



Fraunhofer
LBF

BETRIEBSFESTIGKEIT, SYSTEMZUVERLÄSSIGKEIT, ADAPTRONIK, KUNSTSTOFFE
STRUCTURAL DURABILITY, SYSTEM RELIABILITY, SMART STRUCTURES, PLASTICS



Jahresbericht 2019

Annual report

Der Jahresbericht
2019 – digital

www.lbf-jahresbericht.de/19

The annual report
2019 – digital

www.lbf-jahresbericht.de/en/19





*»Wir sind bereit, Bestehendes in Frage zu stellen,
stellen uns begeistert anspruchsvollen Herausforderungen
und streben verantwortungsvoll nach wissenschaftlich,
technologisch und kulturell Neuem.«*

INHALT

Index

2019 im Überblick.

2019 at a glance.

EINBLICKE | INSIGHTS

- | | | | |
|----|------------------------------------|----|---------------------------------|
| 4 | Leicht. Sicher. Digital. | 4 | Light. Safe. Digital. |
| 8 | Trans4Mation25. | 8 | Trans4Mation25. |
| 11 | Kuratorium. | 11 | Board of trustees. |
| 12 | Das Fraunhofer LBF in Zahlen 2019. | 12 | Fraunhofer LBF in numbers 2019. |
| 14 | LBF Management Team. | 14 | LBF management team. |
| 16 | Unsere Leistungen. Unsere Märkte. | 16 | Our services. Our markets. |

FORSCHUNGSBEREICHE | RESEARCH DIVISIONS

- | | | | |
|----|---------------------|----|------------------------|
| 18 | Betriebsfestigkeit. | 18 | Structural Durability. |
| 20 | Adaptronik. | 20 | Smart Structures. |
| 22 | Kunststoffe. | 22 | Plastics. |

FORSCHUNG MIT SYSTEM! | SYSTEMATIC RESEARCH!

- | | | | |
|----|--|----|--|
| 24 | Leistungsbereiche. | 24 | Key service areas. |
| 26 | Projekte Leichtbau. | 26 | Projects lightweighting. |
| 30 | Projekte Schwingungstechnik. | 30 | Projects vibration technology. |
| 34 | Projekte Zuverlässigkeit. | 34 | Projects reliability. |
| 38 | Projekte Polymertechnik. | 38 | Projects polymer technology. |
| 42 | Starke Perspektiven – die Projekte von morgen. | 42 | Strong prospects – the projects of the future. |

MITGLIEDSCHAFTEN | MEMBERSHIPS

- | | | | |
|----|--------------------------|----|-------------------------|
| 46 | Allianzen und Netzwerke. | 46 | Alliances and networks. |
| 48 | Ein Jahr im Dialog. | 48 | A year of dialog. |
| 50 | Impressum. | 50 | Editorial notes. |

2019 – gedruckt und digital

Mit diesem Jahresbericht nutzen wir die haptischen und die digitalen Kanäle neu und eng verzahnt. Sie finden viele Inhalte attraktiv aufbereitet auf der Onlinepräsenz
www.lbf-jahresbericht.de/19

2019 – printed as well as digital

With this annual report, we are using the haptic and digital channels in a new and closely interlinked way. You will find a lot of attractively prepared content within our online presence
www.lbf-jahresbericht.de/en/19





Leicht. Sicher. Digital.

Light. Safe. Digital.

Sehr geehrte Kunden und Partner des Fraunhofer LBF,

das vergangene Jahr war in vielerlei Hinsicht ein besonderes Jahr. Die Entwicklung der Themen Nachhaltigkeit und CO₂-Reduktion sowie der grundlegende Wandel der modernen Mobilität hat nicht nur gesellschaftlich, sondern auch auf unsere FuE-Aufgaben eine prägende Bedeutung gewonnen. Sehr stark betroffen ist hierbei eine Kernbranche, die ein zentrales Rückgrat der deutschen Wirtschafts- und Innovationslandschaft bildet und die wir als industrienah arbeitendes Fraunhofer-Institut mit unserer Forschungsarbeit kontinuierlich unterstützen. Die Zukunftsthemen im Mobilitätssektor beschreiben die Begriffe **Connected, Autonomous, Shared und Electrified, kurz C.A.S.E.**. Dabei handelt es sich nicht nur um Schlagworte, sondern um konkrete Anforderungen an die Mobilität von morgen und übermorgen. Egal, ob zu Lande, zu Wasser oder in der Luft: unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler arbeiten mit Partnern aus der Industrie und Forschung eng zusammen an **neuen Konzepten, Methoden und Lösungen für moderne, zuverlässige Produktinnovationen.**

Die systematische Auseinandersetzung mit den genannten Entwicklungen war daher auch Gegenstand eines, das gesamte Institut umfassenden Strategieprozesses, der im vergangenen Jahr seinen Abschluss fand. Ziel war es, die Markt- und Entwicklungstrends in den eingangs angeprochenen Handlungsfeldern zu verarbeiten, weitere Veränderungen zu antizipieren und zu ermitteln, wie wir unsere technologischen Kompetenzen und FuE-Angebote einsetzen und weiterentwickeln können, um Lösungen für die drängenden Herausforderungen der Zukunft zu erarbeiten. In diesem Zusammenhang bin ich besonders stolz darauf, dass wir im letzten Jahr bereits eine Vielzahl von Projekten bearbeiten konnten, die im Einklang mit dieser strategischen Ausrichtung des Fraunhofer LBF stehen.

Wesentliche Inhalte der Forschungsprojekte unserer Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler waren demnach **Themen des nachhaltigen, sicheren und wirtschaftlichen Leichtbaus**, der **Digitalisierung von Entwicklungsprozessen**, der **cyberphysikalischen Simulation und Validierung** sowie der **Zustandsüberwachung und Zuverlässigkeit autonomer Systeme**. Im Zuge dessen wurden u.a. **Auslegungsmethoden** für das Fügen neuer hochlegierter Aluminium- und Faserverbundbauteile in automobilen Leichtbauanwendungen entwickelt. Ebenfalls dem automobilen Leichtbau widmeten sich Projekte, in denen **neue Methoden zur vibroakustischen Simulation und Optimierung von Komponenten sowie Fahrzeugsystemen** entwickelt wurden. Dadurch können mögliche NVH-Designalternativen bereits im frühen Entwicklungsprozess bewertet und eine optimale Auswahl getroffen werden. Im Bereich **Nachhaltigkeit und Recycling** von Kunststoffen ist es uns gelungen, Additive zu entwickeln, mit denen **rezyklierte Polymere technisch wieder einsatzfähig** werden und die **Lebensdauer von Kunststoffen gezielt eingestellt** werden kann. Im Bereich der zuverlässigen Bauteilgestaltung wurde ein aktives, impedanzbasiertes Diagnosesystem entwickelt, das die **Detektion von Qualitätsmängeln in Fügeverbindungen** während der Fertigung von großflächigen Leichtbauteilen im Flugzeugbau ermöglicht.

»Am Fraunhofer LBF entstehen sichere Produkte durch sichere Prozesse. Dabei etablieren wir strategische Partnerschaften, um wegweisende, kreative Lösungen zu realisieren.«

Nachdem wir selbst 2018 unser 80. Jubiläumsjahr mit Ihnen feiern durften, feierte im vergangenen Jahr nun die Fraunhofer-Gesellschaft das 70. Jubiläumsjahr. Wir blicken gerne auf 2019 zurück und bedanken uns bei Ihnen, unseren Kunden und Partnern aus Industrie und Forschung, für ein erfolgreiches Jahr. Danken für Ihr Vertrauen, Ihre Unterstützung und unsere gemeinsame, intensive Zusammenarbeit. Getreu dem Motto des Fraunhofer-Jubiläumsjahrs #What'sNext wollen wir auch in 2020 anknüpfen und die entstehenden Veränderungen vertrauensvoll und erfolgreich beherrschen und gestalten.

Wir, das Team des Fraunhofer LBF und ich, freuen uns auf die anstehenden spannenden Aufgaben wünschen Ihnen eine erkenntnisreiche und anregende Lektüre.



Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz

Dear customers and partners of Fraunhofer LBF,

Last year was a special year in many respects. Development in the areas of sustainability, CO₂ reduction and the underlying transformation of modern transportation have gained in significance not only socially but also among our R&D tasks. This is having a strong impact on a core industry which forms a central backbone of the german business and innovation landscape and which we, as an industry-oriented Fraunhofer Institute, continuously support. The terms **Connected, Autonomous, Shared and Electrified, C.A.S.E. for short**, describe the future topics in the transportation sector. These are not mere buzzwords: they refer to specific demands on the transportation of tomorrow and beyond. Whether on land or water or in the air, our scientists are working closely with industry and research partners to develop new designs, methods and solutions for modern, reliable product innovations.

A strategy process dedicated to interacting with these developments systematically, which comprised the entire institute, was therefore concluded last year. The aim was to work on the market and development trends in the areas of activity mentioned previously, to anticipate other changes and to determine how we can apply and further develop our technological competencies and R&D offerings in order to elaborate solutions for the pressing challenges of the future.

In this context, I am particularly proud of the fact that, in the past year, we have managed to work on a variety of projects which are aligned with this strategic orientation of Fraunhofer LBF.

LBF-Topthema: Entwicklung nachhaltiger und biobasierter Flammenschutzmittel.

LBF hot topic: Development of sustainable and bio-based flame retardants.





*LBF-Highlights:
Leicht, zuverlässig,
automatisiert.
LBF highlights:
Light, reliable,
automated.*



Therefore, key contents of our scientists' research projects were **topics of sustainable, safe and cost-effective lightweighting, digitalization of the development processes, cyber-physical simulation and validation** as well as **condition monitoring and reliability of autonomous systems**. For instance, **design methods** for the joining of new high-alloy aluminum and fiber composite components in automotive lightweighting applications were developed as part of these projects. Automotive lightweighting was also addressed in projects involving the development of **new methods for the vibro-acoustic simulation and optimization of components as well as vehicle systems**. This enabled potential NVH design alternatives to be evaluated at an early stage of the development process and an optimal selection to be carried out. In the area of **sustainability and recycling** of plastics, we managed to develop additives through which **recycled polymers can be technically rendered reusable and the life span of plastics can be modified in a targeted way**. Meanwhile, an active, impedance-based diagnostic system which enables the **detection of quality deficiencies in joints** during the production of large-scale lightweighting components in airplane assembly was developed in the area of reliable component design.

Having celebrated our own 80th anniversary with you in 2018, Fraunhofer-Gesellschaft celebrated its 70th anniversary last year. We can fondly look back on 2019 and would like to thank you, our customers and partners from industry and research, for a successful year. Thank you for your trust and support and our intensive mutual collaboration. We want to continue in 2020 in line with #What'sNext, the motto of the Fraunhofer anniversary year, and to reliably and successfully master and shape the resulting changes.

The entire team at Fraunhofer LBF, and I personally, look forward to the exciting tasks ahead and hope you find this material to be an informative and enjoyable read.

Prof. Dr. Tobias Melz

"At Fraunhofer LBF, safe products are developed through safe processes. In doing so, we establish strategic partnerships in order to give life to pioneering, creative solutions."

Trans4Mation25.

Trans4Mation25.

Die Welt befindet sich im Wandel, politisch, gesellschaftlich und technologisch. Digitalisierung, Maschinelles Lernen und Industrie 4.0 besitzen das Potenzial, die globale Wertschöpfung nachhaltig zu verändern. Daneben ist das gesamtgesellschaftliche Bewusstsein für Themen des Klimawandels und der Nachhaltigkeit deutlich gestiegen.

Dies zeigt sich insbesondere im Bereich Verkehr und Mobilität, wo Energie- und Ressourceneffizienz gegenüber Geschwindigkeit und Komfort immer mehr an Bedeutung gewinnen. Dabei spielen in Forschung und Entwicklung alternative Antriebs- und Energiekonzepte eine zunehmend starke Rolle. Zudem kündigen autonom fahrende Fahrzeuge und völlig neue Verkehrs- und Mobilitätskonzepte einen deutlichen Wandel an.

Suchen, strukturieren, bewerten

Doch was bedeutet das für uns als industrienaher Forschungseinrichtung? **Welche Lösungen werden für die drängenden gesellschaftlichen und industriellen Herausforderungen notwendig sein?** Wie können wir mit unserem Know-how, unseren wissenschaftlichen Leistungsangeboten, unserem Engagement und unserer Kreativität bestmöglich beitragen? Diesen Fragen haben wir uns im letzten Jahr intensiv gestellt und in einem strukturierten Strategieprozess Antworten auf diese Fragen gesucht und gefunden.

Das Fraunhofer LBF forscht seit seiner Gründung an Methoden und Verfahren, Leichtbaustrukturen wirtschaftlich und sicher zu realisieren. Ausgehend von diesem **Kern unserer Forschungsarbeit, »Die Entwicklung von sicheren Leichtbaulösungen«**, und untermauert durch eine Reihe von Indikatoren, gehen wir davon aus, dass **der sichere, nachhaltige und wirtschaftliche Leichtbau** in der Mobilität und auch in anderen Sektoren zukünftig wieder an Bedeutung gewinnen wird.

Jüngst spiegelt sich dies am neuen Leichtbau-Technologietransferprogramm des BMWi wider, das noch in 2020 gestartet wird. Um die Potenziale jedoch ausschöpfen zu können, sind gradiente Werkstoffe, neue Fertigungstechnologien wie z. B. die Additive Fertigung, gefügte hybride Werkstoffsysteme oder funktionsintegrierte Strukturen und neue Auslegungs- und Validierungsverfahren erforderlich. Neue Multimaterial-Systeme werden sich aufgrund ihrer großen Elemente- und Beziehungsvielfalt erst durch eine konsequent digitalisierte Wertschöpfungskette entwickeln, im System integrieren und nach der Nutzungsphase in die Nachverwertung überführen lassen. **»Der Produktentstehungsprozess erweitert sich damit um den Zugriff, die Analyse sowie die Rückführung und Integration von Daten sowohl aus der Produktentstehung als auch zunehmend aus dem Betrieb sowie nachgelagerter Phasen.«**

Neue Wege, neue Lösungen, neue Chancen

Viele der genannten Elemente sind bereits heute Gegenstand unserer Forschungsarbeiten, jedoch sollen sie besser zusammengeführt und strukturiert werden. Dazu wurden diese Aktivitäten im Rahmen des Strategieprozesses zielgerichtet gebündelt und zu fokussierten, marktorientierten Leistungsangeboten zusammengeführt, deren Umsetzung uns in den nächsten fünf Jahren beschäftigen wird.

Neben der inhaltlichen Fokussierung und marktorientierten Profilierung der bestehenden Forschungsbereiche und deren Transformation in strategische Geschäftsbereiche wurden im Rahmen der Strategie drei weitere **strategische Maßnahmen** definiert. Deren Aufgabe ist es, über alle bestehenden Forschungsbereiche hinweg Kompetenzen und Leistungen des Fraunhofer LBF zu bündeln, Entwicklungspotenziale zu erkennen und diese in neue Angebote zu überführen:



Detaillierte

Informationen online:

[www.lbf-jahresbericht.de/
strategie19](http://www.lbf-jahresbericht.de/strategie19)

Detailed information online:

[www.lbf-jahresbericht.de/
strategy19](http://www.lbf-jahresbericht.de/strategy19)



Das Fraunhofer LBF erweitert zunehmend empirisch generierte um virtuell erzeugte Daten. Darauf aufbauend soll mittels **Smart Digital Solutions** eine bessere Erfassung und Vernetzung von Daten und Prozessen über einen Produktlebenszyklus erreicht und durch Nutzung von Methoden wie des Maschinellen Lernens neue Erkenntnisse abgeleitet werden.

Ziel des **Cyberphysical Simulation & Testing** ist eine optimale Verschmelzung experimenteller und virtueller Produktentwicklungsprozesse, um immer früher in der Produktentstehung valide Entscheidungen zu treffen und zuverlässige Auslegungswerzeuge weiterentwickeln zu können. Hierdurch entstehen neue Methoden der optimalen Gestaltung von Produkteigenschaften im Sinne eines Reliability Engineerings.

Der **Ultraleichtbau** zielt auf eine deutliche Verschiebung von Leichtbaugrenzen ab. Dabei sollen Methoden der Strukturüberwachung zur Anwendung kommen, um lasttragende Strukturen dichter an betriebsrelevanten Einsatzgrenzen betreiben zu können. Darüber hinaus steht die Entwicklung von Methoden zur gezielten Einstellung spezifischer Material- und Bauteileigenschaften, die Sensorierung oder funktionale Gradierung von Bauteilen und konzeptionell neue Hybridbauweisen im Fokus der Aktivitäten.

Los geht's

Mit der Finalisierung des Strategieplans und dessen erfolgreicher Evaluation im November 2019 wurden zwei dieser strategischen Maßnahmen bereits umgesetzt und personell ausgestattet. Erste Projekte wurden akquiriert und gestartet, Forschungsprogramme geprägt sowie Kooperationen gestärkt und neu ausgerichtet. So markiert dieser Jahresrückblick auch einen Startpunkt für unseren Weg in die Zukunft, auf dem die ersten Fußabdrücke bereits zu sehen sind. Wir hoffen und freuen uns darauf, dass Sie, unsere Kunden und Partner, diesen Weg gemeinsam mit uns gehen werden.

The world is currently undergoing a transformation – politically, socially and technologically. Digitalization, machine learning and Industrie 4.0 have the potential to change sustainably the global value creation. Besides, the awareness of climate change topics and sustainability has increased significantly in society as a whole.

This can especially be seen in the area of transportation where energy and resource efficiency are gaining more and more importance compared to e.g. speed and comfort. Alternative drive and energy systems are playing an increasingly important role in research and development. In addition, autonomous vehicles and completely new mobility concepts will result in significant changes in our transport system.

Search, structure, evaluate

What does that mean to us as an industry-oriented research facility? **What solutions will be necessary to meet these pressing social and industrial challenges?** **How can we make the best possible contributions by applying our expertise, scientific services, commitment and creativity?** We have intensively discussed these questions for the past year, searching for and eventually obtaining answers to these questions by implementing a structured strategy process.

Since its foundation, Fraunhofer LBF has developed methods and procedures to design economically viable and safe lightweight structures. On the basis of this **core of our research work, "the development of safe lightweighting solutions"**, and underpinned by a range of indicators, we assume that safe, sustainable and cost-effective lightweighting will gain again importance in the transportation sector as well as in other sectors in the future. Recently, this has been reflected in the new lightweighting technology transfer program of the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, due to start in 2020.

However, in order to harness our potential, graded materials, new production technologies (e.g. additive production), joined hybrid material systems or function integrated structures and new design and validation procedures are required. Due to their divers material mix and related manufacturing technology as well as their system-like complex behaviour, new multi-material systems need to be developed through a consistent, digitized value chain accounting for the full life-cycle, from the system integration and production over the use phase to End-of-Life concepts. **“The product generation process is thereby supplemented by the access, analysis as well as of feeding back of data both from product generation and increasingly from operations as well as downstream phases.”**

New approaches, new solutions, new opportunities
Many of the elements mentioned are already the subject of our research today. However, they need to be harmonized and structured in a better, more efficient way. For this purpose, these activities have been pooled in a targeted manner as part of our strategy process and merged to focused, market-oriented R&D services. The implementation of these measures will be the focus of our work over the next five years.

Besides setting content-related focal areas and a market-oriented profiling of the existing research areas as well as their transformation into strategic business areas, three further **strategic measures** have been defined. As cross-divisional units, their purpose is to pool competences and services of the Fraunhofer LBF across all existing research areas, to identify new, high potential R&D areas and to transfer these to new services:

The Fraunhofer LBF continuously develops data-based approaches for the design of safe and reliable products. Within this context, the strategic measure **Smart**

Digital Solutions aims for an efficient logging and cross-linking of data and processes over a full product life-cycle. By means of novel methods like machine learning, new insights will be derived enabling new development processes, enlarged R&D services as well as new products.

Cyberphysical Simulation & Testing’s aim is to combine experimental and virtual design, verification and validation processes in a most efficient way enabling a reliable frontloading of technology assessment and selection in a product development process. Ultimately, this strategic measure should result in new methods for the optimal design of product feature in line with a reliability engineering.

Finally, the **ultra-lightweight design** strives for a significantly shift of limits of current designs. By means of condition and health monitoring concepts safety margin applied in view of material and operational limits should be reduced. Furthermore, the development of methods and tools are foreseen for tailoring of specific material and component properties, for the sensorisation of products as well as for functional graded or hybrid lightweight components.

Here we go

With the finalization of the strategy plan and successful evaluation in November 2019, two of these cross-divisional units were already implemented and staffed. Initial projects were acquired and started, research programs shaped and cooperative relationships strengthened and given new direction. As such, this review of the past year also marks the starting point for our path into the future, where the first steps are already visible. We hope that you, our customers and partners, will walk this path with us and we look forward to your company along the way.

Kuratorium.

Board of trustees.



Vielen Dank!

Sven Hamann
(Vorsitzender)
Robert Bosch
GmbH, Renningen

Dr. Patrick Kim
Bridge Builder,
Kassel

Dr. Ludwig Sporer
BMW Group,
München

Dr. Peter Klose
GWP Technologies
GmbH, Zorneding

Florian Sprenger
Bentley Motors Ltd.

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

Dr. Ralf Kunkel
Audi AG,
Ingolstadt

Dr. Arbogast M. Grunau
Schaeffler Technologies
AG & Co. KG,
Herzogenaurach

MinR Norbert Michael Weber
Bundesministerium
der Verteidigung,
Bonn

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

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

Dr. Xenia Beyrich-Graf
BASF SE, Ludwigshafen

Dr. Ferdinand Hollmann
Deutsche Forschungsgemeinschaft,
Bonn

Prof. Dr. Matthias Oechsner
Technische Universität
Darmstadt, Darmstadt

Das Fraunhofer LBF in Zahlen 2019.

Fraunhofer LBF in numbers 2019.

82 Mitarbeit in internationalen Fachausschüssen und Gremien

Work in international expert committees and panels

71 Wissenschaftliche Veröffentlichungen
Scientific publications

12 Vorlesungen
Lectures

65 Akademische Abschlüsse (Promotionen, Masterarbeiten)
Academic examinations

13 Neue Patente
New patents

264 Presseerwähnungen
Media coverages

Personal

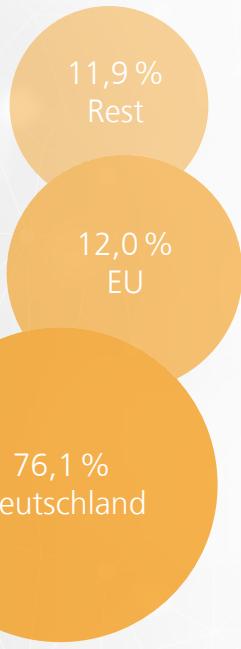
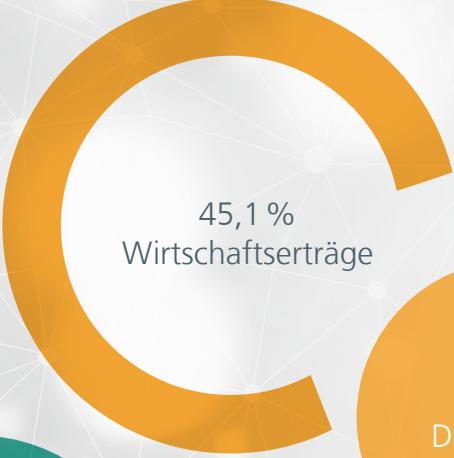
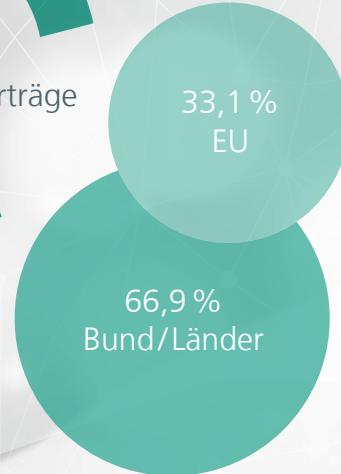
2019 waren am Institut insgesamt 393 Mitarbeitende beschäftigt (inkl. Hiwis, Azubis, Praktikanten, Diplomanden und Leiharbeitnehmer). Zusätzlich waren 49 Personen am assoziierten Lehrstuhl Systemzuverlässigkeit, Adaptronik und Maschinenakustik SAM der Technischen Universität Darmstadt tätig.

Personnel

In 2019 the institute had 393 employees (including research assistants, apprentices, trainees, graduate students and borrowed workers). In addition 49 persons were employed by Research group System Reliability, Adaptive Structures, and Machine Acoustics SAM at Technische Universität Darmstadt.

**28,92 Millionen €
Betriebshaushalt**

1,8 % Sonstige



Betriebshaushalt 2019 | Operational budget [T €]

Wirtschaftserträge	13.056
Öffentliche Erträge	5.716
Sonstige Erträge	520
Interne Programme	2.317
Institutionelle Förderung (Grufi)	7.311
Summe total	28.920

Investitionen | Investments [T €]

aus institutioneller Förderung	2.571
Projekteinvestitionen	336
Summe total	2.907

LBF Management Team.

LBF management team.



BEREICH BETRIEBSFESTIGKEIT

Structural Durability



Dipl.-Ing. R. Heim

+49 6151 705-283

ruediger.heim@lbf.fraunhofer.de



**Werkstoffe und Bauteile
Dr.-Ing. H. Kaufmann**

+49 6151 705-345

heinz.kaufmann@lbf.fraunhofer.de



**Baugruppen und Systeme
Dipl.-Ing. M. Wallmichrath**

+49 6151 705-467

marc.wallmichrath@lbf.fraunhofer.de

BEREICH ADAPTRONIK

Smart Structures



Dr.-Ing. S. Herold

+49 6151 705-259

sven.herold@lbf.fraunhofer.de



**Strukturdynamik und
Schwingungstechnik
Dipl.-Ing. H. Atzrodt**

+49 6151 705-349

heiko.atzrodt@lbf.fraunhofer.de



**Betriebsfester und funktions-
integrierter Leichtbau
Prof. Dr.-Ing. A. Büter**

+49 6151 705-277

andreas.bueter@lbf.fraunhofer.de



**Experimentelle Analyse und
Elektromechanik
Dipl.-Ing. M. Matthias**

+49 6151 705-260

michael.matthias@lbf.fraunhofer.de

ZENTRALE DIENSTE

Central services



**Administration und
strategisches Controlling
Dipl.-Betriebswirt P. Betzholz**

+49 6151 705-233

peter.betzholz@lbf.fraunhofer.de



Technisches Management

Dr.-Ing. T. Hering

+49 6151 705-8514

thorsten.hering@lbf.fraunhofer.de

INSTITUTSLEITUNG

Management of the institute



Institutsleiter

Prof. Dr.-Ing. T. Melz

tobias.melz@lbf.fraunhofer.de

BEREICH KUNSTSTOFFE

Plastics



Prof. Dr. rer. nat. R. Pfaendner

+49 6151 705-8605

rudolf.pfaendner@lbf.fraunhofer.de



Kunststoffverarbeitung und
Bauteilauslegung
Dr.-Ing. C. Beinert

+49 6151 705-8735

christian.beinert@lbf.fraunhofer.de



Polymersynthese
Prof. Dr. rer. nat. habil. M. Döring

+49 6151 705-8675

manfred.doering@lbf.fraunhofer.de



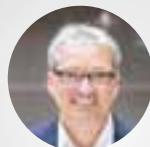
Rezepturentwicklung und
Dauerhaftigkeit
Prof. Dr. rer. nat. R. Pfaendner

+49 6151 705-8605

rudolf.pfaendner@lbf.fraunhofer.de

ASSOZIERTES FACHGEBIET

Associated department



Systemzuverlässigkeit, Adaptronik
und Maschinenakustik
Prof. Dr.-Ing. T. Melz

www.sam.tu-darmstadt.de



STABSSTELLEN

Staff sections



Wissenschaftsmanagement

Prof. Dr.-Ing. T. Bein

+49 6151 705-463

thilo.bein@lbf.fraunhofer.de



Ultraleichtbau

Dr.-Ing. S. Biehl

+49 6151 705-282

saskia.biehl@lbf.fraunhofer.de



Wissenschaftlich-Technische
Betriebsorganisation

Dr. K. Burlon

+49 6151 705-8899

konrad.burlon@lbf.fraunhofer.de



Technologiemarketing
und Kommunikation
H. Hahnenwald

+49 6151 705-8330

heiko.hahnenwald@lbf.fraunhofer.de



Organisationsentwicklung
I. Langer

+49 6151 705-371

ilona.langer@lbf.fraunhofer.de



Smart Digital Solutions
Dr.-Ing. Ch. Thyes

+49 6151 705-8228

christian.thyes@lbf.fraunhofer.de



Arbeitsschutz
R. Wirth

+49 6151 705-332

reinhard.wirth@lbf.fraunhofer.de

Unsere Leistungen. Unsere Märkte.

Our services. Our markets.

Basierend auf den Kernkompetenzen und den daraus resultierenden Leistungsfeldern **Schwingungstechnik, Leichtbau, Zuverlässigkeit und Polymertechnik entwickeln die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer LBF innovative FuE-Leistungen** entlang der gesamten Wertschöpfungskette, vom Werkstoff und dessen Verarbeitung über die Realisierung des fertigen Bauteils bis hin zur Qualifizierung des Systems im Hinblick auf Sicherheit und Zuverlässigkeit. Zielmärkte sind neben der **chemischen Industrie** und dem **Maschinenbau** in erster Linie der Mobilitätssektor und dabei insbesondere der **Fahrzeugbau zu Lande, im Wasser und in der Luft**. Vor dem Hintergrund zunehmender Nachhaltigkeitsanforderungen im Mobilitätssektor rücken zudem alternative urbane Transportmittel, wie das E-Bike oder andere Kleinstransportmittel, in das Untersuchungsspektrum.

Im Fokus der Forschungsarbeiten steht dabei die Realisierung **zuverlässiger und nachhaltiger Leichtbaustrukturen**. In diesem Kontext umfassen die Arbeiten in den drei Forschungsbereichen **Betriebsfestigkeit, Adaptronik und Polymertechnik** die Untersuchungen der Lebensdauer und Zuverlässigkeit von Werkstoffen, Bauteilen und komplexen Teilsystemen, wie die Entwicklung von Sensor- und Aktorsystemen zur Energieeffizienz, die Reduktion von Ausfall- und Wartungszeiten, die Realisierung und Optimierung von Leichtbaueigenschaften sowie die Entwicklung neuer maßgeschneiderter Kunststoffe oder Kunststoff-Verbund-Werkstoffe.

Die Entwicklung leichter, schwingungsarmer Produkte, die Verbesserung des vibroakustischen Verhaltens, die Optimierung der Zuverlässigkeit auf Komponenten- und Systemebene oder die Überwachung von Strukturen und Systemen, z.B. durch neuartige, energieautarke Sensornetzwerke, sind FuE-Leistungen, die auch von Unternehmen der Energietechnik, der Medizintechnik, der Mess- und Prüftechnik oder auch aus dem Bereich Konstruktion / Bau nachgefragt werden.

»Wir sind verlässliche Begleiter im Innovationsprozess unserer Kunden.«

Die operative Arbeit im Institut wird durch Kundenzufriedenheitsanalysen kontinuierlich der kritischen Prüfung unterzogen. Das Managementsystem des Fraunhofer LBF ist nach DIN EN ISO 9001:2015 zertifiziert. Aufgrund seiner von Kundenseite immer wieder bestätigten hohen Leistungsqualität erfreut sich das Institut einer außerordentlich hohen Kundentreue.



**Detaillierte
Informationen online:**
www.lbf.fraunhofer.de/de/profil

Detailed information online:
www.lbf.fraunhofer.de/profile



Based on the core competencies and the resulting service areas of **vibration technology, lightweighting, reliability and polymer technology, scientists at Fraunhofer LBF are developing innovative R&D performances** across the entire value chain, from the raw material and its processing and the realization of the finished part through qualification of the system in terms of safety and reliability. Alongside the **chemical industry** and **engineering**, target markets primarily include the transport sector, especially **vehicle construction on land, in water and in the air**. In the context of increasing sustainability demands in the transportation sector, the investigation spectrum also comprises alternative modes of urban transport such as the e-bike or other small modes of transport.

The research focuses on the achievement of **reliable and sustainable lightweighting structures**. In this context, in the three research areas of **structural durability, smart structures and polymer technology**, the work comprises the investigation of the lifetime and reliability of the raw materials, parts and complex part systems such as the development of sensor and actuator systems for energy efficiency, the reduction of downtimes and waiting times, the realization and optimization of lightweighting properties as well as the development of new customized plastics or plastic composite materials.

R&D services which are also required by energy technology, medical technology, measurement and inspection technology companies or by the area of construction/building include the development of light, low-vibration products, improvement of the vibro-acoustic behavior, optimization of the reliability at component and system level or monitoring of structures and systems, e.g. through innovative, energy self-reliant sensor networks.

The operational work in the institute is continuously subjected to critical testing through customer satisfaction analyses. The management system of the Fraunhofer LBF is certified under DIN EN ISO 9001:2015. Thanks to its high-performance quality, which is confirmed again and again by customers, the institute enjoys exceptionally high customer loyalty.



Betriebsfestigkeit.

Structural Durability.

Hier leistet das Fraunhofer LBF seit mehr als achtzig Jahren überzeugende Arbeit: Die Mobilitätsindustrie, der Maschinen- und Anlagenbau oder die Erneuerbaren Energien profitieren von gleichermaßen leichten und für die gesamte Betriebs- und Nutzungsphase sicher und zuverlässig gestalteten Produkten. Wir haben mit dem 8-Stufen Blockprogramm von Ernst Gaßner einen wichtigen Teil in der Geschichte der Betriebsfestigkeit geschrieben. Heute verknüpfen wir die modernsten numerischen, messtechnischen und experimentellen Verfahren der Betriebsfestigkeit zu einer Lösungsqualität, die unserem Anspruch entspricht: »Wir machen Leichtbau. Zuverlässig.«

»Betriebsfestigkeit ist für uns die Verpflichtung, die Digitalisierung maschinenbaulicher Produkte zu nutzen und zu gestalten!«

Methoden und Verfahren zur lebensdauerorientierten Bemessung von Strukturen und der Nachweis von Sicherheit und struktureller Integrität sind unsere Kernkompetenzen. Diese finden Sie in erfolgreichen Produkten, in Werkstoff- und Bauteilinnovationen sowie in neuartigen Prozessen, wie z.B. in der Additiven Fertigung.

Im Zuge der Digitalisierung werden diese Kernkompetenzen um leistungsfähige Instrumente der cyber-physicalen Simulation und einer vom LCF- bis hin zum VHCF-Regime durchgängigen Beschreibung zyklischer Werkstoffeigenschaften erweitert.

Mit hoher Anwendungsorientierung forschen und arbeiten wir für die lebensdauerorientierte Gestaltung sicherer Bauteile, Baugruppen und Systeme im Straßen- und Schienenfahrzeugbau, in der Schifffahrt, in der Luftfahrt, aber auch im Kranbau oder für Windenergieanlagen.

**Detaillierte
Informationen online:**
[www.lbf-jahresbericht.de/
betriebsfestigkeit19](http://www.lbf-jahresbericht.de/betriebsfestigkeit19)

Detailed information online:
[www.lbf-jahresbericht.de/en/
structural-durability19](http://www.lbf-jahresbericht.de/en/structural-durability19)



Vom Werkstoff bis zur kompletten Struktur – unsere beiden Abteilungen sind spezialisiert und unterstützen Sie fachmännisch.

Werkstoffe und Bauteile

- Betriebsfestigkeit von metallischen Werkstoffen und Bauteilen unter zyklischer Schwingbelastung mit konstanten und variablen Lastamplituden.
- Entwicklung und Anwendung numerischer Methoden zur Bauteilbemessung unter Berücksichtigung von Fertigungseigenschaften und Oberflächennachbehandlung.
- Effiziente Ermittlung der Schwingfestigkeit von Bauteilen und statistische Auswertung von Wöhler- und Gaßnerlinien.
- Angepasste Prüftechnik für Kleinlastprüfungen mit hochgenauer, reproduzierbarer Kraft- und Wegvorgabe.
- Schwingfestigkeit von Werkstoffen und Bauteilen unter der Einwirkung von aggressiven Medien, wie z. B. Kraftstoffe, korrosive wässrige Lösungen oder Wasserstoff.

Baugruppen und Systeme

- Charakterisierung von Gummi-/Metallbauteilen, Ermittlung der Betriebsfestigkeit.
- Numerische Elastomermodelle, quantitative Belegung mit Daten aus dem Versuch.
- Beschreibung komplexer Kinematiken mittels Mehrkörpersimulation (MKS), Aufbau und Verifikation entsprechender Modelle bis zum Gesamtfahrzeug.
- Ableitung zeitgeraffter Versuchsprogramme für die Laborerprobung (Basis: gemessene Last-Zeitreihen).
- Multiaxiale Laborprüfungen für Baugruppen/Systeme (lasttragende Komponenten, u. a. radführende und rotierende Fahrwerkssysteme).
- Konzeption, Entwicklung und Durchführung angepasster Erprobungsumfänge inkl. Aufbau notwendiger Spezialprüfstände.
- Betriebslastennachfahrversuche, Absicherung der Betriebsfestigkeit von Baugruppen/Systemen.



Rüdiger Heim
Bereichsleiter Betriebsfestigkeit
und Systemzuverlässigkeit
+49 6151 705-283
ruediger.heim@lbf.fraunhofer.de

Fraunhofer LBF has been doing an impressive job for over eighty years in this area: the mobility industry, mechanical and plant engineering and renewable energies benefit from equally light and reliable products designed for the entire operating and utilization phase. In terms of structural durability, we have reached a historic milestone with the 8-step block program from Ernst Gaßner. Today, we combine state-of-the-art numerical, metrological and experimental methods of structural durability with a solution quality that meets our standards: "We create lightweight construction. Reliably."

Methods and procedures for the fatigue life oriented assessment of structures and proof of safety and structural integrity are our core competencies. They can be found in successful products, in material and component innovations as well as in novel processes, such as in additive manufacturing.

As part of digitalization, these core competencies within powerful instruments are supplemented by cyber-physical simulation and a description of cyclical material characteristics extending continuously from the LCF through the VHCF regime.

"To us, structural durability is the obligation to harness and shape the digitalization of engineering products!"

With a strong focus on applicability, our research and work is dedicated to the fatigue life oriented design of safe components, assemblies and systems in road and railway vehicle construction as well as in shipping and aviation, but also in crane manufacturing and for wind turbines. Our two divisions are specialized in everything from the material to the complete structure and will support you expertly.

Materials and Components

- Structural durability of metallic materials and components under cyclic oscillation loading with constant and variable amplitude loading.
- Development and application of numerical methods for component dimensioning with the consideration of manufacturing properties and surface post-treatment.
- Efficient determination of the fatigue strength of components and statistical evaluation of Wöhler and Gaßner lines.
- Adapted testing technology for low-load tests with high-precision, reproducible force and deflection specification.
- Fatigue strength of materials and components under the influence of aggressive media, such as fuels, corrosive aqueous solutions or hydrogen.

Assemblies and Systems

- Characterization of rubber/metal components, determination of the structural durability.
- Numerical elastomer models, assignment of quantitative data from the experiment.
- Description of complex kinematics using multi-body simulation (MBS), construction and verification of such models up to the complete vehicle.
- Derivation of time-lapse test programs for laboratory testing (basis: measured load-time series).
- Multiaxial laboratory tests for assemblies/systems (load-bearing components, such as wheel-guiding and rotating chassis systems).
- Design, development and implementation of customized testing scopes incl. construction of any necessary special test rigs.
- Operational load simulation trials, ensuring the structural durability of assemblies/systems.

Adaptronik.

Smart Structures.

»Für unsere Kunden entwickeln wir Methoden und Prozesse für smarte und zuverlässige Leichtbaustrukturen.«

Das schwingungstechnische Verhalten, der funktionsintegrierte Leichtbau und die Steigerung der Zuverlässigkeit mechanischer Systeme stehen im Vordergrund. Zur Verbesserung der Systemeigenschaften werden neben Leichtprinzipien neuartige passive und aktive Strukturmaßnahmen berücksichtigt. Wir unterstützen bei der Problem- und Machbarkeitsanalyse, konzipieren und setzen prototypisch kundenoptimierte Lösungen um. Wir entwickeln angepasste Tools für die Systemauslegung und begleiten beim Transfer für kommerzielle Implementierungen. Hierfür werden Methoden der numerischen und experimentellen Struktur- und Zuverlässigkeitssanalyse, der Strukturdynamik und der Signalverarbeitung entwickelt und eingesetzt. Für die Realisierung zuverlässiger aktiver Strukturlösungen werden smarte Sensor- und Aktorsysteme sowie elektronische Subsysteme entwickelt und regelungstechnische Lösungen auf »Eingebetteten« Systemen abgeleitet. Es steht eine ganzheitliche Entwurfskette zur Verfügung: messtechnische Analyse, numerische Verfahren für Konzeptevaluation, Auslegung und Simulation, Fertigung von prototypischen mechanischen, elektromechanischen und elektronischen Funktionsmustern, Methoden und Werkzeuge zur Absicherung von Funktion und Zuverlässigkeit im Labor und im Feldversuch.

Strukturdynamik und Schwingungstechnik

- Strukturdynamische Analyse, Auslegung, Bewertung von Systemen.
- Schwingungstechnische, rotordynamische, vibroakustische Systemoptimierung, passive und aktive Maßnahmen.

- Signalverarbeitung und Regelungstechnik für aktive Systeme.
- Entwicklung und Anwendung moderner numerischer Systemsimulation.
- Systementwicklung mit Rapid-Control-Prototyping und Hardware-in-the-Loop.
- Analyse und Bewertung der Zuverlässigkeit mechatronischer Komponenten/Systeme.

Betriebsfester und funktionsintegrierter Leichtbau

- Experimentelle Charakterisierung neuer Leichtbaumaterialien.
- Bewertung/Optimierung der Betriebsfestigkeit von Leichtbaustrukturen, z. B. über integrative Simulation.
- Auslegung/prototypische Fertigung konventioneller, faserverstärkter und funktionsintegrierter Kunststoffbauteile.
- Angepasste Berechnungs- und Prüfverfahren für Kunststoffbauteile.
- Angepasste SHM-Systeme.
- Schadensfortschrittuntersuchungen mit Hilfe von 4d-CT (inSitu CT).

Experimentelle Analyse und Elektromechanik

- Moderne Methoden der Schwingungsmesstechnik.
- Messtechnische Untersuchungen, Ermittlung von Betriebslasten/Betriebsbeanspruchungen, Messdatenanalyse.
- Systemidentifikation (EMA, TPA, u.a.).
- Entwicklung, Umsetzung, Integration anwendungs-optimierter Aktor- und Antriebssysteme.
- Applikation und Integration kundenspezifisch angepasster Sensoren, Entwicklung energieautarker intelligenter Sensorknoten und -systeme.
- Elektronische und eingebettete Systeme, autonome Strukturanalyse, Schadensdetektion.

**Detaillierte
Informationen online:**
[www.lbf-jahresbericht.de/
adaptronik19](http://www.lbf-jahresbericht.de/adaptronik19)

Detailed information online:
[www.lbf-jahresbericht.de/en/
smart-structures19](http://www.lbf-jahresbericht.de/en/smart-structures19)



Dr. Sven Herold
Bereichsleiter Adaptronik
+49 6151 705-259
sven.herold@lbf.fraunhofer.de



We focus on vibrational behavior, functionally integrated lightweight design and increasing the reliability of mechanical systems. To improve the system properties, we consider innovative passive and active structural measures in addition to lightweight construction principles. We provide support during the feasibility study, design and implement prototypical customer-optimized solutions. We develop adapted tools for system design and assist during their transfer to commercial implementations. For this we develop and use modern methods of numerical and experimental structural and reliability analysis, structural dynamics and signal processing. Smart sensor and actuator systems and electronic subsystems are developed to implement reliable active structural solutions, and control technology solutions are derived from embedded systems. There exists an integrated design chain: metrological analysis, numerical methods for concept evaluation, design and simulation, production of prototype mechanical, electromechanical and electronic functional models, methods and tools for ensuring function and reliability in the laboratory and in field trials.

Structural Dynamics and Vibration Technology

- Structural dynamic analysis, design, evaluation of systems.
- Vibration control, rotor dynamic, vibro-acoustic system optimization, passive and active measures.
- Signal processing and control technology for active systems.
- Development and application of modern numerical system simulation.
- System development with rapid control prototyping and hardware-in-the-loop.
- Analysis and assessment of the reliability of mechatronic components/systems.

Lightweight Structures

- Experimental characterization of new lightweight construction materials.
- Assessment/optimization of the structural durability of lightweight structures, e.g. via integrative simulation.
- Design/prototype production of conventional, fiber-reinforced and function-integrated plastic components.
- Adapted calculation and test procedures for plastic components.
- Adapted SHM systems.
- Damage progress investigations using 4d-CT (in-situ CT).

Experimental Analysis and Electromechanics

- Modern methods of vibration measurement.
- Metrological investigations, determination of operating loads/operating stresses, measured data analysis.
- System identification (EMA, TPA, etc.).
- Development, implementation, integration of application-optimized actuator and drive systems.
- Application and integration of custom-matched sensors, development of energy self-sufficient intelligent sensor nodes and systems.
- Electronic and embedded systems, autonomous structural analysis, damage detection.

"We develop methods and processes for smart and reliable lightweighting structures for our customers."

Kunststoffe.

Plastics.

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, Kunststoff-Additive 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.

Gleichzeitig erfordern zunehmende Anforderungen an Nachhaltigkeit neue Lösungen hinsichtlich Kreislaufwirtschaft und Recycling oder der Entwicklung von Biokunststoffen.

Alle zur Realisierung anspruchsvoller Kunststoffanwendungen 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 Analytik, Prüfung und Modellierung, sind auf hohem Niveau unter einem Dach vereint.

Dafür stehen drei fachlich und methodisch sich untereinander ergänzende Fachabteilungen.

Detaillierte Informationen online:

[www.lbf-jahresbericht.de/
kunststoffe19](http://www.lbf-jahresbericht.de/kunststoffe19)

Detailed information online:

[www.lbf-jahresbericht.de/en/
plastics19](http://www.lbf-jahresbericht.de/en/plastics19)



»*Wir entwickeln langlebige und sichere Kunststoffe mit verbesselter Recyclingfähigkeit sowie neue Technologien für eine effiziente Kreislaufwirtschaft.*«

Kunststoffverarbeitung und Bauteilauslegung

- Kunststoffverarbeitung: Compoundierung, reaktive Extrusion und Spritzgießen.
- Verarbeitung des Werkstoffs zum Bauteil, Vorhersage der mechanischen Eigenschaften.
- Kopplung von Prozess- und Materialeigenschaften.
- Aufstellen von Werkstoffmodellen: Materialverhalten unter hohen Beanspruchungsgeschwindigkeiten und bei mehrachsigen Beanspruchungen.

Polymersynthese

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

Rezepturentwicklung und Dauerhaftigkeit

- Entwicklung von Additiven zur gezielten Beeinflussung von Kunststoffeigenschaften, z.B. hinsichtlich Materialsicherheit, Zuverlässigkeit, Versagenscharakteristik, Nachhaltigkeit, Ressourceneffizienz.
- Materialanalytik, Polymeranalytik und Charakterisierung.
- Methodenentwicklung bei analytischen Fragestellungen.
- Kinetik reaktiver Prozesse.



Prof. Dr. Rudolf Pfaendner
Bereichsleiter Kunststoffe
+49 6151 705-8605
rudolf.pfaendner@lbf.fraunhofer.de

Only cutting-edge products with reliable and rapid access to innovative and high-performance materials can be offered competitively on the world market today. Tailored plastics, plastic additives, plastic composites and plastic processing technologies play a central role in meeting high 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 design. 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 and the affects of weathering, reduced fire behavior, functions for the development of special optical properties, electric and thermal conductivity and with sensor and actuator functions.

At the same time, increasing demands on sustainability require new solutions in terms of a circular economy and recycling or the development of bioplastics.

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

The following three departments are complementary in their disciplines and methods.

Polymer Processing and Component Design

- Plastics processing: compounding, reactive extrusion and injection molding.
- Processing of the material into the component, prediction of mechanical properties.
- Interlinking of process- and material properties.
- Material modeling: material behavior under high strain rates and with multiaxial loading.

Polymer Synthesis

- Development of chemical syntheses for monomers, polymers, additives, reactive modifiers.
- Technical synthesis optimization and upscaling.
- Development and screening of thermosets.
- Specific adjustment of interface and surface properties.

Formulation Development and Durability

- Development of additives for customized modification of properties, e.g. with regard to material safety, reliability, failure characteristics, sustainability, resource efficiency.
- Materials analysis, polymer analysis and characterization.
- Development of analytical techniques.
- Kinetics of reactive processes.

"We develop long-lasting and safe plastics with improved recyclability as well as new technologies for an efficient circular economy."

FORSCHUNG MIT SYSTEM!

Systematic research!



Axel Kansy und Christian Erz
sind Experten für die Optimierung
von Gussbauteilen.

Axel Kansy and Christian Erz are
experts in optimization of cast
components.

**Detaillierte
Informationen online:**
[www.lbf-jahresbericht.de/
projekte19](http://www.lbf-jahresbericht.de/projekte19)

Detailed information online:
[www.lbf-jahresbericht.de/en/
projects19](http://www.lbf-jahresbericht.de/en/projects19)



Leistungsbereiche.

Key service areas.

Innovative Lösungen für die Märkte von heute und morgen zu erarbeiten, maßgeschneidert für unsere Kunden, systematisch vom Produktdesign bis zur Nachweisführung, in unseren zentralen Leistungsbereichen. Diesem Auftrag fühlen wir uns verpflichtet, dafür forschen wir.

Leichtbau: Ressourceneffizienter Systemleichtbau erfordert umfassende Methodenkompetenz. Für das Fraunhofer LBF ist dies seit jeher Arbeitsphilosophie, denn für maschinenbauliche Produkte, insbesondere für sicherheitsrelevante Komponenten, ist Leichtbau nicht ohne Betriebsfestigkeit denkbar.

Schwingungstechnik: Schwingungstechnisch optimierte Produkte und Systeme stellen wirtschaftlich, ökologisch und gesundheitlich relevante Güter dar. Am Fraunhofer LBF werden neben klassischen passiven Ansätzen auch aktive Maßnahmen zur Verbesserung der Systemdynamik eingesetzt. Die abschließende Bewertung der Systeme sichert Funktionalität und Zuverlässigkeit ab.

Zuverlässigkeit: Bei technischen Produkten und Systemen ist es nicht möglich, den Ausfall eines Bauteils oder des gesamten Systems vollständig auszuschließen. Deren Zuverlässigkeit ist nicht direkt messbar. Nicht zuletzt dank der Arbeiten und Forschungsergebnisse des Fraunhofer LBF sind heute viele technische Produkte dennoch ausgereift, robust und wartungsarm.

Polymertechnik: Maßgeschneiderte Kunststoffe tragen zur Lösung globaler Herausforderungen, z. B. in den Bereichen Mobilität, Gesundheit und Ernährung, bei. Nachhaltig ausgelegt können sie nach ihrem ersten Leben rezykliert oder aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden. Sie können mit Funktionen, wie elektrischer und thermischer Leitfähigkeit, Sensorik oder Flammenschutz, ausgestattet werden.

In our key service areas, we are committed to developing systems-based innovative solutions from product design to verification, tailored to our customers and destined for present and future markets. This is the purpose of our research.

Lightweighting: Resource-efficient lightweight design requires extensive methodological expertise. This has always been the work philosophy of Fraunhofer LBF because lightweight design without structural durability is inconceivable for mechanical engineering products, particularly safety-relevant components.

Vibration technology: Vibration-optimized products and systems represent goods that are relevant in economic, environmental and health terms. In addition to traditional passive approaches, Fraunhofer LBF also employs active measures to improve system dynamics. Final evaluation of the systems ensures functionality and reliability.

Reliability: The reliability of technical products and systems is not directly measurable. It is not possible to completely rule out failure of a component or an entire system. Nevertheless, thanks to the work and research results of Fraunhofer LBF, many technical products are now highly developed, robust and low-maintenance.

Polymer technology: Customized plastics help to meet the global challenges in mobility, communication, health, nutrition, climate protection, and safety. With sustainability in mind, plastics can be recycled after their first life cycle or they can be manufactured from renewable raw materials. They can also be designed with features such as electrical and thermal conductivity, sensor technology or flameproofing.



Projekte Leichtbau.

Projects lightweighting.



DIGITALER ZWILLING, PROZESSSICHERHEIT

Integrierte Sensoren sichern und überwachen Herstellung dickwandiger CFK-Strukturen.

Im Projekt »Infusion 4.0« werden faseroptische Sensoren zur Überwachung des Herstellungsprozesses großer Faserverbundbauteile im Vakuuminfusionsverfahren genutzt. Forschenden am Fraunhofer LBF ist es im Projekt gelungen, bislang versteckte Prozessabschnitte sichtbar und digital kontrollierbar zu machen und damit die Prozesssicherheit zu erhöhen.



MULTIMATERIAL-BAUWEISE

Schwingfestigkeitsuntersuchung von hybrid gefügten bauteilähnlichen Napfproben in Multi-Materialbauweise.

Die Verwendung von bauteilähnlichen Napfproben liefert Erkenntnisse über die Schwingfestigkeitseigenschaften von Strukturauteilen, die nicht an den üblichen einfach überlappenden Standardproben ermittelt werden können. Diese dienen der Validierung von bestehenden numerischen Methoden zur Lebensdauerabschätzung und zeigen real auftretende Schädigungsmechanismen.



NACHHALTIGER TRANSPORT, MATERIAL ENGINEERING

Gewichtsreduzierung von Großserienfahrzeugen und Komponenten unter Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus.

Das EU-Projekt steht für innovative Leichtbauwerkstoffe und Fertigungstechnologien sowie für deren Anwendbarkeit und beschleunigte Einführung für die kommenden Fahrzeugmodellgenerationen. Im Projekt validierte das Fraunhofer LBF erforderliche Struktureigenschaften für physikalische Demonstratoren auf Modulebene.

DIGITAL TWIN, PROCESS RELIABILITY

Integrated sensors secure and monitor the manufacture of thick-walled CFRP structures.

In the “Infusion 4.0” project, fiber optic sensors are used in the vacuum infusion process to monitor the manufacturing process of large fiber composite components. Researchers at Fraunhofer LBF have managed to make previously hidden process phases visible and to enable their digital monitoring, thereby increasing process reliability.

MULTI-MATERIAL DESIGN

Fatigue strength testing of hybrid joined dish samples of similar components in multi-material design.

By using dish samples of similar components, it is possible to obtain findings on the fatigue strength properties of structural components that cannot be determined using the usual single-overlap standard samples. These are used to validate existing numerical methods for life span assessment and show damage mechanisms that really occur.

SUSTAINABLE TRANSPORT, MATERIAL ENGINEERING

Weight reduction of volume production vehicles and components considering the entire life cycle.

The EU project stands for lightweight structures materials and manufacturing technologies as well as their suitability for use and accelerated introduction for future vehicle model generations. Fraunhofer LBF validated required structural properties for physical demonstrators at the module level during the project.

**Detaillierte
Informationen online:**
[www.lbf-jahresbericht.de/
leichtbau19](http://www.lbf-jahresbericht.de/de/leichtbau19)

Detailed information online:
[www.lbf-jahresbericht.de/en/
lightweight19](http://www.lbf-jahresbericht.de/en/lightweight19)



ELASTOMER, LEICHTBAU, PANZERUNG

Leichte Schutzpanzer dank neu entwickeltem Elastomer.

Mehrschichtige Panzerungen sind eine kosten- und gewichtseffiziente Alternative zu klassischen Stahlpanzerungen in zivilen Anwendungen. Aufgrund ihrer viskoelastischen Eigenschaften und ihrer Fähigkeit, kinetische Energie in Wärme umzuwandeln, sind Elastomere vielversprechende Kandidaten. Im Fraunhofer LBF wurde eine Elastomerermischung für eine verbesserte ballistische Schutzwirkung entwickelt und getestet.

ENERGIESPEICHER, ULTRALEICHTBAU

Hochvolt-Energiespeicher in Leichtbauweise für elektrifizierte Sattelaufleger.

Alternative Antriebe zur Erreichung von Emissionszielen sind längst auch Entwicklungs- motor für Nutzfahrzeuge. Großes Potenzial für die CO₂-Minderung von Lkw bieten hybridelektrische Zugmaschinen oder neue Antriebskonzepte für Nutzfahrzeug-Anhänger. Im Fraunhofer LBF wurde ein besonders leichter Hochvolt-Energiespeicher für einen elektrisch angetriebenen Sattelaufleger entwickelt.

NUMERISCHE SIMULATION, EFFIZIENTE PRODUKTENTWICKLUNG

Kostengünstiger und nachhaltiger Leichtbau durch effiziente numerische Methoden.

Ausführliche Informationen auf Seite 28.

ELASTOMER, LIGHTWEIGHTING, ARMORING

Light protective armors thanks to newly developed elastomer.

Multi-layered armoring is a cost-efficient, low-weight alternative to traditional steel armor in civil applications. Their visco-elastic properties and their capacity to convert kinetic energy to heat make elastomers promising candidates. An elastomer mixture for an improved ballistic protective effect was developed and tested at Fraunhofer LBF.

ENERGY STORAGE, ULTRA-LIGHTWEIGHT DESIGN

High-voltage energy storage in lightweight construction for electrified semi-trailers.

Alternative drives to reach emission targets have also been an engine for development for utility vehicles for a long time. Hybrid-electrical tractors or new drive designs for utility vehicle trailers offer great potential for reducing the CO₂ emissions from trucks. A particularly light high-voltage energy storage unit for a semi-trailer using an electric drive was developed at Fraunhofer LBF.

NUMERICAL SIMULATION, EFFICIENT PRODUCT DEVELOPMENT

Cost-effective and sustainable lightweight construction through efficient numerical methods.

See Page 28 for detailed information.

NUMERISCHE SIMULATION, EFFIZIENTE PRODUKTENTWICKLUNG

Kostengünstiger und nachhaltiger Leichtbau durch effiziente numerische Methoden.

Cost-effective and sustainable lightweight construction through efficient numerical methods.

Bislang steht der hohe Preis von Leichtbau-Komponenten einer durchgängigen und umfassenden Anwendung im Automobilsektor entgegen. Soll sich der Leichtbau für den Großteil verbauter Autokomponenten durchsetzen, müssen deren Gesamtbetriebskosten gesenkt werden. Im EU-Projekt »ALLIANCE« haben sich dazu sechs große Automobilhersteller, sechs Komponenten- und Materialzulieferer sowie verschiedene Forschungseinrichtungen zusammengeschlossen.

Parametrische Modelle für vielseitigen Einsatz

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Fraunhofer LBF entwickelten im Projekt u. a. parametrische und effiziente numerische Modelle für einzelne Fahrzeugkomponenten. Diese Komponenten wurden mittels Finite-Elemente-Modellen detailliert beschrieben und durch Verfahren der parametrischen Modellordnungsreduktion soweit vereinfacht, dass diese im Zeitbereich oder in Echtzeit gelöst werden können. Mittels multidisziplinärer Mehrzieloptimierung ist es möglich, optimale Designparameter zu bestimmen und die Wechselwirkungen zwischen verschiedenen physikalischen (z. B. mechanisch, akustisch) und nicht-physikalischen (z. B. Kosten, Umwelteinfluss) Domänen unmittelbar zu berücksichtigen. Zudem kann der Komponentenentwurf effizient und zielgerichtet in den Gesamtsystemkontext integriert werden und trägt somit zur Vereinfachung und Beschleunigung des Entwicklungsprozesses bei. Im Projekt ALLIANCE wurden die mechanischen Eigenschaften, die Kosten und der resultierende Umwelteinfluss ganzheitlich für den Lebenszyklus von Leichtbaukomponenten betrachtet und bewertet.

Die Optimierung der Materialeigenschaften von Bauteilen kann zudem gemeinsam mit schwingungs-technischen Maßnahmen (z. B. Tilger, Isolation, aktive Motorlager) im Hinblick auf Leichtbau, NVH und Kosten durchgeführt werden. Darüber hinaus ist die Definition von frequenz- oder amplitudenabhängigen Materialeigenschaften durch die parametrische Beschreibung der ordnungsreduzierten Modelle möglich.

Im Kontext der Digitalisierung ergeben sich für die entwickelten parametrischen Modelle zusätzlich mögliche Anwendungsszenarien als digitaler Zwilling. Die in den Entwicklungsphasen erzeugten echtzeitfähigen numerischen Modelle können zukünftig im operativen Betrieb zur Zustandsüberwachung und Zustandskontrolle verwendet werden. Bei der Überwachung werden die im Modell berechneten Werte als virtuelle Sensorik eingesetzt oder für einen automatisierten Online-Modellabgleich.

Leichtbau muss nicht teuer sein

Insgesamt wurden im Projekt ALLIANCE Leichtbau-Konzepte und Technologien entwickelt und diese konsequent auf Systemebene bezüglich der Einsparung von Masse, Kosten und Treibhauspotenzial bewertet und optimiert. Bei unterschiedlichen Fahrzeugkomponenten konnte das Gewicht um bis zu 30 Prozent reduziert werden – und das bei Kosten von lediglich 3 Euro pro eingespartem Kilogramm.



Leichtbau
lightweighting



*Präsentation der Ergebnisse auf dem
öffentlichen Abschlussmeeting in Aachen.
Presentation of the results at the
public final meeting in Aachen.*

**Detaillierte
Informationen online:**
www.lbf-jahresbericht.de/nachhaltiger-leichtbau19

Detailed information online:
www.lbf-jahresbericht.de/en/sustainable-lightweight19



Until now, the high price of lightweight components has presented an obstacle to their thorough and comprehensive application in the automotive sector. If lightweight construction is to prevail for the majority of mounted automotive components, its overall operating costs have to be reduced. For this purpose, six large automotive manufacturers, six component and materials suppliers as well as various research institutes have joined forces in the "ALLIANCE" EU project.

Parametric models for multi-faceted application

In the project, scientists at Fraunhofer LBF developed parametric and efficient numeric models for individual vehicle components. These components were described in detail using finite-element models and simplified by parametric model order reduction methods to the point where they can be solved in time-domain or in real-time simulations. Multidisciplinary multi-objective optimization enables optimal design parameters to be determined and allows for the observation of interactions between highly diverse physical (e.g. mechanical, acoustic) and non-physical (e.g. costs, environmental impact) domains. In addition, the virtual prototype may be integrated on system level efficiently and in a targeted manner, thus helping to simplify and accelerate the development process. The mechanical properties, costs and resulting global warming potential have been observed and evaluated comprehensively for the life cycle of lightweight components in the "ALLIANCE" project.

The optimization of the material properties of components can also be carried out in combination with vibration reduction measures (e.g. absorbers, insulation, active engine mounts) in relation to lightweight construction, NVH and costs. Frequency or amplitude-dependent material properties can also be defined through the parametric description of the order-reduced model.

In the context of digitization, possible application scenarios additionally arise as digital twins for the developed parametric models. The real-time numerical models generated during the development phases may be used during operation for condition monitoring and control in the future. The values calculated in the model are used during the observation as virtual sensor systems or to carry out an automated online model comparison.

Lightweight construction does not need to be expensive

Overall, in the "ALLIANCE" project, lightweight designs and technologies were developed and consistently evaluated and optimized on system level in terms of savings of mass, costs and global warming potential. In various vehicle components, the weight could be reduced by up to 30 percent – and this at costs of only 3 euros per kilogram saved.

ANSPRECHPARTNER | CONTACT

Christoph Tamm
+49 6151 705-8431
christoph.tamm@lbf.fraunhofer.de



MECHANICAL HARDWARE-IN-THE-LOOP

AHEAD-HyTest – Technologietransfer für agilere Prüfstände.

Weniger physische Prototypen, schnellerer Erkenntnisgewinn bei Laborversuchen und ein agileres Reagieren auf wechselnde Anforderungen an Prüfstände. Im Fraunhofer LBF wurden neue Lösungen in den Bereichen der Prüfstands-Komponenten, Prüfstände und Schwingungstechnik entwickelt. Im Projekt AHEAD-HyTest arbeitet ein Team daran, diese Technologien mit Partnern in den Markt zu bringen.



SYSTEMZUVERLÄSSIGKEIT, MEDIZINTECHNIK

Beatmungsgeräte auf Herz und Nieren getestet.

Beatmungsgeräte, zur intensivmedizinischen Behandlung in Krankenhäusern, sind komplexe mechatronische Systeme, bei denen ein perfektes Zusammenspiel aller Hardware- und Softwarekomponenten unter diversen Umgebungseinflüssen erforderlich ist. Die strategische Partnerschaft des Fraunhofer LBF mit dem Hersteller hat das Ziel, gemeinsam die Zuverlässigkeit und Qualität medizinischer Geräte weiter zu erhöhen.

MECHANICAL HARDWARE-IN-THE-LOOP

AHEAD-HyTest – Technology transfer for more agile test benches.

Fewer physical prototypes, faster knowledge gaining in lab trials and more agile reactions to changing requirements on test benches. New solutions were developed at Fraunhofer LBF in the areas of test bench components, test benches and vibration technology. In the AHEAD-HyTest project, a team is working on placing these technologies on the market with partners.

SYSTEM RELIABILITY, MEDICAL TECHNOLOGY

Ventilators tested on heart and kidneys.

Ventilators for intensive medical treatment in hospitals are complex mechatronic systems in which a perfect interplay of all hardware and software components is required under a range of environmental influences. The strategic partnership between Fraunhofer LBF and the manufacturer aims to further increase the reliability and quality of medical devices by working together.



Detaillierte

Informationen online:

[www.lbf-jahresbericht.de/de/
schwingung19](http://www.lbf-jahresbericht.de/de/schwingung19)

Detailed information online:

[www.lbf-jahresbericht.de/en/
vibration19](http://www.lbf-jahresbericht.de/en/vibration19)



DYNAMISCHE STEIFIGKEIT, GUMMI-METALL-LAGER

Charakterisierung von Elastomerbauteilen für den Betriebsfestigkeits- und NVH-Bereich.

Fahrwerks- bzw. Motorlager aus Elastomeren müssen vielfältige Anforderungen in zwei Frequenzbereichen erfüllen. Im niedrfrequenten Bereich steht das Dämpfen dynamischer Lastamplituden im Fokus. Im hochfrequenten Bereich wird die Optimierung der Schwingungseigenschaften betrachtet. Die Zusammenführung beider Frequenzbereiche im Entwicklungsprozess ist unerlässlich.

DYNAMIC RIGIDITY, RUBBER METAL BEARING

Characterization of elastomer components for the structural durability and NVH area.

Chassis and engine bearings made of elastomers have to fulfill a range of demands in two frequency ranges. The absorption of dynamic strain amplitudes is the focal point in the low-frequency range, while in the high-frequency range, the optimization of the vibration characteristics is observed. It is essential that both frequency ranges be merged during the development process.



ENERGY HARVESTER, ZUSTANDSÜBERWACHUNG

Produktnahe energieautarke Sensoren in rotierenden Systemen.

Intelligente Antriebssysteme zeichnen sich durch eine kontinuierliche Überwachung der Betriebszustände aus. Mittels Sensoren auf Antriebswellen können rotierende Bauteile, z. B. in Echtzeit überwacht werden. Hierfür kann der am Fraunhofer LBF entwickelte Energy Harvester zur Energieversorgung von Sensoren eingesetzt werden. Besonderer Vorteil ist die einfache Installation an bestehende Komponenten.

ENERGY HARVESTER, CONDITION MONITORING

Product-related energy self-sufficient sensors in rotating systems.

Intelligent drive systems feature continuous monitoring of the operating conditions. Sensors on drive shafts enable the monitoring of rotating parts, e.g. in real time. The energy harvester developed at Fraunhofer LBF for the energy supply of sensors can be used for this purpose. The easy installation on existing components is a particular advantage.



LEICHTBAU, SCHWINGUNGSMINDERUNG

Optimierter Leichtbau unter Berücksichtigung des vibro-akustischen Verhaltens der Fahrzeugstruktur.

Ausführliche Informationen auf Seite 32.

LIGHTWEIGHTING, VIBRATION REDUCTION

Optimized lightweighting taking into account the vibro-acoustic behavior of the vehicle structure.

See Page 32 for detailed information.



OPTIMIERUNG, LEICHTBAU, SCHWINGUNGSMINDERUNG

Optimierter Leichtbau unter Berücksichtigung des vibro-akustischen Verhaltens der Fahrzeugstruktur.

Optimized lightweighting taking into account the vibro-acoustic behavior of the vehicle structure.

Der Mobilitätssektor steht für etwa 30 Prozent des Energieverbrauchs in Deutschland. Hersteller und Zulieferer sind bestrebt, durch effizientere Fahrzeuge eine nachhaltige Mobilität zu schaffen. Dabei nimmt der Strukturleichtbau eine entscheidende Rolle ein. Daraus ergeben sich Zielkonflikte, die in stark beschleunigten Entwicklungszyklen nur durch neuartige Komponenten und Entwicklungsprozesse aufgelöst werden können.

Ziel des vom BMWi geförderten Projekts »LeichtFahr« war es, durch den Einsatz neuartiger Komponenten deutliche Gewichtseinsparungen im Gesamtfahrzeug zu realisieren und gleichzeitig das vibro-akustische Komfortverhalten des Fahrzeugs nicht zu beeinträchtigen.

Neues Simulationstool zur Optimierung von Leichtbaupotenzialen

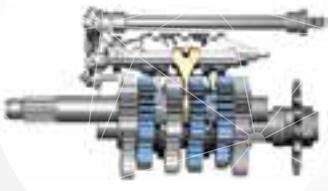
Im Rahmen des Projekts entwickelten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler eine Methodik zur ganzheitlichen vibro-akustischen Fahrzeugsimulation und -optimierung. Die zeitdiskrete Signalverarbeitung für adaptronische Maßnahmen wurde in der Simulationsumgebung mit Aktor- und Sensormodellen sowie mit Strukturmodellen auf Basis von analytischen, numerischen und experimentellen Untersuchungen verknüpft. Dabei wurden neben klassischen Modellierungsverfahren wie der Finite-Elemente-Methode auch neuronale Netze zur Nachbildung des strukturdynamischen Verhaltens und heuristische Optimierungsverfahren, die besonders geeignet sind, vielparametrische Probleme mit lokalen Minima zu lösen, erfolgreich erprobt.

Prototypische Umsetzung der Simulationsergebnisse

Die KMU Partner und die Forschungspartner entwickelten dazu ein integriertes Simulations- und Entwicklungstool auf Basis der bei den beteiligten Industriepartnern eingesetzten Standardsoftware. Mithilfe der Software wurden am Beispiel eines aktiven Motorlagers und einer Leichtbaugetriebebrücke aus Kunststoff-Metall-Verbund aktive Maßnahmen und Leichtbaustrukturen im Fahrzeug ausgelegt und anschließend prototypisch in einem Fahrzeug implementiert. Durch den Einsatz des aktiven Motorlagers konnte der Eintrag der dominanten Motorordnungen in die Fahrzeugstruktur verringert werden. Durch die »Verbund-Getriebebrücke« ergibt sich gleichzeitig eine erhebliche Gewichtsreduktion und eine verbesserte Schwingungsdämpfung. Die Demonstrationsfahrzeuge wurden gemeinsam von den Industrie- und den Forschungspartnern umgesetzt und dienen als Entscheidungsgrundlage für die Serienentwicklung.

Zielkonflikt zwischen Leichtbau, Komfort und Leistung aufgelöst

Durch die im Vorhaben entwickelten Komponenten und Methoden können die beteiligten Partner Leichtbaupotenziale im Fahrzeubau erschließen und dadurch die Effizienz der Fahrzeuge steigern sowie die Fahrzeugemissionen verringern. Die Entwicklung neuartiger, ganzheitlicher Simulations-, Optimierungs- und Prognosemethoden in frühen Entwicklungsphasen und entlang des gesamten Entwicklungsprozesses ermöglicht die Implementierung adaptiver und aktiver Systeme, die zur Auflösung von Zielkonflikten zwischen Leichtbau, Komfort und Leistung beitragen.



*Mehr Komfort dank optimiertem Leichtbau.
More comfort thanks to optimized lightweight design.*



The transport sector constitutes roughly 30 percent of the energy consumption in Germany. Manufacturers and suppliers are striving to provide sustainable transportation by making vehicles more efficient. Structural lightweighting is playing a leading role here. This leads to conflicting requirements, which, in highly accelerated development cycles, can only be solved through innovative components and development processes.

The aim of "LeichtFahr", a project sponsored by the German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, was to achieve significant weight savings in the vehicle as a whole using innovative components and to do so without reducing the vehicle's vibro-acoustic comfort behavior.

New simulation tool for the optimization of lightweighting potential

As part of the project, scientists developed a method for comprehensive vibro-acoustic vehicle simulation and optimization. In the simulation environment, the time-discrete signal processing for the adaptronic measures was linked with actor and sensor models as well as with structural models based on analytical, numeric and experimental tests. In the process, alongside traditional modeling procedures such as the finite element method, neuronal networks have proven fitness for structural dynamics simulation and heuristic optimization processes have shown they are particularly suited the solution of multivariate problems with local minima.

Prototype implementation of the simulation results

For this purpose, the SME partners and research partners developed an integrated simulation and development tool based on the standard software used among the industry partners involved.

Detaillierte

Informationen online:

www.lbf-jahresbericht.de/optimierter-leichtbau19

Detailed information online:

www.lbf-jahresbericht.de/en/optimized-lightweighting19



With the help of the software, active measures and lightweight structures were designed and then implemented as prototypes in a vehicle. This was done based on the example of an active engine mount and a lightweight transmission crossmember made of a plastic-metal composite. The use of the active engine mount enabled a cancellation of the dominant engine orders introduction into the vehicle structure. At the same time, the composite transmission crossmember allows for a significant reduction in weight and improved vibration absorption. Industry and research partners jointly implemented the demonstration vehicles that now provide the basis for decision making for serial development.

Conflicting goals of lightweighting, comfort and performance solved

Through the components and methods developed in the project, the partners involved can exploit new potentials in lightweight vehicle design, thus increasing the efficiency of the vehicles and reducing vehicle emissions. The development of innovative, integrated simulation, optimization and prognosis methods in early development phases and throughout the entire development process enables the implementation of adaptive and active systems, which contribute to the solution of conflicts between the requirements of lightweighting, comfort and performance.

ANSPRECHPARTNER | CONTACT

Heiko Atzrodt

+49 6151 705-349

heiko.atzrodt@lbf.fraunhofer.de

Georg Stoll

+49 6151 705-8528

georg.stoll@lbf.fraunhofer.de



Projekte Zuverlässigkeit.

Projects reliability.



GIESSEN, LOKALES WERKSTOFFVERHALTEN

Digitale Vernetzung für leichtbau-optimierte Gussbauteile.

Zur Lebensdauerbeurteilung von Gussbauteilen werden neben der reinen Werkstoffbeanspruchung Informationen aus der Gießsimulation und der zerstörungsfreien Bauteilprüfung einbezogen. Fraunhofer Forschende schätzen dabei vorab die Lage möglicher Werkstofffuganzen ab und überführen diese in numerische Umgebungen. So können Ungänzen gezielt vermieden und die Bauteillebensdauer optimiert werden.



VERBUNDWERKSTOFFE, HOCHAUFTRIEBSHILFE

Morphing Technologien für die Luftfahrt der Zukunft.

Seinen Betrag zu einem leisen, sicheren und energieeffizienten Luftverkehr leistet das Fraunhofer LBF mit dem Projekt »Morphing Leading Edge«. Die verformbare Flügelvorderkante passt sich den jeweils aktuellen aerodynamischen Anforderungen an: So erhöht sich z.B. im Langsamflug die Wölbung des Flügels und damit der Auftrieb, ohne dass sich Spalten öffnen, die Umströmungslärm und Luftwiderstand erzeugen.



ELASTOMERALTERUNG, SPANNUNGSRELAXATION

Mehrkanaliger Prüfstand zur Erfassung der Gummialterung.

Für die Produktentwicklung und Lebensdauervorhersage von Elastomerbauteilen wie Dichtungen oder Reifen müssen die zugrundeliegenden Alterungs- und Versagensmechanismen verstanden und modelliert werden. Mit Hilfe des am Fraunhofer LBF entwickelten mehrkanaligen Prüfstands zur Spannungsrelaxation von Elastomeren können sechs Temperaturen zeitgleich getestet werden.

CASTING, LOCAL MATERIAL BEHAVIOR

Digital networking for lightweighting-oriented cast components.

In order to assess the lifetime of cast components, information from the casting simulation and the non-destructive part inspection was integrated along with the simple material stress. In doing so, Fraunhofer researchers firstly assess the situation of possible material deficiencies and transfer these to numerical environments. Deficiencies can therefore be avoided in a targeted manner and the part lifetime can be optimized.

COMPOSITE MATERIALS, HIGH-LIFT FLAPS

Morphing technologies for the aviation of the future.

In the "Morphing Leading Edge" project, Fraunhofer LBF makes a contribution to quiet, safe and energy-efficient aviation. The malleable wing leading edge adjusts to the respective current aerodynamic requirements: The wing curvature, and therefore also its uplift, increases e.g. during slow flight. However, in this case, gaps which would result in flow noise and air resistance do not open.

ELASTOMER AGING, STRESS RELAXATION

Multi-channel test bench to determine rubber aging.

For the product development and lifetime prediction of elastomer parts such as seals or tires, the underlying aging and malfunction mechanisms have to be understood and modeled. With the help of the multi-channel test bench for the stress relaxation of elastomers developed at Fraunhofer LBF, six temperatures can be tested at the same time.

**Detaillierte
Informationen online:**
[www.lbf-jahresbericht.de/
zuverlaessigkeit19](http://www.lbf-jahresbericht.de/de/zuverlaessigkeit19)

Detailed information online:
[www.lbf-jahresbericht.de/en/
reliability19](http://www.lbf-jahresbericht.de/en/reliability19)



CONDITION MONITORING, AUTOMATISIERUNG

Kostenoptimierung durch Fehlerdetektion in digitalisierten und vernetzten Fertigungsprozessen.

Ein neuer Ansatz des Fraunhofer LBF zur Identifikation von Defekten in Fertigungsprozessen mit schwerwiegenden und kostenintensiven Folgen ist eine Fehleranalyse in Kombination mit bayesschen Netzwerken. Sie berücksichtigt die Wirksamkeit von Fehlererkennung und Condition Monitoring Systemen und beziffert die dadurch erreichbare Kosteneinsparung.

CONDITION MONITORING, AUTOMATION

Cost optimization through error detection in digitized and networked production processes.

Error analysis combined with Bayesian networks is a new approach of Fraunhofer LBF to identify defects in production processes with severe and cost-intensive consequences. It takes into account the effectiveness of error detection and conditioning monitoring systems and estimates the cost savings that can be achieved as a result.



REALITÄTSNAHE PRÜFUNG, FAHRZEUGMODELL

Hardware-in-the-Loop Prüfungen von Traktionsbatterien von Elektrofahrzeugen.

Die technologische Entwicklung von Traktionsbatterien zählt als einer der entscheidenden Faktoren für die erfolgreiche Etablierung der Elektromobilität. Die Digitalisierung einzelner Schritte im Absicherungsprozess ermöglicht es, diesen modular aufzubauen sowie zu verkürzen. Batteriehersteller und OEM können damit ihren Produktentwicklungsprozess ökonomischer gestalten.

TESTING BASED ON REALISTIC SITUATIONS, VEHICLE MODEL

Hardware in the loop testing of electric car traction batteries.

The technological development of traction batteries is one of the key factors in successfully establishing electromobility. Digitalization enables the modular structuring as well as the shortening of individual steps in the validation process. This allows battery manufacturers and OEMs to structure their product development process more economically.



QUALITÄTSPRÜFUNG, INLINE-MONITORING

Schwingungsbasierte Strukturüberwachung mittels eines adaptiven EMI-Messkopfs.

Ausführliche Informationen
auf Seite 36.

QUALITY INSPECTION, INLINE-MONITORING

Vibration-based structural monitoring using an adaptive EMI measuring head.

See **Page 36** for detailed information.



INLINE MONITORING, QUALITÄTSPRÜFUNG, PIEZOELEKTRISCHER WANDLER

Schwingungsbasierte Strukturüberwachung mittels eines adaptiven EMI-Messkopfs.

Vibration-based structural monitoring using an adaptive EMI measuring head.

Hersteller struktureller Komponenten in allen industriellen Branchen stehen der Herausforderung gegenüber, dass sie die gewünschte Qualität sowie die Betriebsfestigkeit ihrer Produkte über die Lebenszeit sicherstellen müssen. Ein vielversprechendes Verfahren in der zerstörungsfreien Prüfung basiert auf der Messung der elektromechanischen Impedanz. Das Fraunhofer LBF hat eine innovative Methode entwickelt, die es erlaubt, mittels eines adaptiven Messkopfs schwingungsbasiert und zerstörungsfrei den Zustand einer Struktur anhand der elektromechanischen Impedanz zu prüfen.

Konventionell wird für die Erfassung der elektromechanischen Impedanz einer Struktur ein piezoelektrischer Wandler auf deren Oberfläche geklebt, um die elektromechanische Kopplung herzustellen. Nachteilig bei diesem Verfahren ist, dass der Wandler nach der Messung nur mit großem Aufwand entfernt werden kann und dadurch das Risiko besteht, die Struktur zu beschädigen. Dies führte bisher zu einer eingeschränkten Anwendbarkeit des Verfahrens, da der Messpunkt nicht flexibel geändert werden konnte und die Sensorik dauerhaft im Bauteil verbleiben musste. Daher hat ein Technologietransfer in die Industrie bisher nur für stationäre Anwendungen stattgefunden.

Innovatives Messsystem mit hoher Sensitivität

Fraunhofer Forscherinnen und Forscher haben ein Messsystem entwickelt, das die genannten Einschränkungen überwindet und die automatisierte Untersuchung von Strukturauteilen ermöglicht. Dabei stellte die Integration des Messsystems in ein der Industrie entsprechendes Produktionsumfeld einen Schwerpunkt der Arbeit dar. Sie konnten alle relevanten Hard- und Softwareschnittstellen der Fertigungsanlage berücksichtigen und haben

die Funktionsfähigkeit des realisierten Systems in der Produktionsanlage aufgezeigt.

Die Einzigartigkeit des am Fraunhofer LBF entwickelten Messkopfs besteht darin, dass er ohne zusätzliches Koppelungsmedium lediglich an die Prüfstruktur angedrückt wird und damit ohne Beschädigung dieser auch wieder entfernt werden kann. Der Messkopf ist imstande, simultan die Prüfstruktur anzuregen und die elektromechanische Impedanz zu messen. Dabei hat der Messkopf mit weniger als 500 mW einen geringeren elektrischen Leistungsbedarf als konventionelle zerstörungsfreie Messverfahren deren Energieverbrauch um eine Größenordnung höher liegt. Auch im Hinblick auf die einstellbare, hohe Sensitivität ist der Messkopf herkömmlichen Verfahren überlegen und kann in der Identifikation von strukturellen Änderungen Mehrwert für den Kunden aus der Prüf- und Messtechnik bis hin zu Endanwendern in der Automobil- und Luftfahrtindustrie generieren.

Zerstörungsfrei, schnell, automatisiert:

So lässt sich die Identifikation von struktureller Änderung mit dem neuen EMI-Messkopf des Fraunhofer LBF kurz und knapp beschreiben. Egal, ob Inline oder Offline Detektion, die höhere Sensitivität des Verfahrens, referenzbasierte Messungen, kurze Messzeiten und flexible Anpassung an unterschiedliche Positioniereinheiten ermöglichen schnellere und zuverlässigere Rückschlüsse auf Qualitätsabweichungen oder lokale Strukturänderungen (Schäden) als z. B. akustische oder optische Systeme.

Zuverlässigkeit
reliability



*Neues Verfahren zur Strukturüberwachung.
It's time to analyze structures.*



Manufacturers of structural components in all industrial sectors are faced with the challenge of ensuring the desired quality as well as the structural durability of their products across their lifetime. One promising procedure in non-destructive testing is based on the measurement of the electromechanical impedance. Fraunhofer LBF has developed an innovative method that enables the vibration-based and non-destructive testing of a structure's condition based on electromagnetic impedance using an adaptive measuring head.

The conventional procedure to determine the electromagnetic impedance of a structure involves attaching a piezo electrical converter to its structure in order to establish electromagnetic coupling. The disadvantage of this procedure is that the converter can only be removed after the measurement with significant effort and this carries the risk of damaging the structure. Up to now, this has led to a restricted applicability of this procedure, since the measuring point could not be changed in a flexible manner and the sensor system had to remain in the part over the long term. As a result, the transfer of the technology to industry has so far been limited to stationary applications.

Innovative highly sensitive measuring system
Fraunhofer researchers have developed a measuring system which overcomes the aforementioned limitations and enables the automated inspection of structural components. A focal point in this work was the integration of the measuring system into a real-life industry production environment. They managed to take into account all relevant hardware and software interfaces of the production facility and showed the functional capacity of the realized system in this facility.

Detaillierte

Informationen online:

[www.lbf-jahresbericht.de/
emi-messkopf19](http://www.lbf-jahresbericht.de/emi-messkopf19)

Detailed information online:

[www.lbf-jahresbericht.de/en/
emi-measuring19](http://www.lbf-jahresbericht.de/en/emi-measuring19)



The unique feature of the measuring head developed at Fraunhofer LBF is that it is only pressed up against the test structure without the use of any additional coupling medium and can thus be removed afterwards without causing it any damage. The measuring head is able to simulate the test structure and measure the electromagnetic impedance at the same time. At less than 500 mW, the measuring head has a lower demand for electrical power than conventional non-destructive measurement procedures whose energy consumption is greater. The measuring head is superior to customary procedures as it is adjustable and highly sensitive and by identifying structural changes it can generate added value for customers from inspection and measuring technology through end users in the automotive and aviation industry.

Non-destructive, fast, automated:

This is how the identification of structural change using the new EMI measuring head of the Fraunhofer LBF can be described in a nutshell. When it comes to either inline or offline detection, the high sensitivity of the procedure, reference-based measurements, short measuring times and flexible adjustment to various positioning units enable faster and more reliable conclusions to be drawn about quality deviations or local structural changes (damage) than for example acoustic or optical systems.

ANSPRECHPARTNERIN I CONTACT

Ye Ji Park

+49 6151 705-653

ye.ji.park@lbf.fraunhofer.de

Conchin Contell Asins

+49 6151 705-8462

conchin.contell.asins@lbf.fraunhofer.de



Projekte Polymertechnik.

Projects polymer technology.



NACHHALTIGKEIT, BIOPOLYMERE

Circular Plastics Economy: Beschleunigter Abbau von Biokunststoffen.

Kunststoffe tragen zur Energie- und Ressourcenschonung bei und werden doch in einer nachhaltigen Wirtschaft kritisch betrachtet. Im Fraunhofer-Exzellenzcluster »Circular Plastics Economy« arbeiten neben dem Fraunhofer LBF mehrere Institute an Lösungen zur Verlängerung der Materiallebensdauer, verbesserter Rezyklierbarkeit und der Entwicklung biobasierter schnell biologisch abbaubarer Kunststoffe.



WÄRMELEITENDE KUNSTSTOFFE, THERMOMANAGEMENT

Entwicklung wärmeleitfähiger Polymerblends.

Die geringe thermische Leitfähigkeit von Polymeren begrenzt deren Einsatz in Anwendungen, bei denen Wärme übertragen werden muss. Durch die Zugabe hoher Gehalte funktionaler Füllstoffe kann diese zwar erhöht werden, dadurch verschlechtern sich jedoch zahlreiche andere Eigenschaften. Im Forschungsvorhaben »HEATCOP« werden neue Strategien zur Reduktion des Füllstoffgehalts untersucht und entwickelt.



KUNSTSTOFFRECYCLING, DRUCKWASSER-EXTRAKTION

Untersuchung von Limonen-Rückständen in HDPE-Flaschenmaterial.

Der Geruch von Rezyklaten beeinträchtigt die Materialqualität aufbereiteter Kunststoffe und damit deren Anwendungsmöglichkeiten. Im Fraunhofer LBF wurde daher ein umweltfreundliches Extraktionsverfahren entwickelt, um Tracer-Duftstoffe aus kommerziellen HDPE-Kunststoff-Verpackungen zu entfernen. Das Verfahren funktioniert ohne organische Lösemittel, spart Kosten und schont die Umwelt.

SUSTAINABILITY, BIOPOLYMERS

Circular Plastics Economy: Accelerated disintegration of bioplastics.

Plastics contribute to the conservation of energy and resources, and yet they are viewed critically in a sustainable economy. In the Fraunhofer "Circular Plastics Economy" cluster of excellence, alongside Fraunhofer LBF, several institutes are working on solutions for the extension of material lifetimes, improved recyclability and the development of bio-based fast-disintegrating plastics.

HEAT-CONDUCTING PLASTICS, THERMAL MANAGEMENT

Development of polymer blends with heat-conducting capacity.

The use of polymers is limited in applications requiring heat conduction due to their low thermal conductivity. Although this can be increased by adding high quantities of functional fillers, numerous other properties deteriorate as a result. New strategies for reducing the filler content are being investigated and developed in the "HEATCOP" research project.

PLASTIC RECYCLING, PRESSURIZED WATER EXTRACTION

Investigation of lime residues in HDPE bottle material.

The odor of recycled materials compromises the material quality of processed plastics and thus their possible applications. An environmentally friendly extraction process has therefore been developed at Fraunhofer LBF to remove tracer artificial aromas from commercial HDPE plastic packaging. The procedure works without an organic solvent, saves costs and protects the environment.

**Detaillierte
Informationen online:**
[www.lbf-jahresbericht.de/
polymertechnik19](http://www.lbf-jahresbericht.de/polymertechnik19)

Detailed information online:
[www.lbf-jahresbericht.de/en/
polymer19](http://www.lbf-jahresbericht.de/en/polymer19)



KUNSTSTOFFADDITIVIERUNG, NACHHALTIGKEIT

Entwicklung nachhaltiger und biobasierter Flammschutzmittel für technische und biobasierte Kunststoffe.

Im Projekt »SusFireX« entwickelten die Fraunhofer-Institute LBF und UMSICHT gemeinsam neue phosphorhaltige Flammschutzmittel mit hoher Effizienz, besonders in synergistischen Formulierungen. Ausgangsbasis sind dabei biobasierte Plattformchemikalien, die nach dem »Baukastenprinzip« mit unterschiedlichen Phosphorverbindungen zur Reaktion gebracht werden.

KURZGLASFASERVERSTÄRKTE THERMOPLASTE, MECHANISCHE CHARAKTERISIERUNG

Integrative Simulation: Verbesserung der Prognosegüte.

Die mechanischen Eigenschaften spritzgossener Bauteile aus kurzfaserverstärkten Thermoplasten sind maßgeblich von den Prozessparametern bei der Herstellung abhängig. Forschende am Fraunhofer LBF haben neue Probekörper und eine Methode zur Verzugsimulation für eine präzisere Auslegung von Kunststoffen entwickelt. Das neue Verfahren bietet eine höhere Prognosesicherheit in der integrativen Simulation. Es ermöglicht qualitativ hochwertige Produkte und die Ausnutzung des verfügbaren Leichtbaupotentials.

NACHWACHSENDE ROHSTOFFE, FLAMMSCHUTZ

Nachhaltige, flammgeschützte Fassadendämmstoffe.

Ausführliche Informationen auf Seite 40.

PLASTIC ADDITIVES, SUSTAINABILITY

Development of sustainable and bio-based flame retardants for technical and bio-based plastics.

In the "SusFireX" project, the LBF and UMSICHT Fraunhofer Institutes jointly developed new highly efficient phosphoric flame retardants, especially in synergistic formulations. The starting point here is bio-based platform chemicals which are reacted with various phosphorous compounds following the modular principle.



SHORT GLASS-FIBER REINFORCED THERMOPLASTS, MECHANICAL CHARACTERIZATION

Integrative simulation: Improving forecast quality.

The mechanical characteristics of injection molded parts from short glass fiber thermoplasts largely depend on the process parameters during their manufacture. Researchers at Fraunhofer LBF have developed new test specimens for these and a method for warping simulation for a more precise design of plastics. This procedure results in higher prognosis security in the integrative simulation, which in turn enables high quality products and the harnessing of the available lightweighting potential.



RENEWABLE RAW MATERIALS, FLAME RETARDANTS

Sustainable, flame retardant insulating materials for facades.

See Page 40 for detailed information.



GEBÄUDEDÄMMUNG, NACHWACHSENDE ROHSTOFFE, FLAMMSCHUTZ

Nachhaltige, flammgeschützte Fassadendämmstoffe.

Sustainable, flame retardant insulating materials for facades.

Gebäudedämmstoffe sind ein essentieller Bestandteil des modernen Bauwesens zur Energieeinsparung. Auf Grund seiner vielfältigen Vorteile hat der Polystyrolpartikelschaum (EPS) hierbei einen großen Marktanteil. Für dessen Zulassung ist eine schwere Entflammbarkeit notwendig, die beim EPS durch Zusatz eines bromierten Polymers als Flammenschutzmittel erreicht wird. EPS-Dämmplatten sind allerdings als komplett erdölbasierte Bauteile nicht zielführend im Sinne eines nachhaltigen, ressourcen- und umweltbewussten Umgangs mit Rohstoffen, weshalb im Fraunhofer LBF nachhaltige Alternativen entwickelt wurden.

Dämmung mit Naturmaterialien

Die Aufgabe im Forschungsvorhaben »OrganoPor« war die Entwicklung innovativer, biobasierter Dämmmaterialien, die analog zu erdölbasiertem Polystyrolschaum für den Massenmarkt interessant sind. Ziel war die Herstellung leichter plattenartiger Bauteile, die an der Fassade von Gebäuden eingesetzt werden können. Dabei standen vor allem reduzierte Brandeigenschaften und eine Massenverfügbarkeit der Rohstoffe aus heimischen Produkten der Land- und Forstwirtschaft im Vordergrund. Insbesondere wurde darauf geachtet, dass die verwendeten Rohstoffe nicht in Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion stehen, weshalb vorzugsweise Rest- und Seitenströme zum Einsatz kamen.

Effektiver Brandschutz mit Naturstoffen

Poröse, biobasierte Materialien mit partikulärer Struktur wurden mit einem wasserbasierten, flammeschutzmittelhaltigen Duromerharz beschichtet und durch anschließendes Heißpressen zu Platten verarbeitet. Als Rohstoffe kamen dabei z. B. Kork- oder Maiskolbenschrot, Zuckerrübenschitzel, Erdnusschalen, Flachs- und Rapsstroh, Holzspäne oder Rindenmulch zum Einsatz. Als geeigneter Harzbinder wurde ein wässriges, ligninbasiertes Harz identifiziert, so dass alle organischen Bestandteile aus nachwachsenden Rohstoffen bestehen.

Bei den verwendeten Flammeschutzmitteln handelt es sich um umweltfreundliche, halogenfreie, mineralische Substanzen. Im Fall eines Brandes verkohlt das flammgeschützte Harz, sorgt so für eine Formstabilität der Dämmstoffe und schützt dabei die eingebetteten porösen Biomaterialien vor Feuer.

Industriepartner für Produktentwicklung gesucht

Verschiedene aus dem Projekt hervorgehende Materialien erfüllen die Anforderungen an einen Dämmstoff aus nachwachsenden Rohstoffen hinsichtlich Wärmeleitfähigkeit, Dichte und Flammenschutz. Obwohl die Dichte bei weitem nicht die von Polystyrolschaumplatten erreicht, ist sie doch vergleichbar zu der von anderen biobasierten Dämmstoffen. Die OrganoPor-Materialien bieten jedoch gegenüber diesen den Vorteil, als stabile Plattenware zur Verfügung zu stehen und gleichzeitig noch eine geringere Brennbarkeit bzw. Entflammbarkeit aufzuweisen. Somit bestehen gute Chancen, dass »OrganoPor« ein erfolgreiches Produkt auf dem Dämmstoffmarkt sein kann. Um jedoch ein markfähiges Produkt zu erhalten, sind noch weitere Entwicklungsschritte nötig. Es ist vorgesehen, diese Schritte in Form eines Verbundprojekts mit starken Industriepartnern zeitnah durchzuführen.



Behandlung eines OrganoPor-Materials mit einem Gebläsebrenner.

Treatment of an OrganoPor material using a pressure-jet burner.

**Detaillierte
Informationen online:**
[www.lbf-jahresbericht.de/
fassadendaemmstoffe19](http://www.lbf-jahresbericht.de/fassadendaemmstoffe19)

Detailed information online:
[www.lbf-jahresbericht.de/en/
materials-for-facades19](http://www.lbf-jahresbericht.de/en/materials-for-facades19)



**Demonstratoren von
Fassadendämmstoffen,
die aus unterschiedlichen
nachwachsenden Rohstoffen
hergestellt wurden.**
**Demonstrators of insulating
materials for facades
produced from various
renewable raw materials.**

Building insulation materials are an essential component of modern construction for energy saving. Due to its diverse benefits, expanded polystyrene (EPS) has a large market share in this area. EPS is only approved if it has low flammability, which is achieved by adding a brominated polymer as a flame retardant. However, as fully mineral oil-based components, EPS insulation boards are not expedient in terms of a sustainable, resource-aware and environmentally-aware handling of raw materials. This is why sustainable alternatives have been developed at Fraunhofer LBF.

Insulation using natural materials

The task in the "OrganoPor" research project was to develop innovative, bio-based insulation materials which, like mineral oil-based polystyrene foam, are interesting for the mass market. The aim was to produce light board-type components that could be used on building facades. Above all, reduced flammability properties and mass availability of the raw materials from normal agriculture and forestry products were in the foreground. In particular, care was taken to ensure that the raw materials used would not be in competition with food production, which is why residual and side streams were used.

Effective fire prevention using natural materials

Porous, bio-based materials with particle structure were coated with a water-based duromer resin containing flame retardant and then processed in hot pressing to make boards. The raw materials used in the process were e.g. cork or corn cob grist, sugar beet pulp, peanut shells, flax and rapeseed straw, wood chips or bark mulch. A waterborne, lignin-based resin was identified as a suitable resin binder, so that all organic components consist of renewable raw materials. The flame retardants used were environmentally friendly, halogen-free mineral-based substances. In the event of a fire, the flame-retardant resin becomes charred, thus ensuring that the insulating materials maintain their stability of form, protecting the embedded porous biomaterials against fire in the process.

Industry partners for product development wanted

In terms of heat conductivity, density and flame-retardant properties, various materials arising from the project fulfill the requirements of an insulating material based on renewable raw materials. Although the density is far less than that of polystyrene boards, it is similar to that of other bio-based insulating materials. However, compared to these, the OrganoPor materials offer the advantage that they are available as stable board goods and also have the favorable characteristic of low combustibility and flammability at the same time. Thus, there is a good chance the "OrganoPor" may be a successful product on the insulating materials market. However, in order to achieve a product that is suitable for the market, further development steps are necessary. It is envisaged that these steps will be carried out in the form of a joint project with strong industry partners in good time.

**Polymertechnik
polymer technology**

ANSPRECHPARTNER | CONTACT

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

Detaillierte
Informationen online:
[www.lbf-jahresbericht.de/
perspektiven19](http://www.lbf-jahresbericht.de/perspektiven19)

Detailed information online:
[www.lbf-jahresbericht.de/en/
perspectives19](http://www.lbf-jahresbericht.de/en/perspectives19)



»Anpassbare Materialien und
zuverlässige Systeme stehen im
Fokus unserer Forschungen.«

Starke Perspektiven – die Projekte von morgen.

Strong prospects – the projects of the future.

PASSIVE SCHWINGUNGSMINDERUNG

Silent Running – Vibroakustische Metamaterialien zur Schwingungsminderung von Launcherstrukturen.

Ziel des Projekts »Silent Running« ist die Reduktion der Übertragung von ungewollten Schwingungen durch vibroakustische Metamaterialien. Im Projekt soll ein Konzept zur Gestaltung und Auslegung von vibroakustischen Metamaterialien entwickelt, experimentell validiert und mit konventionellen Schwingungsminderungsmaßnahmen verglichen werden.

PASSIVE VIBRATION REDUCTION MEASURES

Silent Running – vibro-acoustic metamaterials for the vibration reduction of launcher structures.

The goal of the "Silent Running" project is to reduce the transfer of undesired vibrations through vibro-acoustic metamaterials. As part of the project, a strategy for the design and layout of vibro-acoustic metamaterials is to be developed, experimentally validated and compared with conventional vibration reduction measures.



PROGRAMMIERBARE MATERIALIEN

Programmierbare Materialien für die schwingungstechnische Optimierung.

Das Fraunhofer-Forschungscluster »Programmierbare Materialien« mit Beteiligung des LBF entwickelt Materialien, deren Struktur so aufgebaut ist, dass sich ihre Eigenschaften gezielt kontrollieren und reversibel ändern lassen. Dadurch können z.B. technische Systeme die aus vielen Bauteilen und Materialien bestehen durch ein einzelnes, lokal konfiguriertes Material ersetzt werden.

PROGRAMMABLE MATERIALS

Programmable materials for vibration technology-related optimization.

With the participation of the LBF, the Fraunhofer "Programmable Materials" research cluster develops materials whose structure is designed to enable targeted inspection and reversible change of their properties. As a result, e.g. technical systems which consist of many components and materials may be replaced by a single, locally configured material.



DIGITALISIERUNG, RETROFIT

Vernetzte Prüfstände in gewachsenen Laborumgebungen.

Chancen für ein besseres Prüfstands- oder Prozessverständnis bleiben oft ungenutzt, da gewachsene Systeme bisher nicht durchgängig digital vernetzt sind. Im Fraunhofer LBF werden smarte, digitale Lösungen gezielt aufgebaut. Gemeinsam schaffen interdisziplinäre Teams neue, offene Lösungen zur Überwachung von komplexen Prüfständen und sensiblen Laboreinrichtungen, die sich auf beliebige technische Systeme in der Industrie übertragen lassen.

DIGITALIZATION, RETROFIT

Networked test benches in enlarged lab environments.

Since the comprehensive digital networking of enlarged systems has not been achieved so far, opportunities for enhanced test bench or process knowledge often go to waste. At Fraunhofer LBF, smart digital solutions are being developed in a targeted manner. Interdisciplinary teams are working together to create new, open solutions for the monitoring of complex test benches and sensitive lab facilities that can be transferred to any technical systems in the industry.



AUTONOMES FAHREN, SICHERHEIT

VVMethoden und SET Level 4to5: LBF in zwei BMWi-Leitprojekten zum autonomen Fahren vertreten.

Fraunhofer LBF represented in two pilot projects by the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy on autonomous driving: VVMethoden and SET Level 4to5.

Herausforderungen für das sichere autonome Fahren

Vollautomatisierte (VDA Level 4) und fahrerlose/autonome (VDA Level 5) Fahrfunktionen sind in den letzten Jahren weltweit ein Schwerpunkt der Forschung und Entwicklung geworden. Sie gelten als vielversprechender Lösungsansatz für die Herausforderungen straßenbasierter Mobilität: die Steigerung der Verkehrseffizienz, Erhöhung der Verkehrssicherheit, sowie Emissionsreduktion. Eine Schlüsselrolle kommt dem Thema Absicherung zu. In zwei Leitprojekten des BMWi zum autonomen Fahren widmet sich das Fraunhofer LBF zusammen mit Partnern einerseits der Entwicklung einer Systematik und von Methoden für den praxistauglichen Sicherheitsnachweis autonom fahrender Fahrzeuge im urbanen Umfeld bzw. ergänzend dazu mit der komplexen Modellbildung für simulationsbasiertes Entwickeln und Testen autonomer Fahrzeuge.

Da bei L4/L5-Systemen der Fahrer nicht mehr durchgängig und innerhalb notwendiger Reaktionszeiten als Rückfallebene zur Verfügung steht, muss die Automation alle erdenklichen Verkehrssituationen und potenziellen Gefährdungen selbst abfangen und sicher behandeln. Der Sicherheitsnachweis, dass die Automation dazu in der Lage ist, kann aber mit heutigen Methoden weder mit Hilfe von Simulationen noch mit Realfahrten erbracht werden.

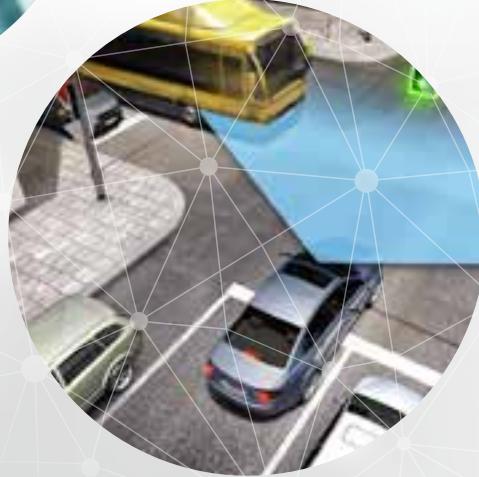


Neue Methoden für den Sicherheitsnachweis sowie für die simulationsbasierte Entwicklung von autonomen Systemen

Im Projekt VVMethoden erarbeitet das Fraunhofer LBF spezifisches Know-How in der Entwicklung von Methoden zur Testdefinition. Ausgehend vom Stand der Technik entwickelt das Fraunhofer LBF zusammen mit den beteiligten Partnern einen methodischen Ansatz zur Ableitung von System- und Testanforderungen. Hierzu wird in einer ersten Iteration von nicht-degradativen Fahrzuständen ausgegangen. In sukzessiven Iterationsschleifen wird die Methodik dahingehend verfeinert, Wahrscheinlichkeiten der zu berücksichtigenden Kritikalitäten, Systemdegradationen sowie degradative Funktionalitätskonzepte (Rückfallebenen, Notlaufkonzepte) einbeziehen zu können. Die entwickelte Methodik wird anhand des use case »urbane Kreuzung« validiert.

In Ergänzung dazu beschäftigt sich das Fraunhofer LBF im Projekt SET Level 4to5 insbesondere mit der Modellierung unterschiedlicher Systeme und Komponenten zur Simulation eines autonom fahrenden Fahrzeugs. Dabei erstrecken sich die Integrationsebenen der Modelle von den einzelnen Akteuren des Antriebstrangs, der Lenkung und Bremsaktorik bis hin zur Gesamtfahrzeugdynamik und der Planung und Regelung der Fahrzeugtrajektorien. Ziel ist es, die Schnittstellen innerhalb modularer Simulationssysteme zu harmonisieren und die Anwendbarkeit der Simulation auf die szenarienbasierte Verifikation automatisierter Fahrfunktionen nachzuweisen. Dazu werden neben exemplarischen Basisimplementierungen der Systemkomponenten physikalische Wirkzusammenhänge nachgebildet und relevante Fehlermoden in Aktorsystemen als Teil der Testszenarien implementiert.

Perspektive
prospects



*Use case »urbane Kreuzung«.
Urban intersection use case.*

Challenges for safe autonomous driving

Fully automated (VDA level 4) and driverless/autonomous (VDA level 5) driving functions have become a focal point of research and development worldwide in recent years. They constitute a promising potential solution to rise to the challenges of street-based transportation: the increase of transport efficiency, enhancement of road safety as well as reduced emissions. Safety validation plays a key role. In two pilot project of the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy on autonomous driving, Fraunhofer LBF is working with partners to pursue the development of a systematic approach and methods for the practicable safety verification of autonomously driven vehicles in the urban environment in addition to complex modelling for the simulation-based development and testing of autonomous vehicles.

In L4/L5 systems, the driver is no longer available as a fallback level neither continuously nor within necessary reaction times. Therefore, automation must independently intercept and safely deal with all conceivable road transport situations and potential hazards. However, the safety verification cannot be done with today's methods of simulation alone.

New methods for the safety verification as well as for the simulation-based development of autonomous systems

In the VVMethoden project, Fraunhofer LBF is elaborating specific know-how in the development of test definition methods. Based on the state of the art, Fraunhofer LBF is working with the partners involved to develop a methodical approach for the derivation of system and test requirements. Non-degradative driving states are being taken as the basis for this in a first iteration. In successive iteration loops, the methodology will be refined in order to incorporate probabilities of the criticalities and

system degradations as well as degradative functionality strategies (fallback levels, emergency mode strategies) to be taken into consideration. The methodology used is validated based on the urban intersection use cases.

In addition, in the SET Level 4to5 project, Fraunhofer LBF is working especially with the modeling of various systems and components for the simulation of an autonomously driven vehicle. Here, the integration levels of the models extend from the individual actuators of the drive train, steering and brake actuator technology through to the overall vehicle dynamic and the planning and regulation of the vehicle trajectories. The aim is to harmonize the interfaces within modular simulation systems and to prove the applicability of the simulation to the scenario-based verification of automated driving functions. For this purpose, alongside basic implementations of the system components, physical interactions are reproduced and relevant failure modes implemented in actuator systems as part of the test scenarios.

**Detaillierte
Informationen online:**
[www.lbf-jahresbericht.de/
autonomes-fahren19](http://www.lbf-jahresbericht.de/autonomes-fahren19)
Detailed information online:
[www.lbf-jahresbericht.de/en/
autonomous-driving19](http://www.lbf-jahresbericht.de/en/autonomous-driving19)



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

ANSPRECHPARTNER I CONTACT

Prof. Dr. Thilo Bein

+49 6151 705-463
thilo.bein@lbf.fraunhofer.de

Dr. Jürgen Nuffer

+49 6151 705-281
juergen.nuffer@lbf.fraunhofer.de

Allianzen und Netzwerke.

Alliances and networks.

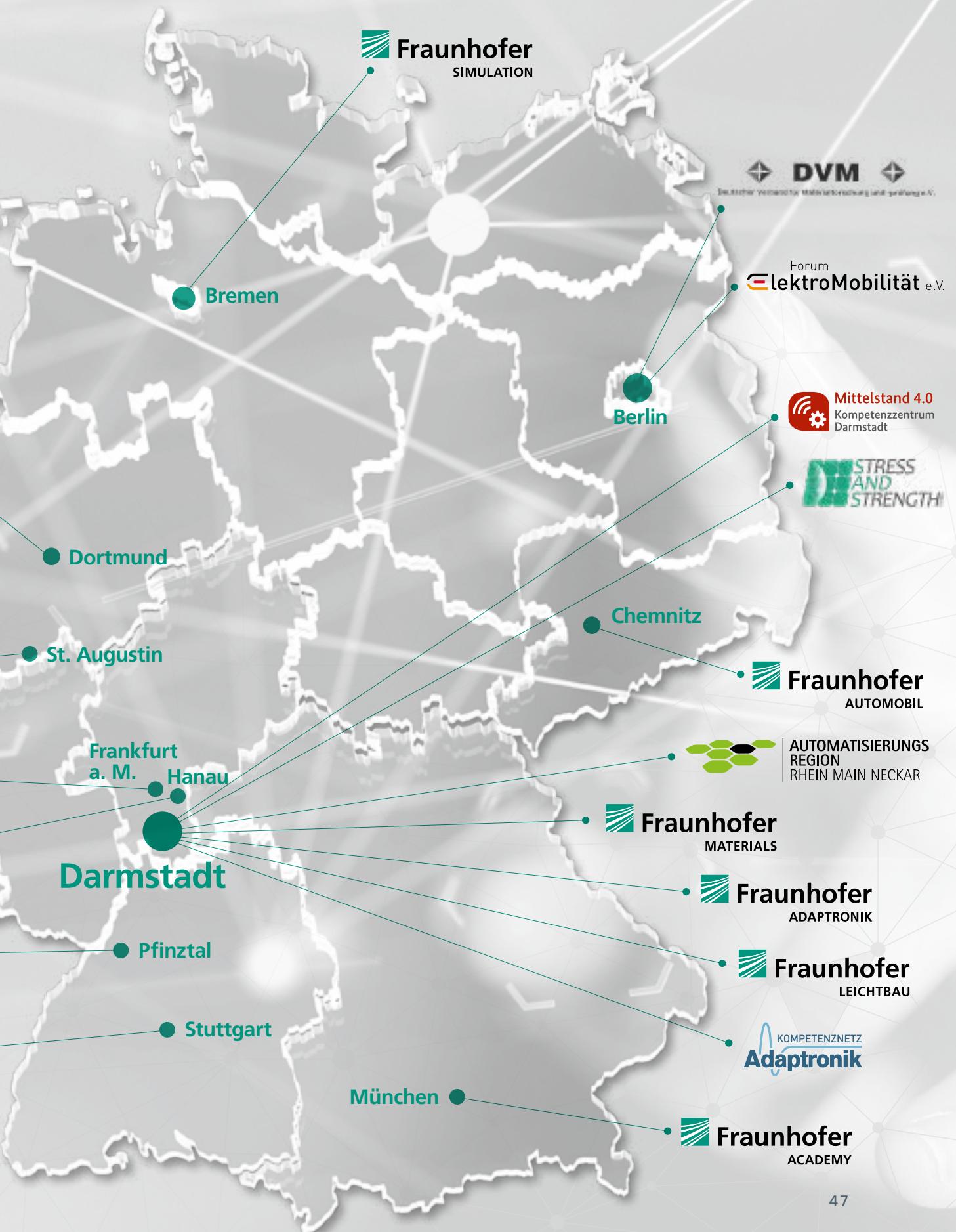
Mit unserem Engagement in Verbünden und markt-orientierten Netzwerken innerhalb und außerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft erweitern wir Ihre und unsere Möglichkeiten in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht. Fest verankert ist das LBF im Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS, welcher seit mehr als 20 Jahren die Kompetenzen der materialwissenschaftlich orientierten Institute der Fraunhofer-Gesellschaft bündelt. Darüber hinaus schafft die enge, interdisziplinäre Zusammenarbeit mit unseren spezialisierten Schwester-Instituten in themenspezifischen Allianzen hervorragende Voraussetzungen für den Aufbau von Systemleistungen und verstärkt unsere Innovationskraft für die Auslegung Ihrer Produktentwicklungen. Als Gast unterstützen wir den Verbund Verteidigungs- und Sicherheitsforschung.

Gleichzeitig können wir mit 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.**



Brüssel





Ein Jahr im Dialog.

A year of dialog.



»The SoundOfScience«: **Fraunhofer Rhein-Main feiert**

Mit dem Forschungsfestival »TheSoundOfScience« in Darmstadt feierten die Fraunhofer-Institute im Rhein-Main-Gebiet am 27. Juni das 70-jährige Jubiläum der Fraunhofer-Gesellschaft. Geboten waren viele Erlebnisse für Schüler, Studierende, Mitarbeitende, Kunden, Partner und Alumni. Es ging um Austausch, Information, Recruiting und Spaß. »Ihr habt die Erfinder!« Das sei ein »Riesenpfund«, meinte Trendforscher Nick Sohnemann. Das motiviert uns, immer weiter zum Wohle der Gesellschaft zu forschen!



Zukunftspotenziale für Hessen entdecken und fördern

Auf der Suche nach zukunftsrichtigen Forschungsprojekten im Umfeld der Ressourceneffizienz und der Mobilität besuchte die Hessische Ministerin für Wissenschaft und Kunst, Angela Dorn, am 24. Juli erstmals das Fraunhofer LBF. Staatsministerin Dorn war begeistert: »Hier ist die angewandte Forschung auf dem richtigen Weg: Wir müssen den gesamten Ressourcen- und Rohstoffeinsatz in den Blick nehmen und für ressourcenintensive Bereiche, besonders auch die Mobilität, neue Lösungen finden.«



Institutsleiter Melz ist Berater des Gouverneurs von Guangdong (China)

Im November reiste Prof. Melz nach Guangzhou, um als Berater des Gouverneurs der Provinz Guangdong an der International Consultative Conference on the Future Economic Development of Guangdong Province (ICCFED) teilzunehmen. Teil des hochkarätigen Beratergremiums waren unter anderem J. Kaeser (Siemens), M. Brudermüller (BASF), E. Schweitzer (DIHK), B. Ekholm (Ericsson). China verfolgt im Rahmen der Industriestrategie »Made in China 2025« eine deutliche Stärkung der Innovationsfähigkeit der Wirtschaft. Prof. Melz zeigte hierfür die Bedeutung der Forschung zum »Reliability Engineering« und die Entwicklung »Smarter Strukturen« als Schlüssel für einen erfolgreichen und nachhaltigen Transformationsprozess auf. Darüber hinaus konnte er für den Ausbau unserer langjährigen Kooperation zu GIIM (Guangdong Institute of Intelligent Manufacturing) beim Gouverneur werben.



Impressum.

Editorial notes.



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

Telefon: +49 6151 705-0
Fax: +49 6151 705-214
info@lbf.fraunhofer.de
www.lbf.fraunhofer.de
www.lbf-jahresbericht.de

Institutsleitung | Director of institute
Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz

Redaktion | Editor
Heiko Hahnenwald
Technologiemarketing und Kommunikation

Koordination | Coordination
Anke Zeidler-Finsel
Presse und Öffentlichkeitsarbeit

**Die Anfahrtsbeschreibung finden
Sie im Internet unter:**
www.lbf.fraunhofer.de/kontakt

Konzeption | Conception
Fraunhofer LBF
Technologiemarketing und Kommunikation

Design und Konzeption Print/Digital |
Design and conception print/digital
Gute Botschafter GmbH
Für echt erfolgreiche Marktpositionen.
Haltern am See, Köln am Rhein
www.gute-botschafter.de

Fotografie | Photography
LBF-Archiv, Ursula Raapke, Katrin Binner,
shutterstock (kobps2, JANNTA), VVM-Konsortium,
Daimler AG, istockphoto, MEV-Verlag, fotolia (faludi,
andrea lehmkuhl, il-fede), AdobeStock (zapp2photo,
alphaspirit, babaRoga, Kadmy, vegefox.com, sdecoret,
Artem, winyu), exm company/A. Doumenjou

Druck | Printing
Müller Ditzen GmbH, Bremerhaven
www.muellerditzen.de

ISSN
1864-0958

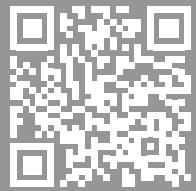
© Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und
Systemzuverlässigkeit LBF, Darmstadt, April 2020

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



"We are prepared to question what exists, to set ourselves tough challenges taking an enthusiastic approach and to responsibly strive for scientific, technological and cultural innovations."

ISSN 1864-0958



DIGITAL IM DIALOG!
www.lbf-jahresbericht.de/19