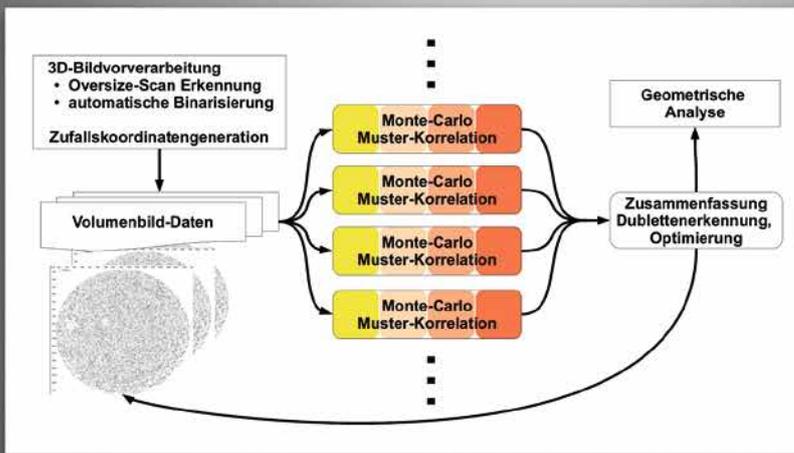
Bei der Bauteilherstellung treten komplexe Strömungsverhältnisse auf, die sich in heterogenen Faserorientierungsverteilungen widerspiegeln. Neben der Strömungsform, die durch Formteilgeometrie und Anschnittlage geprägt wird, wirken sich die rheologischen Eigenschaften der Schmelze sowie Wand- und Partikelwechselwirkungseffekte auf die Faserorientierung aus.

Einführung in die Funktion von GF-Detect.

Der Fasererkennungsalgorithmus wurde als iteratives Verfahren für parallele Ausführungen ausgelegt. Die 3 Hauptbestandteile der Prozesskette (siehe Abbildung) sind:

- Bildvorbereitung (inkl. automatisierte Schwellwertbestimmung)
- Parallele Mustererkennung
- Zusammenfassung und Optimierung der Erkennungsdaten

Zu Beginn werden die Volumenbilddaten der Computertomografie transformiert und optimiert. Anschließend werden störende Artefakte (Ränder, Beschriftungen) entfernt und eine automatische Schwellwernerkenntnis zur Binarisierung durchgeführt. In den folgenden Iterationen werden diese Bilddaten in parallel arbeitenden Prozessen, bzw. auf verschiedenen Rechnern eines Clusters ausgewertet. Die Erkennungsdaten werden am Ende jeder Iteration zusammengeführt. Dabei wird heuristisch der



Prozesshierarchie des entwickelten Algorithmus.
Process hierarchy of the algorithm developed.

Numerisches Berechnungsbeispiel: Mechanische Belastung einer Glasfaser eingebettet in eine Polymermatrix (FEM ABAQUS © Abaqus, Inc).
Numerical calculation: mechanical load on a fibre within a polymer matrix. (FEM ABAQUS © Abaqus, Inc).

jeweils beste Datensatz mehrfach erkannter Fasern herausgefiltert. Vor der nächsten Iteration werden gut erkannte Faserdaten aus dem Volumenbild gelöscht (Mikado-Strategie).

Vorteile gegenüber herkömmlichen Verfahren.

Bisher gebräuchliche Methoden wie Veraschung mit anschließender Bildanalyse (nach mehrfachem Sieben), Schliffbildanalyse, optische Kohärenzmethode und Ultraschallrückstreuung sind nicht in der Lage, Proben gleichzeitig vollständig hinsichtlich Faseranteil, Faserlängenverteilung, orts aufgelöster Faserorientierung, -verteilung und -abständen zu charakterisieren. Darüber hinaus sind sie präparationstechnisch aufwendig und anspruchsvoll. Das in diesem Projekt entwickelte Programm analysiert Volumenbilder. Diese können beispielsweise mittels Computertomographie gewonnen werden. Hierbei wird die Probe in verschiedenen Winkeln durchstrahlt. Die Durchlichtaufnahmen werden anschließend auf das Probenvolumen rücktransformiert. Für die Auswertung benötigt der Anwender Informationen aus dem Materialdatenblatt seines Compounds und erhält einen automatisch generierten Report. Dieser beinhaltet Informationen über lokale Faserlängen, Faserbreiten und Faserorientierungen in Diagramm und Tabellenform. Zusätzlich enthält der Report Dateien in Standardformaten (CVS, STL) für den Import in externe Programme.

Customer Benefits The methods developed enable users to easily obtain the most important information regarding local fiber reinforcement in components. Due to the automatic adjustment of internal parameters, the results no longer depend on the operator's expert knowledge and are therefore easier to reproduce. Small and medium-sized enterprises, which are involved in the design or failure of lightweight components made of GRP, can take over the results of the analysis in their simulation programs and thus calculate behavior and load limits. Plastics processing companies which manufacture fiber-reinforced components can study samples at neuralgic component positions with regard to local fiber lengths and fiber orientation with the aim of improving the quality of their products.

Summary Knowledge of fiber lengths and fiber orientation distributions which are locally prevalent are important when designing and constructing short-fiber-reinforced components. We developed a robust method which uses tomographic images as the basis for detecting the fiber orientation and length of as many fibers as possible in composites with customary levels of reinforcement. To do this, we developed a program which can be used to reliably analyze glass fiber-reinforced composites of up to 30% by weight with a voxel size of ~2 µm.



*Synthese/Formulierung im Fraunhofer LBF für neue, verbesserte Matrixharze.
Synthesis and formulation in the Fraunhofer LBF for new, improved matrix resins.*

POLYMERE FÜR KOMPOSITE
POLYMERS FOR COMPOSITES

Gezielte Einstellung von Materialeigenschaften.

Optimized formulation of material properties.

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

Die Matrix in Kompositen ist das Polymer, worin Verstärkungsmaterialien, häufig Fasern oder Gewebe, eingebettet sind. Sie ist einmal verantwortlich für den Zusammenhalt des Komposites, wodurch erst eine Formgebung möglich wird, zum anderen für wichtige Eigenschaften und Eigenschaftskombinationen, wie Elastizität versus Festigkeit, Temperaturbeständigkeit und Belastbarkeit, Flammbeständigkeit und nicht zuletzt für Fertigungstechnologie und -zeit.

Im Fokus der Polymersynthese stehen das Verständnis und die wechselseitige Übersetzung chemischer Strukturen in Material- und Technologieparameter von Matrixpolymeren und Kompositen. Zwei Schwerpunkte im Fraunhofer LBF, die Synthesechemie und die Harzformulierung für Composite werden im Beitrag näher beschrieben.

Synthesechemie.

Die Synthesechemie ist das Werkzeug um neue Monomere und Polymere sowie Additive bzw. Modifier u. a. für Matrixformulierungen zu erzeugen. Wichtige Arbeitsfelder sind:

- Phosphor- und stickstoffhaltige Monomere und Polymere als Flammenschutzmittel für Duomere und Composite
- Zähmodifizier und Nachvernetzer für Matrixharze

- Anorganische Polymere und Hybridmaterialien als Füllstoffe mit zusätzlichen Eigenschaften
- Reaktive Extrusion und Verarbeitung.

Neben den traditionellen Arbeitstechniken im Syntheselabor stehen im sogenannten „Kilolabor“ Upscale-Möglichkeiten zur Verfügung.

Harzformulierungen für Composite.

Polymere Werkstoffe mit Komposit- und Sandwichstrukturen setzen sich wegen ihrer herausragenden Materialeigenschaften (hohe Stabilität bei geringem Gewicht, hohe Betriebsfestigkeit aufgrund hoher Schadenstoleranz und Korrosionsstabilität) bei Strukturbauteilen im Transport-, Energie- und Bausektor zunehmend durch. Wichtig ist dabei die gezielte Harzeinstellung bezogen auf die vorgegebenen Technologie- und Materialparameter. Dies gelingt zumeist unvollständig durch eine aufwendige Formulierung geeigneter Harze und Härter oder einfacher, variabler und preisgünstiger durch den Einsatz geeigneter Modifier.

Ein Ziel ist es, funktionale Modifier zu entwickeln, die auf einfachem Wege Technologieparameter einstellen und eine Verbesserung der jeweils geforderten Matrix- und Composite-Eigenschaften bewirken. Besonders elegant gelingt dies, wenn man mehrere Eigenschaften mittels eines Modifiers generiert.



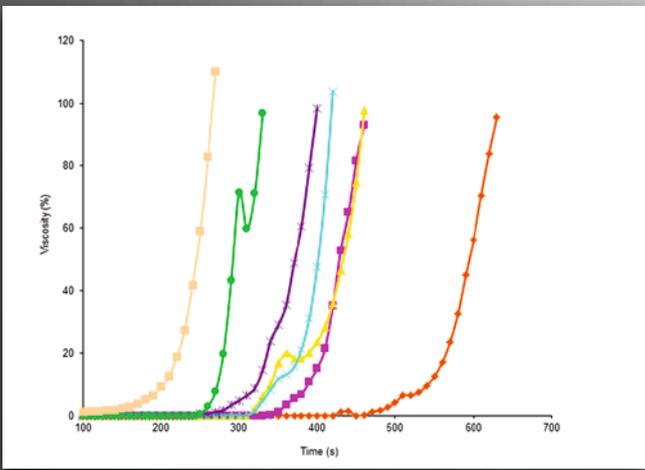


Abb. 1: Viskositätsverlauf der Epoxidharzhärtung – Beschleunigung eines amingehärteten Epoxidharzes durch unterschiedliche Alkohole.

Fig. 1: Viscosity curve of epoxy resin hardening – acceleration of an amine-hardened epoxy resin using different alcohols.

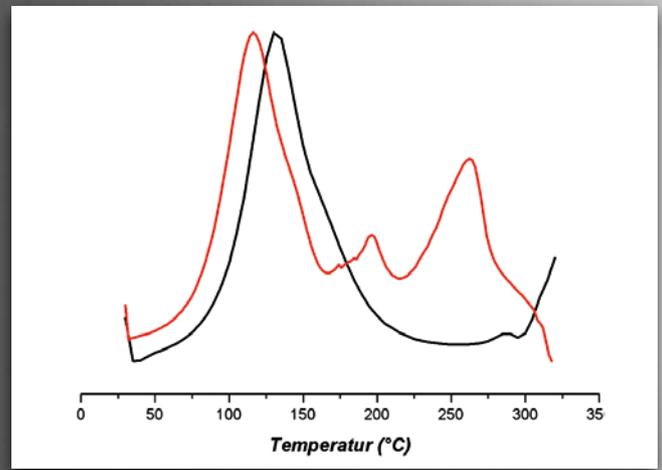


Abb. 2: DSC-Messung einer Epoxidharzhärtung (schwarze Kurve) und eines nachvernetzenden Epoxidharzes (rote Kurve) – Erhöhung der Glasübergangstemperatur.

Fig. 2: DSC measurement of epoxy resin hardening (black curve) of a post cross-linking epoxy resin (red curve) – elevation of the glass transition temperature.

In aktuellem Stadium sind die Forschungen des Instituts auf Epoxidharzsysteme ausgerichtet, da diese für Leichtbauanwendungen besonders wichtig sind.

Beispiele für Eigenschaftsverbesserungen mittels Modifiern: Beschleunigung des Aushärteprozesses.

Um die Fertigungszeiten für Bauteile aus Kompositmaterialien zu optimieren und damit effektive Taktzeiten zu erreichen, wird die eigentliche Härtung durch Modifizier beschleunigt. Dies gelingt durch die Verwendung von Beschleunigern in der aminischen Epoxidharzhärtung. In Abb. 1 ist diese Wirkung dokumentiert. Die Härtung kann durch Alkohole unterschiedlich beschleunigt werden, so dass sie bis zu dreimal schneller im Vergleich zur unmodifizierten Formulierung verläuft. Die Auswirkungen auf die übrigen Materialparameter (Glasübergangstemperatur (TG), E-Modul) ist vergleichsweise marginal.

Erhöhung der Glasübergangstemperatur durch thermische Nachvernetzung.

Harzsysteme mit hohen Glasübergangstemperaturen haben ein zunehmendes Anwendungspotential im Transportwesen, zum Beispiel wenn sie durch den KTL-Lackierungsprozess hindurch müssen. Dies erfordert normalerweise den Einsatz teurer Epoxidharze/Härter-Mischungen. Durch den Einsatz geeigneter Modifizier kann eine Nachvernetzung aminisch gehärteter bewirkt und damit eine Erhöhung der Glasübergangstemperatur

(20–40°C) erreicht werden. Sichtbar wird diese Nachvernetzung im Spektrum der Differential Scanning Calorimetry (Abb. 2).

Customer Benefits Our customers benefit from comprehensive analytical characterization of the matrix resins and also obtain information about effects on the network and about thermal behavior and long-term stability. The Fraunhofer LBF is able to provide its customers with newly developed substances in sufficient quantities and at the same time to guarantee significant scale-ups towards industrial production. The Institute offers services from synthetic chemistry to the finished tested lightweight component.

Summary Polymer synthesis focuses on the understanding and reciprocal translation of chemical structures into material and technology parameters for matrix polymers and composites. The focus areas within the Fraunhofer LBF are synthetic chemistry, resin formulation for composites and flame retardants. Our customers obtain newly developed substances and can also benefit from significant scale-ups towards industrial production. The Fraunhofer LBF has expertise in everything from synthetic chemistry to testing of the finished lightweight components.

*Ein Fahrradsattel aus Papier-Compositen.
A bicycle saddle made from paper composites,
manufactured in the Fraunhofer LBF.*



PAPIER-COMPOSITE, WIRTSCHAFTLICHKEIT UND ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN
PAPER COMPOSITES, PROFITABILITY AND POTENTIAL APPLICATIONS

Neue Märkte für die Papierindustrie.

New markets for the paper industry.

Contact: Narmin Nubbo · Telephone: +49 6151 705-310 · narmin.nubbo@lbf.fraunhofer.de

Sinkende Verkaufszahlen in der Papierindustrie zwingen Papierhersteller neue Anwendungsfelder zu erschließen. Dabei stellen Papier-Composite auf Basis einer duroplastischen Matrix eine Möglichkeit zur Absatzsteigerung dar. Die Entwicklung dieser Composite macht eine genaue Betrachtung des gesamten Herstellungsprozesses nötig. Denn ohne ausreichende ökonomische Effizienz wäre eine Platzierung am Markt schwierig.

Marktanalyse.

Die Papier-Composite (PaC), die untersucht werden, befinden sich derzeit in der Entwicklung zur Marktreife, daher ist noch keine Marktanalyse des Materials auf Grundlage von Langzeituntersuchungen möglich. Eine Marktanalyse für die Verwendung von Naturfasercompositen (NFCs) oder Naturfasern, mit denen das untersuchte Material substituierbar wäre, ist jedoch durchführbar. Die weltweite Produktionsmenge der etablierten Naturfasern belief sich im Jahr 2005 auf vier Millionen Tonnen [1]. Alleine die deutsche Automobilbranche verbraucht etwa 19.000 t Naturfasern pro Jahr [2].

Vergleich verschiedener Papier-Composite.

Um die Machbarkeit der Substitution von NFCs durch Papier-Composite zu prüfen, wurde ein Vergleich von Proben

aus Laborpapier, kommerziell verfügbarem Papier wie Teebeutel-Papier und Papier aus Neenah Lahnstein sowie Naturfaservliesen erstellt. Die Proben aus Papierfaservlies und die Papier-Composite wurden mit den gleichen Prozessbedingungen hergestellt sowie den gleichen Parametern geprüft. Die Zugprüfungen zeigen vielversprechende Ergebnisse bei den Festigkeiten für Papier-Composite. Die statische Zugfestigkeit liegt deutlich oberhalb der von Proben aus Teepapier, Flachs, oder Viskose.

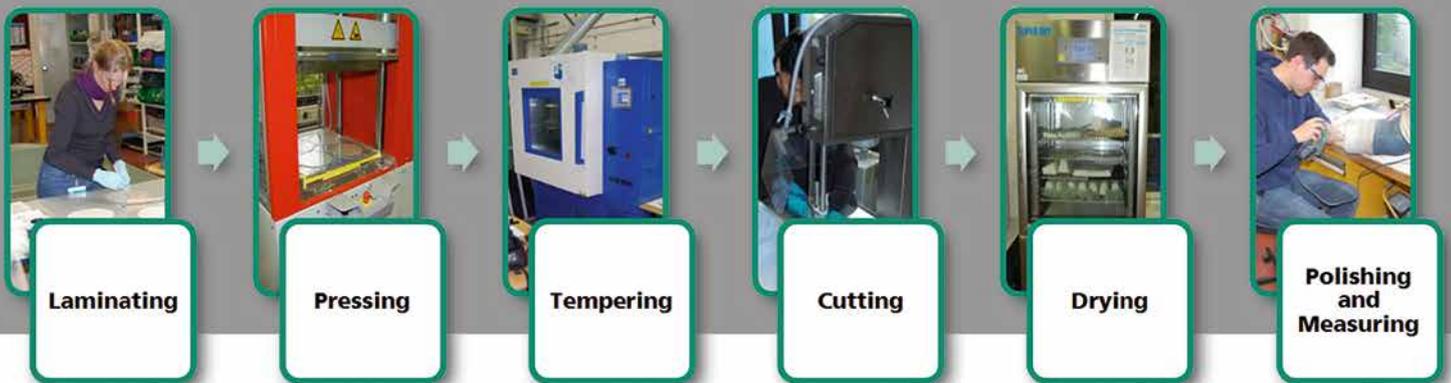
Bewertung und Wirtschaftlichkeit.

Zu den wesentlichen Vorteilen von Papier-Compositen zählen die niedrigen Kosten, die auf die Dichte bezogene verhältnismäßig hohe Festigkeit, die Recyclebarkeit und die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten. Ein zusätzlicher Vorteil ist die Nachhaltigkeit der Ausgangsstoffe für die Papierherstellung. Darüber hinaus können durch Recycling Papierfasern erneut verwendet werden. Die Kosten für den Herstellungsprozess lassen sich bisher schwer abschätzen, da der Prozess sich noch in der Optimierungsphase befindet. Produktionsverfahren für die Massenproduktion wie z. B. das RTM müssen dafür noch erprobt werden.



Fertigung eines Sattels aus Papier-Composite.
 Manufacture of a bicycle saddle made from paper composites.

USP-Prozess.
 USP-process.



Anwendungsgebiete.

Die meisten NFCs, die in der Industrie verwendet werden, haben lange Fasern und eine thermoplastische Matrix. Die genauen Anwendungsgebiete für Papier-Composite müssen daher noch untersucht werden. Ein mögliches Gebiet sind Sport- und Freizeitartikel. So sind Skier, Fahrräder oder Sportbögen besonders geeignet für den Einsatz des neuen Verbundwerkstoffes. Außerdem kann das Material bei der Fertigung von Möbeln oder Türen Verwendung finden. Hinzu kommen noch Anwendungsbereiche in der Automobil- sowie Elektroindustrie. Je nach Anforderung kann das Material auf die Anwendung spezialisiert werden.

Ausblick.

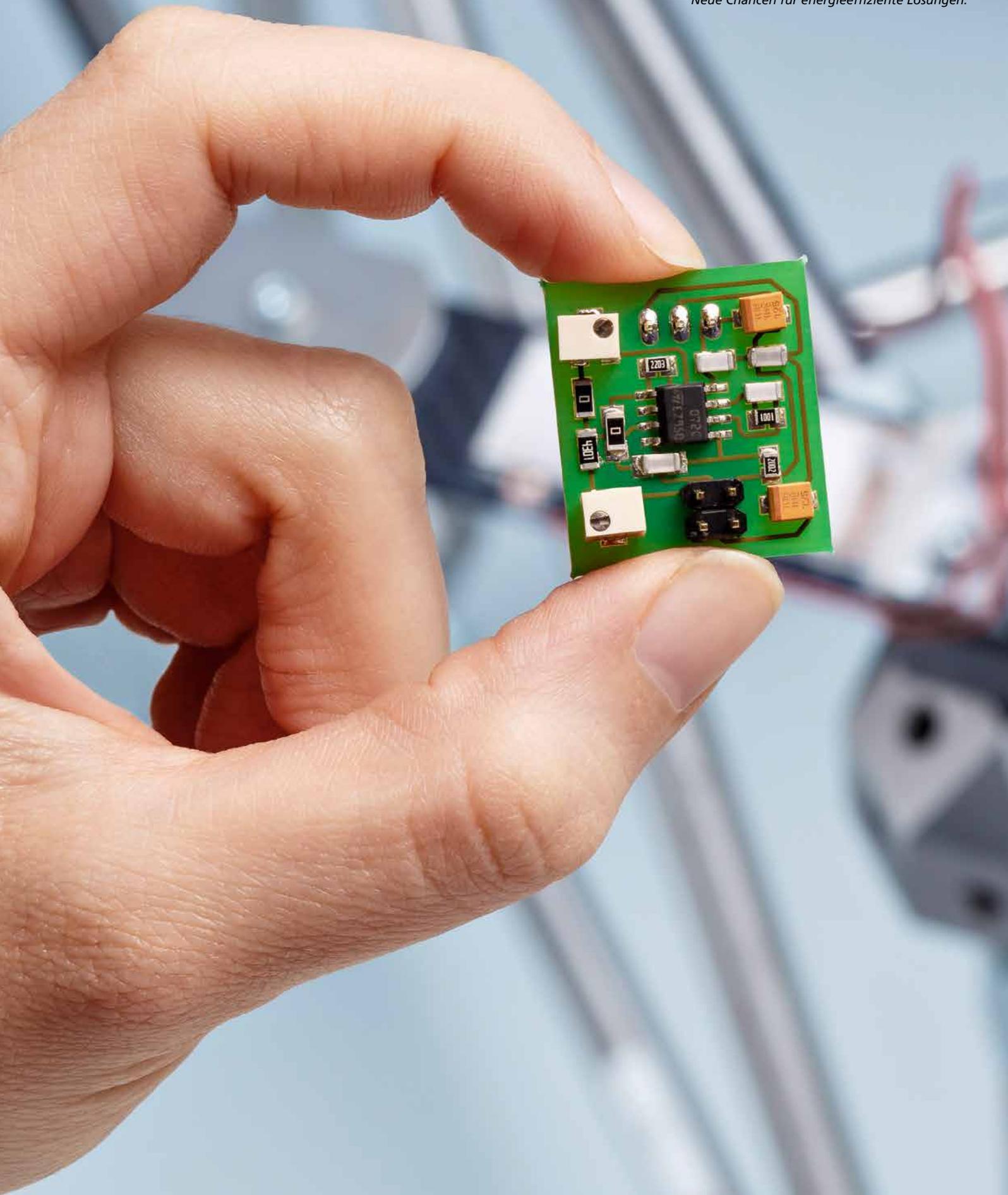
Die mechanischen Eigenschaften der beschriebenen Papier-Composite liegen im Bereich der NFCs und teilweise darüber. Es sind viele Anwendungsgebiete mit ebenso vielen Anforderungen an das Material denkbar. Daher müssen weitere Materialeigenschaften wie die Flammbeständigkeit, das Isolationsvermögen oder die Feuchtaufnahme untersucht werden. Papier-Composite könnten mit Hilfe von entsprechenden Modifikationen diese Anforderungen erfüllen und sind daher eine vielversprechende Alternative zu NFCs.

Customer Benefits

Paper manufacturers have to develop new areas of application. Thermoset paper composites are one possible way of increasing sales. The development of these composites makes it necessary to consider the whole manufacturing process in detail. The Fraunhofer LBF tests paper composites both for technical requirements and also in respect of their profitability.

Summary

Ecological aspects such as sustainability and resource efficiency in addition to commercial and technological requirements are gaining increasing importance in the present-day development of products and processes. Current trends are also forcing sectors such as the paper industry, for example, to develop new business models. In these times of the paperless office, online magazines and eBooks, studies of paper composites at the Fraunhofer LBF and partners are designed to open up the way into new markets. As a result, in addition to evaluating technical requirements, paper composites are also being studied with regard to their profitability.





Neue Perspektiven.

New prospects.

Gradientenklebstoffe für betriebsfeste Verbindungen. Gradient adhesives for structurally durable bonded joints.	90
Neue Polymere und Additive für praxisnahe Tests. New polymers and additives for practical investigations.	91
Compounding. Compounding.	92
Semi-aktive Systeme – Neue Chancen für energieeffiziente Lösungen. Semi active systems – new opportunities for energy-efficient solutions.	93



Gradientenklebstoffe für betriebsfeste Verbindungen.

Gradient adhesives for structurally durable bonded joints.



Gradientenklebstoffe kommen beispielsweise im Yachtbau zum Einsatz.

Contact: Dr. Jan Spengler · Telephone: +49 6151 705-8851 · jan.spengler@lbf.fraunhofer.de
Halvar Schmidt · Telephone: +49 6151 705-481 · halvar.schmidt@lbf.fraunhofer.de

Strukturelle Klebverbindungen gewinnen in verschiedensten Anwendungen stetig an Bedeutung. Die Gründe hierfür sind vielfältig. Beispielsweise werden das Fügen von Multimaterialstrukturen ohne Wärmeeintrag (z. B. durch Schweißen) oder Schwächung des Werkstoffs (z. B. durch Nieten oder Schrauben) und Verbesserungen von Akustikeigenschaften oder des Versagensverhaltens (z. B. im Crash-Fall) ermöglicht.

Häufig werden einfach überlappte Klebverbindungen mit flexiblen Füge­teilen realisiert. Deren Festigkeit wird beanspruchungsseitig maßgeblich durch das Auftreten von Spannungsspitzen bestimmt. Eine Reduzierung derartiger Spannungsspitzen führt zur Erhöhung der Verbindungsfestigkeit insbesondere unter schwingender Last und ist damit im Sinne des Leichtbaugedankens. Möglich ist dies, indem die Klebschicht einen geeigneten Steifigkeitsgradienten aufweist, d. h. die Klebschicht muss an Orten mit Spannungsüberhöhungen eine geringere Steifigkeit aufweisen als in niedrig beanspruchten Zonen. Eine Kombination unterschiedlicher Klebstoffe wäre zwar denkbar, weist allerdings Nachteile u. a. durch Steifigkeitssprünge an den Übergängen und erhöhten Applikationsaufwand auf.

Am Fraunhofer LBF wird daher eine definierte Modulvariation innerhalb eines Dual-Cure-Klebstoffs durch die Kombination zweier Här­­tungsmechanismen erzeugt. Ein Här­­tungsmechanismus umfasst dabei die gesamte Klebschicht, ein weiterer wirkt lokal zur Erhöhung der Vernetzungsdichte und härtet den Klebstoff somit definiert auf. Auf diese Weise ist es möglich, eine Klebschicht mit spezifischem Steifigkeitsgradienten zu realisieren und somit das lokale Beanspruchungsmaximum zu senken. Dabei ist die Anwendbarkeit derartiger Stoffsysteme nicht auf Klebstoffe beschränkt, sondern generell als Kunststoff mit gradierten mechanischen Eigenschaften, beispielsweise im Rahmen von Harzsystemen für Verbundwerkstoffe oder Vergussmassen, denkbar.

Ermöglicht wird die innovative Entwicklung durch eine enge Zusammenarbeit der Bereiche Kunststoffe und Betriebsfestigkeit. Die notwendigen Kompetenzen ergänzen sich zielgerichtet u. a. auf den Gebieten der Formulierung polymerer Stoffe und der rechnerischen und experimentellen Analyse der (Schwingfestigkeits-)Eigenschaften in der Anwendung.

Neue Polymere und Additive für praxisnahe Tests.

New polymers and additives for practical investigations.



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

Die Auswahl unterschiedlicher, auf dem Markt verfügbarer Kunststoffe ist nahezu unerschöpflich, so dass für die überwiegende Mehrzahl der Einsatzbereiche geeignete Varianten zur Verfügung stehen. Zusätzlich lässt sich das Eigenschaftsprofil eines Kunststoffs durch die Zugabe von Additiven für die jeweilige Anwendung passgenau einstellen. Trotz oder gerade wegen dieser vielfältigen Möglichkeiten treten immer wieder neue Fragestellungen auf, etwa wie Kunststoffe preiswerter, leistungstärker oder widerstandsfähiger gestaltet werden können als es mit marktüblichen Kunststoffen und Additiven derzeit möglich ist.

Um Lösungen hierfür anbieten zu können, werden im Bereich Kunststoffe des Fraunhofer LBF neue Polymere und Additive durch chemische Synthese hergestellt und getestet. Üblicherweise werden erste chemische Experimente im Syntheselabor in kleinen Mengen durchgeführt, um Ressourcen zu schonen, Abfälle zu vermeiden und mögliche Gefahren frühzeitig zu erkennen. Die Mengen der daraus erhaltenen Substanzen liegen in der Größenordnung von einigen Gramm, was für erste anwendungsorientierte Tests ausreichend ist.

Für praxisnahe Tests beim Kunden oder im Hause sind diese Mengen jedoch zu gering. Um diese Lücke zu schließen, wurde im Bereich Kunststoffe ein Kilolabor eingerichtet, das die Synthese von einigen Kilogramm der zuvor im konventionellen Labor entwickelten Polymere und Additive ermöglicht. Das Kilolabor ist mit unterschiedlichen Reaktoren ausgestattet, die Reaktionen unter verschiedensten Bedingungen wie beispielsweise unter Inertgasatmosphäre, unter Druck oder bei tiefen und hohen Temperaturen erlauben. Eine entsprechende Peripherie zur Aufarbeitung und Reinigung der Reaktionsprodukte ist ebenfalls vorhanden. Mit dieser Ausstattung sind sowohl klassische organische Synthesen als auch unterschiedliche Polymerisationsverfahren, insbesondere auch kontrollierte radikalische und lebende ionische Polymerisationen, möglich. Somit lassen sich unter anderem Polymere mit speziellen Architekturen herstellen, die zum Beispiel als Haft- und Phasenvermittler geeignet sind. Das Kilolabor wird genutzt, um kundenspezifische Lösungswege zur Herstellung innovativer Materialien und Bauteile zu erarbeiten.

Compounding.

Compounding.



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

Das Technikum im Bereich Kunststoffe des Fraunhofer LBF bietet wesentliche Möglichkeiten zur Bearbeitung verarbeitungstechnischer Fragestellungen auf dem Gebiet der Kunststoffaufbereitung und -verarbeitung. Damit ist es ein unverzichtbares Bindeglied zwischen den Natur- und Ingenieurwissenschaften im interdisziplinären Forschungsumfeld des Instituts. Zum einen stellt das Technikum für die drei forschenden Abteilungen „Rezepturenentwicklung und Dauerhaftigkeit“, „Polymersynthese“, „Kunststoffverarbeitung und Bauteilauslegung“, die Maschinenteknik, das Personal sowie langjähriges Know-how auf dem Gebiet der Kunststoffverarbeitung und -aufbereitung zur Verfügung. Zum anderen wird durch eigene Entwicklungsprojekte des Technikums verfahrenstechnisches Know-how mit bilateralen Industriepartnern sowie in LBF-internen Forschungsvorhaben weiter ausgebaut.

Neben der Spritzgusstechnik stellt das Compoundieren mit gleichlaufenden Zweischnellenextrudern (Compounder) ein wesentliches Leistungselement des Technikums da. Das Fraunhofer LBF verfügt zurzeit über zwei klassische Laborextruder, eine ZSK 18 ML der Firma Coperion und eine Micro 27 der Firma Leistritz sowie eine ZSK 32Mc/34Mv, welche wiederum eine produktionsnahe Aufbereitungsmaschine ist.

Die Compounderausstattung wird durch einen Mini Compounder (Schneckendurchmesser 11 mm) ergänzt. Durch die gewählten Abstufungen der Compoundiermaschinen ist ein Up-Scaling und Down-Scaling zwischen den unterschiedlichen Entwicklungsstufen einer gezielten und maßgeschneiderten Material- bzw. Compoundentwicklung zu jedem Zeitpunkt möglich.

Mit der Rezepturscreening-Methodik des kombinatorischen Compoundierens steht unseren Kunden neben der klassischen Compoundierung ein weiteres, leistungsfähiges Verfahren für die Entwicklung neuartiger Kunststoffrezepturen zur Verfügung. Vervollständigt wird das Leistungsspektrum durch die unterschiedlichen Dosier-, Entgasungs- und Trockentechniken.

Mit modernster Trockentechnik kann das Fraunhofer LBF bestens bei der Lösung von verfahrenstechnischen Fragestellungen rund um die Aufbereitung/Rezepturenentwicklung von technischen Kunststoffen und Hochleistungskunststoffen unterstützen.

Sprechen Sie uns an!

Semi-aktive Systeme – Neue Chancen für energieeffiziente Lösungen.

Semi-active systems – new opportunities for energy-efficient solutions.

Schaltungen für ein resonantes semi-aktives System.



Contact: Oliver Heuss · Telephone: +49 6151 705-417 · oliver.heuss@lbf.fraunhofer.de

Der Entwurf leichter und gleichzeitig schwingungsarmer Strukturen bildet oftmals einen Widerspruch. Um dennoch akzeptable Schwingungspegel zu erreichen, greifen Konstrukteure auf passive Dämpfungsmittel oder aktive Lösungen zurück. Eine Alternative stellen die semi-aktiven Methoden dar, die ohne Leistungsverstärker und oft ohne Sensoren auskommen. Anders als der Name erwarten lässt, handelt es sich dabei jedoch nicht um eine Kompromisslösung, sondern vielmehr um einen eigenständigen Lösungsansatz, der neue Chancen eröffnet. Verglichen mit aktiven Methoden verbrauchen solche Systeme kaum Energie. Die Kräfte werden mittels elektromechanischer Wandler generiert, deren Spannungsversorgung die Struktur selbst liefert. Beim shunted damping wird der Trägerstruktur Bewegungsenergie entzogen und diese durch elektrische Widerstände in Wärme gewandelt. Resonante elektrische Schaltkreise führen zu einem Verhalten, das jenem klassisch gedämpfter Tilger ähnelt. Diese Methode eignet sich hervorragend, um passive Schwingungsisolatoren zu verbessern oder als kostengünstige Alternative zur aktiven Isolation. Gänzlich passiv, also ohne Energiezufuhr, lässt sich dies technisch meist nicht ausführen, weshalb wenige Milliwatt für die Versorgung einzelner elektrischer Bauteile benötigt werden.

Andere Techniken eignen sich dazu, Strukturen künstlich aufzuweichen, d.h. deren Resonanzfrequenz zu senken. Wendet man diese Methode wiederum an Tilgern an, lässt sich mit wenig Aufwand der Anwendungsbereich um ein Vielfaches erweitern. Ein entwickelter Prototyp lässt sich so zwischen 130 und 250 Hz verstimmen.

Das neugegründete Team Semi-Aktive Systeme im Fraunhofer LBF widmet sich gezielt sowohl der Weiterentwicklung bestehender Methoden als auch ihrer technischen Implementierung. Zukünftig ist es numerisch möglich, die Wirkung semi-aktiver Methoden frühzeitig im Produktentwicklungsprozess miteinzubeziehen. Das Fraunhofer LBF kooperiert über ein Austauschprogramm für Wissenschaftler mit dem ITA, einem der führenden brasilianischen Forschungsinstitute. Doktoranden aus Brasilien arbeiten zusammen mit den Forschern des Fraunhofer LBF intensiv an zukünftigen Lösungen.





Labor- und Prüfeinrichtungen.

Laboratory equipment and testing facilities.

Flexibel testen

Variable Versuchsaufbauten
Stationäre Versuchsaufbauten

Materialographie

Mehrkörpersimulation

Sonderversuchsstände

Realitätsnah simulieren

Umweltsimulation

LBF®.Softwareproducts

Schnelle Prüftechnik VHCF

Functional Digital Mockup



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

www.lbf.fraunhofer.de/laborundversuch



Labor- und Prüfeinrichtungen für Ihre individuellen Anforderungen.

Laboratory equipment and testing facilities – 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, einem hervorragend ausgestatteten Technikum, vielseitigen Versuchseinrichtungen und den modularen Versuchsaufbauten können wir auf Ihre individuellen Anforderungen flexibel und schnell reagieren.

Profitieren Sie auch von unserer engen Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Fachgremien und der Vernetzung mit hoch qualifizierten Partnern. Das Fraunhofer LBF realisiert effiziente Lösungen von höchster Qualität.

Traditionell innovativ!

Experimentelle Simulationstechniken

Variable Versuchsaufbauten:

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

Stationäre Versuchsaufbauten:

- 8 zweiachsiges Rad/Naben-Versuchsstände für Pkw, Nutzfahrzeuge und Sonderfahrzeuge sowie Motorräder einschließlich Bremssimulation und Antriebssimulation
- Lagerprüfstand zur praxisnahen Prüfung von Pkw/Leicht-LKW-Radlagern in der Originalbaugruppe
- vollkinematischer Rad-Straßensimulator W/ALT (Wheel Accelerated Life Testing)
- 25-Kanal Ganzfahrzeugprüfstand für Pkw, Transporter, Elektro- und Hybridfahrzeuge
- 12-Kanal-Achsprüfstand für Betriebsfestigkeitsuntersuchungen komplexer Systeme von Pkw- und Nutzfahrzeugachsen
- flexibel einsetzbarer 8-Kanal-Prüfstand (Nutzfahrzeuge, Militärfahrzeuge, Schienenfahrzeuge)
- Versuchsaufbau zur 2- oder 3-kanaligen Prüfung von Sattelkupplungen
- Prüfstand für Adaptive Strukturen im Automobil (ASF)
- Getriebeprüfstand für Komponenten im Antriebsstrang (Antriebswellen, Gelenke, Kupplungen und Kompletgetriebe), Nenndrehmoment max. 2000 Nm, Drehzahl max. 7500 U/min
- dreiaxialer Versuchsstand zur Prüfung von Pkw-Anhängerkupplungen
- servohydraulische Säulenprüfmaschinen von 5 bis 2500 kN
- Resonanzprüfmaschinen für Prüfkräfte von 20 bis 600 kN
- Kleinlastprüfstände ab 1 N
- 3 Tension-Torsion Prüfstände
- 2 Elastomerprüfstände (1- und 3-Kanal)
- Fallgewichtsanlage bis 11.000 J Energieeintrag
- Impactprüfstände von 2 bis 800 J, z. B. für Leichtbaustrukturen,
- Statische Zug- und Druckprüfung mit bis zu 200 kN, z. B. Compression after Impact (CAI)
- Prüfstand zur Simulation der Performance von Motorlagern
- Prüfstand zur Charakterisierung von Piezoaktoren



Messtechnik:

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

- Unwuchterreger für die Simulation von Aggregaten in Versuchsaufbauten
- Digital Video Mikroskop
- Mobiles Auswuchtsystem
- Messplatz TF-Analyzer
- Rotations-Laservibrometer für ein exzellentes Signal-Rausch-Verhältnis und einen bis zu 20000 U/min erweiterten Drehzahlbereich

Strukturschwingungen und Akustik:

- Halbschalltote Messumgebung
- Schallpegelmesser, Messmikrophone, 2 Mikrophonarrays
- mehr als 50 Beschleunigungsaufnehmer, größtenteils dreiaxial
- Schwingungskalibrator für Beschleunigungs-, Geschwindigkeits- und Wegsensoren
- Impulshämmer, elektrodynamische Shaker
- Scanning Vibrometer (ein- und dreidimensionale, berührungslose Schwingungsgeschwindigkeitsmessung)
- 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 transienter 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 EOSINTP395
- 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 von Kunststoffen:

Für die Entwicklung neuer und die kundenspezifische Anpassung etablierter Materialien, Werkstoffe und Bauteile verfügt das Fraunhofer 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:

- Laborkneteter
- 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
- Heißpresse bis 450°C
- Heißluftöfen bis 1 m³
- Tiefkühlzelle für Prepreglagerung
- Diamantscheiben und CNC-Abrasiwwasserstrahlanlage für Probenfertigung

Polymeranalytik:

- Molekulargewichtsbestimmung von Polymeren
- Chemische Zusammensetzung und Funktionalitätsanalyse von Polymeren
- Chromatographische Trennungen nach chemischer Zusammensetzung und Funktionalität
- Mehrdimensionale Trennverfahren und Methodenkopplungen



Materialeigenschaften / Materialographie:

- Licht-, Transmissionselektronen- und Rasterelektronenmikroskopie mit EDX-Analyse
- Morphologiebestimmung von Kunststoffen mit Streumethoden
- Infrarot-Kamera-Messsystem
- Ultraschallmikroskopie
- FTIR-Mikroskopie
- Faservolumenbestimmung durch Veraschung
- Feuchtigkeitsbestimmung an Kunststoffproben
- Rheologie
- Dynamisch-mechanische Analyse
- Ultraschallprüfung
- Thermische Eigenschaften von Kunststoffen
- Bestimmung elektrischer Eigenschaften
- Triboelektrische Aufladung
- Bestimmung der chemischen Identität von Kunststoffen durch Infrarotspektroskopie (FTIR), Kernresonanzspektroskopie (NMR), Pyrolyse mit gekoppelter Gaschromatographie-Massenspektrometrie (Pyrolyse-GC/MS)
- Bestimmung von Molekulargewichten und Molekulargewichtsverteilungen durch Größenausschlusschromatographie (GPC, SEC)
- Bestimmung von Molekulargewichten und Molekulargewichtsverteilungen von Polyolefinen durch Hochtemperaturgrößenausschlusschromatographie (GPC, SEC)
- Flüssigchromatographie zur Trennung von Polymeren nach chemischer Zusammensetzung, Funktionalität, Topologie.
- Bestimmung thermischer Übergänge (Schmelztemperatur, Glasstemperatur) von Kunststoffen durch Differentialthermoanalyse (DSC)
- Thermische Stabilität und Füllstoffgehalte von Kunststoffen durch Thermogravimetrie (TGA)

- Brandeigenschaften von Kunststoffen
- Sorptionsmessungen mit organischen Lösemitteldämpfen oder Luftfeuchtigkeit
- Härteprüfung nach Vickers, Brinell, Rockwell, Oberflächenmessungen
- Dynamisch-mechanische Analyse mit Medienbeanspruchung (z. B. Öle, Fette)
- Dynamisch-mechanische Analyse unter kontrolliertem Klima (Environmental DMA)

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



DGA-PL-3906.00



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:

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 unterstützte Expertise bei der Akquisition von Fördermöglichkeiten durch EU, Bund und Land.

Sprechen Sie uns an:

info@lbf.fraunhofer.de

www.lbf.fraunhofer.de/laborundversuch

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.

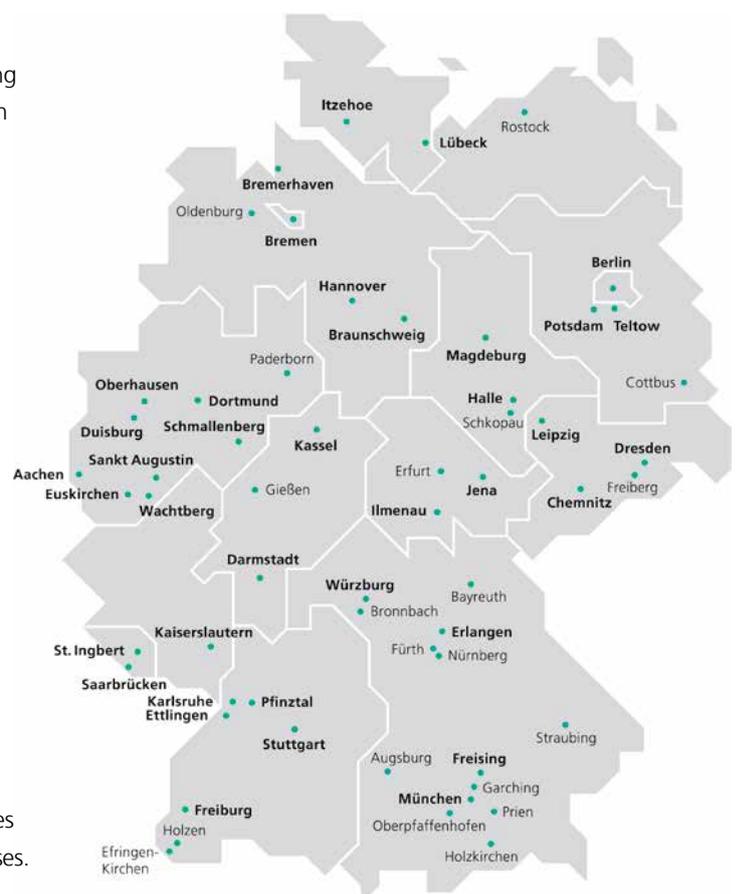
Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit 67 Institute und Forschungseinrichtungen. Rund 23.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2 Milliarden Euro. Davon fallen rund 1,7 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 Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Zugang 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 MATERIALS.

The Fraunhofer Materials Group.

Der Fraunhofer-Verbund MATERIALS bündelt die Kompetenzen der materialwissenschaftlich orientierten Institute der Fraunhofer-Gesellschaft.

Materialwissenschaft und Werkstofftechnik umfasst bei Fraunhofer die gesamte Wertschöpfungskette von der Entwicklung neuer und der Verbesserung bestehender Materialien über die Fertigungsverfahren im quasi-industriellen 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, dies über alle Skalen vom Molekül bis zum Bauteil und zur Prozesssimulation. Stofflich deckt der Fraunhofer-Verbund MATERIALS den gesamten Bereich der metallischen, anorganisch-nichtmetallischen, polymeren und aus nachwachsenden Rohstoffen erzeugten Werkstoffe sowie Halbleitermaterialien ab.

Der Verbund setzt sein Know-how vor allem 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. Mit strategischen Vorschauen unterstützt der Verbund die Entwicklung von Materialien und Technologien für die Zukunft.

Ziele des Verbundes sind:

- Erhöhung von Sicherheit und Komfort sowie Reduzierung des Ressourcenverbrauchs in den Bereichen Verkehrstechnik, Maschinen- und Anlagenbau, Bauen & Wohnen.
- Steigerung der Effizienz von Systemen der Energieerzeugung, Energiewandlung, Energiespeicherung und -verteilung.
- 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 Recyclingkonzepte

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
- Silicatiforschung 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

Stellv. Verbundvorsitzender:

Prof. Dr.-Ing. Peter Gumbsch

Geschäftsführung:

Dr. phil. nat. Ursula Eul

Telephone: +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 Adaptronik mit Sitz in Darmstadt-Kranichstein. Kerngeschäft ist die Entwicklung und der Vertrieb von Sonderprüfmaschinen, insbesondere prüftechnische Lösungen zur höherfrequenten und hochpräzisen mechanischen Charakterisierung und Dauerprüfung von Materialproben, Klein- und Kleinstbauteilen. Unter Verwendung piezokeramischer Aktoren wurden in den letzten Jahren standardisierte Prüfmaschinen entwickelt, die auf kundenspezifische Anforderungen angepasst werden können. In Kooperation mit dem Fraunhofer LBF konnten diese Prüfmaschinen unter anderem für Untersuchungen des VHCF- (Very High Cycle Fatigue) Verhaltens optimiert werden und liefern seitdem Bauteil- und Materialkennwerte äußerster Präzision und Zuverlässigkeit. Ein neuer Geschäftszweig der ISYS Adaptive Solutions ist die Applikation von Spezial-Dehnungsmessstreifen. Auf die jeweiligen Kundenbedürfnisse angepasste Dehnungsmessstreifen werden auch in kleinster Auflage entwickelt, produziert und bei Bedarf fachgerecht appliziert. Darüber hinaus bietet die ISYS in Kooperation mit Experten des Fraunhofer LBF strukturdynamische Analysen und daraus abgeleitete Optimierungen von Prüf- und Produktionsmaschinen an. Seit Mitte 2013 ist die ISYS Ausbildungsbetrieb. Derzeit wird ein Mitarbeiter zum Technischen Produktdesigner Fachrichtung Maschinen- und Anlagenkonstruktion ausgebildet.

Ansprechpartner: Dipl.-Kfm. André Neu · Telephone: +49 6151 66920-0 · info@isys-as.de · www.isys-as.de



Software-Entwicklung und Vertrieb (S&S GmbH)

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

Weiterhin unterstützt die S&S ihre Kunden im Rahmen von spezifischen Softwareentwicklungen und CAE-Dienstleistungen. 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. 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 · Telephone: +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 Struktursystemen sowie der Strukturoptimierung (LBF) ein.

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Heinz Ulrich Hensgen · Telephone: +49 6151 2798 -6 · kontakt@fludicon.de · 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. Tobias Melz (Vorsitzender)

Dr. Hartmut Baumgart

Dr. phil. nat. Ursula Eul (Geschäftsführung)

Telephone: +49 6151 705-262

eul@rhein-main-adaptronik.com

www.rhein-main-adaptronik.com

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



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 hervorragende Voraussetzungen für den Aufbau von Systemleistungen und verstärkt unsere Innovationskraft für die Auslegung Ihrer Produktentwicklungen. Gleichzeitig können wir mit den Industriepartnern in den wirtschaftsnahen Netzwerken über die Prozesskette hinweg neue Entwicklungen wettbewerbsfähig und effizient gestalten. Nutzen Sie unsere umfangreichen Möglichkeiten in einem Netzwerk von Experten aus Wirtschaft, Wissenschaft und angewandter FuE.

Fraunhofer-Verbund
Werkstoffe, Bauteile

www.vwb.fraunhofer.de

Geschäftsführung: Dr. phil. nat. Ursula Eul

ursula.eul@lbf.fraunhofer.de

Verbandsprecher: Prof. Dr. Peter Elsney (Fraunhofer ICT)

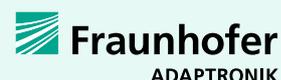


Fraunhofer-Allianz
Adaptronik

www.adaptronik.fraunhofer.de

Sprecher: Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz

tobias.melz@lbf.fraunhofer.de



Fraunhofer-Allianz
autoMOBILproduktion

www.automobil.fraunhofer.de

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF:

Dipl.-Ing. Ivo Krause · ivo.krause@lbf.fraunhofer.de



Fraunhofer-Allianz Batterien

www.batterien.fraunhofer.de

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF:

Dr.-Ing. Chalid elDsoki



Fraunhofer-Allianz
Hochleistungskeramik

www.hochleistungskeramik.fraunhofer.de

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF:

Dr.-Ing. Klaus Lipp · klaus.lipp@lbf.fraunhofer.de

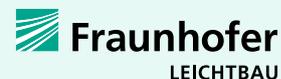


Fraunhofer-Allianz Leichtbau

www.leichtbau.fraunhofer.de

Sprecher (komm.): Prof. Dr.-Ing. Andreas Büter

andreas.bueter@lbf.fraunhofer.de



Fraunhofer-Allianz
Numerische Simulation
von Produkten und Prozessen

www.simulation.fraunhofer.de

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF:

Björn Haffke · bjorn.haffke@lbf.fraunhofer.de



Fraunhofer-Allianz Verkehr

www.verkehr.fraunhofer.de

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF:

Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz



Fraunhofer-Innovationscluster
Adaptronische Systeme, Darmstadt

www.fraunhofer.de/de/institute-einrichtungen/innovationscluster/adaptronische-systeme.html

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF:

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



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

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

Vorstandsvorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz

tobias.melz@lbf.fraunhofer.de

Geschäftsführung: Dr. phil. nat. U. Eul · ursula.eul@lbf.fraunhofer.de



www.euceman.com

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF: Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz

materials valley

www.materials-valley-rheinmain.de

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF: Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz



www.dvm-berlin.de

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF: Dipl.-Ing. Rüdiger Heim
ruediger.heim@lbf.fraunhofer.de



www.forum-elektromobilitaet.de

Ansprechpartner im Fraunhofer LBF: Dipl.-Ing. Rüdiger Heim
ruediger.heim@lbf.fraunhofer.de



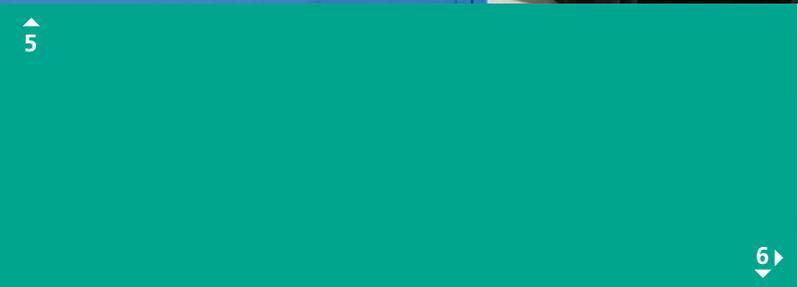
www.earpa.org

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



www.nelta.de

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



Ein Jahr im Dialog.

A year of dialog.

1 Strategieaudit erfolgreich absolviert

Seit 2001 lebt das Fraunhofer LBF einen strukturierten Strategieprozess und arbeitet mit einer Institutsstrategie. Der aktuelle Strategieplan III wurde im April 2013 von einem hochkarätigen Expertengremium mit außerordentlich positivem Ergebnis evaluiert. Die Auditoren erhielten intensive Einblicke in die Leistungsfähigkeit des Instituts, gaben wertvolle Empfehlungen und kamen übereinstimmend zu der Überzeugung, dass das Institut wirtschaftlich sehr gesund und strategisch, organisatorisch sowie fachlich hervorragend „aufgestellt“ ist. Der Strategieplan bildet eine solide Basis für die weiterhin erfolgreiche Entwicklung des Instituts.

2 Ernst-Gaßner-Preis an Chitoshi Miki

Das Fraunhofer LBF verlieh den Ernst-Gaßner-Preis 2013 für herausragende Leistungen im Fachgebiet Betriebsfestigkeit an Chitoshi Miki, Professor am Tokyo Institute of Technology. Professor Miki hat in außergewöhnlicher Weise wissenschaftliche Leistungen und internationale Tätigkeit auf dem Gebiet der Betriebsfestigkeit sowie deren praktische Umsetzung im Sinne Ernst Gaßners miteinander verbunden, so die Begründung der international zusammengesetzten Jury. Seit 2002 ehrt das Institut seinen Mitbegründer Ernst Gaßner mit dem international ausgelobten und mit 5.000 Euro dotierten Preis.

3 Wissensbotschafter für Hessen

Es musste nicht unbedingt der diplomatische Dienst sein, aber ein Engagement als Wissensbotschafter im Rahmen der Initiative „Hessen schafft Wissen“ hat Christian Fischer gerne angetreten. Der junge Diplom-Ingenieur ist wissenschaftlicher Mitarbeiter und Doktorand am Fraunhofer LBF. Seit kurzem hilft er in seiner neuen Funktion, dem Wissenschaftsstandort Hessen ein Gesicht zu geben. Er möchte besonders junge Leute motivieren, den Technikweg einzuschlagen. Sein Motto: „Hessen schafft Wissen, damit wir auch in der Zukunft sicher und zuverlässig unterwegs sind.“

4 Systemische Leistungsangebote

Auf der „Automotive Testing Expo Europe“ zeigte das Fraunhofer LBF sein systemisches Leistungsangebot anhand ausgewählter Beispiele. Zahlreiche Videos rund um die Themen Betriebsfestigkeitsnachweis, Komfortoptimierung, Zuverlässigkeitsbewertung und Funktionsintegrierter Leichtbau vertieften dies. Die Exponate unterstrichen eine der besonderen Stärken des Fraunhofer LBF: die interdisziplinäre Zusammenarbeit. Zum Beispiel bei der betriebsfesten Auslegung von Leichtbaustrukturen, der Entwicklung maßgeschneiderter Überwachungssysteme oder der Umsetzung aktiv geregelter Systeme zur Schwingungsreduktion.

5 Forschung in Hessen

Mitglieder der Arbeitsgruppe Forschung der Hessischen Staatskanzlei besuchten im Juni die Darmstädter Fraunhofer-Institute, um sich ein Bild über Zukunftsprojekte in Hessen zu machen. Die Gäste konnten die Forschungsthemen in Kranichstein im wahrsten Sinne des Wortes „begreifen“ und deren praktische Anwendung „erfahren“, so zum Beispiel die LBF-Forschungsflotte.

6 Technik-Talente wollen hoch hinaus

Das Fraunhofer LBF stiftet mit dem „LBF-Jungforschartag“ für die Gewinner der Kategorie Technik im Regionalwettbewerb Hessen Süd bei „Jugend forscht“ einen inzwischen bereits traditionellen Sonderpreis. 2013 konnten die Preisträger mit LBF-Forschern eine Windkraftanlage besteigen. An der „Langen Anna“ wurden Messungen der Turmschwingungen mit kommerziell erhältlichem Equipment vorgenommen. Diese Erkenntnisse werden nun genutzt, um ein Messsystem aufzubauen, das die gleichen Ergebnisse autonom liefern kann. Damit belegt das Fraunhofer LBF erneut seine Kompetenz als Entwickler von Methoden und Geräten zur Zustandsüberwachung.



Ein Jahr im Dialog.

A year of dialog.

7 Fraunhofer LBF Experten in Südkorea

Im Juni 2013 besuchte Prof. Melz die Hyundai Motor Company (HMC) im R&D Center am Entwicklungsstandort in Südkorea auf einer gemeinsamen Akquisitionsreise mit den Fraunhofer-Instituten IWU, IST, IOSB und IZFP. In ganztägigen, parallelen Workshops wurden FuE-Projektthemen mit Experten der HMC abgeglichen. Das Fraunhofer LBF war mit den Themen Fahrbetriebsmessungen, Betriebsfestigkeitsuntersuchungen und aktive Motorlager vertreten.

8 Strom bewegt

Auf dem Hessenstand der Internationalen Automobilausstellung IAA präsentierte das Fraunhofer LBF einen Teil seiner elektromobilen Fahrzeugflotte. Neben der breiten Öffentlichkeit nutzten Mitglieder der Hessischen Landesregierung die Messe, um sich über neue Aktivitäten in der Elektromobilität zu informieren.

9 StraBa 4 – Wissenschaftstour nach Kranichstein

Aus Darmstadt kommen zahlreiche Erfindungen, die unser tägliches Leben verändert haben. International agierende Firmen und Forschungseinrichtungen haben hier ihren Sitz. Wer auf dem Weg vom Hauptbahnhof nach Kranichstein in der Straßenbahnlinie 4 fährt, kann einiges über die Besonderheiten der verschiedenen Einrichtungen und Firmen, vom Teilchenbeschleuniger über Multimedia-Entwicklungen bis hin zur Luft- und Raumfahrt, erfahren. Infos über das Fraunhofer LBF gibt es bei Station 02. **Wählen Sie 089-210 833 7130 + 02 (für „Institutszentrum“) oder laden Sie die Hörbeiträge auf www.linie4.tomis.mobi als mp3-Datei oder im App-Store für das iPhone kostenlos runter.**

10 Leistungsstark für Hessen

Im Oktober präsentierte das Fraunhofer LBF auf dem 3. Hessischen Transferforum das von der HessenAgentur geförderte Projekt ANÜBeS – Autonomes Netzwerk zur Überwachung von Belastung und Schwingverhalten. Unser Windraddemonstrator zeigte die neu entwickelte Methode zur Datenerfassung und die Datenauswertung zur „Strukturüberwachung für die

Windenergie“. Wissenschaftsministerin Eva Kühne-Hörmann und andere Vertreter der Landesregierung informierten sich am LBF-Stand im Wiesbadener Schloss Biebrich.

11 Zukunftstechnologie Kunststoffrad

Fragen zur Mobilität der Zukunft beschäftigen Wissenschaft und Industrie gleichermaßen. Kunststoffräder sind ein vielversprechender Ansatz, die elektrische Mobilität zukünftiger Fahrzeuggenerationen mitzugestalten. Auf welchem Entwicklungsstand diese Räder sind und wie es mit ihrer Zuverlässigkeit bestellt ist, diskutierten rund 50 Spezialisten aus Europa, Asien und den USA bei der „UC 11 – Users Conference on Biaxial Fatigue Testing“, der elften Anwenderkonferenz für zweiachsige Betriebsfestigkeitsversuche im Fraunhofer LBF.

12 Lärmspaziergang

Am diesjährigen „Tag gegen Lärm“ konnten interessierte Bürger und Pressevertreter beim ersten Darmstädter Lärmspaziergang ganz genau hinhören. Tragbare Schallmess- und -analysegeräte unseres Fachgebietes Systemzuverlässigkeit und Maschinenakustik lieferten objektive Messergebnisse – zum Vergleich mit dem subjektiven Empfinden der Teilnehmer. So zeigten Stimmengewirr in der Bibliothek, Vogelgezwitscher, Schritte von Passanten auf den Gehwegen, anfahrende Autos und vorbeirumpelnde Straßenbahnen teilweise beachtliche Schalldruckpegel von bis zu 90 dB(A) an.

13 Kooperation mit chinesischem Forschungsinstitut

Eine strategische Partnerschaft mit Fokus auf Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit wurde mit einer Absichtserklärung zur Zusammenarbeit zwischen dem Forschungsinstitut IMEE in Guangdong und dem Fraunhofer LBF besiegelt. Damit baut das Institut sein Engagement in Asien aus. Gemeinsam sollen Industrieprojekte in China akquiriert und bearbeitet werden.

Fraunhofer LBF – Weitere Zahlen und Fakten.

Fraunhofer LBF – further facts and figures.

67 x Mitarbeit in internationalen
Fachausschüssen und Gremien

Work in international expert committees and panels

124 x wissenschaftliche
Veröffentlichungen
scientific publications

33 x Vorlesungen
Lectures

119 x Akademische Abschlüsse
(Promotionen, Master, Bachelor)
Academic examinations

272 x Presseveröffentlichungen
Press releases



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

Informationen zu wissenschaftlichen Veröffentlichungen 2013, 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 2013, 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.



Kuratorium.

Board of 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

Dr. Gerold Bremer
Volkswagen AG, Wolfsburg

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

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

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

Dr.-Ing. Ferdinand Hollmann
Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bonn

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

Dr. Stefan Kienzle
Daimler AG, Ulm

Dr. Patrick Kim, Benteler
Automobiltechnik GmbH, Paderborn

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

Lothar Krueger
Bayerische Motorenwerke AG, München

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

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

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

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

Hermann Riehl
Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn

Dr.-Ing. Oliver Schlicht
Audi AG, Ingolstadt

Edgar Westermair
Bayerische Materialwerke AG

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



Das Kuratorium setzt sich aus Vertretern der Wissenschaft, Wirtschaft und öffentlichen Hand zusammen. Die Mitglieder stehen dem Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft und der Institutsleitung beratend zur Seite.

1938 – 2013

75 Jahre – Mit Sicherheit innovativ.

75 years – Innovative for sure.



Impressum.

Imprint.



Herausgeber | Publisher

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

Telephone: +49 6151 705-0

Fax: +49 6151 705-214

info@lbf.fraunhofer.de

www.lbf.fraunhofer.de

Institutsleitung | Acting Director of Institute

Prof. Dr. Tobias Melz (komm.)

Redaktion | Editor

Dr. phil. nat. Ursula Eul,
Leiterin 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
Haltern am See, Köln am Rhein
www.gute-botschafter.de

Fotografie | Photography

„Hessen-schafft-Wissen, Fraunhofer LBF“, Katrin Binner,
Claus Borgenheimer, LBF-Archiv, Jürgen Mai, MEV Verlag
GmbH, Ursula Raapke, Fotolia (Yuri Bizgaimer, Gerhard
Seybert, Petair, pedrosala, snyggg.de), istockphoto
(Notorious91, koi88), Rüdiger Dunker, Felix Krumbholz,
Wolfram Heidenreich, Klaus Völker

Druck | Printing

gutenberg beuys gesellschaft für digital-
und printmedien mbh, feindruckerei, Hannover
www.feindruckerei.de

ISSN

1864-0958

© Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und
Systemzuverlässigkeit LBF, Darmstadt, März 2014

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