

Sicher. Digital.  
Nachhaltig.

---



Jahresbericht 2022



# Umwelt, Sicherheit, »Smart Services« – auch wir im Fraunhofer LBF arbeiten an Lösungen für diese globalen Herausforderungen.«

**Impressum.**

**Herausgeber:** Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF, Bartningstraße 47, 64289 Darmstadt, Telefon: +49 6151 705-0, info@lbf.fraunhofer.de, www.lbf.fraunhofer.de **Institutsleitung:** Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz  
**Redaktion:** Heiko Hahnenwald **Koordination:** Anke Zeidler-Finsel **Konzeption:** Fraunhofer LBF, Technologiemarketing und Kommunikation  
**Design/Konzeption:** www.gute-botschafter.de  
**Fotografie:** LBF-Archiv, Ursula Raapke, Katrin Binner, Piotr Banczerowski, WilliamKaal, Piotr Krzeslak, Dionysos1970, AdobeStock (BANU SEVIM, cat smile, pegasosart, belyaaa, lirtlon, BigBlueStudio, mirkomeia, Doris Gräf, heike114, Oleg Breslavtsev, Pansfun ImagesStocksy, vegefox.com, Yulia, Farknot Architect, ReisMedia, AA+W, Production Perig, Zragon)  
 © Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF, Darmstadt, April 2023  
 Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung, vorbehalten.

## 2022 im Überblick

**Einblicke**

- 🔗 Sicher. Digital. Nachhaltig. . . . . 4
- 🔗 Aktuelle Mitglieder des Kuratoriums . . . . . 7
- 🔗 Das Fraunhofer LBF in Zahlen 2022 . . . . . 8

**Forschung mit System!**

- 🔗 Digital Engineering . . . . . 10
- 🔗 Smart Solutions . . . . . 16
- 🔗 Reliability Design . . . . . 22
- 🔗 Circular Economy . . . . . 34
- 🔗 Lightweight Design . . . . . 40
- 🔗 Future Mobility . . . . . 46

**Einblicke**

- 🔗 Veranstaltungs-Highlights . . . . . 53

**Forschungsbereiche**

- 🔗 Betriebsfestigkeit . . . . . 57
- 🔗 Adaptronik . . . . . 58
- 🔗 Kunststoffe . . . . . 59

**Einblicke**

- 🔗 LBF Management Team . . . . . 60
- 🔗 Netzwerke . . . . . 62



**Der Jahresbericht 2022 – digital**  
[www.lbf.fraunhofer.de/jahresbericht](http://www.lbf.fraunhofer.de/jahresbericht)





**Nachhaltigkeit,  
Digitalisierung und  
Leichtbau sind zentrale  
Herausforderungen  
unserer Zeit.  
Wir sorgen für  
smarte Lösungen  
in technischen  
Anwendungen.«**

**Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz,**  
Institutsleiter



## Sicher. Digital. Nachhaltig.

### Sehr geehrte Kunden und Partner des Fraunhofer LBF!

Sicher. Digital. Nachhaltig. – Dieses Motto definiert die Zukunftsagenda unseres Instituts. Auch 2022 haben wir zentrale Forschungsthemen danach ausgerichtet: von der Entwicklung digitaler Modelle für Bauteile und Systeme über Entwicklungsmethoden und Simulationskonzepte für die Auslegung, Analyse und Absicherung funktionskritischer Produkte bis hin zur Gestaltung spezifischer, kreislauffähiger Material- und Systemlösungen. In einer Vielzahl von Forschungsprojekten entwickeln wir unsere wissenschaftlich-technologischen Marktangebote hinsichtlich der polymertechnischen Materialien, des betriebsfesten und intelligenten Leichtbaus, der Strukturmechanik und der experimentellen, numerischen und cyberphysischen Simulation weiter. Es ist uns wichtig, unsere Kunden und Partner bei der Erhöhung von Ressourcen- und Energieeffizienz, Nachhaltigkeit und Innovation in allen Produktlebensphasen sowie über alle Wertschöpfungsstufen bestmöglich zu unterstützen.

Zu den Highlights der Arbeiten im Kontext **»Safe & Reliable«** zählte 2022 die Implementierung des **»Smart Lab for Future Mobility Chassis Systems«**. Mit der Integration dieses modularen Systems verfügt unser Institut über eine hochmoderne Laborumgebung für die Betriebslastensimulation komplexer, auch aktiver Baugruppen fahrzeugtechnischer Systeme. Konzipiert als Kompetenz- und Anwendungszentrum fördert das Smart Lab zudem den Transfer von Forschungsergebnissen in die Industrie.

Vibroakustische Metamaterialien (VAMM) sind seit Jahren ein fester Bestandteil der Forschungsarbeiten des Fraunhofer LBF und im Themenkomplex **»Smart & Digital«** Gegenstand vieler Projekte im Bereich der Mobilität und Infrastrukturtechnik. Jüngstes Highlight in diesem Bereich ist die Entwicklung prototypischer Lärmschutzwände zur Untersuchung von Möglichkeiten der Entlastung von durch Verkehrslärm belasteter Anwohner. Der Einsatz dieser Metamaterialien erzielt deutlich bessere Transmissionswerte als durch konventionelle Erhöhung der Lärmschutzwanddicke möglich sind. Praxiseinsätze seitens der österreichischen ASFINAG sind in Planung.

Gleich mehrere Projekte im letzten Jahr befassten sich im Kontext **»Green & Clean«** mit dem Thema Nachhaltigkeit. Dazu gehören Forschungsarbeiten zur Entwicklung von sowohl biobasierten und bioabbaubaren als auch technisch hochwertigen Kunststofflösungen aus Rezyklatmaterial. Hier haben wir auch 2022 unsere Kompetenzen im Feld der kreislauffähigen Kunststoffe ausgebaut. Daneben konnten mehrere neue Projekte in unserem Kernthema des betriebsfesten, smarten Leichtbaus sowie der



## 2022 – digital

Mit diesem Jahresbericht nutzen wir die digitalen Kanäle neu und eng verzahnt. Sie finden viele Inhalte attraktiv aufbereitet auf der Onlinepräsenz.

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

Ressourceneffizienz umgesetzt und neu gestartet werden. Zudem haben wir im Feld der Elektromobilität in 2022 mit dem Aufbau eines neuen Anwendungsschwerpunkts »CyPhyFuelCell« begonnen, einer einzigartigen Validierungsumgebung für die Untersuchung und Gestaltung der Systemzuverlässigkeit von Brennstoffzellensystemen für elektrisch angetriebene Fahrzeuge.

Ein besonderes Highlight im vergangenen Jahr war die Gründung der Altosens GmbH im Rahmen der Inkubator-Programme CoLab und AHEAD. Basierend auf der am Institut entstandenen **DELTA-C**®-Technologie entwickelt Altosens ein Cloud-basiertes Monitoringsystem mittels Kraftsensoren, z. B. zur Überwachung von Windenergieanlagen. Dies wurde durch weitere kooperative Sensorentwicklungen ergänzt, die aktuell in technischen Anwendungen zur Schraubenüberwachung getestet werden.

Diese und weitere Forschungsarbeiten stellen wir Ihnen in diesem Jahresbericht vor. Sie erhalten unseren Jahresbericht erstmalig vollständig digital – gemäß unserem Streben nach mehr Digitalisierung und Nachhaltigkeit. Wir wünschen Ihnen eine anregende Lektüre.

Das Team des Fraunhofer LBF bedankt sich für das vertrauensvolle Miteinander mit Ihnen im zurückliegenden Jahr. Sehr gerne knüpfen wir auch 2023, unserem 85-jährigen Jubiläumsjahr, daran an und erarbeiten maßgeschneiderte Lösungen für Ihre anstehenden Herausforderungen.

Sprechen Sie uns gern an, wir freuen uns sehr auf die gemeinsame Zusammenarbeit!

  
Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz,  
Institutsleiter



## Aktuelle Mitglieder des Kuratoriums

### Vielen Dank!

- **Dr. Xenia Beyrich-Graf**  
BASF SE, Ludwigshafen
- **Dr. Matthias Decker**  
Audi AG, Ingolstadt
- **Dr. Mathias Glasmacher**  
Diehl Stiftung & Co. KG, Nürnberg
- **Dr. Martin Hillebrecht**  
EDAG Engineering GmbH
- **Prof. Dr. Tim Hosenfeldt**  
Schaeffler Technologies AG & Co. KG, Herzogenaurach
- **MinR'in Dr. Ulrike Mattig**  
Hessisches Ministerium für Wissenschaft und Kunst, Wiesbaden
- **Prof. Dr. Matthias Oechsner**  
Technische Universität Darmstadt
- **Dr. Kurt Pötter**  
BMW Group, München
- **Rainer Salomon**  
FOSTA – Forschungsvereinigung  
Stahlanwendung e.V., Düsseldorf
- **Florian Sprenger**  
Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG, Weissach
- **MinR a. D. Norbert Michael Weber**

Folgen Sie uns

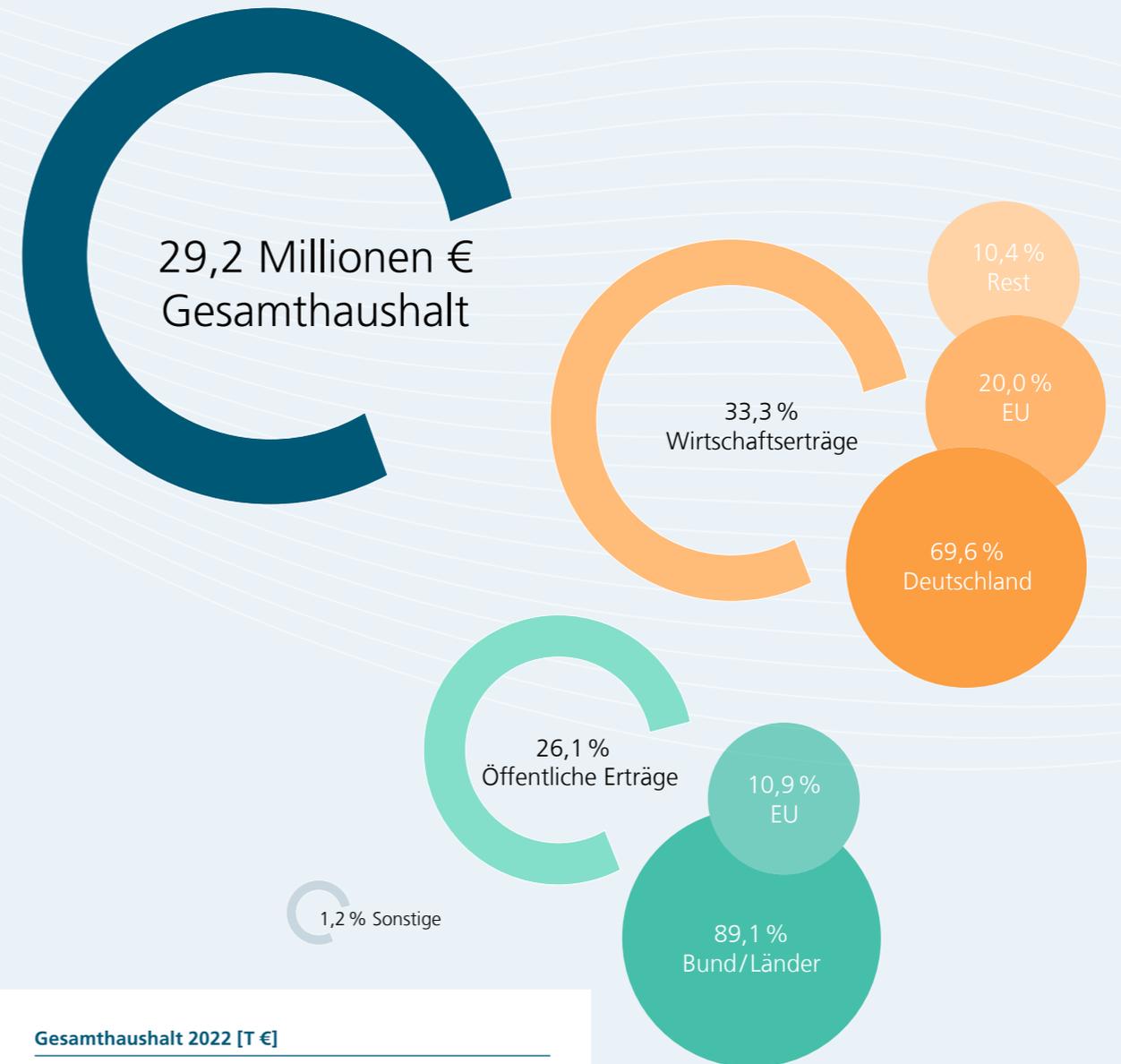


# Das Fraunhofer LBF in Zahlen 2022



## Personal

2022 waren am Institut insgesamt **362 Mitarbeitende** beschäftigt. Zusätzlich waren 27 Personen am assoziierten Lehrstuhl Systemzuverlässigkeit, Adaptronik und Maschinenakustik SAM der Technischen Universität Darmstadt tätig.



### Gesamthaushalt 2022 [T €]

Wirtschaftserträge	9.780
Öffentliche Erträge	7.629
Sonstige Erträge	365
Interne Programme	4.333
Institutionelle Förderung (Grufi)	7.179
<b>Summe</b>	<b>29.226</b>

Stand: April 2023

# Digital Engineering

## Leistungsfeld

Die Produktentwicklung der Zukunft ist schnell, effizient, flexibel und digital. Dazu kommen steigende Anforderungen an Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz ebenso wie eine höhere funktionale Komplexität von Systemen bei unterschiedlichen Betriebs- und Nutzungsszenarien. Wir erarbeiten innovative Modellierungs- und Simulationslösungen von der Produktentstehung über die Nutzung bis zum »End of Life«. Durch die Ergänzung und den zielgerichteten Ersatz experimenteller Analysen und durch numerische Methoden und Absicherungsprozesse können so knapper werdende Entwicklungskapazitäten effizient ausgeschöpft werden.

[www.lbf.fraunhofer.de/digital-engineering](http://www.lbf.fraunhofer.de/digital-engineering)



## Wir entwickeln die Werkzeuge für Ihre effiziente, digitale Produktentwicklung.«

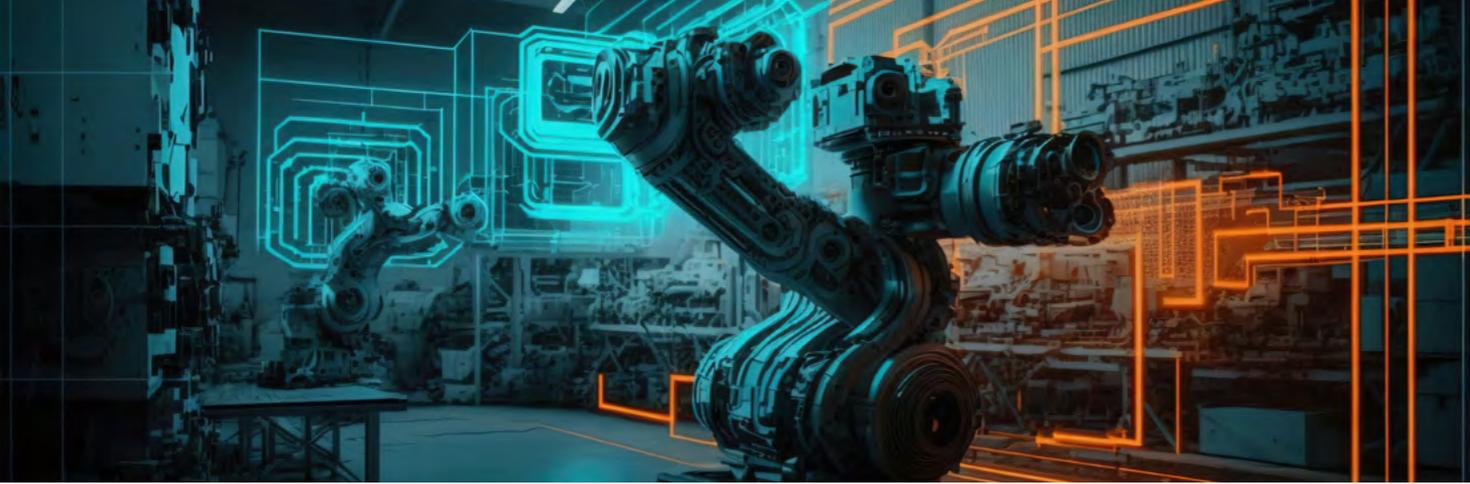
### Ressourcen klug nutzen für sichere, stabile und effiziente Prozesse

Die industrielle Wertschöpfung ist geprägt von immer kürzeren Produktlebenszyklen bei gleichzeitig steigender Produktvielfalt mit teils individuell maßgeschneiderten Eigenschaften und zudem verteilter Entwicklung, Realisierung und Nutzung der Produkte. Dazu kommen steigende Anforderungen an Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz ebenso wie eine höhere funktionale Komplexität von Systemen bei unterschiedlichen Betriebs- und Nutzungsszenarien.

Vor diesem Hintergrund geraten Produktentwicklungsprozesse immer weiter unter Effizienz-, Kosten- und Flexibilisierungsdruck, z. B. durch die Reduktion verfügbarer prototypischer Systeme oder den steigenden Bedarf nach frühzeitigen, entwicklungsbegleitenden Entscheidungs- und Absicherungsprozessen. Um dennoch die Anforderungen an Qualität, Sicherheit

und Zuverlässigkeit der Produkte zu gewährleisten, bedarf es daher alternativer Entwicklungswerkzeuge und realitätsnaher digitaler Modelle. Das Ziel dabei ist es, durch geeignete Modellbildungen die Prognosegüte des tatsächlichen Bauteil- und Systemverhaltens so zu erhöhen, dass u. a. die Anzahl prototypischer Systeme reduziert und physische Validierungen durch virtuelle Analysen ergänzt und optimiert werden können.

Im Leistungsfeld **Digital Engineering** entwickeln Forscherinnen und Forscher neue Methoden und, wenn nötig, kundenspezifisch maßgeschneiderte Werkzeuge, welche die virtuelle Abbildung von Entwicklungs-, Absicherungs- oder Validierungsprozessen zum Ziel haben. Innovative Modellierungs- und Simulationslösungen ermöglichen z. B. die Berücksichtigung erweiterter funktionaler Eigenschaften in Kunststoffbauteilen und in mechanischen Systemen bereits im frühen Gestaltungs- und Realisierungsprozess. Gleichzeitig werden Nutzungsdaten aus der Praxis, der Fertigung und dem Betrieb zur validierten Modellbildung und Simulation integriert. Hierdurch können Einflüsse, Belastungen oder Schädigungen auf Material-, Bauteil- und Gesamtsystemebene realitätsnah digital abgebildet werden. So lässt sich bereits frühzeitig im Gestaltungs- und Entwicklungsprozess die mögliche Variantenvielfalt für eine spätere Produktrealisierung minimieren. In Verbindung mit neuen cyber-physischen Methoden und Tools kann darüber hinaus eine durchgängige, entwicklungsbegleitende Validierung von Produkten und Produktfunktionen auf Bauteilebene realisiert werden.



Das Fraunhofer LBF unterstützt KMU mit schnellen Machbarkeitsstudien zur Bewertung neuer Technologien.

## Agile Dynamische Systeme – AgiDyS

Die schnelle Anpassung mechanischer Systeme an wechselnde Anforderungen

### Kontakt

Jan Hansmann  
+49 6151 705-8367  
jan.hansmann@lbf.fraunhofer.de

**Fraunhofer-Projekt** Bei der Entwicklung der meisten technischen Systeme muss sichergestellt werden, dass auftretende Schwingungen keine Schäden am System, Ineffizienzen in Produktionsprozessen und keine Gefährdungen für Menschen verursachen. Besonders herausfordernd wird dies bei Systemen, welche ihre strukturdynamischen Eigenschaften im Betrieb verändern, beispielsweise durch wechselnde Beladungen oder veränderliche Auskraglängen einzelner Bauteile. Das Fraunhofer LBF entwickelt Technologien mit denen Maschinen oder deren Komponenten ihre strukturdynamischen Eigenschaften an wechselnde Anforderungen anpassen können.

Zu diesen Technologien gehören Vorrichtungen, um die Einstellbarkeit der translatorischen Steifigkeit oder Torsionssteifigkeit von Bauteilen zu ermöglichen. Soll darüber hinaus die Dämpfung des Bauteils unabhängig einstellbar gestaltet werden,

lässt sich dies mit dem sog. »Einstellbaren Elastomer« erreichen. All diesen Lösungen ist gemeinsam, dass die Verstellung stufenlos ist, die Lösungen in einem weiten Bereich skalierbar sind (»mm bis m«, »N bis kN«) und sehr einfach – z. B. ohne Aktorik oder Energieversorgung – ausgeführt werden können. Diese im Fraunhofer LBF entwickelten Technologien können in die Produkte von Kunden integriert werden oder die Grundlage für neue Produkte bei unseren Kunden sein.

Um schnelle Machbarkeitsstudien für KMU anbieten zu können, wird im internen Forschungsprojekt AgiDyS ein weitestgehend automatisiertes Auslegungsverfahren entwickelt mit dessen Hilfe die Technologien schnell an verschiedene Anwendungen angepasst werden können. Die Performance der Technologie für eine konkrete Anwendung wird effizient bewertet und damit insbesondere für KMU interessant.

TECHNOLOGIETRANSFER,  
SCHWINGUNGEN, STRUKTURDYNAMIK

## DNAguss: Multikriterielle Optimierung von Gussbauteilen

Optimierung von Gießbarkeit, Leichtbau, Betriebsfestigkeit und Validierung

**Zukunfts-Projekt** DNAguss steht für durchgängige numerische Auslegung entlang der Prozesskette von Gussbauteilen und ist ein Forschungsprojekt, das sich auf die Optimierung der Konstruktion von Gussbauteilen am Beispiel des Werkstoffs EN-GJS-400-18-LT konzentriert. Ziel ist, alle Softwaretools, die während des Konstruktionsprozesses von Gussbauteilen verwendet werden, in einer einzigen Softwarekette zusammenzufassen, um die Gießbarkeit, den Leichtbau und die zerstörungsfreie Prüfbarkeit bei sichergestellter Betriebsfestigkeit zu optimieren.

Typischerweise besteht der Entwicklungs- und Konstruktionsprozess von Gussbauteilen aus mehreren Arbeitsschritten in dem unterschiedliche Softwarelösungen für verschiedene Fragestellungen und Optimierungsschritte zum Einsatz kommen. Im Projekt DNAguss wird ein interdisziplinärer

Ansatz verfolgt, der Topologie- und Formoptimierung, Gießprozesssimulation, Strukturmechanik und Betriebsfestigkeit vereint, um die Konstruktion von Gussbauteilen hinsichtlich des Leichtbaus zu optimieren.

Die Verkettung fortschrittlicher Softwaretools ermöglicht völlig neue Möglichkeiten in der Konstruktion von Gussbauteilen! Durch die Integration aller in der Konstruktion verwendeten Softwaretools in eine einzige Softwarekette können Gießbarkeit, Leichtbau, Betriebsfestigkeit und zerstörungsfreie Prüfbarkeit von Bauteilen optimal aufeinander abgestimmt werden. Dies ermöglicht eine verbesserte Strukturgestaltung, Gewichtsreduzierung und Senkung der Herstellungskosten bei gleichzeitiger Sicherstellung der Betriebsfestigkeit.

SOFTWAREKETTE, LEICHTBAU,  
OPTIMIERUNG

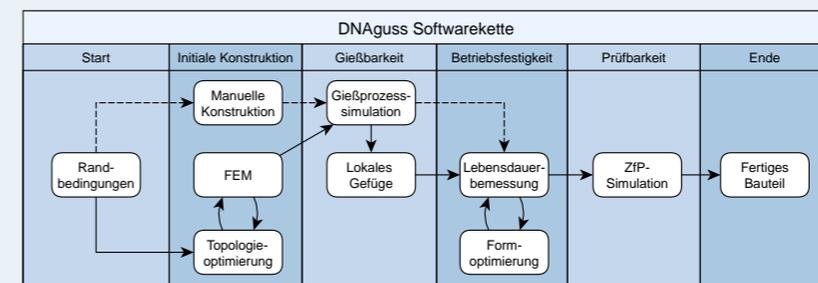
### Weitere Informationen online

www.lbf.fraunhofer.de/  
dnaguss



### Kontakt

Felix Reissner  
+49 6151 705-302  
felix-christian.reissner@lbf.fraunhofer.de



Die DNAguss-Softwarekette stellt einen innovativen Ansatz bereit, um das Leichtbaupotenzial gegossener Bauteile zu optimieren.



## Orientierungslos im 3D-Druck? Richtungsabhängige Materialeigenschaften

Projekt AddiSim betrachtet die Auslegung von 3D gedruckten Kunststoffbauteilen

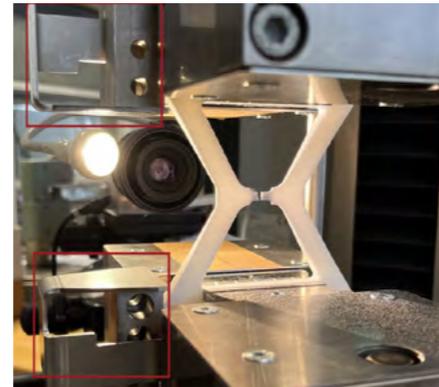
Further information  
online

[www.lbf.fraunhofer.de/  
addisim](http://www.lbf.fraunhofer.de/addisim)



**Industrie-Projekt** Baugleiche Teile, die in unterschiedlichen Orientierungen im Bauraum gedruckt werden, besitzen sehr unterschiedliche mechanische Eigenschaften. Für eine zuverlässige Simulation von Bauteilen ist die Kenntnis dieser Anisotropie (Richtungsabhängigkeit) wichtig. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus dem Fraunhofer LBF untersuchten im Projekt AddiSim die mechanischen Eigenschaften von SLS gedruckten Kunststoffbauteilen und entwickelten eine für die Auslegung passende Simulationsmethode.

Im Projekt AddiSim haben Forschende eine vereinfachte Methode zur Struktursimulation von SLS-gefertigten Kunststoffbauteilen anhand mechanischer Untersuchungen entwickelt. Mittels des erarbeiteten Vorgehens werden umfangreiche Ergebnisse zum Verhalten des gedruckten Materials auf Grundlage einer detaillierten Vermessung des Druckraums ermittelt. Die am Fraunhofer LBF generierte Methode schließt wichtige Erkenntnisse ein, um SLS gefertigte Bauteile leichtbaugerecht und sicher zu dimensionieren. Herstellern gedruckter Bauteile stehen oftmals keine vollausgestatteten mechanischen Labore zur Verfügung. Nichtsdestoweniger wird von ihnen eine leichtbaugerechte Konstruktion erwartet. Hier bietet das Fraunhofer LBF



Über Validierungsbauteile werden die Simulationen auf ihre Abbildungsgüte geprüft. Hier zu sehen: Zugversuch.

Unterstützung auf Basis der erarbeiteten Versuchsergebnisse und der vereinfachten Auslegungsmethodik.

Das neue Konzept für die Materialmodellierung wurde im FE-Programm ANSYS abgeleitet. Dazu wurde ein orthotroper Ansatz parametrisiert, der auf einer linear-elastischen initialen Verformung basiert. Eine Hill-Fließfläche beschreibt den Übergang in den plastischen Bereich, der mit einer nicht-linearen Verfestigungskurve modelliert wird. Die Druckrichtung wird über lokale Bauteilkoordinatensysteme auf das Netz der FE-Simulation bezogen.

3D-DRUCK, SELEKTIVES LASER  
SINTERN, ZUGVERSUCH/MECHANISCHE  
UNTERSUCHUNG, SIMULATION

Kontakt

**Tamara van Roo**  
+49 6151 705-8994  
[tamara.van.roo@  
lbf.fraunhofer.de](mailto:tamara.van.roo@lbf.fraunhofer.de)

Weitere Informationen  
online

[www.lbf.fraunhofer.de/  
ki-schadensanalyse](http://www.lbf.fraunhofer.de/ki-schadensanalyse)



Schäden an Elastomeren effizient analysieren – dank KI.

## KI-basierte Schadensanalyse von technischen Elastomeren

Prozessentwicklung zur automatisierten Erkennung von Elastomerschäden

**Fraunhofer-Projekt** Wie können Elastomerschäden schnell und einfach identifiziert werden? Durch die vielfältigen Schadensbilder an Elastomerbauteilen ist eine Rückführung auf die Schadensursache nicht immer leicht. Das Fraunhofer-interne Projekt »KI-basierte Schadensanalyse von technischen Elastomeren« erörtert die Möglichkeiten, Schadensfälle anhand von künstlicher Intelligenz objektiv zu bewerten. Der entstehende Prozess soll später auf kundenspezifische Anwendungen übertragen werden.

Eine Analyse von Schäden der Bauteile kann mit Hilfe der VDI 3822 erfolgen. Erfahrung und Fachkompetenz sowie ähnliche Schadensbilder bei unterschiedlichen Schadensursachen führen in diesem Prozess jedoch zu einer subjektiven Schadensbeurteilung. Die Fraunhofer Forschenden wollen mit der »KI-basierten Schadensanalyse von technischen Elastomeren« diesen zeit- und kostenintensiven Prozess automatisieren und objektivieren sowie die

erforderlichen Rahmenbedingungen (z. B. Inputparameter, Trainingsdatenbasis, Extrapolationspotential usw.) für eine praxisrelevante Umsetzung ausloten.

Zunächst entsteht eine Prozesskette von der Bilderfassung bis zur sicheren Schadensbewertung unterschiedlicher Bauteilschäden, in die auch zusätzliche Material- bzw. Prozessparameter einfließen. Nach erfolgreicher Detektion, Analyse und Zuordnung von Schadensursachen und Schadensbildern wird der Gültigkeitsbereich eines Modellansatzes unter Variation des Bauteils sowie des Schadens detailliert analysiert. Dabei wird zum Beispiel der Einfluss von Skalierungseffekten oder die Lage und Ausprägung des Schadens untersucht, um Rückschlüsse auf Generalisierungsfehler des Modells zu schließen. Ausgehend von diesen Erkenntnissen wird die Übertragbarkeit des Prozesses auf weitere Anwendungsfälle erörtert.

ELASTOMERE, SCHADENSURSACHEN,  
SCHADENSANALYSE, KI, MULTIPLE  
EINGANGSGRÖSSEN

Kontakt

**Franziska Kirsch**  
+49 6151 705-8646  
[franziska.kirsch@  
lbf.fraunhofer.de](mailto:franziska.kirsch@lbf.fraunhofer.de)

**Riccardo Möller**  
+49 6151 705-408  
[riccardo.moeller@  
lbf.fraunhofer.de](mailto:riccardo.moeller@lbf.fraunhofer.de)



# Smart Solutions



## Leistungsfeld

In einem Umfeld, in dem Wertschöpfungsketten, Produktionsabläufe sowie Materialien und Bauteile bis an die Grenzen optimiert werden, entwickeln wir Hard- und Software-Lösungen für Smart Maintenance-Anwendungen sowie intelligente Monitoring-Lösungen, um Schäden zu vermeiden, Wartungsmaßnahmen zu optimieren und ungeplante Ausfälle zu minimieren. Dabei spielen die gezielte Beeinflussung schwingungstechnischer Eigenschaften von Strukturen in mobilen Systemen, maschinelles Lernen und die vielversprechenden Metamaterialien eine große Rolle.

[www.lbf.fraunhofer.de/smart-solutions](http://www.lbf.fraunhofer.de/smart-solutions)



## Alles im Blick und alles im Griff zur Steigerung technischer Verfügbarkeiten

Intelligente Sensorik zur gezielten Erfassung und Bewertung großer Datenmengen, die zunehmende Vernetzung, die Funktionsverteilung und die echtzeitfähige, systemübergreifende Datenkommunikation sowie die Funktionssteigerung und Mechatronisierung, all dies sind Treiber für die Digitalisierung moderner Produkte. Durch künstliche Intelligenz und Data-Based-Services können nicht nur Prozessketten in der Produktion analysiert, vereinfacht und optimiert werden. Sie ermöglichen auch eine an die aktuellen Umgebungs- und Einsatzbedingungen angepasste Strukturüberwachung sowie eine aktive Beeinflussung der z. B. schwingungstechnischen Eigenschaften von Maschinen und Fahrzeugen.

# Neuartige Materialien und KI-basierte Lösungen für intelligente Zustandsüberwachung und Lärmbekämpfung.«

Im Leistungsfeld **Smart Solutions** erforschen und entwickeln Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Hard- und Software-Lösungen, u. a. basierend auf Modellierungsansätzen des Digital Engineering, für Smart Maintenance-Anwendungen, zur Prognose und Vermeidung von ungeplanten Maschinen- und Systemausfällen und zur Steigerung technischer Verfügbarkeiten. Ein weiteres Thema ist die gezielte Beeinflussung schwingungstechnischer Eigenschaften von Strukturen in mobilen Systemen, wie Fahrzeugen sowie in Maschinen und Anlagen. In beiden Fällen kommen Methoden des maschinellen Lernens zur erweiterten Analyse wachsender Datenmengen in Verbindung mit intelligenten Sensoren und Sensornetzwerken sowie integrierter Aktorik zum Einsatz. Noch weiter gehen die Arbeiten mit sogenannten Metamaterialien. Diese haben hohes Potenzial zur strukturintegrierten Beeinflussung und Einstellung z. B. akustischer oder strukturdynamischer Eigenschaften, um unerwünschte Schwingungen und Schallabstrahlung zu reduzieren oder alternativ einzustellen. Die angestrebte Verknüpfung von den in der Zuverlässigkeit, Schwingungstechnik und Werkstofftechnik etablierten Methoden mit neuen datengetriebenen, digitalen Ansätzen ist zudem ein wichtiger Baustein für die Entwicklung und Realisierung intelligenter Leichtbaustrukturen.

»Mit Altosens als Partner können wir die Technologie weiterentwickeln und unsere Kunden noch besser unterstützen.«  
William Kaal

**Spin-off**

Kraftsensor zur Überwachung von Schraubenvorspannkraften.

## Technologietransfer mittels Ausgründung – Altosens GmbH

Auf dem Weg von der Sensortechnologie zu am Markt verfügbaren Sensoren

### Weitere Informationen online

[www.lbf.fraunhofer.de/altosens](http://www.lbf.fraunhofer.de/altosens)



### Kontakt

**Dr. William Kaal**  
+49 6151 705-440  
william.kaal@lbf.fraunhofer.de

**Jan Hansmann**  
+49 6151 705-8367  
jan.hansmann@lbf.fraunhofer.de

**Highlight-Projekt** Dielektrische Elastomere sind Funktionsmaterialien mit aktorischen, sensorischen und generatorischen Eigenschaften, die in unterschiedlichsten Anwendungen zum Einsatz kommen. Die DELTA-C®-Technologie ist eine darauf basierende Sensortechnologie. Mit der Altosens GmbH wurde ein Spin-off gegründet, welches diese Technologie in marktreife Kraftsensoren überführt und darauf basierende Services entwickelt.

Die digitale Transformation, Industrie 4.0 und Smart Services stellen die Industrie vor große Herausforderungen. Mit Methoden des maschinellen Lernens und der künstlichen Intelligenz ergeben sich neue Möglichkeiten der Wertschöpfung über datengetriebene Geschäftsmodelle. Allen Anwendungen und Geschäftsmodellen gemein ist die Nutzung von multiphysikalischen Sensordaten. Sensoren werden im Rahmen des Internet of Things (IoT) zu Netzwerken verschaltet, die zu einer weiteren Steigerung der Komplexität industrieller Anlagen beitragen.

Um mit wenig Zusatzaufwand an Daten zu gelangen, werden sensorintegrierte Maschinenelemente entwickelt, beispielsweise Verbindungselemente oder Lager, denen eine Messfunktionalität innewohnt.

Überzeugt von den Chancen der DELTA-C®-Technologie, trat der jetzige Geschäftsführer der Altosens GmbH, an das Fraunhofer LBF heran, um die Möglichkeit einer Gründung mit dieser Technologie zu erörtern. Auf dem Weg von der Idee zur Unternehmensgründung wurde das Team durch die Fraunhofer-Programme CoLab und AHEAD unterstützt. Im Rahmen von CoLab werden Fraunhofer Technologien und Fraunhofer Forschende mit externen Gründungswilligen oder bestehenden Startups zusammengebracht. Der Inkubator AHEAD begleitet auf dem Weg von der Idee bis zur Unternehmensgründung.

TECHNOLOGIETRANSFER, DELTA-C®, AUSGRÜNDUNG

## HyMon: Intelligente Tanks für Wasserstoff-Fahrzeuge

Sensorbasierte Zustandsüberwachung von automobilen Wasserstoff-Druckbehältern aus FKV



Die automatisierte messtechnische Überwachung von Druckbehältern aus Kunststoff steigert deren Sicherheit.

**Zukunfts-Projekt** Fraunhofer-Forschende haben Technologien zur automatisierten Zustandsüberwachung für Hochdruck-Speichersysteme entwickelt. Diese ermöglichen die Unterscheidung kritischer von unkritischen Ereignissen im Betrieb. Ein rein turnusgemäßen Austausch und damit verbundene Kosten, können so vermieden werden, ohne zu Abstrichen bei der Sicherheit zu führen. Damit konnten weitere Voraussetzungen für die Verbreitung der Wasserstoff-Technologie geschaffen werden.

Als hochbelastete Sicherheitsbauteile stellen Drucktanks zur Speicherung des gasförmigen Treibstoffs ein Kernelement von H<sub>2</sub>-Antriebssystemen für Kraftfahrzeuge dar. Behälter aus faserverstärkten

Kunststoffen besitzen dabei eine deutlich geringere Masse als reine Metalltanks mit gleichem Arbeitsdruck. Dies macht sie für die Anwendung im Mobilitäts- und Transportsektor attraktiv. Sie werden für eine Nutzungsdauer von bis zu 20 Jahren bei Betriebsdrücken von 200 bis 1000 bar ausgelegt.

Die aktuell im Abstand von zwei Jahren vorgeschriebene Sichtprüfung der Behälter in der Automotive-Anwendung ist eine rein äußerliche Beurteilung, die kaum Rückschlüsse auf den Zustand im Inneren des dickwandigen Faserverbunds erlaubt. Eine On-Board-Strukturüberwachung von Druckbehältern mittels geeigneter Sensoren und Auswerteelektronik kann die Bewertung auf Basis von Structural-Health-Monitoring-Daten (SHM-Daten) objektivieren und zukünftig eine dauerhafte Überwachung in H<sub>2</sub>-Brennstoffzellenfahrzeugen (H<sub>2</sub>-FCEV) ermöglichen. Neben der Nutzung der SHM-Daten im Reparatur- und Servicefall, eröffnet sich zukünftig die Möglichkeit, im Rahmen von Rettungseinsätzen bei Fahrzeugunfällen oder Missbrauchsfällen zielgerichtete Maßnahmen für eine sichere Fahrzeugbergung einleiten zu können.

WASSERSTOFF, H<sub>2</sub>, TANK, DRUCKBEHÄLTER, FASERKUNSTSTOFF-VERBUND, FASERVERBUND

### Kontakt

**Johannes Käsgen**  
+49 6151 705-613  
johannes.kaesgen@lbf.fraunhofer.de

**Julia Decker**  
+49 6151 705-491  
julia.decker@lbf.fraunhofer.de

gefördert durch:



### Weitere Informationen online

[www.lbf.fraunhofer.de/hymon](http://www.lbf.fraunhofer.de/hymon)



Gefördert durch:



Offshore Windpark »Meerwind Süd/Ost« des Betreibers WindMW GmbH.

## InsituWIND – Strukturüberwachung an Offshore-Windenergieanlagen

### Methodensynthese aus Radar- und Referenzsensorik zur Detektion von Schäden

#### Kontakt

**Matthias Schmidt**  
+49 6151 705-452  
matthias.schmidt@  
lbf.fraunhofer.de

**Dr. Dirk Bergmannshoff**  
+49 6151 705-364  
dirk.bergmannshoff@  
lbf.fraunhofer.de

#### Weitere Informationen online

[www.lbf.fraunhofer.de/  
insituwind](http://www.lbf.fraunhofer.de/insituwind)



**Zukunfts-Projekt** Der Ausbau der Windenergie und die zuverlässige Einspeisung von erneuerbaren Energien in das Stromnetz ist für die Energiewende unerlässlich. Im Forschungsprojekt InsituWIND werden kombinierte Methoden zur Strukturüberwachung der Grout-Verbindung an Offshore-Windenergieanlagen (OWEA) entwickelt, um deren Sicherheit und Langlebigkeit zu erhöhen. Hierzu wird erstmalig eine Methodensynthese aus Radar- und Referenzsensorik eingesetzt, die bisher nicht detektierbare Schäden an der Grout-Verbindung mittels einer automatisierten Erkennung identifiziert.

Der Aufbau der Grout-Verbindung bei OWEA ist rauen Witterungsbedingungen und hohen dynamischen Lasten durch Wind und Wellen ausgesetzt. Dies kann zu Verschleiß und Schädigung führen und damit die Lebensdauer der Anlagen reduzieren.

Mit der neuartigen Radar- und Referenzsensorik werden über mehrere Jahre

umfassende reale Einflussparameter (Umgebungs- und Betriebsbedingungen) an einer 3,6 MW OWEA im Windpark Meerwind Süd/Ost direkt qualitativ und quantitativ bewertet und finden in den Auswertelgorithmen Berücksichtigung. Parallel dazu wird in Laborversuchen im Fraunhofer LBF das Verhalten unter definierten Lasten und ohne Umgebungseinflüsse untersucht. Zu diesem Zweck werden Lastprogramme schrittweise, mittels eingeleiteter Axial- und Radialkräfte durch drei Hydraulikzylinder, bis zum endgültigen Versagen der Grout-Verbindung durchgeführt. Ergänzt wird dies durch Dynamikversuche, mittels eines elektrodynamischen Shakers, zu definierten Zeitpunkten im Lastprogramm. Damit lassen sich die Schadensmechanismen bereits in der Entstehung mittels der referenzierten Radartechnik nachvollziehen und der Einfluss auf die Strukturmechanik und -integrität bewerten.

STRUKTURÜBERWACHUNG,  
WINDENERGIEANLAGEN, RADAR  
STRUCTURAL HEALTH MONITORING,  
WIND TURBINE, RADAR

## Lärmschutzwände mit vibroakustischen Metamaterialien

### Mehr Ruhe für Mensch und Natur

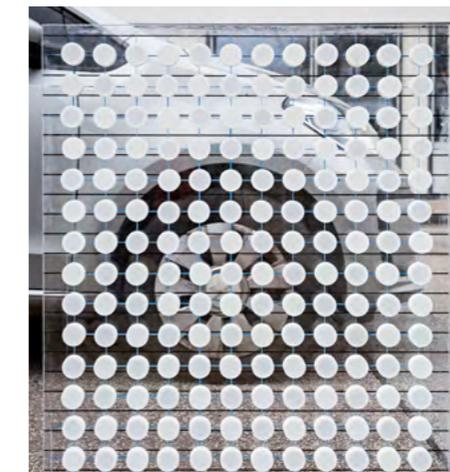
**Industrie-Projekt** Im Auftrag der Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft ASFiNAG wurde am Fraunhofer LBF der Prototyp einer Lärmschutzwand mit vibroakustischen Metamaterialien (VAMM) entwickelt. Vibroakustische Metamaterialien stellen eine neuartige Technologie zur Schwingungs- und Lärminderung dar. Der Ausschnitt einer Acryl-Lärmschutzwand wurde mit Metamaterialien so ausgestattet, dass in dem für Verkehrslärm typischen Frequenzbereich eine signifikante Reduktion der Transmission erzielt werden konnte.

Um innovative Lösungen für den Lärmschutz an Autobahnen zu identifizieren, rief die ASFiNAG in Zusammenarbeit mit der IÖB (Innovationsfördernde Öffentliche Beschaffung) die Challenge »Autobahnen und Schnellstraßen: Lärmlast durch Technologie reduzieren« aus. Das Konzept des Fraunhofer LBF, Lärmschutzwände mit Hilfe von vibroakustischen Metamaterialien hinsichtlich ihrer Transmissionseigenschaften zu verbessern, hat sich unter vielen Einreichungen durchgesetzt.

Es folgte ein gemeinsames Forschungs- und Entwicklungsprojekt mit der ASFiNAG, in welchem eine Acrylglas-Lärmschutzwand mit einem Resonator-Array versehen und hinsichtlich der Schalltransmission untersucht wurde. Als Resonatoren wurden 3D-gedruckte Kunststoff-Membran-

resonatoren verwendet, an deren Innenseite ein Stahlzylinder als Masseelement angebracht ist.

Messungen im Akustiklabor des Fraunhofer LBF haben gezeigt, dass mit dem Prinzip von VAMM die Transmission durch die Lärmschutzwand wesentlich wirkungsvoller reduziert werden kann, als beispielsweise mit einer Verdopplung der Lärmschutzwanddicke. Die Anwendung von VAMM ist auch für absorbierende Lärmschutzwände in Kassettenbauweise oder Holz-Lärmschutzwände geeignet. Auch weitere Branchen können von der VAMM-Technologie profitieren.



Entwicklung einer Lärmschutzwand mit vibroakustischen Metamaterialien.

LÄRMSCHUTZ, VIBROAKUSTISCHE  
METAMATERIALIEN, SCHALLSCHUTZ

#### Weitere Informationen online

[www.lbf.fraunhofer.de/  
laermschutzwaende](http://www.lbf.fraunhofer.de/laermschutzwaende)



#### Kontakt

**Sebastian Rieß**  
+49 6151 705-378  
sebastian.riess@  
lbf.fraunhofer.de



# Reliability Design

## Leistungsfeld

Die zuverlässige Funktion ist seit jeher eine Grundanforderung an Produkte und repräsentiert eine wesentliche wissenschaftliche Ausrichtung des Fraunhofer LBF. Wir entwickeln neue Methoden und Werkzeuge zur zuverlässigen Gestaltung von Materialien, Bauteilen und Systemen. Dabei zielen unserer Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten darauf ab, alle Phasen der Produktentstehung, -nutzung und -verwertung immer umfassender mit ihren Wechselwirkungen zu verstehen und zu beschreiben, sodass Validierungs- und Absicherungsprozesse kontinuierlich in den frühen Gestaltungsprozess vorverlagert werden können.

[www.lbf.fraunhofer.de/reliability-design](http://www.lbf.fraunhofer.de/reliability-design)



## Unsere Forschungsarbeiten ermöglichen zuverlässige Produkte durch zuverlässige Prozesse.«

### Mit weniger mehr erreichen in Bezug auf Komplexität, Stabilität und Zuverlässigkeit

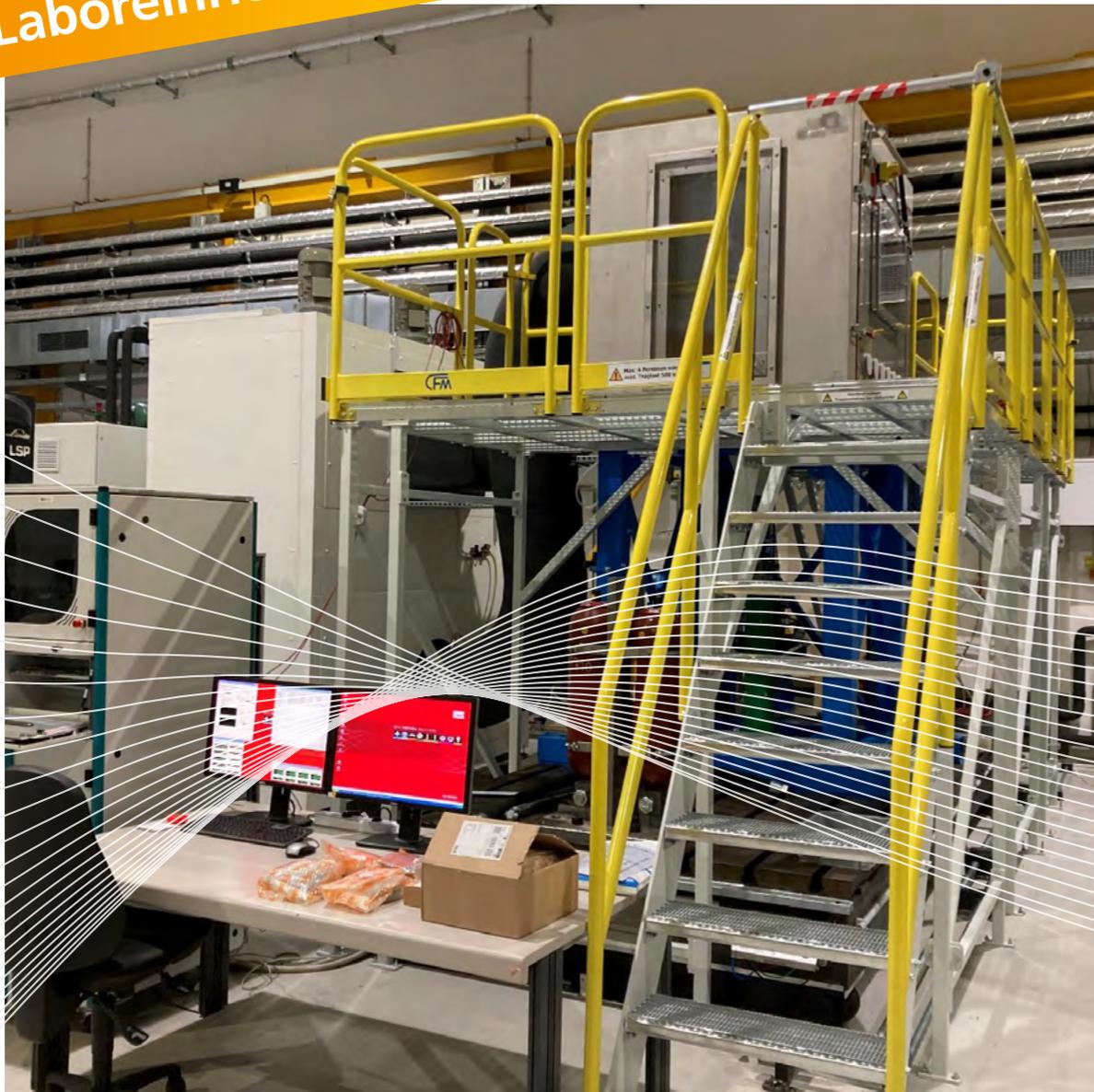
Immer leichtere Materiallösungen und Strukturen auf der einen Seite und immer komplexere Produkte und Systeme auf der anderen Seite prägen die Produktentwicklung in vielen industriellen Bereichen. Gleichzeitig steigen jedoch die Anforderungen an die Zuverlässigkeit solcher Systeme. Schließlich können Ausfälle und Versagen in diesem Zusammenhang schnell kritische wirtschaftliche, ökologische oder gesundheitliche Wirkungen nach sich ziehen.

Das Leistungsfeld **Reliability Design** repräsentiert eine wesentliche wissenschaftliche Ausrichtung des Fraunhofer LBF. Dabei geht es nicht nur allein um die Sicherstellung der Lebensdauer von Materialien, Komponenten und Produkten. Vielmehr zielen die Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten in diesem Leistungsfeld darauf ab, alle Phasen der Produktentstehung, -nutzung und -verwertung immer umfassender mit ihren Wechselwirkungen zu verstehen und zu beschreiben, so dass Validierungs- und Absicherungsprozesse kontinuierlich in den frühen Gestaltungsprozess vorverlagert werden können. Ganz im Sinne eines »Design to Reliability« werden Lösungen des Digital Engineering mit neuen Entwurfs- und Simulationsmethoden verknüpft. Basierend auf realitätsnahen Anwendungsdaten zu typischen mechanischen, klimatischen, elektrischen und kombinierten multiphysikalischen Lasten entstehen damit Werkzeuge und Verfahren, die eine zuverlässige Auslegung von Strukturen bereits im Entwurfsstadium umfassend berücksichtigen. Heute vielfach immer noch übliche »Sicherheitszuschläge« können so in Zukunft bei gleichbleibender oder gesteigerter Zuverlässigkeit von Materialien, Bauteilen und Produkten immer weiter reduziert werden, wodurch moderne Lösungen an Grenzen des Machbaren möglich werden.



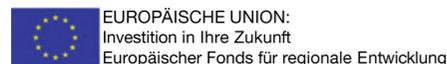
Die neuen Laboreinrichtungen wurden im Rahmen der EFRE-Maßnahme »Smart Lab for Future Mobility Chassis Systems – SmartLab4Chassis« zusammen mit dem Hessischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst und der Wirtschafts- und Infrastrukturbank Hessen beschafft.

## Neue Laboreinrichtung



Laboreinrichtung zur Validierung von aktiven Feder-/Dämpfersystemen und Luftfedersystemen.

gefördert durch:



## SmartLab4Chassis – Smart Lab for Future Mobility Chassis Systems

Untersuchung von Fahrwerkssystemen aktueller und zukünftiger Fahrzeugkonzepte

**Zukunfts-Projekt** Die europäische Automobilbranche ist im Wandel. Die Integration von Elektronikkomponenten und der Ausbau der Elektromobilität lassen die Fahrzeuge hochkomplex und – vorrangig aufgrund der hohen Masse der Hochvolt-Energiespeichersysteme – immer schwerer werden. Mit traditionellen Verfahren der Betriebsfestigkeit können solche Fahrzeuge nicht mehr zuverlässig entwickelt und für eine Nutzungsdauer von mindestens 15 Jahren oder 300.000 km Fahrleistung abgesichert werden. Zukünftige gesellschaftliche Bedarfe lassen zudem völlig neue Fahrzeug- und Fahrwerksmodelle erwarten.

Das Fraunhofer LBF hat am Standort Kranichstein ein »Smart Lab« für die Entwicklung, den Funktionsnachweis und die Absicherung von Fahrwerken und Chassis-Systemen zukünftiger Fahrzeuge mit alternativen Antriebstechniken aufgebaut. Das »Smart Lab for Future Mobility Chassis Systems« soll als Kompetenz- und Anwendungszentrum den beschleunigten Transfer von Forschungsergebnissen in die industrielle Anwendung fördern und damit einen substantiellen Beitrag für die Entwicklung emissionsarmer Mobilitätskonzepte liefern.

Gemeinsam mit dem seit 2012 erfolgreich betriebenen Ganzfahrzeug-Straßensimulator entsteht so eine hochmoderne

Laborumgebung für die Betriebslastensimulation komplexer Baugruppen und -systeme. Im Einzelnen wurden ein Straßensimulator für Fahrzeuge bis zu einem zul. Gesamtgewicht von 4,5 Tonnen und eine servohydraulische Laboreinrichtung für aktive Feder-/Dämpfersysteme und Luftfedersysteme mit der Möglichkeit einer überlagerten Umweltsimulation (Temperatur, Feuchte) beschafft und in Betrieb genommen. Beide Systeme lassen sich mit einer bestellbaren Echtzeithardware auch »in the Loop« ansteuern, um etwa neue Regelkonzepte zu erproben oder ein Gesamtsystemverhalten abzubilden.



Straßensimulator zur Validierung von kompletten Fahrwerkssystemen.

FAHRWERK, LUFTFEDER, AKTIVER DÄMPFER, BETRIEBSFESTIGKEITSNACHWEIS, FUNKTIONSNACHWEIS, HIL

Weitere Informationen online

[www.lbf.fraunhofer.de/smartlab4chassis](http://www.lbf.fraunhofer.de/smartlab4chassis)



Kontakt

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



## Sportwagenprototyp: Härtetest im Darmstädter Labor

Fahrwerksuntersuchung auf neuer multiaxialer Erprobungsumgebung

Weitere Informationen  
online

[www.lbf.fraunhofer.de/  
sportwagenprototyp](http://www.lbf.fraunhofer.de/sportwagenprototyp)



**Industrie-Projekt** Straßenfahrzeuge müssen garantiert sicher und zuverlässig funktionieren. Speziell ihre Fahrwerke werden in der Entwicklungsphase genau untersucht, um die Sicherheit der Fahrzeuginsassen über die gesamte Nutzungsdauer zu gewährleisten. Der finale Nachweis der Betriebsfestigkeit wird experimentell im Labor oder im Fahrversuch erbracht.

Diese Methode zur Absicherung der Betriebsfestigkeit wird auch für Sport- und Rennfahrzeuge genutzt, bei denen im Verhältnis deutlich höhere und häufigere Seiten- und Längsbeschleunigungen auftreten als im normalen Straßenverkehr. Im Fraunhofer LBF wurde für den Sportwagenprototyp Porsche 963 ein Betriebsfestigkeitsnachweis des Fahrwerks, des Monocoques und anderer sicherheitsrelevanter Strukturbauteile für die Motorsportabteilung der Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG durchgeführt. Der eingebaute 4,6 Liter V8-Biturbomotor des Rennwagens kann mit erneuerbaren Kraftstoffen betrieben werden und kommt auf eine Systemleistung von rund 680 PS mit Höchstgeschwindigkeit von etwa 340 km/h. Das Fraunhofer LBF arbeitete eng mit den Verantwortlichen für das Thema Betriebsfestigkeit bei Porsche Motorsport (Hr. Rieser) und für den Betrieb der Fahrwerksprüfstände bei der Porsche AG (Hr. Ruder) zusammen.

### Schnelle und effiziente Aussage zur Betriebsfestigkeit

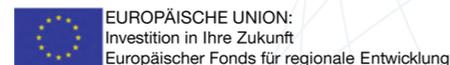
Bei diesen Leistungsdaten bedarf es einer ausgefeilten Labortechnik, welche die im Betrieb auftretenden Belastungen eins zu eins im Labor simuliert. Das bietet der neue 12-kanalige Achsprüfstand im Fraunhofer LBF. Er wurde im Rahmen der EFRE-Maßnahme »Smart Lab for Future Mobility Chassis Systems – SmartLab-4Chassis« beschafft und ist speziell für die Erprobung von leistungsstarken und elektrifizierten Fahrzeugkonzepten (z. B. Radnabenmotoren) konzipiert.



*Flexibel und effizient: Neue Labortechnologie »SmartLab4Chassis«.*

FAHRWERK, BETRIEBSFESTIGKEITS-  
NACHWEIS, SERVOHYDRAULISCHE  
LABOREINRICHTUNG, BETRIEBSLASTEN

gefördert durch:



## Kunststoffe unter Strom

Materialien zur Elektrifizierung und Decarbonisierung der Wirtschaft

**Industrie-Projekt** Kunststoffe sind aus der Elektrotechnik und Elektronik nicht wegzudenken. Mit ihrer leichten Formbarkeit und ihren herausragenden Isolationseigenschaften haben sie diese Bereiche geradezu revolutioniert. Elastomere bei Kabelisolierungen, Thermoplaste in Gehäusen oder Schaltschränken als auch Duomere in Leiterplattenmaterialien oder Hochspannungsisolatoren kommen zum Einsatz. In allen Fällen ist es erforderlich, den Kunststoff bzw. das Compound hinsichtlich der elektrischen Eigenschaften zu charakterisieren, um ihre Einsatzfähigkeit in der jeweiligen Anwendung sicherzustellen.

Während bei einigen Anwendungen z. B. beim Rückseitenmaterial für Solarzellen, eine geringe elektrische Leitfähigkeit sehr wichtig ist, um Kriechströme und Langzeitkorrosion zu vermeiden, ist sie in anderen Fällen, z. B. aufgrund elektrostatischer Aufladung, problematisch. Manchmal ist eine gute elektrische Leitfähigkeit erforderlich, z. B. für Bipolarplatten von Brennstoffzellen oder leitfähige Textilfasern.

Das breite Spektrum an Anwendungen, Materialien und Formen der Bauteile (Platten, Rohre, Beschichtungen usw.) erfordert oft angepasste Mess- und Charakterisierungsmethoden. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Fraunhofer LBF nutzen ihre umfassende



*Messzelle zur Messung der Volumeneitfähigkeit und der Oberflächenleitfähigkeit von Kunststofffolien und Kunststoffplatten.*

Expertise in einer Vielzahl von Projekten sowohl für die Anpassung als auch in der Entwicklung von Methoden zur Charakterisierung der elektrischen Eigenschaften, wie z. B. die Spannungsfestigkeit, Oberflächenleitfähigkeit oder die Permittivität, von Elastomeren, Thermoplasten und Duroplasten. Hierfür verfügt das Fraunhofer LBF über eine umfassende, moderne Laborausstattung. Die Forschenden entwickeln auch spezifische Messeinrichtungen im Kundenauftrag.

NACHHALTIGKEIT, ELEKTRISCHE  
MESSUNG, EFFIZIENTE  
PRODUKTENTWICKLUNG

Weitere Informationen  
online

[www.lbf.fraunhofer.de/  
kunststoffe-unter-strom](http://www.lbf.fraunhofer.de/kunststoffe-unter-strom)



Kontakt

**Dr. Dirk Lellinger**  
+49 6151 705-8667  
[dirk.lellinger@  
lbf.fraunhofer.de](mailto:dirk.lellinger@lbf.fraunhofer.de)

Kontakt

**Martin Große-Hovest**  
+49 6151 705-483  
[martin.grosse-hovest@  
lbf.fraunhofer.de](mailto:martin.grosse-hovest@lbf.fraunhofer.de)



Auf der Internetseite des Leistungszentrums stehen aktuelle Informationen zur Verfügung:

[www.leistungszentrum-wasserstoff-hessen.de](http://www.leistungszentrum-wasserstoff-hessen.de)



Green  
Mat 4 H<sub>2</sub>

Leistungszentrum

Zukunftstechnologie  
Wasserstoff



## Leistungszentrum GreenMat4H<sub>2</sub>

Wasserstoff (H<sub>2</sub>) ist in aller Munde

### Kontakt

Dr. Saskia Biehl  
+49 6151 705-282  
saskia.biehl@  
lbf.fraunhofer.de

**Zukunfts-Projekt** Wasserstoff ist das erste Element im Periodensystem und damit auch das kleinste mit einem Radius von rund 25 pm. Es besitzt ein Proton im Atomkern und ein Elektron. Sein Aggregatzustand ist gasförmig und es ist sehr reaktionsfreudig. Wasserstoff ist von zunehmend großer gesellschaftlicher, wirtschaftlicher und politischer Bedeutung, weil es als ein Energieträger der Zukunft betrachtet wird, der für das Erreichen der Klimaziele von Paris als wichtig gewertet wird. Wasserstoff als ein nachhaltiger und flexibel einsetzbarer Energieträger wird zukünftig fossile Energieträger ersetzen können.

Das Fraunhofer LBF forscht seit Jahren an Themen des Reliability Engineerings von Materialien und Bauteilen, die mit Wasserstoff in Kontakt stehen. Aktuell arbeiten wir mit Partnern im Leistungszentrum GreenMat4H<sub>2</sub>, welches sich zum

Ziel gesetzt hat, Wasserstofftechnologien von Erzeugung, Speicherung, Transport bis Nutzung auf den unterschiedlichsten Wegen voranzutreiben. Dabei entwickeln Fraunhofer IWKS und LBF ihre Technologieangebote zu den Themen Ermüdung und Systemzuverlässigkeit, Sonderverstechnik, Analytik, numerische und experimentelle Simulation, Materialentwicklung, -recycling und Bauteiloptimierung weiter, um mit Partnern aus Forschung und Industrie diese Zukunftstechnologie sicher einsetzbar zu machen.

Um den Partneraustausch zu unterstützen, veranstaltet das Leistungszentrum seit 2022 auch regelmäßige »H<sub>2</sub>-Stammtische«. Mit Impulsvorträgen, Technologiedarstellungen und Führungen wird der Fachaustausch intensiviert und insbesondere regionale Partnerschaften werden neu entwickelt.

WASSERSTOFF, ZUVERLÄSSIGKEIT,  
WERKSTOFFENTWICKLUNG

## Kunststoffe in Wasserstoff-Anwendungen

Innovativ designen, sicher auslegen, zuverlässig testen

**Zukunfts-Projekt** Wasserstoff und damit verbundene Technologien spielen eine wesentliche Rolle für die Umsetzung von Dekarbonisierungszielen und die Sicherung der Energieversorgung. Für ihren Einsatz ist die Zuverlässigkeit von Materialien in entsprechenden Systemen von erheblicher Bedeutung. Neben Metallen liegt ein Forschungsschwerpunkt des Fraunhofer LBF hierbei auf Kunststoffwerkstoffen.

Kunststoffe sind ein wichtiger Faktor, wenn es um nachhaltige, gewichtsoptimierte Leichtbaustrukturen geht. Einsatz finden sie z. B. in Gehäusen und Bipolarplatten von Brennstoffzellen, in Drucktanks, Dichtungskomponenten oder Pipelines. Eine Vielzahl von existierenden, kunststoffbasierten Systemen sollen zukünftig auch im Wasserstoffbereich eingesetzt werden (z. B. im Erdgasnetz). Für die Mehrzahl dieser Materialien liegen aber nur sehr begrenzte Kenntnisse zu

ihrem Verhalten im Wasserstoffkontext vor. Dies gilt insbesondere für das Langzeitverhalten. Im Fokus stehen dabei vor allem Einflüsse auf das mechanische Verhalten, die chemische und physikalische Alterung, die Sorptions- bzw. Diffusionseigenschaften, sowie das Quellverhalten bei Medienaufnahme.

Durch die einzigartige interdisziplinäre Verknüpfung der Expertise am Fraunhofer-LBF in den Bereichen Materialentwicklung, Analytik, Werkstoffprüfung und Auslegungsmethoden erarbeiten wir in öffentlichen Forschungsprojekten und bilateralen Kundenprojekten Lösungen, um zuverlässige Kunststoffbauteile für die Wasserstofftechnologie zu entwickeln. Die Ergebnisse fließen in Methodenentwicklungen für die Bauteilauslegung über Struktursimulationen ein.

WASSERSTOFF, KUNSTSTOFF,  
MATERIALBEWERTUNG

### Weitere Informationen online

[www.lbf.fraunhofer.de/wasserstoff-anwendungen](http://www.lbf.fraunhofer.de/wasserstoff-anwendungen)



### Kontakt

Dr. Felix Dillenberger  
+49 6151 705-8753  
felix.dillenberger@  
lbf.fraunhofer.de

\* Die Tätigkeiten sind eingebettet in das Wasserstoff-Leistungszentrum GreenMat4H<sub>2</sub>.





Die Oxidation der Kabelformulierung durch die Bewitterung wird bei der verbesserten Rezeptur verringert, eine höhere Langzeitstabilität ist die Folge.

## Untersuchung der Wechselwirkungen von Additiven mit Füllstoffen am Beispiel von flammgeschützten Kabelmänteln

### Kontakt

Dr. Michael Großhauser  
+49 6151 705-8757  
michael.grosshauser@  
lbf.fraunhofer.de

**Industrie-Projekt** Kunststoffe für Kabelmäntel müssen hohen Anforderungen über einen langen Zeitraum gerecht werden. Die notwendigen Eigenschaften, beispielsweise der Flammenschutz, werden durch Additive gezielt eingestellt. Durch das Inkrafttreten der Norm EN 50575:2017 werden die verschärften Brandschutzaufgaben, je nach Zusammensetzung der Kabelformulierung, erst durch den Zusatz von Schichtsilikaten erreicht. Diese verringern allerdings maßgeblich die Langzeitstabilität des Kabelmantels – eine Problemstellung, die von den Forschenden des Fraunhofer LBF im Rahmen des Projektes »NanoFlame« unter die Lupe genommen wurde.

Die untersuchten Kabelmäntel bestehen neben den Polymeren Polyethylen (PE) und Polyethylvinylacetat (EVA), aus einem hohen Füllstoffanteil, Aluminiumtrihydroxid (ATH), sowie nanoskaligen zwischenschichtmodifizierten Schichtsilikaten. Vervollständigt werden diese

Formulierungen durch verschiedene Additive, u. a. Alterungsschutzmittel und Kompatibilisatoren. Im Rahmen des Projektes wurden Additiv-Füllstoff Wechselwirkungen identifiziert, die für die unzureichende Langzeitstabilität verantwortlich sind. Die Schädigungsanalyse wurde mittels ATR-IR-Spektroskopie durchgeführt, wobei die Auswertung der Daten unter Verwendung der nicht-negativen Matrixfaktorisierung (NMF) erfolgte.

Ergänzend wurde eine Methode zur Früherkennung des Versagensverhaltens unter den genannten Randbedingungen entwickelt. Diese kann in die Entwicklung neuer Materialien eingebunden werden, die neben einem adäquaten Flammenschutz auch entsprechende Langzeiteigenschaften aufweisen müssen. Das neue Tool kann zur beschleunigten Formulierungsentwicklung von Kabelmänteln genutzt werden und ist auf weitere Systeme anpassbar.

ADDITIVE, RECYCLING,  
FLAMMSCHUTZ

## Konzept für Lebensdaueruntersuchungen unter kombinierter mechanisch-hydraulischer Belastung

### Lebensdauer-Untersuchungen an Elastomer-Komponenten

**Industrie-Projekt** Der Nutzen eines Komponentenlebensdaueruntersuchung wird durch die realitätsnahe Umsetzung aller relevanten Belastungen entsprechend des realen Betriebs bestimmt. Komponenten von Pumpen unterliegen sowohl einer mechanischen als auch einer hydraulischen Belastung. Die lokalen Dehnungsmaxima an entsprechenden Elastomerbauteilen resultieren dabei aus der Überlagerung beider Belastungsarten. Für die Lebensdauer spielen diese maximalen Dehnungen eine entscheidende Rolle. Die synchrone Umsetzung beider Belastungen dient zur Absicherung der Lebensdauer und erhöht die Produktqualität.

Druckumsetzer können hervorragend zur Generierung hydraulischer Belastungen auf Komponenten eingesetzt werden. Diese verwenden als Medium typischerweise Hydrauliköl zur Ansteuerung und zum Druckaufbau. Komponenten aus Elastomeren sollten im Versuch lediglich mit den tatsächlich im Betrieb verwendeten oder hierzu kompatiblen Medien in Kontakt treten. Der direkte Kontakt mit Hydraulikölen ist auszuschließen, sofern nicht explizit vorgesehen. Den hervorragenden Schmiereigenschaften von Hydraulikölen auf Seite der Druckerzeugung zur Verschleißvermeidung der Kolben-Zylinder-Paarung sowie die Medienverträglichkeit der Elastomerproben muss demnach besondere Beachtung geschenkt werden.

Am Fraunhofer LBF wurde gemeinsam mit der Robert Bosch GmbH ein Konzept zur mechanisch-hydraulischen Belastung mittels Medientrennung realisiert. Zentrales Element ist eine Medientrennung mittels Flachmembran. Mit dem neuartigen Versuchsaufbau können Elastomerbauteile von Pumpen mit realitätsbezogenen Betriebslastsignalen zur Absicherung der Lebensdauer belastet werden. Der Versuchsaufbau ermöglicht die Übertragung vergleichbarer Belastungsmechanismen aus dem Feld in die Laborumgebung und damit die Verbesserung der Produktqualität.

ELASTOMERE, WÖHLERVERSUCHE,  
MECHANISCHE UND HYDRAULISCHE  
BELASTUNGEN

Experimentelle Lebensdauernachweise aus dem Fraunhofer LBF verbessern die Produktqualität.



### Weitere Informationen online

[www.lbf.fraunhofer.de/  
bewertungskonzept](http://www.lbf.fraunhofer.de/bewertungskonzept)



### Kontakt

Riccardo Möller  
+49 6151 705-408  
riccardo.moeller@  
lbf.fraunhofer.de



## Reparaturschweißung von Gusseisen mit Kugelgrafit

### Kontakt

**Dr. Steffen Schönborn**  
+49 6151 705-656  
steffen.schoenborn@  
lbf.fraunhofer.de

**Dr. Christoph Bleicher**  
+49 6151 705-8359  
christoph.bleicher@  
lbf.fraunhofer.de

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Weitere Informationen  
online

www.lbf.fraunhofer.de/  
nodularweld



**Zukunfts-Projekt** Bauteile aus Gusseisen mit Kugelgrafit (GJS) kommen in vielen Bereichen des Maschinen- und Anlagenbaus sowie in der Automobil- und Energietechnik zum Einsatz. Der Gießprozess bietet gestalterische Freiheit, hohe Festigkeiten und die Fertigung großer Abmessungen. Hochbelastete Bauteile mit sehr großen Abmessungen und hohen Massen müssen besondere Anforderungen bezüglich Schwingfestigkeit und Bruchsicherheit erfüllen. Forderungen zur Verbesserung des Leistungsgewichtes und der Gewichtsreduktion führen zudem zu komplexer werdenden Herstellungsprozessen. Damit steigt die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von formfüll- und schwindungsbedingten Ungängen sowie für Unregelmäßigkeiten im Gefüge. Hohe Kosten durch Aussonderung und Neuabguss dieser ungangenbehafteten Großgussbauteile sollen durch neue Reparaturverfahren, wie dem Reparaturschweißen, vermieden werden.

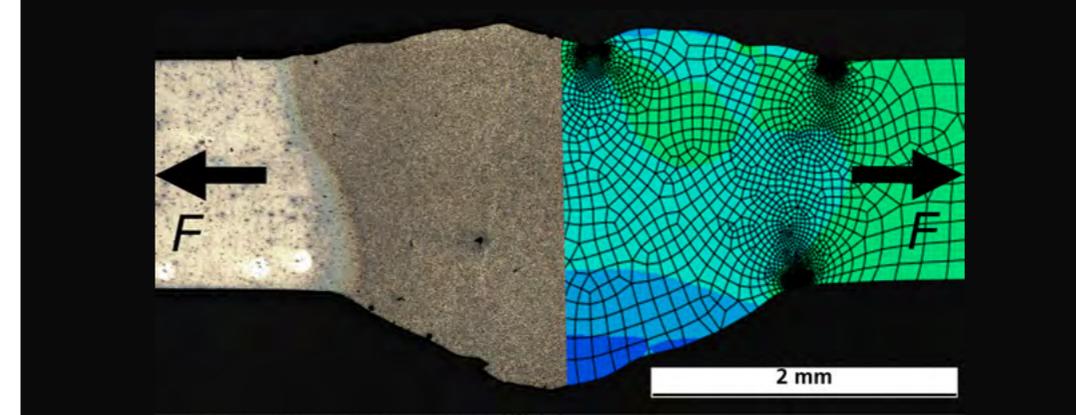
Im Forschungsprojekt »nodularWeld« haben Fraunhofer-Experten sowohl die Schweißung als auch deren Einfluss auf das Schwingfestigkeitsverhalten für drei unterschiedliche und im Großgussbereich relevante Gusseisenlegierungen untersucht. Die Gegenüberstellung der Wöhlerlinien zeigt, dass sich das Schweißen insbesondere im höherzyklischen Bereich mindernd auf die Schwingfestigkeit und

damit auf die ertragbare Beanspruchbarkeit auswirkt. Neben einer erhöhten Streuung der Versuchsergebnisse reduziert sich z. B. beim EN-GJS-400-18LT die ertragbare Nennspannungsamplitude bei Wechselbelastung um etwa 38 % in Bezug auf eine Lebensdauer von  $5 \cdot 10^6$  Schwingspielen. Das muss bei der Bewertung der Lebensdauer einer möglichen Reparaturschweißung berücksichtigt werden, um die Zuverlässigkeit der Bauteile zu gewährleisten. Das Verfahren eignet sich daher vornehmlich für gering beanspruchte Werkstoffbereiche der zu reparierenden Gusskomponenten.

SCHWEISSEN, GUSSEISEN,  
KUGELGRAFIT, SCHWINGFESTIGKEIT



Bruchbild mit typischem Versagen im Bereich der Schweißnaht aufgrund von Fehlstellen, Schweißzustand Integralprobe A-10, Grundwerkstoff EN-GJS-400-18-LT.



Querschnitt einer Laserstrahlschweißnaht an EN AW-7075-Blech mit überlagertem Finte Elemente-Netz.

## Erschließung des Leichtbaupotenzials hochfester Aluminiumknetlegierungen

Bewertung unkonventioneller Prozesstechnologien für Aluminiumknetlegierungen der 7xxx-Serie

**Zukunfts-Projekt** Der Bedarf an größeren Reichweiten von Elektrofahrzeugen macht es erforderlich, das Potenzial von Leichtbauwerkstoffen weiter auszuschöpfen. Al-Zn-Mg-Cu-Legierungen der 7xxx-Serie weisen aufgrund ihrer hohen statischen Festigkeiten bei geringer Massendichte ein hohes Leichtbaupotenzial auf. Aufgrund der Herausforderungen beim Umformen und Fügen dieser Legierungen nimmt die prozessbedingte Betriebsfestigkeit eine Schlüsselrolle für den zukünftigen Einsatz in Leichtbauanwendungen ein.

Im LOEWE-Schwerpunkt »ALLEGRO« wurden Umform- und Schweißprozesse zur Realisierung qualitativ hochwertiger Verbindungen, bestehend aus der hochfesten Legierung EN AW-7075, entwickelt. Dabei führte das Fraunhofer LBF Schwingfestigkeitsuntersuchungen durch, in denen eigens entwickelte elektro-mechanische und piezo-aktive Kleinlastprüfstände zum Einsatz kamen. Diese ermöglichen

energieeffiziente Untersuchungen an miniaturisierten und lokal entnommenen Proben mit einer minimalen Länge von 35 mm.

Durch »Reverse Engineering« und auf Basis von 3D-Laserscans sowie metallographischen Querschliffen wurden Simulationsmodelle der Fügezone erstellt. Obwohl die Legierung EN AW-7075 als nur bedingt schweißbar gilt und nach aktuellem Forschungsstand artfremde Verbindungen mit additiv gefertigten Strukturen häufig zu fehlerbehafteten Verbindungen führen, konnte anhand des Kerbspannungskonzepts für laserstrahlgeschweißte Stumpfstoße und überlappend magnetimpulsgeschweißte Verbindungen mit additiv gefertigtem AlSi10Mg eine Verbindungsqualität nachgewiesen werden, deren Schwingfestigkeit im Bereich von geschweißten 5xxx- und 6xxx-Aluminiumknetlegierungen liegt.

PROZESSBEDINGTE BETRIEBSFESTIGKEIT, LEBENSDAUERKONZEPTE, ZYKLISCHES MATERIALVERHALTEN

### Kontakt

**Andre Jöckel**  
+49 6151 705-652  
andre.joeckel@  
lbf.fraunhofer.de

**Dr. Benjamin Möller**  
+49 6151 705-8443  
benjamin.moeller@  
lbf.fraunhofer.de

Weitere Informationen  
online

www.lbf.fraunhofer.de/  
allegro





# Wir entwickeln nachhaltige, rezyklierbare und biobasierte Kunststofflösungen für eine grüne Zukunft!«

## Circular Economy



### Leistungsfeld

Kunststoffmaterialien besitzen ein großes Einsatzpotenzial. Damit dieses auch umweltschonend genutzt werden kann, arbeiten wir intensiv an Lösungen für ressourceneffiziente, nachhaltige und biobasierte Kunststoffe. Unsere besondere Stärke ist die massive Kompetenz in der Additivierung von Kunststoffen, um ganz spezifische Materialeigenschaften einzustellen. So können Biopolymere aus nachwachsenden Rohstoffen auch für anspruchsvolle technische Anwendungen hinsichtlich Lebensdauer, Degradation oder Leistungsfähigkeit eingestellt und ertüchtigt, oder im Sinne eines Upcyclings herkömmlicher Polymere die Möglichkeiten des werkstofflichen Recyclings deutlich erweitert werden.

[www.lbf.fraunhofer.de/circular-economy](http://www.lbf.fraunhofer.de/circular-economy)



### Nachwachsende und upcycling-fähige Rohstoffe auch für anspruchsvolle technische Anwendungen

Kunststoffe sind ein integraler Bestandteil unseres Alltags. Sie bieten vielfältigste materialtechnische Lösungsmöglichkeiten für eine breite Anzahl von Anwendungen. Dabei lassen sich gezielt vielfältige Eigenschaften einprägen: Lebensmittel werden mittels Kunststoffen hygienisch sicher und haltbar verpackt; als Dämm- und Dichtungsmaterialien mit besonderen Brandschutzeigenschaften sind sie ein modernes Baumaterial und als technische Kunststoffe bieten sie in Primär- und Sekundärbauteilen – oft hochkomplex geformt mit definierten isolierenden, vibrationsdämmenden, sensorischen oder aktorischen Funktionen – effektive und effiziente Funktionsmerkmale und Leichtbaupotenziale.

Doch Kunststoffe werden trotz ihrer unstrittig außerordentlich positiven technischen Eigenschaften zunehmend kritisch diskutiert. Sie stehen exemplarisch für moderne Umweltprobleme in Form von Mikroplastik oder die Verschmutzung der Meere, die wir mit unserer Forschungsarbeit zu reduzieren helfen.

Im Leistungsfeld **Circular Economy** arbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer LBF an nachhaltigen, dauerhaften und umweltverträglichen Kunststofflösungen, vom Molekül über die Formulierung, von der chemisch-physikalischen Charakterisierung über die Synthese bis hin zur Validierung, von der Nutzung über den »End of Life« zur Wiederverwertung – und ändern lineare in zirkuläre Prozesse. Die besondere Stärke des LBF ist die massive Kompetenz in der Additivierung von Kunststoffen, um ganz spezifische Materialeigenschaften einzustellen. So können Biopolymere aus nachwachsenden Rohstoffen auch für anspruchsvolle technische Anwendungen hinsichtlich Lebensdauer, Degradation oder Leistungsfähigkeit eingestellt und ertüchtigt werden. Andererseits ermöglichen innovative Additivsysteme eine verbesserte Prozessierbarkeit und verbesserte Endeigenschaften von Rezyklatmaterial.

Darüber hinaus können durch Additivsysteme im Sinne eines Upcyclings die Möglichkeiten des werkstofflichen Recyclings herkömmlicher Polymere deutlich erweitert werden. Ein weiteres Forschungsfeld liegt in der Entwicklung von Bioadditiven als Substitute für kommerzielle Systeme, welche hinsichtlich Qualität und Leistungsfähigkeit mit herkömmlichen Additiven vergleichbare Eigenschaften erreichen und diese teils deutlich übertreffen, z. B. für die Witterungsbeständigkeit oder den Flammenschutz von Polymeren.

## Kreislauffähige Mehrwegtransportlösung mit eingebauter Luftpolsterung

Nachhaltiges Transportieren durch ein adaptierbares Monomaterialkonzept für B2B und B2C

Weitere Informationen online

[www.lbf.fraunhofer.de/mehrwegtransportloesung](http://www.lbf.fraunhofer.de/mehrwegtransportloesung)



Kontakt

**Dr. Christian Schütz**  
+49 6151 705-8805  
[christian.schuetz@lbf.fraunhofer.de](mailto:christian.schuetz@lbf.fraunhofer.de)  
[innovative-transportbox@lbf.fraunhofer.de](mailto:innovative-transportbox@lbf.fraunhofer.de)

**Fraunhofer-Projekt** Verpackungsmaterialien werden immer knapper und sind häufig nicht umweltfreundlich. Herkömmliche Transportverpackungen sind für den Einmaltransport ausgelegt und bestehen oft aus Wellpappe. Am Fraunhofer LBF wurde gemeinsam mit der Berges GbR eine alternative Lösung zur Einmalverpackung entwickelt und zum Patent angemeldet. Durch diese vollständig werkstofflich rezyklierbare Mehrwegtransportlösung für empfindliche Güter wird die Umwelt geschont und Anwender können den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck ihrer Unternehmen verbessern.



*Upcycling ermöglicht nachhaltige Verpackungen auch für Endverbraucher.*

Für einen Transportschutz wird oft Polyester- und Füllmaterial verwendet, dessen Recycling gegenwärtig unter rein wirtschaftlichen Aspekten wenig

lohnend ist. Hier wird ein erhebliches Nachhaltigkeitspotential nicht ausschöpft.

Die vollständig werkstofflich rezyklierbare Mehrwegtransportbox, von Berges gemeinsam mit dem Fraunhofer LBF entwickelt, bietet eine alternative Lösung (eingetragenes Gebrauchsmuster DE202017106455). Im Sinne einer zirkulären Wertschöpfung sind alle Bestandteile aus derselben Kunststoffklasse gefertigt.

**Funktional, flexibel ausrüstbar und individuell angepasst**

In der Box befindet sich ein reversibel aufblasbares Luftpolster, das sich um das Packgut legt und einen hohen Transportschutz bietet. Nach dem Ablassen der Luft ist es faltbar. Die Transportbox lässt sich für besondere mechanische Belastung, Kühltransporte oder ESD für Elektronik ausrüsten, auch regulatorische Anforderungen können berücksichtigt werden. Denkbar sind Sensoren für Tracking und Zustandsüberwachung oder der Einbau eines sicheren Schließsystems.

Die einzelnen Bestandteile sind kommerziell erhältlich, so dass sich das Gesamtsystem schnell auf die Bedürfnisse des jeweiligen Endanwenders anpassen lassen.

KREISLAUFWIRTSCHAFT,  
MEHRWEGTRANSPORTLÖSUNG,  
WERKSTOFFLICHES RECYCLING



Sortierte und gewaschene Polyethylen-Post-Consumer-Abfälle in Flakes-Form.

## Rezyklatanalytik: Entwicklung einer modernen Analytik für Post-Consumer-Abfälle

Analyse von sortierten PE- und PP-Abfällen

**Industrie-Projekt** Kunststoffprodukte aus recycelten Materialien gewinnen an kommerzieller Bedeutung und fördern die Kreislaufwirtschaft. Das Fraunhofer LBF hat für sortierte PE und PP-Post-Consumer-Abfälle eine moderne, leistungsfähige Analytik erarbeitet, die eine detaillierte Charakterisierung ermöglicht. Diese liefert Gehaltsangaben über Fremdpolymere, Additive, flüchtige Bestandteile (VOC) und metallische Verunreinigungen, welche für eine Bewertung der anwendungsrelevanten Eigenschaften essenziell sind. Daraus ergeben sich neue Perspektiven für die zielgerichtete Entwicklung innovativer Rezyklate.

**Ein zweites Leben für Kunststoffe**

Polyethylen (PE) und Polypropylen (PP) sind neben Polyethylenterephthalat (PET) die kommerziell relevantesten Kunststoffe mit den breitesten Anwendungsportfolios. Eine zentrale Herausforderung

bei der zielgerichteten Entwicklung von Rezyklatkunststoffen aus diesem Stoffstrom besteht darin, unterschiedliche chemische Zusammensetzungen der sortierten PE- und PP-Abfälle detailliert zu bestimmen und die Analyseergebnisse repräsentativ für die gesamte Abfallcharge darzustellen. Am Fraunhofer LBF werden daher maßgeschneiderte Probenentnahme- und -präparations-Strategien erarbeitet, die unter Berücksichtigung von Statistik eine Optimierung der Repräsentativität gewährleisten.

Diese analytische Bandbreite eignet sich für ein breites Spektrum an Abfallströmen. Sie spricht mit der Analyse von nichtpolymeren Verunreinigungen auch regulatorische Bedenken und Verarbeitungshindernisse an, was Entwicklern und Verarbeitern von Rezyklaten neue Perspektiven für ihre Material- und Prozessentwicklung aufzeigt.

KREISLAUFWIRTSCHAFT, REZYKLATE,  
ANALYTIK

Kontakt

**Dr. Frank Malz**  
+49 6151 705-8763  
[frank.malz@lbf.fraunhofer.de](mailto:frank.malz@lbf.fraunhofer.de)

**Dr. Robert Brüll**  
+49 6151 705-8639  
[robert.brueell@lbf.fraunhofer.de](mailto:robert.brueell@lbf.fraunhofer.de)

Weitere Informationen online

[www.lbf.fraunhofer.de/rezyklatanalytik](http://www.lbf.fraunhofer.de/rezyklatanalytik)



# Kunststoffadditive leisten einen maßgeblichen Beitrag zur Qualitätsverbesserung von Rezyklaten

## Weitere Informationen online

[www.lbf.fraunhofer.de/kunststoffadditive](http://www.lbf.fraunhofer.de/kunststoffadditive)



## Kontakt

**Dr. Elke Metzsch-Zilligen**  
+49 6151 705-8609  
[elke.metzsch-zilligen@lbf.fraunhofer.de](mailto:elke.metzsch-zilligen@lbf.fraunhofer.de)

**Zukunfts-Projekt** Ein Altkunststoff kann meistens nicht in der Form recycelt werden, wie er anfällt oder eingesammelt wird. Üblicherweise wird er – wenn erforderlich – sortiert, gereinigt und erneut verarbeitet. Für eine anwendungsspezifische geeignete Rezyklatqualität mit ausreichender Verarbeitungs- und Langzeitstabilität ist daher eine Nachstabilisierung mit speziellen Additiven erforderlich. Mit Stabilisatoren, Kompatibilisatoren und reaktiven Zusätzen erreichen Rezyklate zu Neuware vergleichbare Eigenschaften.

Stabilisatorreste aus der Erstanwendung leisten zwar einen Beitrag beim Rezyklieren und bei der weiteren Rezyklatstabilisierung, reichen aber in der Regel nicht aus, vor allem wenn der Altkunststoff aus einer Kurzzeit-Erstanwendung (z. B. Verpackung) stammt und sein weiterer Einsatz für eine Langzeitanwendung beabsichtigt ist. Die

Nachstabilisierung von Rezyklaten mit geeigneten Additiven ist ein wesentlicher Hebel zur Verbesserung der Rezyklatqualität. Die eingesetzten Stabilisatoren schützen das Rezyklat vor weiterer oxidativer und/oder photo-oxidativer Schädigung analog zur Neuware.

## Additivrezeptur verbessert Folien aus Folienrezyklat

Im Fraunhofer LBF ist eine erfolgreiche Nachstabilisierung an Polyethylen-Folien gelungen, die heutzutage aus Folienrezyklaten hergestellt werden können. Damit sie zuverlässig und haltbar sind, dürfen während der Herstellung keine Fehlstellen auftreten. Durch die Zugabe einer geeigneten Additivrezeptur haben die Forschenden die Folienqualität signifikant verbessert. Der Fertigungsprozess wird effizienter und kostengünstiger.

ADDITIVE, WERKSTOFFLICHES RECYCLING, KREISLAUFWIRTSCHAFT



Mit den richtigen Additiven entstehen fehlerfreie Folien.



Fluktuierende Stoffströme besser beherrschen.

# PET-Sekundärmaterialien aus unterschiedlichen post-consumer Quellen

Einfluss von Rezyklatqualitäten und Formulierung auf die Werkstoffeigenschaften

**Zukunfts-Projekt** Das Fraunhofer LBF hat zusammen mit der EASICOMP GmbH die Grundlagen geschaffen, um auch aus post-consumer-Rezyklaten jenseits des bekannten Flaschenkreislauf auf Basis von Polyethylen-terephthalat (PET) langglasfaserverstärkte Thermoplasten (LFT) herstellen zu können. Die wesentlichen Herausforderungen waren die Identifikation geeigneter und die Beherrschung der im Vergleich zu Neuware oder Flaschen-PET stärker fluktuierenden Stoffströme hinsichtlich Materialzusammensetzung, Alterungszustand und Darreichungsform.

Im Projekt »UpcyclePET« wurde bereits ein neuer LFT-Werkstoff auf Basis gebrauchter PET-Getränkeflaschen entwickelt. In »UpcyclePETPlus«, wollte das Forscherteam Sekundär-Rohstoffquellen erschließen, für die heute noch keine hochwertige Wiederverwertung möglich ist. Als neue post-consumer-Rohstoffquellen für die LFT-Werkstoffe sollten die

PET-Schalenfraktion aus dem Gelben Sack und Ströme aus Gewerbe- und gewerbemüllähnlichen Abfallströmen erschlossen werden. Um für den jeweiligen Stoffstrom die passende Additivierungsstrategie zu identifizieren, ist eine genaue Kenntnis über die Zusammensetzung des Eingangsstoffstroms erforderlich. Kritische Verunreinigungen müssen ermittelt und beurteilt werden. Danach werden Rückschlüsse auf Art und Gehalt geeigneter Additive abgeleitet und die Rezeptur angepasst. Die Fraunhofer-Forschenden konnten LFT aus den neuen Stoffströmen entwickeln, die sich durch vergleichbare Eigenschaften auszeichnen wie im Vorgänger-Projekt. Im Vergleich zu LFT auf Basis von Flaschen-PET, die nach einer orientierenden Ökolanzierung des Öko-Instituts mit 5,1 CO<sub>2</sub>-Äquivalenten/kg einhergehen, wurde der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck mit 3,8 – 4,4 CO<sub>2</sub>-Äquivalenten/kg nochmals deutlich reduziert.

KUNSTSTOFFADDITIVIERUNG, UPCYCLING, NACHHALTIGKEIT, SEKUNDÄRROHSTOFFE

GEFÖRDERT VOM

 Bundesministerium für Bildung und Forschung

## Weitere Informationen online

[www.lbf.fraunhofer.de/upcyclepetplus](http://www.lbf.fraunhofer.de/upcyclepetplus)



## Kontakt

**Dr. Frank Schönberger**  
+49 6151 705-8705  
[frank.schoenberger@lbf.fraunhofer.de](mailto:frank.schoenberger@lbf.fraunhofer.de)

**Shilpa Khare**  
+49 6151 705-8739  
[shilpa.khare@lbf.fraunhofer.de](mailto:shilpa.khare@lbf.fraunhofer.de)



# Lightweight Design



## Leistungsfeld

Leichtbau ist eine der wichtigsten Querschnittstechnologien der Zukunft. Mit unserer Forschung gehen wir bewusst immer stärker an die Grenzen des Machbaren und entwickeln eigenschaftsoptimierte, besonders leichte Strukturlösungen. Basis ist unser ganzheitliches Wissen auf werkstoff-, bauteil- und systemtechnischer Ebene. Wir forschen interdisziplinär, bündeln unsere Kompetenzen in den Forschungsbereichen Kunststoffe, Betriebsfestigkeit und Adaptronik und entwickeln neuartige Lösungen des funktionsintegrierten, intelligenten Leichtbaus, immer unter Berücksichtigung der Zuverlässigkeit, Nachhaltigkeit und Bezahlbarkeit der technischen Produktlösung.

[www.lbf.fraunhofer.de/lightweight-design](http://www.lbf.fraunhofer.de/lightweight-design)



## Mit Leichtigkeit mehr Effizienz für kommerziell erfolgreiche Produkte

Leichtbau ist schon lange keine »technische Nischenlösung« für Flugzeuge oder innovative Sportfahrzeuge mehr. Vielmehr sind bezahlbare Leichtbaulösungen zur bestmöglichen Masse- und Energieeffizienz in allen beweglichen Systemen wie in der Produktion und im Betrieb von

systemtechnischer Ebene. Darüber hinaus werden Methoden des Material- sowie des konstruktiven und des systemischen Leichtbaus zusammengeführt. Das Fraunhofer LBF bündelt seine Kompetenzen in den Forschungsbereichen Kunststoffe, Betriebsfestigkeit und Adaptronik und entwickelt zudem neuartige Lösungen des funktionsintegrierten, intelligenten Leichtbaus, immer unter Berücksich-

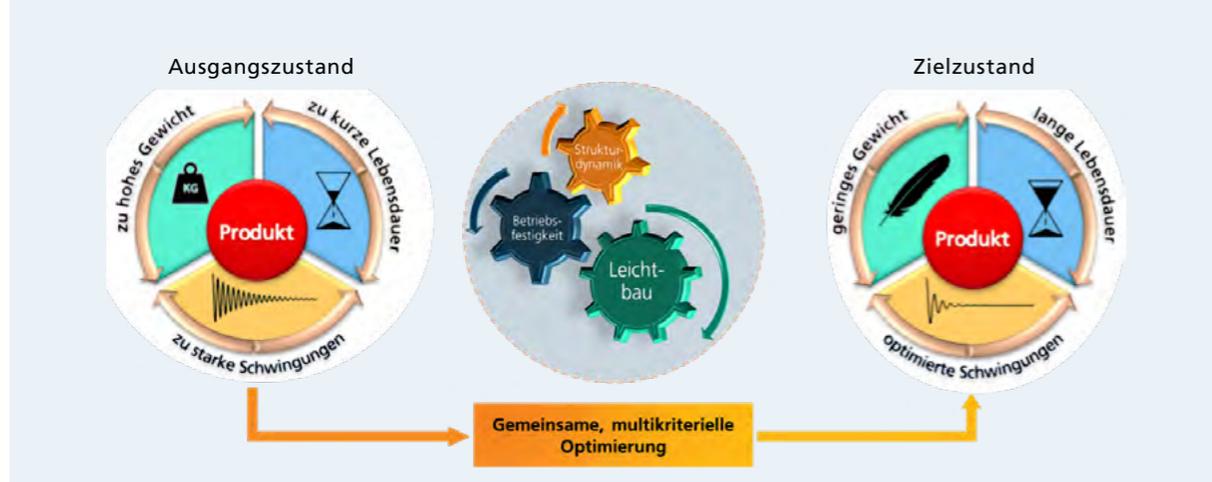


## Mit unserer Forschung erweitern wir die Grenzen des Machbaren und entwickeln radikal leichte, eigenschaftsoptimierte Strukturlösungen.«

Produkten ein Schlüssel zum Erreichen der klimapolitischen Ziele im Fahrzeugbau, im Maschinen- und Anlagenbau, in der Energie- oder der Baubranche. Ohne Leichtbau sind kommerziell erfolgreiche Produkte, wie z. B. in der Elektromobilität, immer weniger oder gar nicht möglich. Und erfolgreicher, sicherer Leichtbau erfordert zwingend umfassendes Know-how in Zuverlässigkeit und Betriebsfestigkeit.

Im Leistungsfeld **Lightweight Design** geht das LBF noch weiter an die Grenzen des Machbaren. Basis ist das ganzheitliche Wissen auf werkstoff-, bauteil- und

tigung der Zuverlässigkeit, Nachhaltigkeit und Bezahlbarkeit der technischen Produktlösung. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler forschen interdisziplinär und entwickeln Lösungen z. B. für funktionalisierte Polymere, funktionsintegrierte Faser-Verbund-Systeme, Mono- und Multimaterialsysteme, numerische und experimentelle Methoden der Zuverlässigkeits- und Lebensdauerbewertung von Leichtbaulösungen sowie der Nutzung integrierter Sensoren und Aktoren zur Überwachung und Eigenschaftsoptimierung von Strukturen.



KMU profitieren von neuer Methodik aus dem Fraunhofer LBF.

## Optimierung dynamisch belasteter Leichtbaustrukturen

### Weitere Informationen online

[www.lbf.fraunhofer.de/duradyn](http://www.lbf.fraunhofer.de/duradyn)



### Kontakt

Dr. William Kaal  
+49 6151 705-440  
william.kaal@lbf.fraunhofer.de

**Forschungs-Projekt** In allen Bereichen des Maschinen- und Anlagenbaus sowie in den Mobilitätsbranchen steigen die Anforderungen an das Schwingungsverhalten von Bauteilen und Strukturen. Gleichzeitig müssen Produkte im Sinne des Leichtbaus optimiert werden und dennoch eine hinreichende Lebensdauer garantieren. Die Optimierung der Strukturtechnik einerseits und die Bewertung der Lebensdauer andererseits werden in der Regel voneinander entkoppelt betrachtet. Das Fraunhofer LBF entwickelt im Forschungsprojekt »DuraDyn« eine Methodik zur numerischen Optimierung von Leichtbaustrukturen unter Berücksichtigung der Strukturtechnik und der Lebensdauer. Das soll insbesondere mittelständischen Unternehmen zugutekommen.

Kern ist die Entwicklung einer numerischen Methode zur gleichzeitigen Optimierung von Strukturtechnik und Lebensdauer von Bauteilen und Systemen

in einem Berechnungsprozess. Dazu wird eine parametrische Modellreduktion um die Berücksichtigung modaler Spannungen an kritischen Positionen erweitert und daraus eine Lebensdauerbewertung durchgeführt.

Die Methoden zur Optimierung dynamischer Systeme mit passiven und aktiven Maßnahmen, wie beispielsweise Versteifungen, Schwingungstilgern oder Inertialmassenaktoren, werden dann um die Bewertung der Lebensdauer erweitert, sodass beispielsweise geforderte Mindestbetriebsdauern als zusätzliche Randbedingung für die Optimierung angegeben werden können.

Die Validierung und Demonstration der Methodik erfolgt anhand industrienahe Anwendungsszenarien, wobei insbesondere Strukturen aus dem Landmaschinenbau betrachtet werden.

LEICHTBAU, BETRIEBSFESTIGKEIT, STRUKTURDYNAMIK

## MetaVib – Vibroakustische Metamaterialien zur Lärm- und Schwingungsminderung

Neues Leichtbaupotenzial für Fahrzeuge und Maschinen

**Fraunhofer-Projekt** Damit Maschinenbau und Mobilität noch wirtschaftlicher und nachhaltiger werden, müssen die dort eingesetzten Komponenten effizienter hergestellt und leichter gestaltet sein. Bei solchen Konstruktionen treten jedoch oft Schwingungsprobleme auf. Im Projekt »MetaVib« wurden vibroakustische Metamaterialien als neuartige Lärm- und Schwingungsminderungsmaßnahme erforscht und entwickelt. Sie bieten neue Gestaltungsfreiräume zur gezielten vibroakustischen Optimierung von Bauteilen unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Leichtbaukriterien.

Vibroakustische Metamaterialien sind weltweit ein aktuelles Forschungsthema im Bereich Lärm- und Schwingungsminderung. Mit ihnen können die Amplituden von schädlichen Struktur-schwingungen und Lärm so tief und breitbandig reduziert werden, wie das mit konventionellen Maßnahmen nie möglich wäre. Sie werden auf üblicherweise periodisch angeordneten passiven oder aktiven lokalen Resonatoren auf dem zu beeinflussenden Bauteil aufgebracht. Die lokalen Resonatoren werden auf die adressierte Eigenfrequenz abgestimmt und mit Abständen kleiner als die halbe Wellenlänge der zu beeinflussenden



Fraunhofer hat neue Konzepte und Fertigungstechnologien für VAMM entwickelt.

Frequenz auf der Grundstruktur platziert. In diesem Frequenzbereich entstehen dann sogenannte Stoppbänder in der Übertragungsfunktion – Bereiche, in denen keine Wellenausbreitung möglich ist.

Im Projekt »MetaVib« konnten Fraunhofer Forschende eine effiziente Körperschallminderung von bis zu 20 dB in definierten Frequenzbereichen erzielen. Die Erkenntnisse sind in einer Toolbox verfügbar, die Design und Optimierung von Strukturen als vibroakustische Metamaterialien auf unterschiedlichen Detaillierungsstufen ermöglicht. Der Auslegungsprozess ist anwendungsunabhängig und ermöglicht eine effiziente Prototypenentwicklung in industriellen Folgeprojekten.

VIBROAKUSTISCHE METAMATERIALIEN, PASSIVE SCHWINGUNGSMINDERUNGSMASSNAHMEN, STRUKTURDYNAMIK

### Kontakt

Heiko Atzrodt  
+49 6151 705-349  
heiko.atzrodt@lbf.fraunhofer.de

### Weitere Informationen online

[www.lbf.fraunhofer.de/metavib](http://www.lbf.fraunhofer.de/metavib)



# Hybride Leichtbauräder

Sichere Klebverbindungen in hochbelasteten hybriden Strukturbauteilen

Weitere Informationen online

[www.lbf.fraunhofer.de/gohybrid](http://www.lbf.fraunhofer.de/gohybrid)



Kontakt

**Julia Decker**  
+49 6151 705-491  
[julia.decker@lbf.fraunhofer.de](mailto:julia.decker@lbf.fraunhofer.de)

**Jens-David Wacker**  
+49 6151 705-8356  
[jens-david.wacker@lbf.fraunhofer.de](mailto:jens-david.wacker@lbf.fraunhofer.de)

**Zukunfts-Projekt** Vor allem in der Mobilitätsbranche steht seit einigen Jahren die Leichtbauentwicklung von Komponenten und Systemen im Fokus. Mischbauweisen aus Leichtmetallen und Faser-Kunststoff-Verbunden bieten hier Potenziale. Die Bemessung hochbelasteter hybrider Strukturen ist dabei eine besondere Herausforderung, da unterschiedliche Wärmeausdehnungen der Werkstoffe im Auslegungsprozess zu berücksichtigen und hybride Fügeverbindungen sicher zu gestalten sind.

Am Markt bereits etabliert sind Hybridräder, die aus einem legierten Aluminiumstern und einer Radfelge aus Kohlenstofffaserverbund bestehen. Die Verbindung zwischen den beiden Fügepartnern besteht aus einer sehr komplexen Schraubenverbindung, was dem konsequenten Leichtbau entgegensteht.

Im Projekt »GOHybrid« wurde daher für solche Hybridräder eine Klebeverbindung entwickelt. Das Rad als Sicherheitsbauteil muss eine zuverlässige Beständigkeit gegen hohe strukturelle Belastungen aufweisen, die bei verschiedenen Lastfällen auftreten. Die einzelnen Werkstoffe der hybriden Klebeverbindung müssen niedrigen und erhöhten Temperaturen standhalten und deren unterschiedlichen Wärmedehnungen kompensieren.

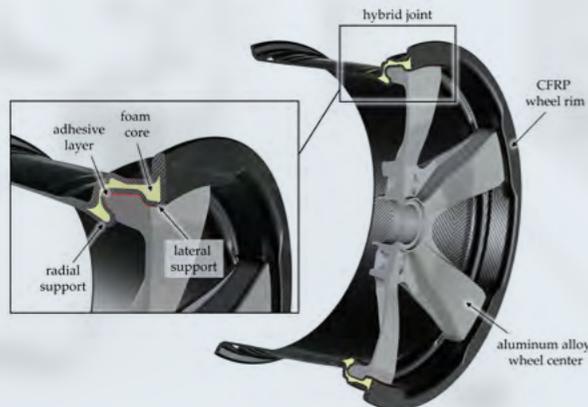
Forschende am Fraunhofer LBF haben die stoffschlüssige Klebeverbindung mit einer formschlüssigen Geometrie kombiniert, und einen Fügeprozess des Radsterns in Rotationsrichtung realisiert. Durch Anpassungen des Faseraufbaus im Felgenbereich wurden die thermischen Eigenspannungen in der Verbindung deutlich reduziert. Die Versuchsergebnisse zeigen eine ausreichende Festigkeit der Klebeverbindung sowie eine Verbesserung der entwickelten Formschlussverbindung im Vergleich zu einer einfachen Klebeverbindung.

KLEBEVERBINDUNG, HYBRID-VERBINDUNG, LEICHTBAURAD

GEFÖRDERT VOM



Neuer Faseraufbau im Felgenbereich reduziert thermische Eigenspannungen deutlich.



Bessere Ökobilanz und mehr Nachhaltigkeit in der Produktentwicklung.

## Starke CO<sub>2</sub>-reduzierte Bauteile aus faserverstärkten Biopolymeren

Entwicklung nachhaltiger, langlebiger Bauteile für anspruchsvolle Einsatzbedingungen

**Zukunfts-Projekt** Kunststoffbauteile bieten großes Potenzial zur Reduktion von Emissionen. Im Projekt »COOPERATE« entwickelt das Fraunhofer LBF mit Partnern Methoden, um die Produktgestaltung und die Auslegung hinsichtlich Ökobilanz und Nachhaltigkeit grundlegend zu verbessern. Die Kombination von Substitution erdölbasierter Kunststoffe durch biobasierte Alternativen und die Entwicklung verbesserter Methoden zur materialsparenden Auslegung von Bauteilen, wird den CO<sub>2</sub>-Bedarf von Kunststoffbauteilen in anspruchsvollen, industriellen Anwendungen und Gebrauchsgütern um bis zu 75 Prozent reduzieren.

Durch Verbesserung von Designprozessen wird das Leichtbaupotential und die damit einhergehende Ressourceneffizienz auch im Downstream gesteigert. Dabei entwickeln die Projektpartner gemeinsam materialsparende Konstruktionsmethoden

und biobasierte Komposite für langlebige und hochbeanspruchbare Bauteile. Konkrete Anwendungsbeispiele aus dem Bereich der Fahrzeugtechnik dienen als Maßstab.

Da biobasierte Materialien eine andere Performance als konventionelle Werkstoffe erreichen, werden in diesem Projekt die klimaneutralen Substitute weiterentwickelt und praxisrelevante Untersuchungen der Materialeigenschaften hinsichtlich strukturell wichtiger Kennwerte durchgeführt. Im Rahmen des Projekts entstehen u. a. neue Berechnungsmethoden, welche die Einflüsse der Herstellung auf das quasistatische und das dynamische Verhalten der Werkstoffe berücksichtigen.

Die neuen Methoden und die verbesserten Materialeigenschaften ebnen den Weg für den Einsatz von neuen Kunststoffen in weiteren Technologiefeldern.

NACHHALTIG, POLYMER, LEICHTBAU

Weitere Informationen online

[www.lbf.fraunhofer.de/cooperate](http://www.lbf.fraunhofer.de/cooperate)



Kontakt

**Georg Stoll**  
+49 6151 705-8528  
[georg.stoll@lbf.fraunhofer.de](mailto:georg.stoll@lbf.fraunhofer.de)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



# Future Mobility

## Leistungsfeld

Nachhaltig, vernetzt und autonom wird die Mobilität in der Zukunft sein. Mit unseren Kernkompetenzen im Leichtbau, dem Reliability Design und den Werkzeugen des Digital Engineering gestalten wir innovative Fahrzeugkonzepte. In diesem Zusammenhang bündeln wir die Arbeiten der anderen Leistungsfelder hinsichtlich deren Anwendung in Mobilitätslösungen, z. B. cyberphysische Methoden zur entwicklungsbegleitenden Validierung neuer Mobilitätstechnologien, alternative Antriebskonzepte, bauteilintegrierte Batteriesysteme oder neuartige Ultraleichtbaulösungen. Einen Schwerpunkt der Arbeiten bildet die Elektromobilität sowohl mit batterie-elektrischen als auch Brennstoffzellensystemen.

[www.lbf.fraunhofer.de/future-mobility](http://www.lbf.fraunhofer.de/future-mobility)



**Mit unseren Methoden unterstützen und gestalten wir die Umsetzung zukünftiger innovativer Fahrzeugkonzepte.«**

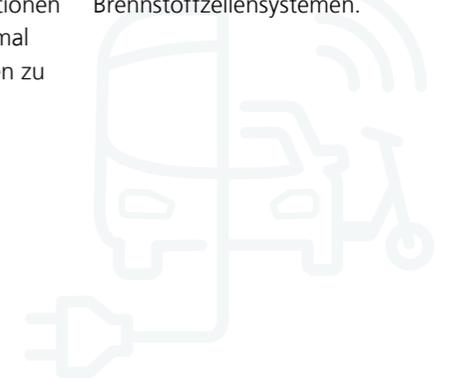
## Bündelung von Kompetenzen für nachhaltige, vernetzte und autonome Mobilität

Die Mobilität befindet sich in einem nachhaltigen Transformationsprozess. Sie wird zunehmend als vernetztes System unterschiedlicher Mobilitätsträger und Betreibermodelle verstanden. Nicht zuletzt durch die Kritik hinsichtlich zunehmender Belastungen im Kontext des Klimawandels und der nötigen Dekarbonisierung sind die Anforderungen an die mobile Ressourceneffizienz nochmals massiv gestiegen. Sie fordern die Entwicklung neuer Antriebstechnologien, leichter Bauweisen und alternativer Mobilitätskonzepte heraus.

Die fortschreitende Elektrifizierung mobiler Systeme, die Intermodalität der Verkehrsträger und die Einführung zunehmend automatisierter Fahrfunktionen sind in technischer und organisatorischer Sicht ein wesentlicher Baustein der zukünftigen Mobilität. Gleiches gilt für die verstärkte Nutzung und Entwicklung neuer Klein- und Kleinstfahrzeuge im Individualverkehr, wie z. B. Pedelecs, Lastenfahrräder, E-Scooter – oder auch zunehmend Drohnen. Das Thema Shared-Mobility bietet ebenfalls technische Herausforderungen von smarten digitalen Lösungen, App-Entwicklungen, verteilten Funktionen bis hin zur Materialtechnologie – zumal hier gänzlich neue Nutzungsszenarien zu beherrschen sind.

Neue zukünftige Mobilitätslösungen, egal ob zu Lande – auf Straße oder Schiene –, zu Wasser oder in der Luft müssen vordergründig sicher und zuverlässig funktionieren, gleichzeitig jedoch kostengünstig und effizient realisiert und betrieben werden können. Darüber hinaus müssen sie aber auch den weiter steigenden Anforderungen an Anzahl der Mobilitätsträger, an Individualisierung und an Nachhaltigkeit im Personen-, im Nutzfahrzeug- und im Sonderfahrzeugbereich genügen. Damit verbunden sind Fragen nach geeigneten Leichtbaulösungen, zuverlässiger Auslegung von Systemen, intelligenten Struktur- und Überwachungsfunktionen, nachhaltigen Materialien bis hin zu der Nutzung von Biowerkstoffen zu beantworten.

Das Leistungsfeld **Future Mobility** am Fraunhofer LBF bündelt in diesem Zusammenhang die Arbeiten der anderen Leistungsfelder hinsichtlich deren Anwendung in Mobilitätslösungen, z. B. cyberphysische Methoden zur entwicklungsbegleitenden Validierung neuer Mobilitätstechnologien, alternative Antriebskonzepte, bauteilintegrierte Batteriesysteme oder neuartige Ultraleichtbaulösungen. Einen Schwerpunkt der Arbeiten bildet die Elektromobilität sowohl mit batterie-elektrischen als auch Brennstoffzellensystemen.



## Reibungsverluste minimieren

Neuartige Sternpolymere als Schmierstoffadditive reduzieren Reibung

Weitere Informationen online

[www.lbf.fraunhofer.de/prometheus](http://www.lbf.fraunhofer.de/prometheus)



Kontakt

**Dr. Roland Klein**  
+49 6151 705-8611  
[roland.klein@lbf.fraunhofer.de](mailto:roland.klein@lbf.fraunhofer.de)

Gefördert durch:



Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Sternpolymer als hochviskose Flüssigkeit.

**Zukunfts-Projekt** Schmierstoffe dienen zur Reduktion von Reibung und Verschleiß in bewegten Maschinenteilen. Eine verminderte Reibung leistet dabei einen wesentlichen Beitrag zur Einsparung von Energie und zu einem verminderten Ausstoß von CO<sub>2</sub>. Neben der Auswahl geeigneter Grundöle ist der Einsatz von Schmierstoffadditiven eine essenzielle ergänzende Maßnahme zur Minimierung von Reibverlusten. Solche Reibungsverbesserer (engl. friction modifier, FM) können beispielsweise grenzflächenaktive Polymere sein, die eine schützende Polymerschicht auf der Oberfläche bilden.

Bei der Formulierung eines Schmierstoffs entsteht schnell ein Zielkonflikt: Im hydrodynamischen Bereich (geringe Lasten und hohe Geschwindigkeiten) führen niedrigviskose Öle zu geringen Reibverlusten. Bei höheren Lasten oder niedrigen Geschwindigkeiten kann dies jedoch zu stärkerem Verschleiß führen. Polymere auf der Oberfläche können diesem Verschleiß entgegenwirken. Allerdings bewirken im Schmierstoff gelöste Polymere eine Viskositätserhöhung, was dann wiederum bei geringen Lasten und hohen Geschwindigkeiten einen höheren Reibungsverlust verursacht.

Forschende am Fraunhofer LBF haben neuartige Sternpolymere im Labor synthetisiert, die attraktive Wechselwirkungen zur Oberfläche ausweisen. Die Synthese wurde auf den Kilogrammmaßstab hochskaliert, so dass sie vom Projektpartner Fuchs Lubricants Germany GmbH hinsichtlich ihres Potenzials zur Reibminderung in Schmierstoffen getestet werden konnten. Das Ergebnis war beeindruckend: Sowohl in Schmierstoff-Modellformulierungen als auch in vollformulierten Motorenölen wurden deutlich geringere Reibkoeffizienten gemessen, wenn diese das neue Sternpolymer enthielten.

POLYMERSYNTHESE,  
SCHMIERSTOFFADDITIVE, TRIBOLOIE



Designfreeze der eVTOL-Drohne für den autonomen Gütertransport.

Leitprojekt

## ALBACOPTER®: Das eVTOL-Leitprojekt der Fraunhofer-Gesellschaft

**Highlight-Projekt** In der emissionsneutralen Urban Air Mobility (UAM) leistet Fraunhofer einen wichtigen Beitrag und entwickelt eVTOL-Drohnen für den autonomen Gütertransport.

Dabei ist das Fraunhofer LBF eines von sechs beteiligten Fraunhofer-Instituten. Batterieentwicklung, aerodynamische Auslegung und Konstruktion des Fluggerätes, sind zentrale Arbeiten am Institut. Die Methodenentwicklung zur Auslegung der Struktur erfolgt missionsorientiert unter Berücksichtigung der damit verbundenen Anforderungen an beispielsweise Aerodynamik und Festigkeit aus den verschiedenen Flugphasen sowie multiplen Randbedingungen aus Konstruktion und Fertigungsverfahren. Der Rumpf wird für die Integration und Adaption der unterschiedlichen Systemkomponenten ausgelegt und entworfen. Dies umfasst Batterie- und Notrettungssystem sowie Elektronik und Junctionbox

bis hin zu Sensorsystemen in Rumpf und Flügelspitzen sowie die Anbindung der Antriebe über Motortragarme an den Flügel. Das Fraunhofer LBF leitet das Teilprojekt »Materialien und Aerodynamische Strukturen« und kombiniert eigene Auslegungsmethoden mit den Fertigungstechnologien des Fraunhofer ICT. Dabei sind u. a. eine Skelettkonstruktion des Rumpfes aus pultrudierten Rohrprofilen und nachhaltige, skalierbare und leicht recycelbare Transportboxen entstanden. Im Teilprojekt »Antriebe« entwickelt das Fraunhofer LBF den Energiespeicher und trägt damit wesentlich zur Umsetzung des vollelektrischen Albacopter bei.

Mit dieser Entwicklung will das Konsortium unter Leitung des Fraunhofer IVI einen maßgeblichen Beitrag zur zukünftigen Transportkultur leisten, die umweltschonend, flexibel und sicher werden soll.

AUTONOMES FLIEGEN, LEICHTBAU, TRANSPORT, THERMOPLAST

Kontakt

**Dr. Saskia Biehl**  
+49 6151 705-282  
[saskia.biehl@lbf.fraunhofer.de](mailto:saskia.biehl@lbf.fraunhofer.de)

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

Weitere Informationen online

[www.lbf.fraunhofer.de/albacopter](http://www.lbf.fraunhofer.de/albacopter)



# CIRCULUS – Nachhaltige Batteriesysteme für die Energiewende

Entwicklung eines nachhaltigen Energiespeichers für den mobilen und anschließenden stationären Einsatz

Weitere Informationen online

[www.lbf.fraunhofer.de/circulus](http://www.lbf.fraunhofer.de/circulus)



Kontakt

Eva-Maria Stelter  
+49 6151 705-8265  
eva-maria.stelter@lbf.fraunhofer.de

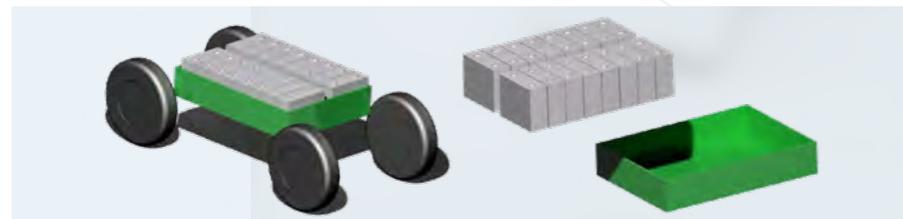
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

**Zukunfts-Projekt** In der Regel sind Traktionsbatterien aus konstruktiver Sicht nicht dafür entwickelt, im Anschluss an die Fahrzeugnutzung eine weitere Nutzung als stationärer Speicher zu durchlaufen. Allerdings wären Traktionsbatterien auf Grund der noch vorhandenen elektrischen Leistungswerte als Speicher für Photovoltaikanlagen oder für einen anschließenden stationären Einsatz geeignet. Aus der Perspektive der Zellen, die in der Neuanschaffung teuer sind und somit die Wirtschaftlichkeit des stationären Speichers erschweren, ein sehr nachhaltiger Ansatz. Aus Systemperspektive stellt sich dieser Ansatz allerdings als Herausforderung dar.

Grundlegend gilt es drei Schwerpunkte bei der Zweitnutzung von Lithium-Ionen Zellen bzw. Lithium-Ionen Batteriesystemen zu beachten: der aktuelle Zellzustand, die Bewertung der weiteren Sicherheit im gealterten Zustand und der Aufbau des Batteriesystems im Ganzen.



Symbolbilder für Fahrzeuganwendung und Recycling.

Im Forschungsprojekt »CIRCULUS« wird ein Batteriesystem entwickelt, das direkt für eine Zweitnutzungsphase ausgelegt ist. Arbeitsschwerpunkte sind reversible und doch leichte sowie betriebssichere Fügeverbindungen auf Zellebene über die Modulbefestigung bis hin zum Systemgehäuse. Ein praktikables Verfahren zur Zellbewertung sowie die Realisierung effizienter und schneller Umbaukonzepte von mobilen zu stationären Anwendungen sowie die wirtschaftliche Trennung und Rückgewinnung der verbauten Kunststoffe werden untersucht.

Ergebnis ist ein nachhaltiges mobiles Batteriesystems und ein realer stationärer Quartierspeicher aus gealterten Lithium-Ionen-Fahrzeuggeltern in einem Wohngebiet.

LITHIUM-IONEN BATTERIE, NACHHALTIGKEIT, EMISSIONS-REDUKTION, MATERIALEFFIZIENZ



Cyberphysikalische Validierung von Brennstoffzellensystemen im Fraunhofer LBF.

# Elektromobilität: Zuverlässigkeitsbewertung von Wasserstoff-Brennstoffzellen

Einzigartige experimentelle Validierungsumgebungen für Wasserstoff-Brennstoffzellensysteme

**Zukunfts-Projekt** Wasserstoff-Brennstoffzellensystemen sollen schnell in die breite Anwendung kommen. Dabei spielt ihre zuverlässige und effiziente Gestaltung eine wichtige Rolle. Werkstoffe, Komponenten sowie das System müssen frühzeitig möglichst entwicklungsbegleitend, betriebsnah und kosteneffizient validiert werden, ohne dass das Gesamtsystem fertiggestellt oder vorhanden sein muss. Cyberphysikalische Test- und Validierungsmethoden sind hierfür die Lösung.

Für den Wandel hin zu einer klimaneutralen Mobilität stellt die elektrochemische Energiebereitstellung mit Wasserstoff-Brennstoffzellen eine wichtige Systemlösung für Nutzfahrzeuge dar. Gleichzeitig bedeutet ihr instationärer Einsatz und die damit verbundenen multiphysikalischen und chemischen Beanspruchungen besondere Herausforderungen an die zuverlässige Gestaltung.

Das Fraunhofer LBF erweitert seine Forschungsanlagen um eine Wasserstoffinfrastruktur zur Versorgung von

Brennstoffzellenstapel bis 200 kW, Schwingerreger in Kombination mit Klimakammern für Vibrationsuntersuchungen unter Umwelteinflüssen sowie Analyseumgebungen für metallische und polymere wasserstoffbeaufschlagte Werkstoffe- und Komponenten. Mittels cyberphysikalischer Validierungsszenarien können somit zukünftig Brennstoffzellensysteme und deren Komponenten über eine geschickte Kombination von experimentellen Testumgebungen, modellbasierten Simulationen und moderner Informationstechnik mit betriebsnahen Beanspruchungen kosteneffizient und flexibel analysiert werden.

Mit »CyPhyFuelCell – Cyberphysikalische Validierung von Brennstoffzellensystemen für die Zukunftsmobilität« entsteht ein einzigartiger Kompetenz- und Anwendungsschwerpunkt am Standort Darmstadt – wichtig für unsere nachhaltige Mobilität.

BRENNSTOFFZELLE, WASSERSTOFF, ZUVERLÄSSIGKEIT UND SICHERHEIT

gefördert durch:



Kontakt

Dr. Benedict Götz  
+49 6151 705-8524  
benedict.goetz@lbf.fraunhofer.de

Weitere Informationen online

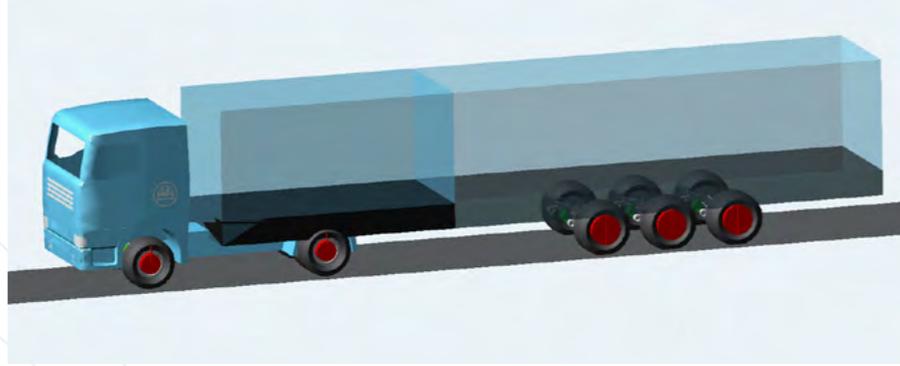
[www.lbf.fraunhofer.de/h2brennstoffzellen](http://www.lbf.fraunhofer.de/h2brennstoffzellen)



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Mehrkörpersimulationsmodell des gesamten Fahrzeugs (Zugmaschine und Trailer)  
in MSC.Adams.

## Zustandsidentifikation von Trailern automatisierter LKW

Identifikation dynamik- und sicherheitsrelevanter Zustände mittels digitaler Zwillinge

Weitere Informationen  
online

[www.lbf.fraunhofer.de/  
ident](http://www.lbf.fraunhofer.de/ident)



Kontakt

**Riccardo Bartolozzi**  
+49 6151 705-8264  
[riccardo.bartolozzi@  
lbf.fraunhofer.de](mailto:riccardo.bartolozzi@lbf.fraunhofer.de)

**Johannes Käsgen**  
+49 6151 705-613  
[johannes.kaesgen@  
lbf.fraunhofer.de](mailto:johannes.kaesgen@lbf.fraunhofer.de)

**Zukunfts-Projekt** Autonom fahrende LKW werden in der Zukunft auf den Straßen unterwegs sein. Die Frage ist, wie der technisch einwandfreie Zustand des Trailers vor Fahrtantritt überprüft werden kann, wenn es keinen Fahrer mehr gibt. Dies betrifft insbesondere die Komponenten, die für die Verkehrssicherheit und fahrdynamische Stabilität verantwortlich sind. Auch die Fahreigenschaften des Gespanns, die der Fahrer üblicherweise während der Fahrt erfühlt und seine Fahrweise darauf einstellt, müssen in Zukunft automatisiert erfasst und durch den Autopiloten berücksichtigt werden. Im Projekt »Ident« wurden Lösungen für diese Fragestellungen erarbeitet.

Der Kern der Lösung ist ein EDGE Device auf dem Trailer, der mit einem Sensornetzwerk Messgrößen wie Beschleunigungen, Drücke oder Kamerabilder erfasst. Auf dem Rechner läuft ein digitaler Online-Zwilling, der die Daten in Echtzeit in einem Fahrdynamikmodell des Trailers verarbeitet. Besondere Fahrsituationen, die einer Analyse bedürfen, werden erkannt und

automatisch an einen Cloud-basierten Offline-Zwilling zur detaillierteren Auswertung übergeben.

Eine wesentliche Größe für den Modellierung des digitalen Zwillinges sind die Kopplungskräfte am KingPin, über den der Trailer an die Zugmaschine angehängt wird. Hier werden alle Kräfte und Momente erfasst und mit Messdaten abgeglichen, so dass diese Schnittkräfte durch Modelle zuverlässig bestimmt werden können.

Ein Teil des Sensornetzwerkes ist ein Sensormodul, das als Achskapsel eines Trailer Rades installiert wird. Der kleine Generator, durch die Raddrehung gespeist, liefert genug Energie für die Versorgung von Sensoren, einem leistungsstarken Controller und diversen funkschnittstellen wie Bluetooth oder LoRaWAN. Der Achskapselsensor kann auch als Stand-Alone Einheit Sensordaten erfassen, auswerten und verschicken.

DIGITALER ZWILLING,  
ZUSTANDSDIAGNOSE, KINGPIN,  
KÖNIGSZAPFEN, ACHSKAPSELSSENSOR



## Wie Rezyklate zu High Performance Rohstoffen werden, diskutiert das Praxisforum Kunststoffrezyklate.«

Prof. Dr. Rudolf Pfaendner,  
Chairman Forum Plastic Recyclates



## Veranstaltungs- Highlights 2022

Endlich wieder im persönlichen Kontakt: Unsere Forschenden-Teams waren auf 15 Messen unterwegs, live vor Ort in Darmstadt organisierten wir »Bürgerdialoge« und Workshops zu Spezialthemen. Auch unsere virtuellen Veranstaltungsformate haben wir fortgeführt.



## Forschung zum Anfassen



**K-Messe:**  
Effizienter Fertigungsprozess für naturfaserverstärkte Kunststoffe

**Messe** Leichtbau macht Produkte wettbewerbsfähig und nachhaltig. Sicherheit und zuverlässige Funktion müssen dabei gewährleistet sein. Forschende aus dem Fraunhofer LBF präsentierten vielversprechende neue Ansätze für nachhaltige und effiziente Fertigungsverfahren mit naturfaserverstärkten Materialien. Mit dem »nachhaltigen Batteriegehäuse für

E-Bikes«, demonstrieren wir das Potenzial für die Serienfertigung. Am Fraunhofer LBF kann die Qualität von Produkten aus Kunststoffrecyklaten im frühen Entwicklungsprozess, vor der Serienfertigung effizient untersucht werden. Unser Exponat für zuverlässige Lebensdauerabschätzung von Kunststoffrecyklaten fand regen Anklang (Bild links).

*VAMM bieten strukturdynamische Lösungen für viele Anwendungen.*

Vibroakustische Metamaterialien für die internationale Luft- und Raumfahrt

**Messe** Fachleute aus Wirtschaft, Forschung und Politik tauschen sich auf Messen wie der Space Tech Expo und der ILA aus und diskutieren gemeinsam Innovationen und Entwicklungen zu Leichtbauthemen. Oft sind Leichtbaulösungen jedoch mit Schwingungsproblemen verbunden. Vibroakustische Metamaterialien (VAMM) stellen eine innovative Maßnahme zur Minderung von Schwingungen dar und bieten Vorteile in der Beeinflussung des Schwingungsverhaltens gegenüber konventionellen Maßnahmen.

Das Fraunhofer LBF-Team zeigte, wie VAMM zur Minderung von Mikroschwingungen an optischen Geräten für Satelliten eingesetzt werden und präsentierten ein Sandwich-Panel für die schwingungsarme Lagerung von sensiblen Satelliten-Bauteilen.

**Nah am Kunden**



**Vor Ort am Fraunhofer LBF**

Kunststoffe – alles Müll? Darmstädter waren zum »Open Lab« am Fraunhofer LBF eingeladen

**Vor Ort** Die Besucher lernten viel Neues über »gute« Kunststoffe. In Führungen, Kurzvorträgen, Exponaten und verblüffenden Experimenten rund um Recycling und Kreislaufwirtschaft gab es einige Highlights. Ein greifbares Ergebnis waren Einkaufswagen-Chips aus Grasfasern. Sie wurden live im Technikum hergestellt. Falsche oder stark verschmutzte Abfälle im gelben Sack oder in der gelben Tonne führen dazu, dass wenig Kunststoff sortenrein getrennt und weiterverarbeitet wird. Viele Kunststoffabfälle landen dann in Müllverbrennungsanlagen oder werden als Ersatzbrennstoff verwertet.

**Mehr Kunststoffe recyceln, Müll richtig trennen – die Mitmachaktion für Groß und Klein gab wertvolle Tipps.**

Ganz im Zeichen von H<sub>2</sub>



**Vor Ort** Im Rahmen des Leistungszentrums GreenMat4H<sub>2</sub> organisierte das Fraunhofer LBF **H<sub>2</sub>-Stammtische** und einen »OpenLab Day«. Mit Impulsvorträgen, Technologiedarstellungen und Führungen werden insbesondere regionale Partnerschaften neu entwickelt. Mehr als 300 Teilnehmende fanden sich zusammen.

Forum Plastic Recyclates



**Online-Event** Auf dem Forum Plastic Recyclates, 2022 in virtueller Form, gab es erstmalig eine ganze Session, wie Rezyklate auf Neuware-Niveau entstehen können. Um das volle Potenzial von Rezyklaten auszuschöpfen, müssen die Rezyklateströme analysiert werden und die Frage, ob analytische Fingerabdrücke eine zirkuläre Kunststoffwirtschaft voranbringen können, beantwortete das Fraunhofer LBF. Kunststoffherzeuger- und verarbeiter, sowie Recycler und Interessierte aus den Anwenderindustrien Fahrzeug, Weißware, Bau und Verpackung nutzten diese exzellente Möglichkeit für ein Wissens-Update.

Highlight »Krasse Kunststoffe«



Mit diesem Event beteiligten wir uns an den **Jubiläumsaktionen zu »25 Jahre Wissenschaftsstadt«**, diesen Ehrentitel erhielt Darmstadt als erste Stadt in Deutschland.

**Übrigens ...**

Das Forum Plastic Recyclates 2023 brachte live mehr als 100 Teilnehmende zusammen, die Planungen für März 2024 in Darmstadt beginnen in Kürze.

**Weitere Informationen online**

[www.lbf.fraunhofer.de/veranstaltungen](http://www.lbf.fraunhofer.de/veranstaltungen)



## Forschung mit System!

Wir setzen unsere Kernkompetenzen Betriebsfestigkeit, Systemzuverlässigkeit, Adaptronik und Kunststoffe bereichsübergreifend ein und erzielen mit innovativen Systemlösungen optimalen Nutzen für unsere Kunden.

## Betriebsfestigkeit

Die Betriebsfestigkeit, als eine der leistungsfähigsten Methoden zur lebensdauerorientierten Bemessung von Bauteilen und Strukturen, bildet seit der Gründung des Fraunhofer LBF das Fundament unserer Forschungsaktivitäten.



**Wir machen.  
Leichtbau.  
Zuverlässig.«**

Die Mobilitätsindustrie, der Maschinen- und Anlagenbau wie auch die Energietechnik profitieren von gleichermaßen leichten und für die gesamte Betriebs- und Nutzungsphase sicher und zuverlässig gestalteten Produkten. 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. Wir haben mit dem 8-Stufen Blockprogramm von Ernst Gaßner einen wichtigen Teil in der Geschichte der Betriebsfestigkeit

beschrieben. Heute verknüpfen wir die modernsten numerischen, messtechnischen und experimentellen Verfahren der Betriebsfestigkeit zu einer Lösungsqualität, die unserem hohen Anspruch entspricht und gezielt verwandte material- und ingenieurwissenschaftliche Disziplinen mit einbezieht. 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, wieder. Im Zuge der Digitalisierung werden diese Kernkompetenzen um leistungsfähige Instrumente der cyberphysischen Simulation und einer vom LCF- bis hin zum VHCF-Regime durchgängigen Beschreibung zyklischer Werkstoffeigenschaften erweitert.

Vom Werkstoff bis zur kompletten Struktur: die Abteilungen »Werkstoffe und Bauteile« und »Baugruppe und Systeme« sind spezialisiert auf Betriebsfestigkeitsfragen und geben Ihnen Antworten zur Betriebsfestigkeitsbewertung von metallischen Werkstoffen und Bauteilen, der Entwicklung von numerischen Methoden, der Beschreibung komplexer Kinematiken mittels Mehrkörpersimulation (MKS), dem Aufbau und der Verifikation entsprechender Modelle von der Komponente bis zum Gesamtfahrzeug oder der Ableitung zeitgeraffter Versuchsprogramme für die Laborerprobung.



**Bereichsleiter  
Betriebsfestigkeit**

**Dr. Christoph Bleicher**  
+49 6151 705-8359  
[christoph.bleicher@lbf.fraunhofer.de](mailto:christoph.bleicher@lbf.fraunhofer.de)

[www.lbf.fraunhofer.de/  
betriebsfestigkeit](http://www.lbf.fraunhofer.de/betriebsfestigkeit)



## Adaptronik



### Bereichsleiter Adaptronik

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

www.lbf.fraunhofer.de/  
adaptronik



Für den Erfolg neuer Produkte und Systeme nehmen neben Funktion und Performancemerkmalen zukünftig Nachhaltigkeits- und Komforteigenschaften einen wichtigen Stellenwert ein. Die Gestaltung der Eigenschaften führt bei komplexen Systemen mit gleichzeitig multiplen Randbedingungen häufig zu Zielkonflikten und kann Betriebsszenarien einschränken.

Wir konzentrieren die Forschungsarbeiten auf das dynamische Verhalten mechanischer Komponenten und Strukturen und berücksichtigen Wechselwirkungen mit beispielsweise dem elektrischen oder thermischen Verhalten, die mit klassischen Entwicklungsmethoden oft nur unzureichend beherrscht werden. Dabei stehen Analyse, Bewertung und Optimierung genannter Eigenschaften sowie die Sicherstellung der Systemzuverlässigkeit im Fokus. Hierfür werden neuartige passive, aktive und adaptive Strukturmaßnahmen erforscht, entwickelt, validiert und eingesetzt.

Wir unterstützen bei der Problem- und Machbarkeitsanalyse, konzipieren optimierte Lösungen für unsere Kunden und setzen diese prototypisch um. Inhouse entwickelte angepasste Werkzeuge für die multiphysikalische Systemauslegung unterstützen den Transfer neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse in kommerzielle Anwendungen. Dafür werden Methoden der numerischen und experimentellen Struktur- und Zuverlässigkeitsanalyse, der Strukturdynamik und der Signalverarbeitung entwickelt, verknüpft



**Wir entwerfen zuverlässige Systeme mit hohem Autonomiegrad für optimale Funktionen im Betrieb.«**

und flexibel eingesetzt. Mit diesen Methoden realisieren wir zuverlässige, vernetzte und zunehmend autonome Struktur- und Systemlösungen, die smarte Sensor- und Aktorsysteme, verknüpft durch intelligente Signalverarbeitung, nutzen.

Unsere drei Abteilungen »Experimentelle Analyse und Elektromechanik«, »Strukturdynamik und Schwingungstechnik« und »Systemzuverlässigkeit« unterstützen Sie in Forschung und Entwicklung vom ersten Federstrich bis hin zur Erprobung im Feld. Dafür steht eine ganzheitliche Entwurfskette für zuverlässige, kreislauffähige und smarte Lösungen zur Realisierung Ihrer Produktinnovationen zu Verfügung, deren Bausteine wir kundenorientiert einsetzen und anpassen.

## Kunststoffe

Spitzenprodukte können heute nur über einen zuverlässigen und schnellen Zugang zu innovativen und leistungsfähigen Materialien und Werkstoffen wettbewerbsfähig auf den Weltmärkten angeboten werden. Maßgeschneiderte Kunststoffe, 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 Standhalten 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, Versuch und Modellierung, sind auf hohem Niveau unter einem Dach vereint. Dafür stehen die vier fachlich und methodisch sich untereinander ergänzenden Fachabteilungen »Additivierung und Dauerhaftigkeit«, »Kunststoffverarbeitung und Bauteilauslegung«, »Materialanalytik und Charakterisierung« sowie »Synthese und Formulierung«.



### Bereichsleiter Kunststoffe

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

www.lbf.fraunhofer.de/  
kunststoffe



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

# LBF Management Team

## Bereich Adaptronik



**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



Experimentelle Analyse und  
Elektromechanik  
**Dipl.-Ing. M. Matthias**  
+49 6151 705-260  
michael.matthias@lbf.fraunhofer.de

## Bereich Betriebsfestigkeit



**Dr.-Ing. C. Bleicher, M. Sc.**  
+49 6151 705-8359  
christoph.bleicher@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 Kunststoffe



**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



Materialanalytik und Charakterisierung  
**Dr. rer. nat. R. Brüll**  
+49 6151 705-8639  
robert.bruell@lbf.fraunhofer.de



Additivierung und Dauerhaftigkeit  
**Dr. rer. nat. E. Metzsch-Zilligen**  
+49 6151 705-8609  
elke.metzsch-zilligen@lbf.fraunhofer.de



Synthese und Formulierung  
**Dr. F. Schönberger**  
+49 6151 705-8705  
frank.schoenberger@lbf.fraunhofer.de

## Assoziiertes Fachgebiet



Systemzuverlässigkeit, Adaptronik  
und Maschinenakustik  
**Prof. Dr.-Ing. T. Melz**  
www.sam.tu-darmstadt.de

## Institutsleitung



Institutsleiter  
**Prof. Dr.-Ing. T. Melz**  
tobias.melz@lbf.fraunhofer.de

## Stabsstellen



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



Strategisches Management  
**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 705-648  
ilona.langer@lbf.fraunhofer.de



Arbeitsschutz  
**R. Wirth**  
+49 6151 705-332  
reinhard.wirth@lbf.fraunhofer.de

## Zentrale Dienste



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

# Netzwerke

Mit unserem Engagement in Verbänden 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 leitmarktorientierten Allianzen hervorragende Voraussetzungen für den Aufbau von Systemleistungen und verstärkt unsere Innovationskraft für die Auslegung Ihrer Produktentwicklungen. Seit 2019 engagieren wir uns auch im 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!



- Fraunhofer**  
VERKEHR
- Fraunhofer**  
CCPE
- Forschungsvereinigung**  
Stahlanwendung e. V.
- Fraunhofer**  
BIG DATA AI
- INNO**  
space
- Fraunhofer**  
AVIATION & SPACE
- Hessen** Aviation
- materials valley**
- Green**  
Mat 4 H<sub>2</sub>  
Leistungszentrum
- H<sub>2</sub>BZ** Initiative  
Hessen e.V.
- Fraunhofer**  
CHEMISTRY
- Fraunhofer**  
BATTERIEN
- Fraunhofer**  
VVS
- Brüssel**  
earpa  
European Automotive Research Partners Association



- Fraunhofer**  
Netzwerk Simulation
- DIK**  
Deutsches Institut  
für Kautschuktechnologie e.V.
- DVM**  
Deutscher Verband für Materialforschung und -prüfung e.V.
- HUB31**  
Technologie- und Gründerzentrum Darmstadt
- Mittelstand-Digital**  
Zentrum  
Darmstadt
- Fraunhofer**  
AUTOMOBIL
- Fraunhofer**  
MATERIALS
- Fraunhofer**  
Geschäftsbereich  
Adaptronik
- KOMPETENZNETZ**  
Adaptronik
- AUTOMOTIVE**  
CLUSTER  
Rhein  
Main  
Neckar
- Fraunhofer**  
Netzwerk »Wissenschaft,  
Kunst und Design«
- Fraunhofer**  
ACADEMY
- Fraunhofer**  
Forschungsfeld Leichtbau

## Digital im Dialog!

---

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

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

