



Sicher. Digital.
Nachhaltig.

—
Jahresbericht 2023



Am Fraunhofer LBF generieren wir mit Ihnen neues Wissen und geeignete Werkzeuge für den gemeinsamen Erfolg!«

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

Bildnachweise: LBF-Archiv, Ursula Raapke, ALLOD Werkstoff GmbH, Waters GmbH, Piotr Banczerowski, Bahnwelt – Darmstadt, Adobe Firefly (Titel), AdobeStock (belyaaa, BigBlueStudio, cat_smile, detailfoto, Doris Gräf, heike114, lirlon, mirkomeia, Oleg Breslavtsev, panitan, Pansfun Images/Stocksy, pegasosart, Production Perig, vegefox.com)

© Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF, Darmstadt, Mai 2024

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

2023 im Überblick

Einblicke

- 🔗 Sicher. Digital. Nachhaltig. 4
- 🔗 Aktuelle Mitglieder des Kuratoriums 7
- 🔗 Das Fraunhofer LBF in Zahlen 2023 8

Forschung mit System!

- 🔗 Digital Engineering 10
- 🔗 Smart Solutions 16
- 🔗 Reliability Design 22
- 🔗 Circular Economy 32
- 🔗 Lightweight Design 40
- 🔗 Future Mobility 48

Einblicke

- 🔗 Veranstaltungs-Highlights 54

Forschungsbereiche

- 🔗 Betriebsfestigkeit 59
- 🔗 Adaptronik 60
- 🔗 Kunststoffe 61

Einblicke

- 🔗 LBF Management Team 62
- 🔗 Netzwerke 64



Der Jahresbericht 2023 – digital und interaktiv
www.lbf.fraunhofer.de/jahresbericht





Wir vereinen physikalisches Expertenwissen und realdatenbasierte Verfahren in digitalen Werkzeugen. Damit unterstützen wir Unternehmen in der effizienten Entwicklung neuer, zuverlässiger und nachhaltiger Produktlösungen.«

Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz,
Institutsleiter



Sicher. Digital. Nachhaltig.

Liebe Leserinnen und Leser!

das **Jubiläumsjahr 2023** liegt hinter uns – ich bin stolz darauf, dass sich seit nunmehr 85 Jahren Forscherinnen und Forscher des Fraunhofer LBF neugierig und erfolgreich den anwendungsfokussierten Fragen stellen, wie lasttragende Strukturen mit sicherheitsrelevanten Funktionen immer leichter und dennoch kosteneffizient und zuverlässig ausgelegt, realisiert und eingesetzt werden können.

Die effiziente Gestaltung sicherer und zuverlässiger Leichtbaustrukturen bleibt für uns weiter ein zentrales Forschungsthema, doch sind die zu beherrschenden Anforderungen und Komplexitäten in Materialsystemen, Fertigungs- und Auslegungsverfahren, Einsatzbedingungen, Kreislaufbefähigung, Effizienzen oder Funktionalitäten deutlich gestiegen. Die Herausforderungen und Forschungsfragestellungen sind unverkennbar komplexer geworden. Gerade die umfassende **Digitalisierung, Effizienzsteigerung** und **Steigerung von Nachhaltigkeit** durch konsequente Verfolgung der **R-Strategien** bestimmen zunehmend die Produktentwicklung und damit die anwendungsorientierte Forschung.


Dementsprechend haben sich auch Forschungsthemen am Fraunhofer LBF um den Kern des zuverlässigen Leichtbaus gewandelt bzw. kontinuierlich weiterentwickelt. Schwerpunkte sind z. B. die Entwicklung digitaler Entwurfsmethoden für das Prototyping, die Simulation und den Test von Bauteilen, komplexen funktionsintegrierten und mechatronischen Systemen bis hin zur Entwicklung cyberphysischer und datenbasierter Methoden sowie Simulationswerkzeuge zur Erstellung digitaler Zwillinge. Weitere Themen sind die Analyse, Überwachung und Prognose des Verhaltens von Strukturen, Maschinen und Anlagen, die experimentelle Simulation des Betriebsverhaltens von Komponenten und Materialsystemen unter realitätsnahen Nutzungsszenarien wie bei H₂-beaufschlagten Bauteilen, Brennstoffzellen oder Hochvolt-Energiespeichern sowie die anwendungsbezogene Eigenschaftsgestaltung von Hochleistungskunststoffen.

Immer wichtiger für unsere Kunden wird hierbei die Gestaltung spezifischer, ressourceneffizienter und kreislauffähiger Material- und Systemlösungen.



2023 – digital und interaktiv

Nutzen Sie die Interaktivität dieses Jahresberichts und erhalten Sie Einblicke in unsere Projekte. Sie finden vertiefende Inhalte auch auf der Onlinepräsenz.

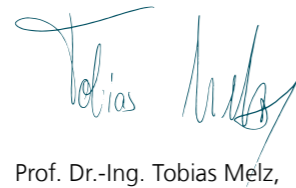
 www.lbf.fraunhofer.de/jahresbericht

Diesen stets neuen Herausforderungen nehmen wir uns auch zukünftig sehr gerne an und generieren für und mit unseren Kunden und Partnern **innovative Lösungen, neues Wissen** und **geeignete Werkzeuge** für den gemeinsamen Erfolg.

Highlights der Forschungsarbeiten 2023 umfassen Projekte zur Zuverlässigkeit von Wasserstoffsystemen, Leichtbaulösungen auf Basis von Biopolymeren, die cyberphysische Zuverlässigkeitsbewertung sicherheitskritischer Bauteile und Systeme sowie die konsequente Fortschreibung der Arbeiten zum effizienten Kunststoffrecycling. Diese Projekte und weitere Arbeiten stellen wir Ihnen im aktuellen Jahresbericht vor.

Das Team des Fraunhofer LBF bedankt sich für das vertrauensvolle Miteinander mit Ihnen im zurückliegenden Jahr. Mit großer Leidenschaft und in enger Zusammenarbeit mit Ihnen erarbeiten wir maßgeschneiderte und zukunftssträchtige Lösungen für Ihre Herausforderungen.

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



Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz,
Institutsleiter



Folgen Sie uns



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, Fulda
- **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**

Das Fraunhofer LBF in Zahlen 2023

319

Presseerwähnungen

13

Akademische Abschlüsse
(Promotionen, Masterarbeiten)

8

Neue Patente

70

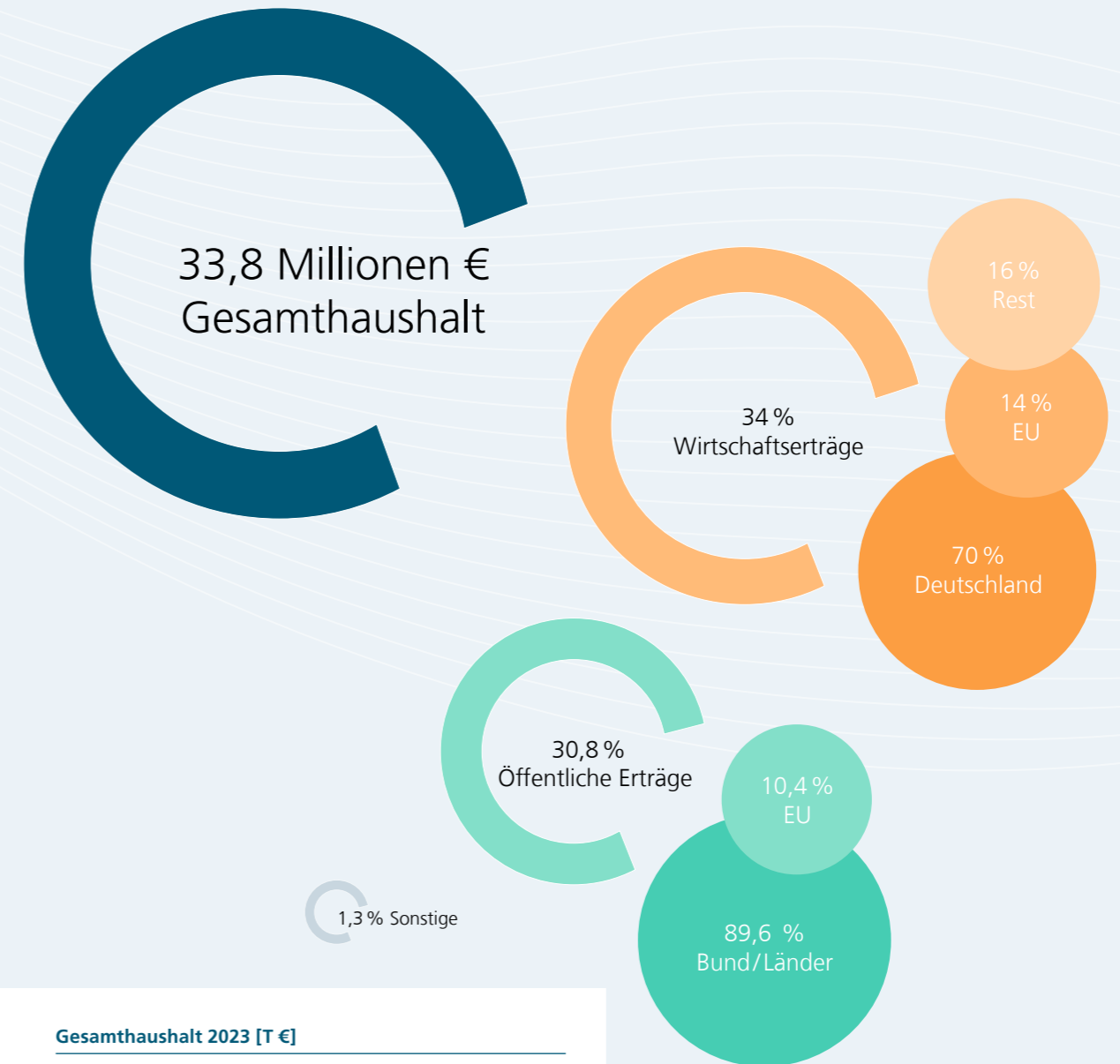
Mitarbeit in internationalen
Fachausschüssen und Gremien

71

Wissenschaftliche
Veröffentlichungen

Personal

2023 waren am Institut insgesamt **353 Mitarbeitende** beschäftigt. Zusätzlich waren 29 Personen am assoziierten Lehrstuhl Systemzuverlässigkeit, Adaptronik und Maschinenakustik SAM der Technischen Universität Darmstadt tätig.



Gesamthaushalt 2023 [T €]

Wirtschaftserträge	11.493
Öffentliche Erträge	10.394
Sonstige Erträge	452
Interne Programme	4.609
Institutionelle Förderung (Grufi)	6.838
Summe	33.786

Stand: März 2024

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.

»
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.

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.

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

Leitprojekt



»FutureCarProduction« Integrale Karosseriekonzepte für einen nachhaltigen Fahrzeugbau der Zukunft.

Entwicklung von Lösungen zur Zuverlässigkeitsgestaltung integraler Karosseriekonzepte

Leitprojekt »FutureCarProduction« - Nachhaltige Karosseriekonzepte für den Fahrzeugbau

»FutureCarProduction« fokussiert auf den Leitmarkt Mobilität und erarbeitet Lösungen für nachhaltige und innovative Karosseriekonzepte, die über den aktuellen Trend des Giga-Castings weit hinausgehen. Acht Fraunhofer-Institute gehen dabei der Frage nach, wie Fertigungskonzepte für Karosserien mit modernsten Füge- und Gießtechnologien hinsichtlich der Effekte auf Nachhaltigkeit und Kreislauffähigkeit bewertet werden können, um Ressourcen zu schonen und Effizienz sowie Leistungsfähigkeit zu steigern.

Das Fraunhofer LBF beantwortet im Projekt die Frage, wie Zuverlässigkeit und Sicherheit moderner Karosseriestrukturen bewertet und nachgewiesen werden können. Die Forschenden gestalten dabei die Sicherheit und Zuverlässigkeit sowie die Performance von Karosseriestrukturen und machen diese, insbesondere beim Einsatz von Recyclingmaterial, untereinander bewertbar. Dabei greifen

numerische wie auch experimentelle Simulationsmethoden ineinander, um die zu entwickelnden Verbundgussstrukturen bezüglich Leichtbau, Lebensdauer, Schädigungsfortschritt und Sicherheit optimal auf den Anwendungsfall in der jeweiligen Fahrzeugarchitektur abzustimmen. Dies schließt die Auswahl der anwendungsbezogenen, richtigen Karosseriefertigungsmethode mit ein, welche die höchste Nachhaltigkeit und Zuverlässigkeit bei geringsten Kosten abbildet.

Für eine ganzheitliche Betrachtung werden im Wesentlichen Fraunhofer-eigene Ansätze über den Verbundguss »FusionCASTING®« als hochintegrative Fertigungsmöglichkeit in Kombination von Strukturguss-, Stranggussprofilen und Schweiß-/Nietstrukturen gestaltet und bewertet. Mithilfe der Ergebnisse des Teilprojektes kann für spezifische Fahrzeugarchitekturen dann jeweils die optimale Karosseriefertigungsmethode ausgewählt werden.

GUSS, SIMULATION, LEBENSDAUER

Kontakt

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

KI-basiertes Elastomerlager-Monitoring in LKW-Trailern

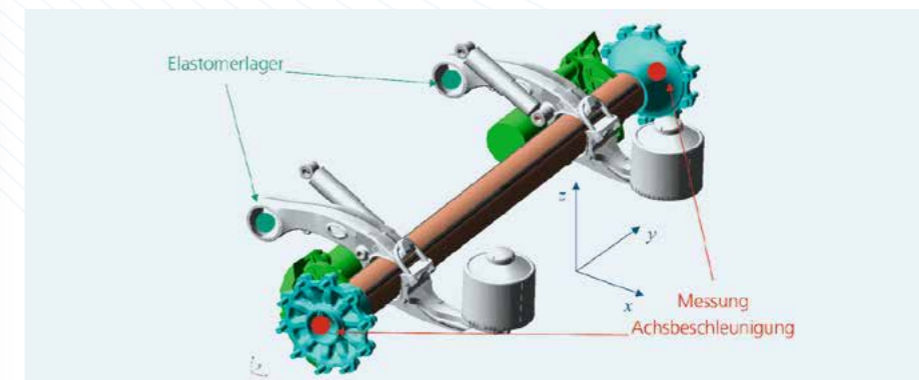
Permanente Zustandsidentifikation und Degradationsbestimmung im Systembetrieb

Elastomerlager werden ausgelegt und eingesetzt, um die Systemdynamik mechatronischer Systeme (wie Fahrzeugachsen) zu optimieren. Ihr Übertragungsverhalten ändert sich aber im Laufe der Zeit aufgrund verschiedener Einflüsse, u. a. durch thermische, chemische und mechanische Belastung, sodass sich die Systemdynamik mit signifikantem Einfluss auf die (Fahr-)Sicherheit, resultierende Lasten, Beanspruchung und Lebensdauer der Komponenten ändert. Die Identifikation des Elastomerlager-Zustands im Betrieb ist deshalb nötig, um eine eventuelle kritische Degradation des Übertragungsverhaltens zu detektieren.

Besonders für zukünftig autonom fahrende LKW wird die Selbstdiagnose des Zustands der für die Fahrsicherheit und Belastung kritischen Komponenten an Bedeutung gewinnen. Im dem durch

das BMWK geförderten Projekt »Ident« hat sich das Fraunhofer LBF u. a. mit der Identifikation des Zustands der Fahrwerk-Elastomerlager von LKW-Trailern beschäftigt. Dafür wurden KI-Algorithmen für die Analyse von Zeitreihen implementiert, die den Zustand der Elastomerlager auf Basis gemessener Beschleunigungssignale an der Achse schätzen. Verschiedene Algorithmen wurden bezüglich Genauigkeit, Rechenzeit und Bedienbarkeit untersucht, bewertet und schließlich eine auf Mini-Rocket basierende Pipeline ausgewählt und sowohl mit Simulationsergebnissen als auch mit Messdaten aus dem ganzen Trailer trainiert und getestet. Der implementierte und optimierte Algorithmus ist in der Lage, den Elastomerlager-Zustand zwischen neu und gealtert mit einer Genauigkeit höher als 80 Prozent und mit sehr kurzen Rechenzeiten korrekt zu identifizieren.

ZUSTANDSÜBERWACHUNG, FUNKTIONSMINDERUNG, KI-ALGORITHMEN



Mehrkörpersimulationsmodell der Trailer-Achse in MSC.Adams.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Kontakt

Ph.D. Riccardo Bartolozzi
+49 6151 705-8264
riccardo.bartolozzi@
lbf.fraunhofer.de

Additiv gefertigte WAAM-Strukturen und Oberflächen besser verstehen

3D-Scan ermöglicht tiefen Einblick in die Spannungsverteilung von »as-built« AM-Oberflächen

Im EU-Projekt »Multi-Fun« soll die Integration von Multifunktionalitäten in additiv – mittels WAAM (Wire Arc Additiv Manufacturing) – gefertigten Bauteilen und Strukturen durch Multimaterialdesign realisiert werden. Vor diesem Hintergrund haben die 21 Projektpartner sieben Demonstratoren für unterschiedliche Anwendungsfälle definiert und entwickelt. Zur Ableitung relevanter Eingangs- und Auslegungsdaten analysiert das Fraunhofer LBF unter anderem das Bauteilverhalten unter zyklischer Belastung und ermittelt Kennwerte zur Beschreibung des zyklischen Werkstoffverhaltens.

Über die Analyse bspw. der Anisotropie hinausgehend, stehen dabei auch die Erfassung und Bewertung von Einflüssen aus der Oberfläche und Werkstoffimperfektionen, wie z. B. der Porosität, im Vordergrund. Am Beispiel eines aus dem Werkstoff EN AW-6063 additiv gefertigten Motorradlenkers mit integrierten Leiterbahnen aus Kupfer wird gezeigt, wie unbearbeitete »as-built« WAAM-Oberflächen in der Betriebsfestigkeitsbewertung berücksichtigt werden können.

Mithilfe eines 3D-Scanners wurden digitale Abbildungen der Schweißoberflächen erzeugt, die als Basis für

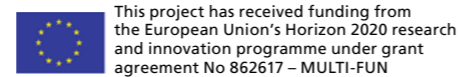
FE-Belastungssimulationen dienen. Spannungskonzentrationen im Kerbgrund von Schweißraupen zeigen, dass der Einfluss von Kerben auf die Lebensdauern an einem »kerbfrei« konstruierten Bauteil dominiert und der Versagensort zuverlässig prognostiziert werden kann.

ADDITIVE FERTIGUNG,
DIGITALER ZWILLING,
SPANNUNGSKONZENTRATION



Demonstrator »Motorradlenker« aus additiv mittels WAAM gefertigten Aluminiumstrukturen und deren digitaler Zwilling zur numerischen Belastungsanalyse. Lenkerdesign: EDAG.

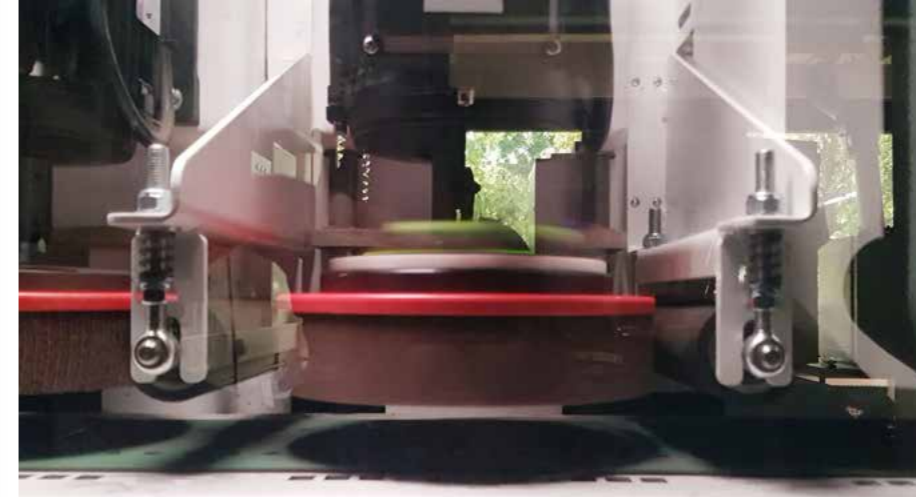
gefördert durch:



Kontakt

Marvin Kiel
+49 6151 705-215
marvin.kiel@
lbf.fraunhofer.de

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



Messenger Adapter in Entgratmaschine (Q-FIN F200 XL).

Smartes Entgraten mit Künstlicher Intelligenz

Optimierte Verrundung durch prozessintegrierte Messung von Bauteileigenschaften

Mit »SmartEntgrat« optimieren die boeck GmbH und das Fraunhofer LBF Entgrat- und Schleifprozesse in der Blechbearbeitung. Eine autarke Sensoreinheit, die flexibel zwischen Maschine und Schleifteller platziert wird, erfasst relevante Prozessdaten, die auf dem Edge-Gateway verarbeitet werden. Eine browserbasierte Benutzeroberfläche zeigt Einstellhinweise zur Anpassung der Maschinenparameter auf Basis der Verschleiß- und Verrundungsschätzung an, um die Bauteilqualität zu verbessern und die Werkzeugstandzeit zu verlängern. Das Projekt fördert die Mensch-Maschine-Interaktion in der Blechbearbeitung und trägt zur Ressourceneffizienz bei.

Zum Entgraten oder Verrunden von Blechbauteilen werden flexible Werkzeuge eingesetzt, die aus einer Trägerstruktur (Teller- oder Walzenform) bestehen, die mit Schleifgeweben und -vliesen besetzt sind und die Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche Werkstückkonstrukturen gewährleistet. Die Anpassung der

Maschinenparameter erfolgt in der Regel manuell, was naturgemäß bei empirischen Verfahren selten das optimale Verrundungsergebnis erreicht.

Dieser Prozess wurde digitalisiert und zudem die Möglichkeit zur Standzeit- und Ergebnisvorhersage geschaffen. Dafür haben Fraunhofer-Forschende eine autarke Sensoreinheit entwickelt. Diese Sensoreinheit erfasst die Messdaten und überträgt sie via Bluetooth Low Energy (BLE) an ein Edge-Gateway auf Basis eines Raspberry Pi. Das Gateway stellt die Verbindung zur Außenwelt her und wertet die empfangenen Sensordaten mit KI-Modulen zur Verschleiß- und Verrundungsschätzung aus und leitet aus den Schätzungen Vorschläge für optimierte Maschinenparameter ab.

Ähnliche Projekte sind auch mit KMU unterschiedlicher Branchen denkbar. Kommen Sie gerne auf uns zu!

KANTENVERRUNDUNG, EDGE-AI,
MENSCH-MASCHINE-INTERAKTION



Gefördert durch:

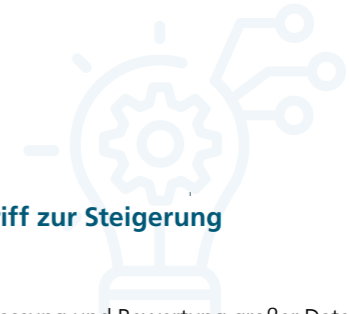


aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Kontakt

Valentin Mees
+49 6151 705-667
valentin.mees@
lbf.fraunhofer.de

Jan Hansmann
+49 6151 705-8366
jan.hansmann@
lbf.fraunhofer.de



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.

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.





Langlebig und zuverlässig durch kollaborative Künstliche Intelligenz

Herstellerübergreifende Zustandsüberwachung in Werkzeugmaschinen

Betreiber moderner Werkzeugmaschinen haben hohe Anforderungen an die Maschinenverfügbarkeit und -zuverlässigkeit. Qualitätsabweichungen im Fertigungsprozess aufgrund von beginnendem Verschleiß oder Fehlfunktionen können mit den vorhandenen Methoden zur vorbeugenden und prädiktiven Instandhaltung nicht eindeutig einem Bauteil oder einer Komponente zugeordnet werden. Hersteller, Betreiber und Bediener von modernen Werkzeugmaschinen müssen das Zusammenwirken einer Vielzahl von Komponenten und der Werkzeugmaschine verstehen, um Zustandsänderungen frühzeitig zu erkennen und Produktionsausfälle proaktiv zu vermeiden.



Zustandsveränderungen frühzeitig erkennen und Produktionsausfälle proaktiv vermeiden. (© TRUMPF)

zu ermöglichen. Neuro-Fuzzy-Modelle (ANFIS) basieren auf den regelhaften Zusammenhängen, die von Experten in das Projekt eingebracht werden. Sie bieten gleichzeitig die Lernfähigkeit und Effizienz künstlicher neuronaler Netze.

Im Projekt wurden die Voraussetzungen für den Einsatz kollaborativer künstlicher Intelligenz in der Produktion geschaffen. Aus ökonomischer Perspektive gibt es Anreize für alle Beteiligten, ihr Wissen einzubringen und gemeinsam die Qualität der herstellerübergreifenden, kollaborativen Maschinenzustandsüberwachung zu verbessern.

PREDICTIVE MAINTENANCE,
INDUSTRIE 4.0, KOOPERATIVE KI

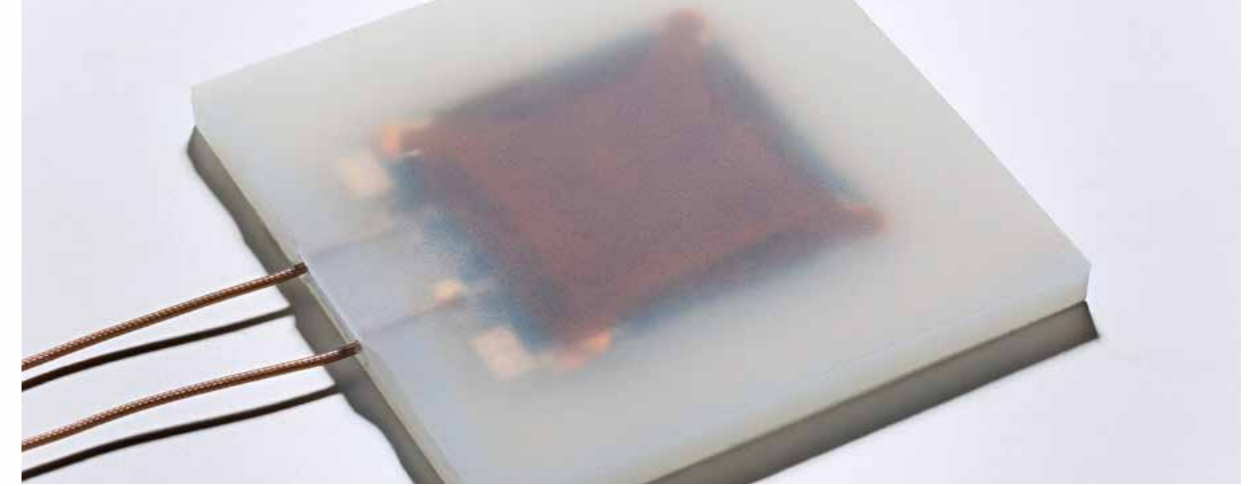
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Kontakt

Jonathan Millitzer
+49 6151 705-8218
jonathan.millitzer@
lbf.fraunhofer.de



Elastomerintegrierter Sensor zur Kraftmessung in einer Maschinenlagerung.

Elastomerbauteile mit Sensorfunktion

Entwicklung einer industriellen Herstelltechnologie für Elastomersensoren

Forschende am Fraunhofer LBF entwickeln im Projekt »DELIGHT« eine industrielle Herstelltechnologie für Elastomersensoren, die in lasttragende Elastomerbauteile wie Maschinenlager oder Kupplungen integriert werden können. Die Sensoren basieren auf der patentierten kapazitiven DELTA-C®-Technologie und können sowohl statische als auch dynamische Kräfte messen. **Damit werden beispielsweise Maschinen überwacht, Überlasten detektiert und Wartungsintervalle verlängert.**

Diese Sensoren sind günstig und ökologisch vorteilhaft, da sie nur aus Elastomer und Metall bestehen und keine kritischen Materialien wie seltene Erden oder Piezokeramiken verwenden. Sie können in einem breiten Frequenzbereich eingesetzt werden und sind robust gegen Überlasten. Ein Hemmnis für den industriellen Einsatz der Technologie ist aktuell die noch nicht skalierbare und automatisierte Fertigungstechnologie. Aktuell rüsten die Forschenden am Fraunhofer LBF eine

Fertigungsanlage und stellen eine validierte und skalierbare Fertigungstechnologie für DELTA-C®-Sensoren im Lastbereich von 10N bis 6kN zur Verfügung. Der Aufbau der Sensorelemente erfolgt sukzessive auf einer starren oder flexiblen Platine, auf die abwechselnd das Elastomer aufgerollt und die Elektroden positioniert werden. So entsteht je nach Anforderungen an die Sensoreigenschaften ein Schichtverbund, der in industrielle Elastomerkomponenten integriert werden kann. Die bislang verwendeten präzise geätzten und damit kostenintensiven strukturierten Metallelektroden wurden durch ein kostengünstiges, einseitig foliertes Metallgewebe ersetzt. Die automatisierte Fertigung erhöht die Reproduzierbarkeit der Sensorelemente, was strukturierte Untersuchungen bezüglich verschiedener Design- und Fertigungsparameter ermöglicht. Ziel ist, die Technologie in funktionsintegrierten Elastomerkomponenten unter anwendungsnahen Einsatzumgebungen zu demonstrieren.

DIELEKTRISCHE ELASTOMERE,
SENSORIK, FUNKTIONSINTEGRATION

Gefördert durch:



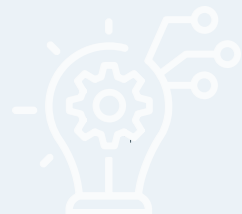
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Kontakt

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

Thorsten Koch
+49 6151 705-391
thorsten.koch@
lbf.fraunhofer.de



Der Piezo-Elektret-Wandler ist unauffällig im inneren Befestigungsriemen des Helms eingearbeitet.



Helm mit Schwingungs-Sensor für Baggerfahrer

Fraunhofer-Forschende haben für Fahrer und Fahrerinnen von Baumaschinen einen Helm mit integriertem Beschleunigungssensor entwickelt. Die Helm-Sensorik misst die gesundheitsschädlichen Vibrationen der Baumaschinen, die auf den menschlichen Körper treffen. Die Signale werden analysiert, eine Software zeigt die Belastung für den Menschen an. Dementsprechend lassen sich entlastende Maßnahmen treffen. Als Sensor dient eine flexible Piezo-Elektret-Folie.

Diese Technologie kann Menschen bei der Arbeit mit Baggern, Traktoren oder anderer Baumaschinen wirksam schützen. Die Empfangseinheit mit Software soll zukünftig auch in die Bordelektronik der jeweiligen Baumaschinen integriert werden. Bei der Entwicklung neuer Baumaschinen hilft die Technik, schon bei frühen Prototypen das Niveau der Vibrationen zu messen und durch gezielte Maßnahmen zu reduzieren.



Forschung verbessert Arbeitssicherheit.

Das Fraunhofer LBF brachte bei »Flexeras« sein langjähriges Know-how im Bereich von Wandler-Systemen ein. Die Forschenden entwickeln unter anderem Konzepte, die vorhandene Wandler-Systeme, etwa Piezo-Elektret-Folien, in neue Anwendungen zu überführen.

Medizinerverbände und Berufsgenossenschaften erhalten durch die Helm-Sensorik eine datenbasierte und differenzierte Bewertung der realen Belastung für die Menschen. Weitere Anwendungen sind denkbar.

SCHWINGUNGSREDUKTION,
ARBEITSSCHUTZ, DATENANALYSE

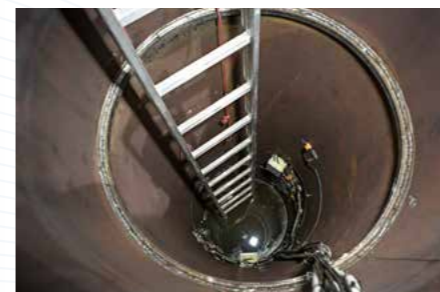
Kontakt

Björn Seipel
+49 6151 705-223
bjoern.seipel@
lbf.fraunhofer.de

Von der Offshore-Windenergieanlage zum Labordemonstrator

Schädigungsdetektion einer Offshore-Grout-Verbindung im Labor

Im Offshore-Betrieb eingesetzte Windenergieanlagen sind rauen Witterungsbedingungen und hohen dynamischen Lasten durch Wind und Wellen ausgesetzt. Dies kann zu frühzeitigem Verschleißerscheinungen und Schäden führen und damit die Lebensdauer der Anlagen reduzieren. Um ein mögliches Versagen frühzeitig und automatisiert zu detektieren und notwendige Wartungsarbeiten gezielt planen zu können, wurde in dem Projekt »InsituWIND« erstmalig eine Methodensynthese aus Radar- und Referenzsensorik eingesetzt.



Applizierte Referenz-Sensorik innerhalb des Labordemonstrators.

Der im Rahmen des Projektes entwickelte SFCW-Radarsensor (Stepped-Frequency-Continuous-Wave) ermöglichte es, eine zu untersuchende Betonstruktur mit 2 Sendern und 3 Empfängern zu durchleuchten. Für die reflexionsarme Einkopplung der elektromagnetischen Welle in die Grout-Verbindung wurden spezielle Antennen entwickelt. Zur Validierung der Methode



wurden eine Vielzahl weiterer Sensoren, Beschleunigungsmesser, Dehnungsmessstreifen und Schallemissionssensoren installiert und synchron während des Ermüdungstests gemessen.

Es gelang dem Forscherteam am Fraunhofer LBF mit der eingesetzten Labortechnik und realistischen Belastungsannahmen die aus dem Betrieb bekannten Schäden in der Grout-Verbindung zu erzeugen. Die Ergebnisse zeigten, dass die entwickelte Methode das Monitoring der Grout-Verbindung effektiv unterstützt und potenzielle Schäden frühzeitig erkannt werden können. Von dem neuen Verfahren können ebenso die Bauindustrie (Brücken) oder der Schwerlastmaschinenbau (Kräne) profitieren.

STRUKTURÜBERWACHUNG,
ERMÜDUNG, SERVOHYDRAULISCHES
PRÜFSYSTEM

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Kontakt

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

Matthias Schmidt
+49 6151 705-452
matthias.schmidt@
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.

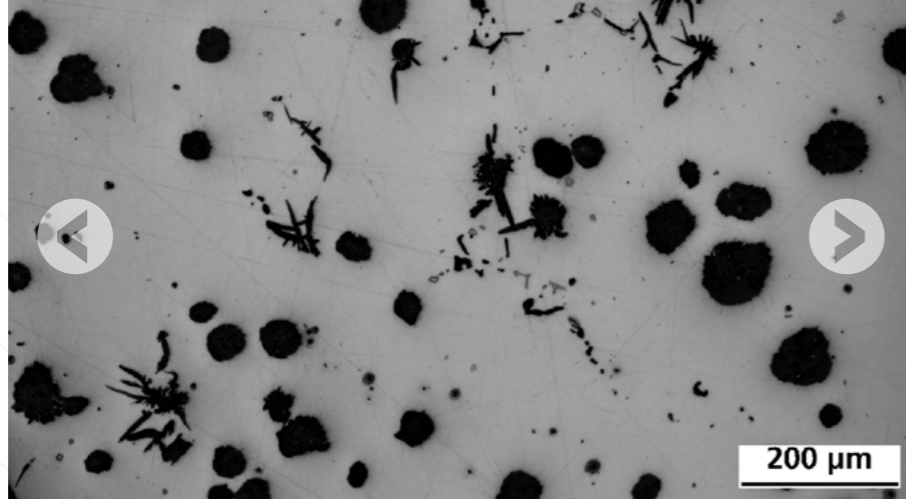


»
Unsere Forschungsarbeiten ermöglichen zuverlässige Produkte durch zuverlässige Prozesse.«

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.



Digitale Bildauswertung des EN-GJS-500-14 mit Spiky-Graphit.

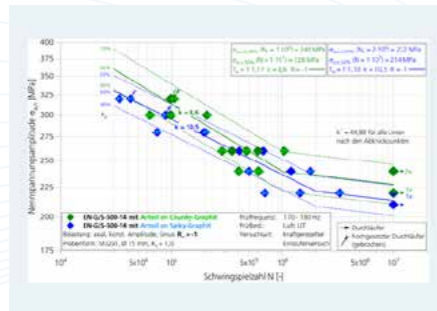
Degenerierter Graphit in Gusseisen mit Kugelgraphit

Neue Klassifizierung reduziert Ausschuss bei der Fertigung

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Experimentell ermittelte Wöhlerlinien unter Wechselbelastung ($R\sigma = -1$), Vergleich zwischen EN-GJS-500-14 mit Chunky-Graphit und EN-GJS-500-14 mit Spiky-Graphit

Gusseisen mit Kugelgraphit (GJS) bietet vorteilhafte Werkstoffeigenschaften sowie gestalterische Freiheiten durch den Fertigungsprozess Gießen und findet in vielen Bereichen Anwendung. Bei Großgussbauteilen mit hohen Wandstärken können bei mischkristallverfestigten GJS-Gütern unerwünschte Graphitdegeneration auftreten, die in der Praxis meist mit dem Ausschuss des entsprechenden Bauteils einher gehen, da

degenerierter Graphit die Werkstoffbeanspruchbarkeit verringert.

Im Forschungsprojekt »DeGra« wurden zur besseren Klassifizierung der verschiedenen Graphitentartungen sowie zur Ermittlung ihrer Einflüsse auf die Schwingfestigkeit ferritische GJS-Werkstoffe mit vorliegenden Entartungen untersucht. Erkenntnisse aus quasi-statischen und zyklischen Untersuchungen bei verschiedenen Lastverhältnissen wurden mit Erkenntnissen aus der digitalen Bildauswertung metallographischer Schlibfbilder korreliert.

Auf dieser Grundlage konnte das Fraunhofer LBF einen Vorschlag zur Klassifizierung dieser Entartungen von Schlibfbildern machen. Unter Berücksichtigung des lokalen Auftretens von Graphitentartungen kann eine Abschätzung der Schwingfestigkeitsreduzierung erfolgen, wodurch zuvor als Ausschuss klassifizierte Bauteile doch zum Einsatz kommen können.

GRAPHITDEGENERATION, GRAPHIT-ENTARTUNG, SCHWINGFESTIGKEIT, GUSSEISEN MIT KUGELGRAPHIT

Kontakt

Tim Steingraber
+49 6151 705-276
tim.steingraeber@lbf.fraunhofer.de

Multidisziplinäre Bewertung komplexer Luftfedersysteme im Automobilbau

Betriebslasten- und Umweltsimulation von Feder-Dämpfersystemen

Luftfedern sind bei modernen Personenkraftwagen ab der oberen Mittelklasse, zumindest als Option, Stand der Technik. Sie garantieren optimalen Komfort gepaart mit hohen Fahrsicherheitsreserven. Ihre komplexe Konstruktion, speziell im Bereich der eigentlichen Luftfeder und die schadigungsrelevanten multidisziplinären Belastungen, stellen eine Herausforderung bei der Funktionsabsicherung und Zuverlässigkeitsbewertung dar.



Flexibel und effizient: Neue Labor-technologie »SmartLab4Chassis«.

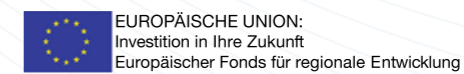
Seit 2023 können Kunden ihre Feder-Dämpfersysteme, bis hin zur Systemgröße eines Viertelfahrzeugs (Fahrwerk), innerhalb des neuen »Smart Lab« am Fraunhofer LBF hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit – auch unter überlagerter Umweltsimulation (Temperatur, Feuchte) – untersuchen lassen. Komplexe Belastungsszenarien werden simuliert und bei Bedarf mit einer beistellbaren Echtzeithardware auch »in the Loop« angesteuert, um etwa neue Regelkonzepte

zu erproben oder ein Gesamtsystemverhalten abzubilden. Dabei unterstützen die Expertenteams mit ihren Kompetenzen bei der Entwicklung realistischer Belastungsszenarien unter Anwendung von XiL-Technologien, der Versuchsdurchführung, der Bewertung der Versuchsergebnisse und bei möglichen Produktverbesserungen.

Profitieren auch Sie von effizient erbrachten Funktions- und Betriebsfestigkeitsnachweisen unter Laborbedingungen zur Verkürzung von Produktentwicklungszyklen.

FAHRWERK, LUFTFEDER, ZUVERLÄSSIGKEIT

gefördert durch:



Das Projekt Smart Lab for Future Mobility Chassis Systems wurde von der Europäischen Union aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung kofinanziert.

Kontakt

Marc Wallmichrath
+49 6151 705-467
marc.wallmichrath@lbf.fraunhofer.de

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

Entwicklung neuer Materialien für Wasserstoffspeicherung und -transport

Wasserstoffsorptionsanalyse zur Entwicklung und Bewertung neuer Materialien

Wasserstoff birgt bei Speicherung unter hohem Druck Risiken: Materialermüdung, Undichtigkeiten, Explosionsgefahr. Das Fraunhofer LBF unterstützt Materialentwicklungen durch angepasste Analysetechniken und sichert die Dauerhaftigkeit von Komponenten von Wasserstoffspeichersystemen.



Die neue Gassorptionswaage im Fraunhofer LBF. ©Waters GmbH

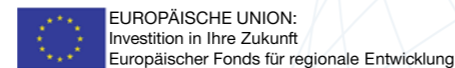
Transport und Speicherung von Wasserstoff bergen Risiken, die bei der Entwicklung und Nutzung von Wasserstofftechnologien berücksichtigt werden müssen. Die verwendeten Materialien müssen für die neuen Anforderungen qualifiziert werden: Dichtungen beispielsweise hinsichtlich hoher Drücke, großer Temperatureinsatzbereiche und Dichtigkeit gegenüber Wasserstoff.

Weiterhin werden neue Materialien, wie Metalle, Legierungen und poröse oder gefüllte Kunststoffe entwickelt, um den zur Speicherung benötigten Druck zu reduzieren. Wasserstoff soll an diesen Materialien adsorbieren oder darin absorbiert werden. Sorption und Desorption müssen dabei schnell und dauerhaft reversibel ablaufen.

Das Fraunhofer LBF forscht an diesen Fragestellungen und unterstützt Kunden durch angepasste Analysetechniken, z. B. werden mit einer Gassorptionswaage Sorptionskinetiken bestimmt, die die Geschwindigkeit der Wasserstoffspeicherung und Wasserstofffreisetzung unter verschiedenen und variablen Umgebungsbedingungen bei Drücken zwischen 0 und 350 bar sowie Temperaturen bis 400 °C beschreiben. Langzeitlagerungen von Prüfkörpern unter Wasserstoffatmosphäre bei Drücken bis 300 bar unterstützen diese Analysen und sichern die Dauerhaftigkeit von Dichtungen, Speichermaterialien und Gehäusematerialien für Tanks oder Transportsysteme.

WASSERSTOFFSORPTION, WASSERSTOFFSPEICHERUNG, DICHTUNGEN

gefördert durch:



Versagensort Membranfederventil.

Leitprojekt

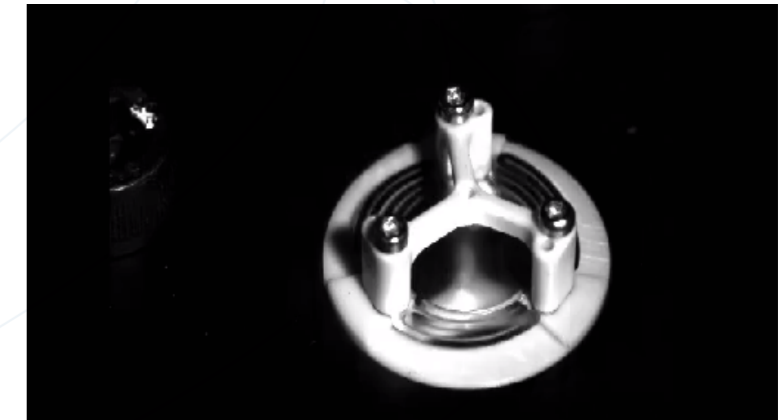
Langzeitstabilität einer elektrokalorischen Wärmepumpe

Charakterisierung von eigenentwickelten passiven Federmembranventilen

In Zeiten der Energiewende ist es unerlässlich, nach alternativen Heiz- und Kühltechnologien zu suchen, welche umweltfreundlich und mit hohem Wirkungsgrad arbeiten.

Fraunhofer-Forschende entwickeln derzeit in dem Leitprojekt »ElKaWe« eine elektrokalorische Wärmepumpe, welche ohne klimaschädliches Kühlmittel auskommt und einen höheren Wirkungsgrad als herkömmliche Wärmepumpen bieten soll. Wärmepumpen sind für lange Laufzeiten ausgelegt, wobei mechanisch belastete Bauteile hohe Zyklenzahlen aushalten müssen. Um die Funktion und die Zuverlässigkeit über die gesamte Lebensdauer zu beurteilen, untersuchen Forschende am Fraunhofer LBF die Schwingfestigkeit der mechanisch beanspruchten Komponenten. Sie haben eine Belastungsmethode entwickelt, mit der das neue passiv angetriebene Federmembranventil von Fraunhofer IPM und IKTS untersucht wird.

Das neue Ventil kann den Volumenstrom des Kühlmittels in eine Richtung lenken.



Erste Ergebnisse zeigen, dass hohe Zyklenzahlen bis $1 \cdot 10^9$, die während der Einsatzdauer einer Wärmepumpe erwartet werden können, nicht zum Versagen des Membranventils führen. Das neu entwickelte Fraunhofer-Membranventil trägt durch die passive Funktionsweise dazu bei, Wärmepumpen umweltfreundlicher zu gestalten.

Neue Belastungsmethode für das passiv angetriebene Federmembranventil – im Zeitraffer dargestellt.

WÄRMEPUMPE, MEMBRANFEDER, SCHWINGFESTIGKEIT

Kontakt

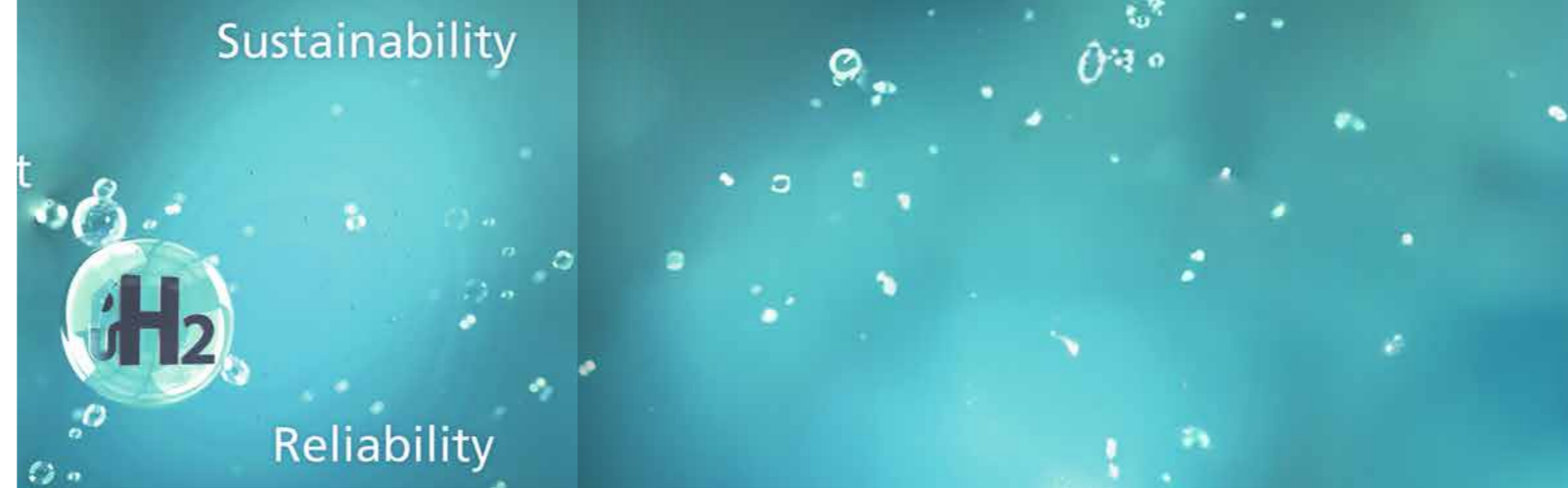
Marvin Kiel
+49 6151 705-215
marvin.kiel@lbf.fraunhofer.de

Kontakt

Harald Oehler
+49 6151 705-8669
harald.oehler@lbf.fraunhofer.de

Auf der Internetseite des Leistungszentrums stehen aktuelle Informationen zur Verfügung:

www.leistungszentrum-wasserstoff-hessen.de

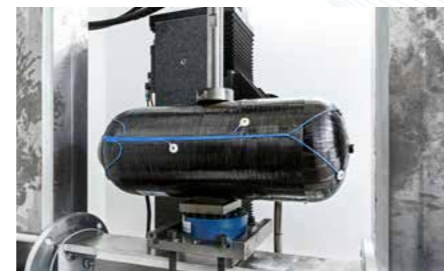


Das Wasserstoff-Leistungszentrum in Hessen – Leistungszentrum GreenMat4H₂

Das Fraunhofer-Leistungszentrum »Green Materials für Hydrogen« kurz Green Mat4H₂, wird gebildet aus der Fraunhofer-Einrichtung IWKS und dem Fraunhofer-Institut LBF. Gemeinsames Ziel ist, die Wasserstofftechnologie in Wissenschaft, Wirtschaft und in der Bevölkerung voranzutreiben.

Der Wasserstoff wird dabei als ein Energieträger betrachtet, der global helfen wird, den Klimawandel zu reduzieren. Um dies bestmöglich zu unterstützen, werden nicht nur Forschungsprojekte mit der Industrie und Forschungseinrichtungen eingegangen, sondern auch Bürgerdialoge und Wasserstoffstammtische vom Leistungszentrum veranstaltet. Dabei können sich Interessierte gegenseitig zu relevanten Themen rund um das Thema »Wasserstoff« austauschen, von der Erzeugung über die Speicherung und den Transport bis hin zur Nutzung. Auf Messen präsentieren wir aktuelle Ergebnisse aus Forschungsvorhaben und erfragen die Bedarfe der Industrie. Dabei liegt ein Fokus auf der Zuverlässigkeitsbetrachtung der Materialien der

Wasserstoffökonomie, die am Fraunhofer LBF in eigens dafür entwickelten Prüfständen unter realitätsnahen Bedingungen dynamisch getestet werden, um Aussagen über ihr Verschleißverhalten und ihre Lebensdauer treffen zu können.



Sensorbasierte Zustandsüberwachung von automobilen Wasserstoff Druckbehältern.

Weitere Entwicklungsthemen sind die Nachhaltigkeit und Recyclingfähigkeit von Materialien in z. B. Elektrolyseuren, Brennstoffzellen, H₂-Tanks und H₂-Leitungen, wie auch das Entwickeln von ressourcenschonenden Monitoring-systemen für Wasserstoff-Drucktanks.

ZUVERLÄSSIGKEIT, WASSERSTOFF-ÖKONOMIE, KLIMAWANDEL

Systemanalyse und -bewertungsmethoden für Wasserstoffanwendungen

Für wasserstoffbetriebene Systeme besteht erhöhter Bedarf an Methoden, um diese in effizienter Weise bezüglich Zuverlässigkeit, Sicherheit und Lebensdauer zu bewerten. In besonderem Maße ist hier die Verbindung aus numerischen, experimentellen und analysierenden Methoden notwendig, um die Kette von den Lastannahmen und deren Messung über die Testprogrammierstellung bis zur Prüfstandentwicklung abzudecken. Flankiert wird dies mit Methoden zur systematischen Fehleranalyse und zur sensorbasierten Strukturüberwachung.

Aus dem Leistungszentrum GreenMat4H₂ heraus steht ein Methodenbaukasten zur Verfügung, der vielseitig und modular auf verschiedene Fragestellungen der Zuverlässigkeits- und Sicherheitsbewertung im Kontext Wasserstoff anwendbar ist:

- Analysemethoden basierend auf probabilistischen Netzen zur Zusammenführung von Komponenten-Ausfallwahrscheinlichkeiten zur Systemausfallwahrscheinlichkeit



- Komplexe Testsysteme zur Umweltsimulation auf verschiedenen Längenskalen, z. B. von Brennstoffzellenstapeln bis hin zu deren Einzelzellen
- Numerische Simulationswerkzeuge, u. a. zur Bewertung von mechanischen Vibrationen und deren Transferpfaden
- Entwicklung sensorbasierter Überwachungsmethoden, z. B. für Wasserstofftanks
- Implementierung von Wasserstoffkomponenten in bestehende und neuartige Fahrzeugkonzepte

BRENNSTOFFZELLE, ZUVERLÄSSIGKEIT, FEHLERANALYSE, METHODENENTWICKLUNG

Wasserstoffbetriebene Systeme wie Brennstoffzellen werden numerisch, experimentell analysiert und hinsichtlich Zuverlässigkeit, Sicherheit und Lebensdauer bewertet.

Kontakt

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

Kontakt

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

Elastomere für die Wasserstofftechnologie

Herausforderung für Dichtungen im Wasserstofftransport



Maßgeschneiderte Elastomere aus dem Fraunhofer LBF.

Elastomere als Dichtungsmaterialien sind im Alltag weit verbreitet und sorgen für die Sicherheit der Systeme. Im Zuge der Energiewende, ändern sich die Anforderungsprofile für Dichtungsmaterialien, z. B. in der Gasinfrastruktur. Besonders das Langzeitverhalten von Elastomeren unter Wasserstoffeinfluss ist kaum untersucht, spielt aber eine wesentliche Rolle für die Sicherheit.

Einer der wesentlichen Punkte bei Elastomeren in direktem Kontakt mit Wasserstoff ist deren Quellverhalten. Weitere Parameter sind chemische und physikalische Alterung des Materials sowie das Verhalten unter Druck, das in Wasserstoffanwendungen stark variiert.

Im Projekt »HydroTransSeal« wird das grundlegende Verständnis des Verhaltens von Elastomeren unter Wasserstoffeinfluss betrachtet. Dafür soll nicht nur der Einfluss des elastomeren Basismaterials untersucht werden. Auch die Einflussfaktoren der einzelnen Mischungsbestandteile, wie Füllstoffe oder Weichmacher sind Teil des Projekts, um die Compounds hinsichtlich ihrer Eigenschaften zur Sorption, Permeation und der Quellung zu optimieren und auftretende Alterungseffekte näher zu betrachten.

Ziel ist auch, die Tauglichkeit der aktuell in der Infrastruktur eingesetzten Materialien besser bewerten zu können.

WASSERSTOFF, DICHTUNGEN, MATERIALBEWERTUNG



Kontakt

Dr. Annika Schlander
+49 6151 705-8781
annika.schlander@
lbf.fraunhofer.de



Übersicht der realen überlagerten Beanspruchungen für PEM-BZ-Systeme bei Nutzfahrzeugen.

Brennstoffzellensysteme unter Vibrationslasten testen und verstehen

Multiphysikalische Bewertung sorgt für erhebliche Beschleunigung in der Produktentwicklung

Reale Belastungen von Wasserstoff-Brennstoffzellensystemen sind vielfältig und treten überlagert auf. Für eine schnelle und nachhaltige Markteinführung ist daher eine frühzeitige, realitätsnahe Erprobung und Analyse während der Entwicklung mit überlagerten mechanischen, thermischen und elektrischen Beanspruchungen entscheidend.

Der Einsatz von Brennstoffzellensystemen in Nutzfahrzeugen und Flugzeugen unterliegt einer Vielzahl von hochkomplexen und überlagerten multiphysikalischen (mechanisch, thermisch und elektrisch) und chemischen Belastungen. Die Auswirkungen dieser Beanspruchungen, insbesondere von Vibration und Schock, auf die Sicherheit und Zuverlässigkeit der BZ-Stapel sind bisher wenig erforscht.

Für eine flexible und zeiteffizient Erprobung stellt das Fraunhofer LBF dazu den komplexen Beanspruchungszustand aus der Nutzung im Labor und in der Simulation nach. Dazu bieten wir flexible Testumgebungen und Simulationsansätze, mit denen wir auf vielfältige Kundenbedarfe reagieren und Testszenarien mit Schwerpunkt auf Vibrations- und Schocklasten realisieren können, die weit über den Stand der Technik hinausgehen.

Mit diesen hocheffizienten und flexiblen Analysemethoden erreichen wir erhebliche Beschleunigung in der Produktentwicklung bei der optimalen Gestaltung von Brennstoffzellensystemen bereits in der frühen Entwicklungsphase. Bei unseren Kunden resultieren dabei spürbare Wettbewerbsvorteile in dem stark konkurrierenden Zukunftsmarkt der Elektromobilität.

SYSTEMZUVERLÄSSIGKEIT, ERPROBUNGSUMGEBUNG, MODELLIERUNG

Kontakt

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



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.

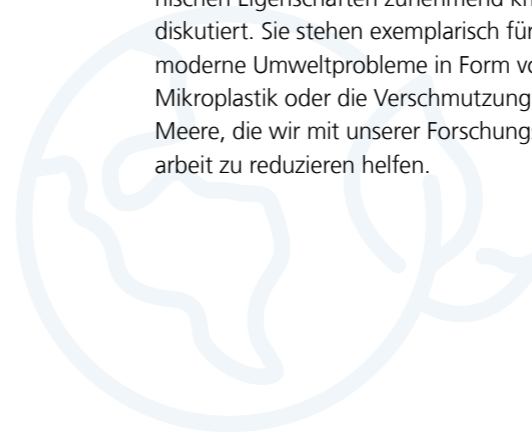
Nachwachsende und upcycling-fähige Rohstoffe auch für anspruchsvolle technische Anwendungen

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.



Neue biobasierte Flammschutzmittel

Innovatives Moleküldesign, nachhaltige Erzeugung und ein großes Anwendungspotential



Die Forschenden des Fraunhofer LBF haben ein zukunftsweises Konzept entwickelt, bei dem sie die Struktureigenschaften von Naturstoffen wie Cellulose und Zuckeralkoholen nutzen, um neue biobasierte phosphorhaltige Flammschutzmittel zu synthetisieren. Diese Flammschutzmittel sind thermisch stabil, hocheffizient und haben weitere vorteilhafte Eigenschaften. Die Entwicklung erfolgt in enger Zusammenarbeit mit den Projektpartnern Clariant, BASF SE und ARGUS Plastics Additive GmbH.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Kontakt

Dr. Michael Ciesielski
+49 6151 705-8619
michael.ciesielski@
lbf.fraunhofer.de



petrochemischen Ausgangsmaterialien hergestellt werden. Der Syntheseprozess der neuen Flammschutzmittel erfolgt in einem effizienten, zweistufigen Verfahren, das keine chlorhaltigen Chemikalien oder problematische Lösungsmittel erfordert und keine Abfallstoffe erzeugt. Die Flammschutzmittel werden in Polyolefinen und speziellen Polyamiden eingesetzt. Die Ergebnisse der aktuellen Forschungsarbeiten sollen die Voraussetzungen für eine industrielle Herstellung schaffen.

Diese neue Klasse biobasierter Flammschutzmittel verspricht ein hohes Anwendungspotential in unterschiedlichen Polymeren und Biopolymeren sowie Anwendungen, z. B. in flammgeschützten Folien für Inneneinrichtungen oder im Baubereich oder für flammgeschützt ausgerüstete Bauteile im Bereich F&E. Auch die als Zwischenprodukte der Flammschutzmittelsynthese erhaltenen acrylatfunktionalisierten Celluloseester sind von großem industriellem Interesse (methacrylatfunktionalisierte Ester sind ebenfalls zugänglich). Derzeit werden sie für Harz- und Klebstoffanwendungen erfolgreich getestet. Sie können jedoch vielfältige weitere Anwendungen finden.

BIOBASIERTE FLAMMSCHUTZMITTEL,
CELLULOSEESTER, ZUCKERALKOHOL

*Eine neue Klasse biobasierter
Flammschutzmittel wird derzeit
im Fraunhofer LBF entwickelt.*



Rezyklate und Biopolymere können auch in anspruchsvollen Anwendungen wie Dachbahnen eingesetzt werden.

Hochqualitative Fasern und Folien aus Kunststoffrezyklaten und Biopolymeren

Wir denken den Kunststoffkreislauf für Geotextilien und Dachbahndeckungen neu

Zu viele Produkte aus Kunststoffen werden noch immer nach nur einer einzigen Nutzungsphase entsorgt. Selbst wenn sie eine Weiternutzung in Form eines zirkulären Prozesses erfahren, ist das Folgeprodukt nicht immer so hochwertig wie das Originalprodukt. Gleichzeitig haftet Biopolymeren allzu oft noch der Makel an, dass sie für anspruchsvolle technische Anwendungen nicht die notwendige Performance besitzen.

Im Fraunhofer-Cluster of Excellence Circular Plastics Economy (CCPE) nehmen sich acht Institute in einem gemeinsamen Forschungsvorhaben zweier für eine Vielzahl industrieller Anwendungen relevanter Fragestellungen an: Lassen sich aus bisher nicht hochwertig genutzten Kunststoffrezyklaten hochqualitative Fasern und Folien

für Dachbahnen herstellen und können aus Biopolymeren hochqualitative Fasern für Geotextilien entwickelt werden, deren Abbau in der Umwelt einstellbar ist und gleichzeitig schadstoff- und mikroplastikfrei vorstattengeht?

Das Fraunhofer LBF bringt im Projekt seine Kompetenzen und langjährigen Vorerfahrungen bei Alterungs- und Bewitterungsuntersuchungen sowie bei der Entwicklung von Kunststoffadditiven ein. Letztere stellen sicher, dass die Materialien den besonderen Anforderungen im Einsatz genügen und dass die Biopolymere am Ende der Nutzungsphase kontrolliert abgebaut werden.

REZYKLATKUNSTSTOFFE, BIOBASIERTE
KUNSTSTOFFE, SCHADSTOFFARM

Kontakt

Dr. Christian Schütz
+49 6151 705-8805
christian.schuetz@
lbf.fraunhofer.de

Demontiertes IQPAK™
-System. Im Vordergrund:
Handling- und Content-
Layer. Im Hintergrund: Sys-
tem-Layer mit integriertem
NFC-Chip.



IQPAK™ – Neues Verpackungssystem mit Bestwerten bei CO₂-Emissionen

Kreislauffähige Multi-Layer-Verpackung ermöglicht Mehrweg ohne Waschen



IQPAK™ setzt ein Ausrufezeichen im Verpackungsmarkt: Die vielseitig einsetzbare Multi-Layer-Verpackung verbindet die Vorteile von Mehrweg und Stoffkreislauf. Ein wiederverwendbarer Grundkörper wird dabei von einer dünnen Schutzschicht umschlossen, die recycelt wird. Entwickelt wurde IQPAK™ von Löning & Partner, einem Spezialisten für Kreislaufwirtschaft, gemeinsam mit dem Fraunhofer LBF. Fokus der Forschenden lag auf der Material- und Prozessseite, der Entwicklung des Systemaufbaus sowie der Demonstration der Machbar- und Skalierbarkeit.

Der Kern der Verpackung ist ein fester Körper, der wiederverwendet wird. Innen ist dieser ‚System-Layer‘ mit einer dünnen (bis 10 µm) und zu 100 Prozent recyclingfähigen Folie, dem Content-Layer, ausgekleidet, die den Inhalt hygienisch umschließt. Hinzu kommt eine äußere Schutzschicht, der sogenannte

Handling-Layer, der den System-Layer von außen schützt. Gegenüber herkömmlichen Verpackungen können dadurch die CO₂-Emissionen im Vergleich zu bestehenden Verpackungen signifikant reduziert werden. Das neue Konzept bietet sich für nahezu alle handelsüblichen Verpackungsgrößen an, besondere Pluspunkte sind hohe Hygienestandards und ein optimiertes Kreislaufsystem.

Ein weiteres Merkmal ist der integrierte NFC-Chip, der Informationen zu Material und Charge speichert, was ein sortenreines Recycling ermöglicht. Das Datenbanksystem macht neben der Materialindikation auch noch die einfache Zuweisung eines Pfandwerts möglich. Der Wert einzelner Verpackungen kann dabei sowohl variabel gestaltet werden (dynamisches Pfand) als auch grenzüberschreitend gehandelt werden (Cross-Border-Pfand).

KREISLAUFWIRTSCHAFT,
DATENBANK, NFC, MULTI-LAYER



Kontakt

Dr. Christian Beinert
+49 6151 705-8735
christian.beinert@
lbf.fraunhofer.de

Charakterisierung und Modifikation von PET-Fasern für den beschleunigten Abbau

Verbesserte biologische Abbaubarkeit von petro-basierten Kunststoffen durch Additive

Leitprojekt



Durch gezielte Funktionalisierung soll PET bioabbaubar werden und zukünftig nicht mehr zur Verschmutzung der Umwelt beitragen.

Im Fraunhofer-Leitprojekt »SUBI²MA« beschäftigt sich das Fraunhofer LBF mit der Funktionalisierung von Polyethylenterephthalat (PET) durch Additivierung. Die eingesetzten Additive beschleunigen den hydrolytischen Abbau der Polymerketten und ermöglichen so einen Bioabbau von PET. Begleitet wird diese Entwicklung durch verschiedene chemische und chromatografische Analysemethoden welche Auskunft über die konkreten Degradationsmechanismen der Polymerketten geben.

Forschende am Fraunhofer LBF konnten für Biokunststoffe nachweisen, dass durch die Zugabe einer maßgeschneiderten

Additivformulierung der hydrolytische Abbau beschleunigt wird. Dieses System soll nun auf petro-basierte Kunststoffe wie PET übertragen werden. Erste Untersuchungen zeigen, dass die Zugabe verschiedener Additive den hydrolytischen Abbau von PET beschleunigt. Hierfür wurde das additivierte PET einer Wasserlagerung unterzogen und im Verlauf die Schmelzfließfähigkeit als Indikator für die Viskosität und damit die Polymerkettenlänge bestimmt.

Die Chromatografie kann zur Separation nach Molekulargewicht (Gelpermeationschromatografie, GPC) oder chemischer Struktur (Adsorptionschromatografie, LAC) eingesetzt werden. Mittels der GPC konnte der durch Additive beschleunigte Kettenabbau bestätigt werden, während durch Optimierung der LAC eine Trennung von PBT und PET erreicht wurde. Darauf aufbauend soll die Chromatografie weiterentwickelt werden, um unterschiedliche Endgruppen in PET chromatografisch zu differenzieren und so Aussagen über Degradationsmechanismen treffen zu können und den Nachweis des Bioabbaus von PET zu belegen.

CHROMATOGRAPHIE, ADDITIVIERUNG,
BIOABBAU



Kontakt

Dr. Elke Metzsch-Zilligen
+49 6151 705-8609
elke.metzsch-zilligen@
lbf.fraunhofer.de

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



Sekundäraluminium – ein Rohstoff aus End-of-Life und Produktionsabfällen

Kreislaufwirtschaft als Zukunft für europäisches Aluminium



Sekundäraluminium – auch für zyklisch belastete Leichtbaustrukturen (MEV-Verlag).

Die experimentelle Charakterisierung des zyklischen Werkstoff- und Bauteilverhaltens ist energie-, zeit- und kostenintensiv. Gerade bei Sekundäraluminium wird deutlich, wie wichtig eine alternative Vorgehensweise zum Nachweis von zyklischen Eigenschaften wird, da mit den konventionellen Ansätzen der zeitliche Rahmen gesprengt wird.

Das Recycling von Aluminium aus bestehenden End-of-Life-Produkten und Produktionsabfällen birgt ein enormes Potenzial und benötigt lediglich fünf Prozent der Energie, die für die Herstellung von Primärmaterial erforderlich ist. Angesichts seiner entscheidenden Rolle bei der globalen Dekarbonisierung, zielt das Projekt »Recycling technologies for circular Aluminium – RecAL« darauf ab, das Potenzial dieses Rohstoffes umweltfreundlich und effizient auszuschöpfen. Dabei vereint »RecAL«, welches aus dem EU-Programm Horizon Europe unterstützt wird, 19

Partner aus neuen europäischen Ländern mit dem Europäischen Green Deal.

Die Projektpartner verfolgen einen umfassenden Ansatz und adressieren strategisch jeden Schritt des Produktions- und Wiederverwendungskreislaufs. Sie wollen die Herausforderungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette lösen.

Das Fraunhofer LBF übernimmt in diesem Konsortium die Charakterisierung des zyklischen Werkstoffverhaltens, wobei der erforderliche Aufwand zu reduzieren ist, um sicherzustellen, dass das Sekundäraluminium über die für zyklisch belastete Sicherheitsbauteile erforderlichen Eigenschaften hinsichtlich der Betriebsfestigkeit auch unter Umwelteinflüssen, insbesondere Korrosion, verfügt. Dies soll durch den Einsatz neuer Prüf- und Messtechnik sowie angepasster Auswertungsstrategien erzielt werden. Die zu entwickelnde Vorgehensweise entspricht einem Paradigmenwechsel und bildet den Grundstein für ein zeit- und energieeffizientes Vorgehen im Bereich des Nachweises von zyklischen Werkstoff- und Struktureigenschaften weit über »RecAL« hinaus.

SEKUNDÄRALUMINIUM, KREISLAUFWIRTSCHAFT, INTERAKTIVE PLATTFORM,

gefördert durch:



Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or HADEA. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them. Grant Agreement No 101138747.



Versuchsaufbau im Technikum des Fraunhofer LBF.

Leitprojekt

Schnelle Untersuchungen zur Verarbeitungstabilisierung

»Waste4Future« – Online-Rheologische Messungen zur Formulierungsentwicklung und Rezyklatgewinnung

Kunststoffe müssen während der Schmelzverarbeitung durch Prozessstabilisatoren, also Antioxidantien, geschützt werden. Da es sowohl unter ökonomischen (teure Spezialchemikalien) als auch ökologischen Gesichtspunkten (Ressourcenschonung) nachteilig ist, pauschal »genug« hinzuzufügen, wird die optimale Menge für neue Kunststofftypen in aufwändigen Versuchsreihen ermittelt. Online-Rheologische Messungen bieten hier das Potenzial zur Beschleunigung und damit die Möglichkeit, beim mechanischen Recycling die Stabilisatorzugabe für die Restabilisierung in Echtzeit auf die wechselnden Chargenzusammensetzungen anpassen zu können.

Bei Altkunststoffen sind die Antioxidantien in unterschiedlichem Maße verbraucht. Je niedriger der Antioxidantienanteil desto höher der Molmassenabbau während der Verarbeitung. Da zwischen Molmasse und

Viskosität bei Polymeren ein unmittelbarer Zusammenhang besteht, können durch online rheologische Messungen schon während der Compoundierung Aussagen über die Wirksamkeit der aktuellen Stabilisatorzugabe gewonnen werden.

Mittels Online-Rheologie erhalten Compoundeure bzw. Rezyklathersteller also unmittelbar Informationen zur Auswirkung eines Prozess-Stabilisators. Hinzu kommt, dass sich die Fließkurven zwischen den einzelnen Kunststoffen unterscheiden, sie beinhalten somit einen wesentlich höheren Informationsgehalt als der einzelne numerische Wert einer MVR-Messung. Zusätzlich können die Fließkurven der Dehnviskosität mit in die Auswertung einbezogen werden. Mittels eines entsprechenden KI-gestützten Systems bietet die Online-Rheologie das Potenzial für eine chargenangepasste Nachstabilisierung in Echtzeit bei der Rezyklatgewinnung.

ANTIOXIDANTIEN, MECHANISCHES RECYCLING, REGRANULATE

Kontakt

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

Marvin Kiel
+49 6151 705-215
marvin.kiel@lbf.fraunhofer.de

Kontakt

Dr. Bernd Steinhoff
+49 6151 705-8747
bernd.steinhoff@lbf.fraunhofer.de

Dr. Elke Metzsch-Zilligen
+49 6151 705-8609
elke.metzsch-zilligen@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.



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.

Gefördert durch:



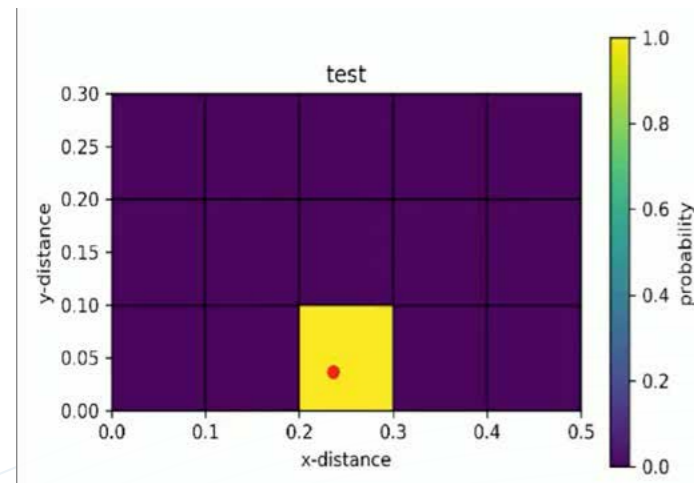
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Phänomen der Blasenbildung an einer Fassade, die mit Reklamationen und Nachproduktion verbunden ist.

Nachhaltige Herstellung von Sandwichelementen für den Bausektor

Zerstörungsfreies Monitoring von Fehlstellen in Sandwichelementen



Das Video visualisiert die Güte des entwickelten Algorithmus für den Anwendungsfall »Lokalisation«.

Sandwichelemente kommen in Fassaden von Industriehallen und Kühlhäusern zum Einsatz. Im Projekt »ReSaMon« entwickeln die Projektpartner eine zerstörungsfreie und berührungsfreie Messtechnik, die mögliche Schwachstellen und Änderungen der Materialeigenschaften bereits im Produktionsprozess identifizieren kann.

Das Fraunhofer LBF untersucht dabei die Möglichkeiten von datenbasierten Methoden zur Fehlstellendetektion und

-lokalisierung. Dies erfolgt sowohl simulationsbasiert mithilfe eines Digitalen Zwillings als auch im Zusammenspiel mit der entwickelten Messtechnik. Hierbei kommt die langjährige Expertise zum Thema Schwingungstechnik am Fraunhofer LBF zusammen mit effizienten Simulationsmethoden und Methoden des Machine Learnings zur Mustererkennung. Zum aktuellen Zeitpunkt können Fehlstellen in aufwendig generierten Datensätzen zuverlässig mit einer Erkennungsrate von 95 % detektiert werden. Dies bedeutet, dass fehlerbehaftete Elemente sehr gut von fehlerfreien unterschieden werden können. Auch die Lokalisation der Fehlstellen funktioniert darüber hinaus erfolgreich mit Erkennungsraten von 76 % und mehr (s. Video). Die Unterscheidung von fehlerbehafteten und fehlerfreien Elementen anhand experimenteller Daten wird im letzten Projektjahr untersucht.

LEICHTBAU, STRUKTURÜBERWACHUNG, MACHINE LEARNING

Kontakt

Hendrik Holzmann
+49 6151 705-501
hendrik.holzmann@lbf.fraunhofer.de

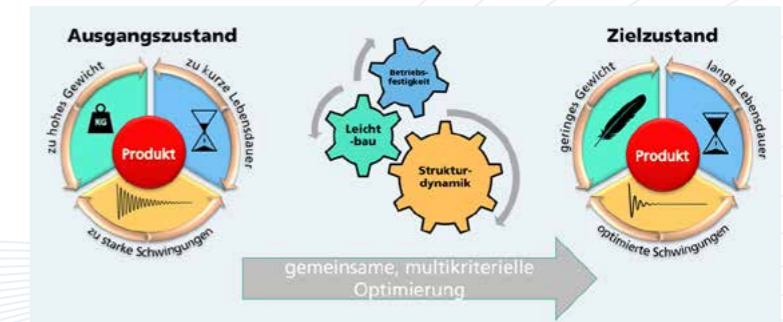
Produktoptimierung für den Mittelstand

Leichtbaustrukturen optimieren – für schwingungsarme und langlebige Produkte

Die Anforderungen an das Schwingungsverhalten von Bauteilen und Strukturen steigen im Maschinen- und Anlagenbau sowie in der Mobilitätsbranche. Dabei müssen Produkte im Sinne des Leichtbaus optimiert werden, ohne die Lebensdauer zu beeinträchtigen. Die Optimierung der Struktur- und Lebensdauer werden oft getrennt voneinander betrachtet. Im Forschungsprojekt »DuraDyn« hat das Fraunhofer LBF eine Methodik entwickelt, die eine numerische Optimierung von Leichtbaustrukturen unter Berücksichtigung von Struktur- und Lebensdauer ermöglicht.

Mehrwert durch Kombination numerischer Methoden

Kern des Projekts war die Entwicklung eines numerischen Verfahrens zur gleichzeitigen Optimierung von Struktur- und Lebensdauer von Bauteilen und Systemen in einem Berechnungsprozess. Dazu wird die parametrische Modellreduktion um die Berücksichtigung modaler Spannungen an kritischen Positionen erweitert. Diese modalen Spannungen werden in die Methoden zur Bewertung der Schwingfestigkeit integriert und eine Methode zur vereinfachten Bewertung



KMU profitieren von neuer Methodik aus dem Fraunhofer LBF.

von Schweißverbindungen entwickelt. Die Methoden zur Optimierung dynamischer Systeme werden dann um die Bewertung der Lebensdauer erweitert, wobei sogenannte Spektralmethoden zur effizienten Analyse der Schädigung im Frequenzbereich genutzt werden können.

Die neue Methode bietet mittelständischen Unternehmen attraktive Angebote zur ganzheitlichen Optimierung ihrer Produkte. Dadurch können die Struktur- und Lebensdauerbewertung technisch und betriebswirtschaftlich miteinander verknüpft werden, was dem Kundenwunsch nach dem "one-face-to-the-customer-Prinzip" entspricht.

LEICHTBAU, BETRIEBSFESTIGKEIT, STRUKTURDYNAMIK

Kontakt

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

Dr. Jörg Baumgartner
+49 6151 705-474
joerg.baumgartner@lbf.fraunhofer.de



© fiftyten, Stefan Decker

Im SEAM-Verfahren wird ein Staulement für den Pick Up-Aufsatz gefertigt.

Reduzierung von Treibhausgasen durch neuartige naturfaserverstärkte Leichtbaukomponenten

Neues Verfahren hydrophobiert Fasern und sorgt für Temperaturbeständigkeit

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Im Projekt »ECO₂-LnE« werden mit neuartigen naturfaserverstärkten Leichtbaukomponenten, Gewicht eingespart, der Fertigungsprozess ökobilanziert besser gestaltet und eine verbesserte Recyclingfähigkeit nach der mindestens äquivalentlangen Lebensdauer, im Vergleich zum Ursprungsbauteil, realisiert.

Unsere Forschungen leisten einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz. Sitzstrukturen für die Elektromobilität, Zugwagenübergänge und Pick-up-Aufsätze stehen dabei im Fokus. Ein Staulement, Teil eines Pick-up-Aufsatzes, wird gedruckt gefertigt

Die Forschenden ersetzen teilweise Metallkonstruktionen durch leichte, naturfaserverstärkte Kunststoffbauteile. Sie nutzen dabei den additiven Highspeed-Prozess SEAM (Screw Extrusion Additive Manufacturing), welcher am Fraunhofer IWU etabliert ist. Dieses neue 3D-Druck-Verfahren ist achtmal schneller als herkömmliche 3D-Drucke. Um langzeitstabile witterungsbeständige Bauteile aus naturfaserverstärktem

Kunststoff fertigen zu können, wurde am Fraunhofer LBF ein eigenes Verfahren entwickelt. Es hydrophobiert Fasern und sorgt für Temperaturbeständigkeit. Der Schwerpunkt der Entwicklungen liegt auf der kombinierten Holzfasermodifikation durch Acetylierung und anschließender Epoxidharzbeschichtung.

Durch die Beschichtung mit Epoxidharz wird die erhöhte Temperaturbeständigkeit erzielt. Dies ist die Voraussetzung, um die Fasern in Polyamide einarbeiten zu können, was bisher noch nicht möglich ist.

Am Beispiel eines Hochgeschwindigkeitszuges zeigt sich der Nutzen: In einem Zug mit 14 Übergängen und einer Laufleistung von 12,5 Millionen Kilometern können bei jedem eingesetzten, nachhaltigen Übergangssystem 160 Kilogramm eingespart werden, eine Einsparung von fast 115 Tonnen CO₂-Äquivalent.

LEICHTBAU, NATURFASERVERSTÄRKTER KUNSTSTOFF, NACHHALTIGKEIT, ADDITIVE FERTIGUNG

Kontakt

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

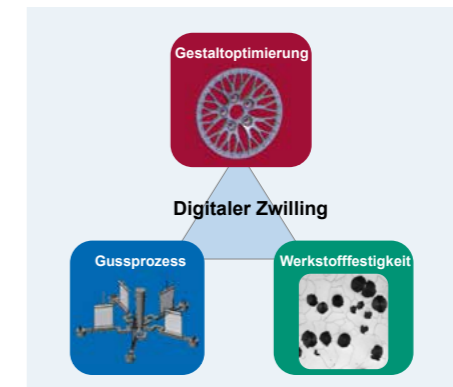
Dr. Roland Klein
+49 6151 705-8611
roland.klein@lbf.fraunhofer.de

Digitaler Zwilling für ultraleichte, zuverlässige Gussstrukturen

Neu entwickeltes Prozessfenster für dünne Wandstärken eröffnet hohes Leichtbaupotential

In dem Forschungsprojekt »GJSlim« arbeitet das Fraunhofer LBF in einem Konsortium unter Leitung der RWTH Aachen an der Entwicklung eines übertragbaren Leichtbaukonzepts zur Nutzung erhöhter zyklischer Beanspruchbarkeiten für ultraleichte Strukturen aus GJS mit Wandstärken kleiner als 5 Millimeter. Ziel ist, grundlegende Abhängigkeiten zwischen Gestalt- und Prozesseoptimierung sowie lokalen Bauteileigenschaften über einen interdisziplinären Wissenstransfer zwischen den Disziplinen Gießereitechnik, Strukturleichtbau und Betriebsfestigkeit aufzuzeigen, das Leichtbaupotenzial dieser Werkstoffe weiter zu steigern sowie den CO₂-Ausstoß während Produktion und Nutzung deutlich zu senken.

Gussstrukturen punkten mit einer hohen Bauteilkomplexität bei niedrigen Produktionskosten und sind daher für die Serienfertigung von funktionsintegrierten Leichtbaustrukturen prädestiniert. Insbesondere Gusseisen mit Kugelgraphit (GJS) weist für den Leichtbau eine optimale Kombination aus einstellbarer Festigkeit, Duktilität und Steifigkeit auf. Nach aktuellem Stand der Technik finden jedoch lokal unterschiedliche Materialeigenschaften von Bauteilen aus GJS, beispielsweise aufgrund unterschiedlicher Bauteilwandstärke, keine bzw.



Zuverlässige Auslegung neuartiger Gussstrukturen.

nur sehr eingeschränkt Berücksichtigung in der Bauteilauslegung.

Die Forschenden am Fraunhofer LBF nutzen für die Auslegung simulierte Gefügestände, gleichen diese mit experimentell ermittelten Erkenntnissen ab und zeigen damit die Einflüsse von Gefügekennwerten und der Erstarrungszeit auf lokale zyklische Bauteilbeanspruchbarkeiten auf. Erst mit einer optimierten Lebensdauerabschätzung, welche durch ein zu entwickelndes Bemessungskonzept durchgeführt werden kann, wird die Umsetzung von sicheren und zuverlässigen Ultraleichtbaustrukturen möglich.

LEICHTBAU, ZUVERLÄSSIGKEIT, GUSSEISEN

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Kontakt

Christian Pittel
+49 6151 705-647
christian.pittel@lbf.fraunhofer.de

LowCarboVan

Naturfasermaterialien für Leichtbau-Strukturanwendungen 

Naturfaserverstärkte Kunststoffe in äußeren Strukturkomponenten eines Wohnmobils.

Naturfasermaterialien für Leichtbau-Strukturanwendungen in Nutzfahrzeugen

Dauerhafte, naturfaserverstärkte Kunststoffe als nachhaltige Leichtbaukomponenten in Fahrzeugen

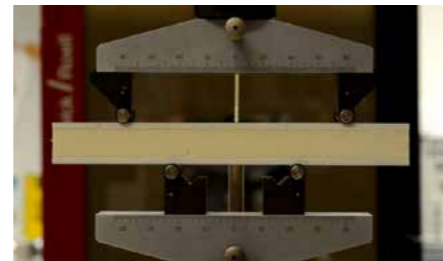
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Im Projekt »LowCarboVan« werden umweltfreundliche Leichtbaulösungen für den Nutzfahrzeugsektor erarbeitet. Die Fraunhofer-Forschenden ersetzen glasfaserverstärkte Kunststoffen durch naturfaserverstärkte Kunststoffe und haben Lösungen entwickelt, mit denen Naturfasern so behandelt werden können, dass sie weniger Feuchtigkeit aufnehmen. Naturfasermaterialien bieten eine gute Wärmeisolierung und Schalldämmung, was den Komfort z. B. von Reisemobilen und Nutzfahrzeugen verbessert.

Darüber hinaus haben Naturfaserverbundwerkstoffe ein großes Potenzial für den Leichtbau. Durch eine genaue Lastanalyse, Vermessung und angepasste Bauteilauslegung können Gewichtseinsparungen erzielt werden, ohne die Stabilität oder Funktionalität der Bauteile zu beeinträchtigen. Damit werden sie den Anforderungen moderner Mobilität gerecht und reduzieren den CO₂-Fußabdruck.



Mechanische Prüfung von Sandwichproben im Fraunhofer LBF

Die am Fraunhofer LBF entwickelten Methoden hinsichtlich der mechanischen Materialuntersuchung, der Vermessung von Beanspruchungsdaten im Betrieb, der Minimierung der Feuchteaufnahme und der Bauteilauslegung bieten vielfache Anknüpfungspunkte, um das Leichtbaupotential von Naturfaserwerkstoffen anzuheben. Von diesen nachhaltigen Eigenschaften können auch strukturell anspruchsvolle Anwendungen profitieren, um großflächig Ressourcen einzusparen.

LEICHTBAU, NATURFASERN, NACHHALTIGE KUNSTSTOFFE

Kontakt

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

Dr. Dominik Spancken
+49 6151 705-412
dominick.spancken@lbf.fraunhofer.de

Innovative Metamaterialtechnologie im Serienfahrzeug unterstützen klimafreundlichen Produktion

Spürbar leiser, leichter und komfortabler

Die Produktion und der Betrieb von Fahrzeugen spielen eine entscheidende Rolle bei der Eindämmung des Klimawandels. Die strukturdynamische Optimierung von Leichtbaustrukturen stellt eine zentrale Herausforderung für das materialsparende Design dar. In »viaMeta« kooperieren Hersteller, Zulieferer und Forschungseinrichtungen, um dieses Leichtbaupotenzial zu erschließen.

Vibroakustische Metamaterialien bieten eine Möglichkeit, Schwingungen in schlanken Strukturen zu kontrollieren. Durch periodisch angeordnete Resonatoren können spezielle Bauteileigenschaften erreicht werden. Innerhalb eines gezielt adressierbaren Stoppbandbereichs wird die Ausbreitung von Schwingungen im Material effektiv und breitbandig reduziert.

Durch neue Maßnahmen im Bereich der Triebstrangintegration konnte in einem Serienfahrzeug die Schallabstrahlung aus dem Aggregat in die Luft sowie die Übertragung von Vibrationen über die Motorlager und den Motortragrahmen in die Karosserie wirksam beeinflusst werden. Ein neuentwickelter Gehäusedeckel, ein Leichtbaurahmen und ein neukonstruiertes Motorlager demonstrieren die industrielle Herstellbarkeit. Die Komponenten wurden eins zu eins im Originalbauräum



des Serienfahrzeugs integriert und unter realen Fahrbedingungen getestet. Auf der Teststrecke wurde die Wirkung gewichtssparender Metamaterialien mit konventionellen Versteifungen und Schwerdämmbelägen zur Schwingungsminderung verglichen.

Das erfolgreiche Projekt »viaMeta« hat zusätzlich praxistaugliche virtuelle Entwurfsmethoden für vibroakustische Metamaterialien, einschließlich KI-basierter Ansätze, erbracht sowie skalierbare industrietaugliche Herstellungsprozesse und den Nachweis der Wirksamkeit dieser Maßnahmen im Fahrzeug gezeigt. Dadurch wird die Brücke von der Grundlagenforschung zum praktischen Einsatz vibroakustischer Metamaterialien in zukünftigen Fahrzeugen geschlossen.

METAMATERIALIEN, SCHWINGUNG, FAHRZEUG, KOMFORT, LEICHTBAU

In einem Serienfahrzeug wurden die innovativen, komfort- und gewichtsoptimierten Metamaterialien integriert und im Fahrversuch getestet.

Kontakt

Georg Stoll
+49 6151 705-8528
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.



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

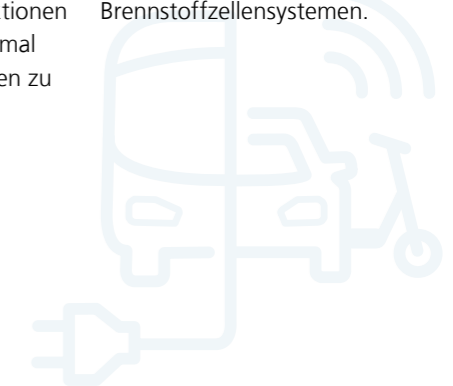
Bündelung von Kompetenzen für nachhaltige, vernetzte und autonome Mobilität

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.



ALBACOPTER®: Das eVTOL-Leitprojekt der Fraunhofer-Gesellschaft

Leitprojekt

Entwicklungen für eine umweltschonende, flexible und sichere Transportkultur der Zukunft



Im Teilprojekt »Materialien und Aerodynamische Strukturen« kombinieren sie eigene Auslegungsmethoden mit den Fertigungstechnologien des Fraunhofer ICT und binden Kompetenzen der Leichtwerk AG zu aerodynamischen Strukturen und deren Fertigung ein. Der ALBACOPTER® ist ein Drachenflugzeug in gemischter Schalen- und Skelettbauweise. Durch vier Motortragarme werden acht individuell schwenkbare Antriebe an den Tragflügeln adaptiert, die gemeinsam mit Querrudern sowie dem Höhen- und Seitenleitwerk alle Steuerungsfunktionen implementieren.

Im Spannungsfeld aller missionsspezifischen Anforderungen entwickelt das Fraunhofer LBF im Teilprojekt »Antriebe« den Energiespeicher und trägt damit wesentlich zur Umsetzung des vollelektrischen ALBACOPTER® bei. Der hochstromfähige Energiespeicher deckt sowohl den hohen Leistungsbedarf während Start, Landung und Schwebeflug als auch den Energiebedarf für den Horizontalflug ab. Er ist luftgekühlt, besteht aus einem leichten Kunststoff-Metall-Verbundgehäuse und weist eine gravimetrische Energiedichte von 160 Wh/kg auf. Die Lithium-Polymer-Pouchzellen stellen bei einer Nennspannung von 52 V bis zu 600 A Nennstrom und 900 A Spitzenstrom zur Verfügung.

AUTOMATISIERTES FLIEGEN, LEICHTBAU, TRANSPORT, THERMOPLAST

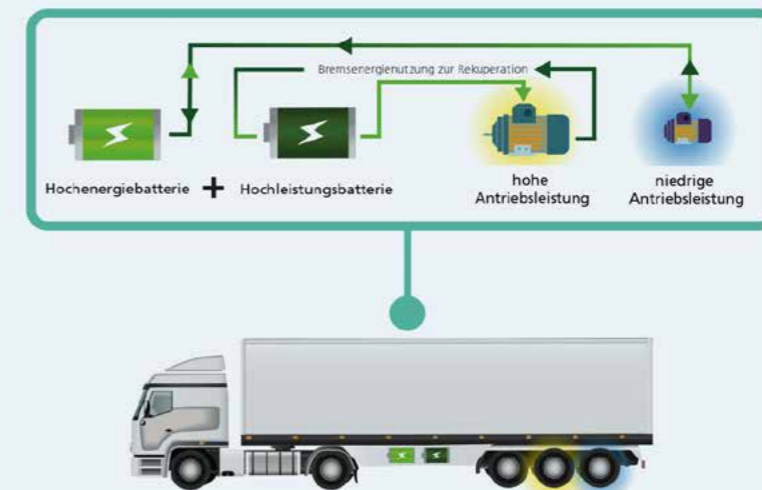
In der emissionsneutralen Urban Air Mobility (UAM) leistet die Fraunhofer-Gesellschaft einen wichtigen Beitrag und entwickelt eVTOL-Drohnen für den autonomen Gütertransport.

Dabei ist das Fraunhofer LBF eines von sechs beteiligten Fraunhofer-Instituten. Batterieentwicklung, aerodynamische Auslegung und Konstruktion des Fluggerätes, sind zentrale Arbeiten.

Die Entwicklung erfolgt im Anforderungsraum aus den verschiedenen Flugphasen für beispielsweise elektrische Energie und Leistung sowie Aerodynamik und Festigkeit. Die Forschenden am Fraunhofer LBF berücksichtigen auch multiple Randbedingungen aus Konstruktion und Fertigungsverfahren für die Optimierung von Gewicht, Zuverlässigkeit und Sicherheit.

Kontakt

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



Hybrides Batteriesystem für den Schwerlastverkehr im Sattelaufleger integriert

Fraunhofer LBF unterstützt effiziente Elektrifizierung des Schwerlastverkehrs

Die Hybridbatterielösung für traktionsunterstützende Sattelaufleger im Schwerlastverkehr aus dem Fraunhofer LBF bietet eine innovative Antwort auf die Herausforderung, unterschiedliche Leistungsanforderungen beim Antreiben und Rekuperieren bestmöglich abdecken zu müssen. Durch die Kombination von Hochenergie- und Hochleistungszellen ermöglichen wir eine effiziente Stromaufnahme und Leistungsabgabe. Außerdem können die Batteriezellen alterungsschonend genutzt werden, ohne Kompromisse bei der Energieabgabe und -aufnahme einzugehen.

Ein Batteriesystem für einen elektrifizierten Sattelaufleger muss in Abhängigkeit von der Beladung und Streckentopografie unterschiedliche Leistungen abgeben und aufnehmen. Insbesondere die Rekuperation bei Bergabfahrten erzeugt hohe Leistungsspitzen. Aktuelle Batterietechnologien basieren hauptsächlich auf Monotyp-Topologien und verwenden entweder Hochenergie- oder Hochleistungszellen.

Monotyp-Topologien stellen daher eine Kompromiss-Lösung dar.

Dem gegenüber kann eine hybride Systemarchitektur, die Hochenergie- und Hochleistungszellen kombiniert, besser auf die Anforderungen reagieren. Sie ermöglicht z. B. dem Batteriesystem auch hohe Leistungen über einen längeren Zeitraum abzugeben und auch aufzunehmen. So kann der Anteil der rekuperierbaren Energie deutlich gesteigert werden.

Für einen einfachen Systemaufbau im Projekt »evTrailer2« treiben die Batterien jeweils separat einen Motor an, was elektrische Wandlerysteme einspart. Die Festlegung der Batteriespezifikationen wie Spannungslage, Kapazität etc. erfolgte dabei auf einer detaillierten Analyse der Leistungsanforderungen für ein Sattelzugespänn auf verschiedenen repräsentativen Streckenabschnitten.

SCHWERLASTVERKEHR,
ELEKTROMOBILITÄT, BATTERIE



Hybrider Energiespeicher zur Traktionsunterstützung eines Sattelauflegers.

Kontakt

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

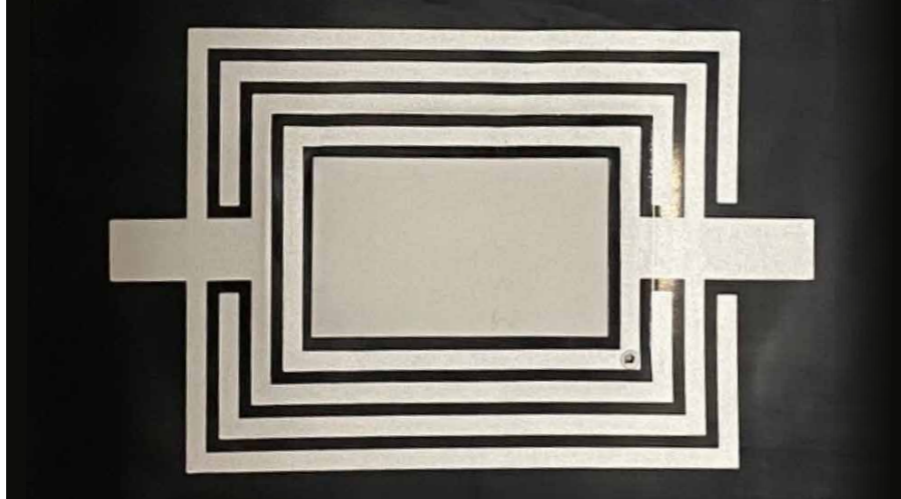
Ashwin Karthikeyan
+49 6151 705-484
ashwin.karthikeyan@
lbf.fraunhofer.de

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Bauteilähnlicher Probekörper für ein beheizbares Gehäuse aus einem PTC-Material mit aufgedruckten Elektroden (© ALLOD Werkstoff GmbH).



Eisfrei – Klare Sicht für Radarsensoren auch im Winter

Beheizbare, selbstregulierende Kunststoffe für Sensorgehäuse

Kontakt

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

Bei dem autonomen Fahren ist die Enteisung der Radarsensoren innerhalb kürzester Zeit und auch während der Fahrt ein sehr wichtiges Thema. Insbesondere bei kalten Witterungseinflüssen darf auf deren Oberfläche keine Kondensat- oder Eisschicht entstehen. In dem Projekt »HEATelligent« haben Fraunhofer-Forschende gemeinsam mit der ALLOD Werkstoff GmbH und der Neo-plastic Dr. Doetsch Diespeck GmbH neue Werkstoffe und Konzepte zur Lösung entwickelt.

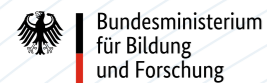
Neu ist ein Gehäusematerial mit selbstregulierenden Eigenschaften das bei Bestromung eine gewünschte Temperatur erreicht, aber nicht übersteigt. Grundlage ist ein positiver Temperaturkoeffizient (PTC: Positive Temperature Coefficient) des elektrischen Widerstandes. Durch Ausnutzung des PTC-Effekts werden weder zusätzliche Temperatursensoren noch eine gesonderte Steuerelektronik für die Abschaltung benötigt. Eine Herausforderung war auch, möglichst wenig Füllstoff einzusetzen, um die mechanischen Eigenschaften nicht zu stark zu

beeinträchtigen. Darüber hinaus sollte eine ausreichende Formstabilität auch bei erreichter Maximaltemperatur gewährleistet sein - bei gleichzeitig sehr guten PTC-Schalteigenschaften. Gelöst wurde das Problem durch ein ternäres Blendsystem, bei dem der Ruß in einer der Komponenten lokalisiert vorliegt. In dieser Komponente befindet sich dispers verteilt ein niedrighschmelzendes Polymer als Schaltkomponente. Beide zusammen liegen in einer kokontinuierlichen Morphologie mit einer Gerüstkomponente vor. Letztere sorgt für die mechanische Stabilität und Wärmeformbeständigkeit.

Die Grundlagen für diese Materialkombination wurden im Fraunhofer LBF im Labormaßstab geschaffen und von ALLOD für einen produktionsstauglichen Prozess weiterentwickelt. Für das Gehäuse konnte auch ein Konzept mit einem wärmeleitfähigen, radartransparenten Fenster umgesetzt werden.

AUTONOMES FAHREN, RADARSEN-
SOREN, ELEKTRISCH LEITFÄHIGE
KUNSTSTOFFE

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Analyse- und Testverfahren für autonome Fahrzeuge

Projekt VVMethoden erfolgreich abgeschlossen

Die Entwicklung von Testverfahren und Systematiken sowie die Bereitstellung von Methoden, um den Sicherheitsnachweis für automatisierte Fahrzeuge zu führen, waren Themen des BMWK-Leitprojektes »VVMethoden«. Die Partner arbeiteten am Use Case einer urbanen Kreuzung mit Fokus auf Fahrfunktionen bis zur kompletten Automatisierung von Fahrzeugen (SAE Level 4 und 5).

Das Fraunhofer LBF war in leitender Funktion maßgeblich an der Entwicklung einer systematischen Vorgehensweise beteiligt, wie für autonome Fahrzeuge funktionale Testspezifikationen abgeleitet werden können. Durch Kombination, der am Fraunhofer LBF entwickelten, probabilistischen Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (probFMEA) mit der Methode der Komponenten-Fehlerbäume des Fraunhofer IESE und deren Implementierung im Softwaretool »safeTbox« wurde eine Analysemethode zur Bewertung der funktionalen Sicherheit entwickelt, die in der Lage ist, die Datenmenge und die Komplexität der Systeme zu beherrschen.

Gemeinsam mit dem FZI Forschungszentrum Informatik realisierte das Fraunhofer LBF einen Prüfstand zur Untersuchung der Robustheit einer kamerabasierten Objekterkennung unter Schwingungsbelastung. Die mehrachsigen Schwingungen werden durch ein dynamisches Fahrzeugmodell



unter Berücksichtigung der Reifen-Fahrbahn-Wechselwirkung errechnet.

Ein mehrachsiger Schwingungserreger und eine aktive Schwingungsregelung ermöglichen die Nachbildung von vertikalen und rotatorischen Bewegungen der Kameramontageposition bis zu rund 200 Hertz. Es wurde ermittelt, wie sich die aufgeprägten Beschleunigungen, die vorher aufgezeichnet wurden, auf eine Testkamera auswirken, um die Genauigkeit der Objekterkennung zu bewerten.

Das Fraunhofer LBF kann künftig OEM's und Zulieferer im Bereich des Autonomen Fahrens mit den neu entwickelten Methoden im Bereich der Testplanung, Validierungstests und Sicherheitsanalyse unterstützen.

AUTONOMES FAHREN,
TESTMETHODEN, FMEA

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Vortrag auf dem internationalen Abschlussevent bei der Mercedes-Benz AG in Untertürkheim.

Kontakt

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

Veranstaltungs- Highlights 2023

Unsere Forschenden-Teams waren auf rund zehn Messen präsent, live vor Ort in Darmstadt hatten wir Gäste zu einem Kongress, Konferenzen und Workshops eingeladen.

Auch unsere Aktivitäten in Verbundprojekten und Netzwerken haben wir fortgeführt.



Fundierte Fachvorträge, Podiumsdiskussion und der Eventcharakter machen diesen interdisziplinären Wissens- und Interessenaustausch unvergleichbar.«

Dr. Christoph Bleicher,
Kongressleitung InCeight Casting C⁸

InCeight Casting C⁸

Event Durch den Einsatz von gegossenen Komponenten lassen sich entscheidende Wettbewerbsvorteile erzielen. Der hohe Qualitätsstandard von Gusserzeugnissen und das hohe Maß an Flexibilität der nutzbaren Werkstoffe und Technologien sind einmalig. Dem gegenüber stehen Herausforderungen durch Energiekrise und Materialengpässe.

Die Notwendigkeit zu Effizienzsteigerungen ist groß. Eine verstärkte Vernetzung aller am Entwicklungsprozess Beteiligten aus Industrie und Forschung kann hier nützlich sein. Der dritte fachübergreifende Netzwerkevent für die Gießereibranche findet vom 5. bis 7. März 2025 statt.

www.inceight-casting.de

Nah am Kunden

Eindrücke von der
»InCeight Casting 2023«.



Forschung zum Anfassen

International, nachhaltig, leicht und zuverlässig

Messen Fachleute aus Forschung, Wirtschaft und Politik tauschen sich auf Messen wie der IAA Automobil oder der Plastics Recycling Show Europe PRSE aus. Dort diskutieren wir gemeinsam über Innovationen und Entwicklungen zu Leichtbauthemen, Kreislaufwirtschaft oder intelligente Sensoren.



©Markus Jürgens / Fraunhofer

Vibroakustische Metamaterialien bieten eine innovative Möglichkeit, Schwingungen in schlanken Strukturen zu kontrollieren.

LightCon

Messe Prominent platziert und mit einem coolen Exponat, wurde die LightCon zu einem unerwartet geschäftigen Tag. Vibroakustische Metamaterialien, kurz: VAMM, bieten großes Potenzial, zum Beispiel bei Elektronikkomponenten in Scheinwerfern an Hubschrauberlandeplattformen, bei Großyachten und Schiffen. Zur Schwingungsreduktion bei der Bahn und zur Lärminderung in der Kabine eines Passagierflugzeugs, uvm.

IAA Mobility

Messe Am Fraunhofer Gemeinschaftsstand in München informierten sich Fraunhofer-Präsident Holger Hanselka und Fraunhofer-Vorstand Axel Müller-Groeling bei unserem Wissenschaftsmanager Thilo Bein über den neuesten Entwicklungsstand in Sachen Lärmreduktion und Schwingungstechnik.

Plastics World Expo Europe

Messe Die Verwendung von recycelten Kunststoffen wird immer beliebter. Die Qualität von Rezyklatmaterialien hat jedoch einen erheblichen Einfluss auf ihre Anwendung. In der Regel müssen sie sortiert, gereinigt und zu verwertbarem Granulat aufbereitet werden. Die Stabilität und Verarbeitbarkeit des Rezyklats für den vorgesehenen Verwendungszweck muss genau passen. Das Fraunhofer LBF-Team zeigte neu entwickelte Rezepturen für bessere Qualität, z. B. von Folien.

Im Dialog



Nachhaltige & leistungsstarke Elastomere

Online-Seminar Wir entwickeln neue, nachhaltige Compounds mit maßgeschneiderten, genau abgestimmten Eigenschaften. Im Online-Workshop »Nachhaltige Elastomere« ging es um neue Ansätze zur Steigerung der Nachhaltigkeit von Elastomeren. Ziel sind Elastormischungen mit recycelten oder nachwachsenden Rohstoffen, die ihre Leistungsfähigkeit nicht verlieren.

Forum Plastic Recyclates



Netzwerk Wie können hochwertige Rezyklate aus bedruckten Verpackungen entstehen? Können analytische Fingerabdrücke eine zirkuläre Kunststoffwirtschaft voranbringen? Diese und weitere Fragen beantwortet das fünfte »**Forum Plastic Recyclates**«, ein anerkanntes internationales Forum für den Austausch in der Kunststoffbranche. Mit den Themen »Markt und Standards für Rezyklate«, »Mehr Qualität durch Additive« sowie »Anwendungen für rezyklierte Kunststoffe«, lag der fachliche Schwerpunkt auf dem werkstofflichen Recycling.

www.kunststoffrezyklate.de



Vor Ort in Darmstadt



16th ZWARP Users Konferenz

Vor Ort Nach genau 30 Jahren traf sich die »ZWARP Community« auf dem LBF-Campus zur 16ten ZWARP Users Konferenz. Die ZWARP-Technologie ist mittlerweile weltweit etabliert und doch zeigten die Expertengespräche deutlich den Bedarf am Austausch. Fachlich ging es um Nutzfahrzeuge und Pkw, von der Simulation bis zur Lastprogrammierstellung – für alle Teilnehmenden interessante neue Gesichtspunkte und Denkanstöße.

www.zwarp.fraunhofer.de



Daten- und KI-basierte Zustandsüberwachung von Produktionsanlagen

Online-Seminar Die Digitalisierung von Anlagen und Maschinen findet im industriellen Produktionsumfeld bereits großflächig statt. Dies erfordert aber auch eine Zustandsüberwachung, die eine nachvollziehbare und im Idealfall vorausschauende, intelligente Übersicht über Funktionsfähigkeit, Fehlerentstehung und erforderlichen Instandsetzungsbedarf gewährleistet. Fraunhofer-Forschende haben passende Lösungen entwickelt.

www.digitalzentrum-darmstadt.de



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 geschrieben. 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 Werkstoffigenschaften erweitert.

Vom Werkstoff bis zur kompletten Struktur: die Abteilungen »Werkstoffe und Bauteile« und »Baugruppe und Systeme« sind spezialisiert auf Betriebsfestigkeitsfragen und geben Ihnen Antworten im Rahmen unserer vier Kompetenzfelder: Leichtbau- und Bauteilgestaltung, Belastungs- und Beanspruchungssimulation, Schädigungsbewertung und -prognose sowie Lebensdauerbewertung und Zuverlässigkeitsgestaltung für zuverlässige und leichte Komponenten und Systeme.



**Bereichsleitung
Betriebsfestigkeit**

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

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



Adaptronik



Bereichsleitung 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«.



Bereichsleitung Kunststoffe

Dr. rer. nat. Elke Metzsch-Zilligen
+49 6151 705-8609
elke.metzsch-zilligen@
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



Dr. rer. nat. E. Metzsch-Zilligen
+49 6151 705-8609
elke.metzsch-zilligen@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.-Ing. R. Klein
+49 6151 705-8611
roland.klein@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
Prof. 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

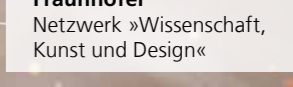
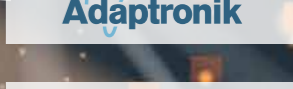
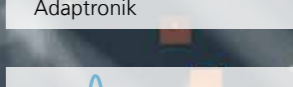
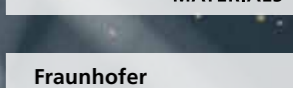
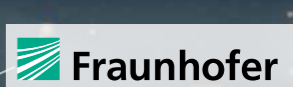
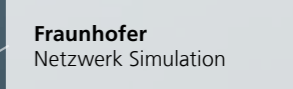
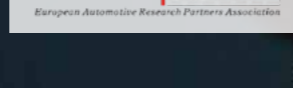
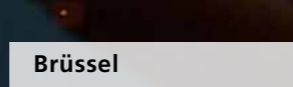
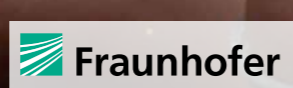
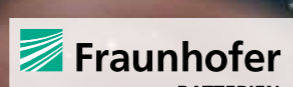
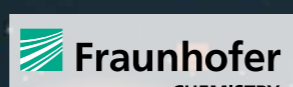
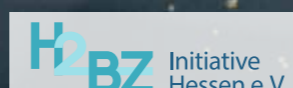
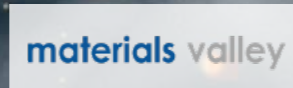
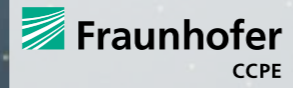
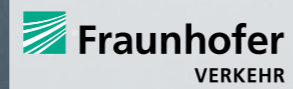


Technisches Management
Dr.-Ing. T. Hering
+49 6151 705-8514
thorsten.hering@lbf.fraunhofer.de

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!





Digital im Dialog!

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

