



Fraunhofer

EMI

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR KURZZEITDYNAMIK, ERNST-MACH-INSTITUT, EMI



JAHRESBERICHT

2019/2020

Jubiläumsausgabe: 1959 wurde das Fraunhofer-Institut für Kurzezeitdynamik, Ernst-Mach-Institut, EMI, in Freiburg als insgesamt sechstes Institut in die Fraunhofer-Gesellschaft aufgenommen. Seit 60 Jahren forschen wir am Fraunhofer EMI erfolgreich für mehr Sicherheit und Resilienz, für Durchsetzungsfähigkeit und Schutz der Systeme unserer Bundeswehr und in den letzten Jahren zusätzlich auch für Nachhaltigkeit durch geringeren Ressourcenverbrauch in unserer Gesellschaft. Das Titelbild zeigt den Namensgeber des Instituts Ernst Mach in künstlerischer Bearbeitung, der mit einem Augenzwinkern dem Institut gratuliert.

JAHRESBERICHT
2019/2020



Liebe Leserinnen und Leser,

Internet der Dinge, Digitalisierung, Globalisierung, künstliche Intelligenz – Corona –, und wie geht es weiter? Die Krise namens Corona ist eine Disruption. In der Gesellschaft, in den Wertschöpfungsketten, im globalen Warenverkehr genauso wie in der Kita, dem Altenheim, dem Café an der Ecke und den meisten Familien.

Disruptionen sind immer eine Herausforderung. Nicht alles wird danach so sein, wie man es gewohnt war. Manches wird für immer fehlen, aber viel Neues kann daraus entstehen.

Disruptionen sind nicht der Black Swan, mit dem niemand hätte rechnen können. Sie sind der Normalfall. Wer einen Blick in die Geschichtsbücher wagt, sieht schnell, daß Pandemien eine wiederkehrende Erscheinung sind. Wir müssen immer wieder damit rechnen. Und wir tun gut daran, aus der aktuellen Erfahrung so viel Erkenntnis wie möglich zu ziehen. Denn nur durch Lernen aus Erfahrung werden wir uns für die nächste Disruption noch besser aufstellen können. Mit einem Wort: resilient werden.

Resilienz ist das Schlüsselwort für die aktuelle Krise. Nur die Systeme und Menschen, die sie ohne dauerhaften Einbruch ihrer Leistungsfähigkeit überstehen, können sich resilient nennen. Ingenieure versuchen, der Katastrophe mit den fünf Phasen Prepare, Protect, Prevent, Respond und Recover über die Disruption hinweg Herr zu werden.

Das EMI forscht nicht nur, aber insbesondere im Geschäftsfeld Sicherheit und Resilienz zu diesem Thema. Wir untersuchen die Fähigkeit von Infrastruktursystemen, Disruptionen zu überstehen.

Verfügbar zu bleiben für die Gesellschaft. Und wir suchen nach Wegen, ihre Resilienz zu erhöhen. Dazu führen wir kleinere und größere Experimente durch, bilden Computermodelle und simulieren das Verhalten von Industrieanlagen, Versorgungssystemen, Eisenbahnverbindungen oder Flughäfen unter der Einwirkung von Disruptionen.

Im vorliegenden Jahresbericht stellen wir Ihnen eine kleine Auswahl unserer Arbeiten in den verschiedenen Geschäftsfeldern vor. Sie werden sehen, unsere Experimente und Diagnostiken wurden noch dynamischer. Unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler arbeiten an den künftigen Ausrüstungsgrößgeräten der Bundeswehr genauso wie an sicheren urbanen Umgebungen, batteriebetriebenen Automobilen und am EMI-Nanosatelliten ERNST. Und immer wieder steht dabei die Verfügbarkeit eines Systems über die Einwirkung einer Disruption hinweg im Vordergrund. Eine Herausforderung, der wir uns seit vielen Jahren und immer wieder gerne stellen.

Allen Partnern, Kunden und Kolleginnen und Kollegen aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik danke ich für das konstant entgegengebrachte Vertrauen. Ich wünsche Ihnen allen eine anregende und erhellende Lektüre!

Ihr Stefan Hiermaier



Prof. Dr.-Ing. habil. Stefan Hiermaier
Institutsleiter Fraunhofer EMI



9 EMI-IMAGEFILM

13 GESCHÄFTSFELD VERTEIDIGUNG

- 16 Skalierungseffekte hochenergetischer Laserstrahlung
- 18 Erprobung von Schutzkleidung mit aktuellsten virtuellen Menschmodellen
- 22 Exzellenz in der Weiterentwicklung von Hydrocodes
- 25 Wissenschaftliche Methoden zur Unterstützung der Schutzauslegung mobiler Plattformen gegen IEDs
- 26 Erdbefüllte Schutzsysteme
- 27 Future Combat Training System – sicheres Üben in realitätsnahen Szenarien
- 28 Sichere Fügeverbindungen bei extremen Lasten
- 29 Simulationsgestützte Untersuchung der Treffgenauigkeit von Rohrwapfen
- 30 Prüfverfahren für die Sicherheit von Batterien im Einsatz



33 GESCHÄFTSFELD SICHERHEIT

- 36 Abschluss des Projekts DURCHBLICK
- 38 Stadtsicherheit-3D – für ein positiveres Sicherheitsempfinden
- 40 Risikoanalyse für ehemaliges Munitionslager Mitholz
- 41 Sensorsystem für U-Bahntunnel
- 42 BioMOTS – biologische Modellierung technischer Systeme
- 43 SUSQRA – Schutz vor unkonventionellen Sprengvorrichtungen



47 GESCHÄFTSFELD AUTOMOTIVE

- 50 X-ray Car Crash – der durchleuchtete Crashtest
- 52 Digitales Datenmanagement
- 55 BATTmobil – Batteriemodelle zur Erhöhung der Crashsicherheit von Elektrofahrzeugen
- 56 Mehr Sicherheit für alle im Straßenverkehr – Forschung mit biofidelen Dummys
- 57 »Grey-Box-Processing« – Datenverarbeitung und -analyse an der Schnittstelle zwischen Experiment und Simulation



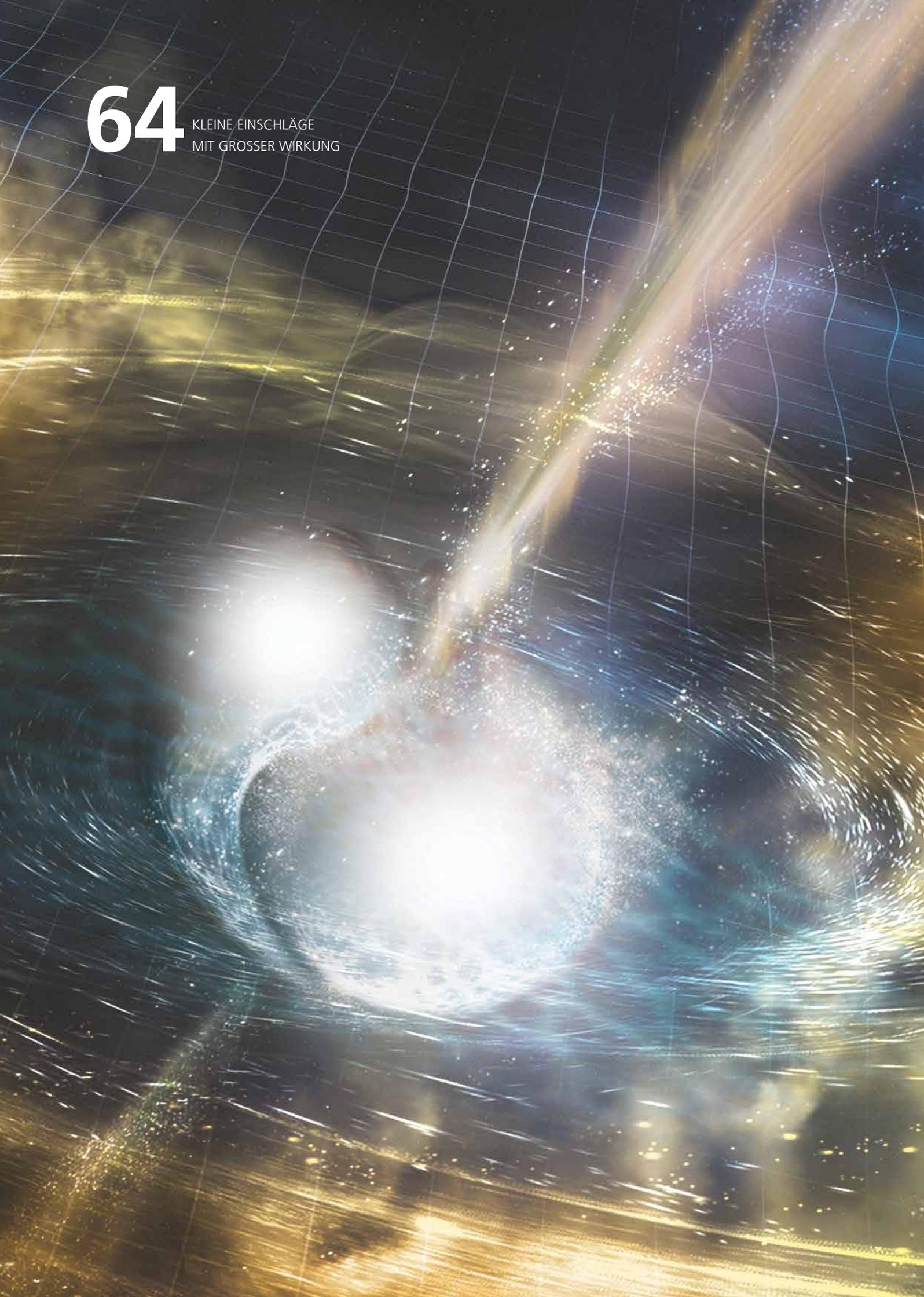
18

ERPROBUNG VON SCHUTZ-
KLEIDUNG MIT AKTUELLSTEN
VIRTUELLEN MENSCHMODELLEN



64

KLEINE EINSCHLÄGE
MIT GROSSER WIRKUNG





61 GESCHÄFTSFELD RAUMFAHRT

- 64 Kleine Einschläge mit großer Wirkung – wie Mikrometeoroiden empfindliche Satellitensensoren stören können
- 68 Ein Schatz für die Wissenschaft – Untersuchung des Schutzschilds der ISS
- 69 Neue Ausstattung und Dienstleistungen für die Raumfahrtqualifikation
- 70 Raumfahrtqualifikation des Nanosatelliten ERNST
- 71 Militärische Nutzung von Kleinsatelliten
- 72 Flexibel rekonfigurierbare Bildverarbeitung an Bord von Satelliten



75 GESCHÄFTSFELD LUFTFAHRT

- 78 Luftraum umkämpft – Drohnen gefährden den Flugverkehr
- 80 Untersuchung zum Blitzschlag auf Flugzeuge
- 81 Flugzeugbauteil aus dem 3D-Drucker – Mehrwert durch Leichtbau

83 LEISTUNGSZENTRUM NACHHALTIGKEIT FREIBURG

- 86 Transfer durch Köpfe – das Institut für Nachhaltige Technische Systeme (INATECH)
- 88 Demonstratorprojekte zum Transfer von Forschungsergebnissen in Wirtschaft und Gesellschaft
- 90 Die Gründungsunterstützung des LZN
- 91 Die Servicestelle Weiterbildung und Wissenstransfer

93 VERWALTUNG – INSTITUT IN ZAHLEN

- 96 Personal
- 97 Finanzen

99 EMI-MOSAİK

- 100 70 Jahre Fraunhofer – ein Wochenende mit Laserspektakel, Escape Game und Science on Stage: So begingen Fraunhofer EMI, IAF, IPM, ISE und IWM das Fraunhofer-Jubiläum
- 102 Radtour mit OB Martin Horn – die Freiburger Fraunhofer-Institutsleiter stellen Fraunhofer-Forschung in Freiburg vor

107 DAS INSTITUT IM PROFIL

- 108 Ansprechpersonen
- 110 Kuratorium
- 112 Die Fraunhofer-Gesellschaft

115 PUBLIKATIONEN, WISSENSCHAFTLICHER AUSTAUSCH, VORTRÄGE 2019/2020

127 IMPRESSUM

EMI-IMAGEFILM



EINEN IMAGEFILM SELBST DREHEN GEHT NICHT? DOCH!

Am Anfang war es eine Idee: einen EMI-Imagefilm selbst zu drehen – mit unserer Kompetenz für Storytelling und Medienproduktion sowie den perfekten Hauptdarstellern: leidenschaftliche Forscherinnen und Forscher, beeindruckende Anlagen, krachende Versuche, spannende Geschäftsfelder von der Verteidigung bis zur Raumfahrt – das alles ist Stoff für kraftvolle Bilder.

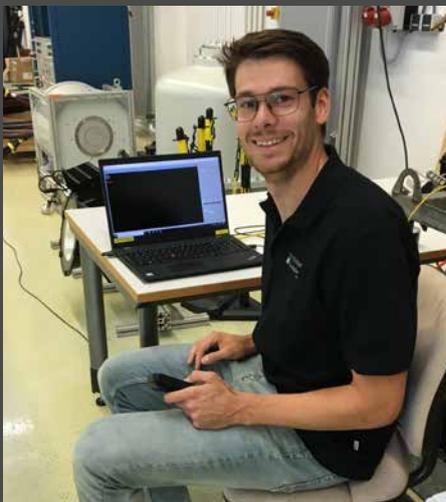
Professionelle Unterstützung für unser Projekt bekamen wir von Mona Goos & Bernd Euring Development & Media Consulting: Aus unseren Forschungsprojekten wurden Geschichten, mit der richtigen Technik lernten sie laufen.

Die Making-of-Fotos geben einen Eindruck von den Dreharbeiten: im 3D-Drucklabor (großes Bild), an der Forschungscrashanlage, in der Maske, beim Auswerten der Versuche und dem gemeinsamen kritischen Blick auf das Footage-Material. Es war harte Arbeit, wir hatten aber auch viel Spaß und haben viel gelernt. Das Ergebnis? Sehen Sie selbst: Klappe zu! Film ab!

s.fhg.delimagefilm-emi



s.fhg.de/imagefilm-emi



GESCHÄFTSFELD
VERTEIDIGUNG



Falschfarbendarstellung von Prozessleuchten bei der Perforation einer Platte aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff durch einen Hochenergielaserstrahl. (Zur Verdeutlichung des Laserstrahls wurde dieser nachträglich verstärkt.)

GESCHÄFTSFELD VERTEIDIGUNG

Die Bundeswehr benötigt zukunftsfähige Systeme für Land, Luft und See.

Daher untersucht Fraunhofer EMI wissenschaftlich-technologische Fragestellungen aus den Bereichen Schutz und Wirkung sowie wehrtechnische Sicherheit und Systeme. Das Institut agiert dabei als strategischer Partner des Bundesministeriums der Verteidigung (BMVg) für Forschung und Technologie auf dem Gebiet der Kurzzeitdynamik und extremer Werkstoffbeanspruchungen.

Fraunhofer EMI konnte 2019 seine Versuchsanlagen durch Unterstützung des BMVg um einen extrem leistungsstarken Dauerstrich-Hochenergiefaserlaser ergänzen, um mit diesem Industriegerät im Labor Grundlagenuntersuchungen zu den Effekten bei intensiver Laserstrahlung und kurzen Abständen durchführen zu können. So ist es möglich, frühzeitig geeignete Schutzmaßnahmen für Soldaten und Systeme zu untersuchen. Beispielsweise können Werkstoffe für wehrtechnische Systeme auf ihre »Laserfestigkeit« getestet werden.

Über weitere Forschungsergebnisse, die auf der Grundlage einer Förderung durch das BMVg erzielt wurden, wird im Folgenden berichtet.



Dr. Matthias Wickert

Geschäftsfeldleiter Verteidigung
matthias.wickert@emi.fraunhofer.de



www.emi.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/verteidigung

*Hochgeschwindigkeitsaufnahme
einer Aluminiumprobe während
der Lasereinwirkung.*



Dr. Jens Osterholz

jens.osterholz@emi.fraunhofer.de

Am Fraunhofer EMI stehen zukünftig erheblich erweiterte experimentelle Fähigkeiten zur Verfügung, um im Labor bei kurzen Abständen die Effekte von hochintensiver Laserstrahlung und Skalierungseffekte zu untersuchen. Grundlagenuntersuchungen können nun bis zu einer Leistung von 120 Kilowatt erweitert werden.





SKALIERUNGSEFFEKTE HOCHENERGETISCHER LASERSTRAHLUNG

Das Fraunhofer EMI hat sein Speziallabor für Untersuchungen der Wirkung intensiver Laserstrahlung um einen extrem leistungsstarken Hochenergie-Laser erweitert. Nach Aussagen des Herstellers stellt dieser Laser gegenwärtig den weltweit stärksten Industrielaser für Dauerstrichbetrieb auf der Basis von Faserlasertechnologie dar. Damit stehen zukünftig erheblich erweiterte experimentelle Fähigkeiten zur Verfügung, um im Labor bei kurzen Abständen die Effekte von hochintensiver Laserstrahlung und Skalierungseffekte zu untersuchen. Grundlagenuntersuchungen können nun bis zu einer Leistung von 120 Kilowatt erweitert werden.



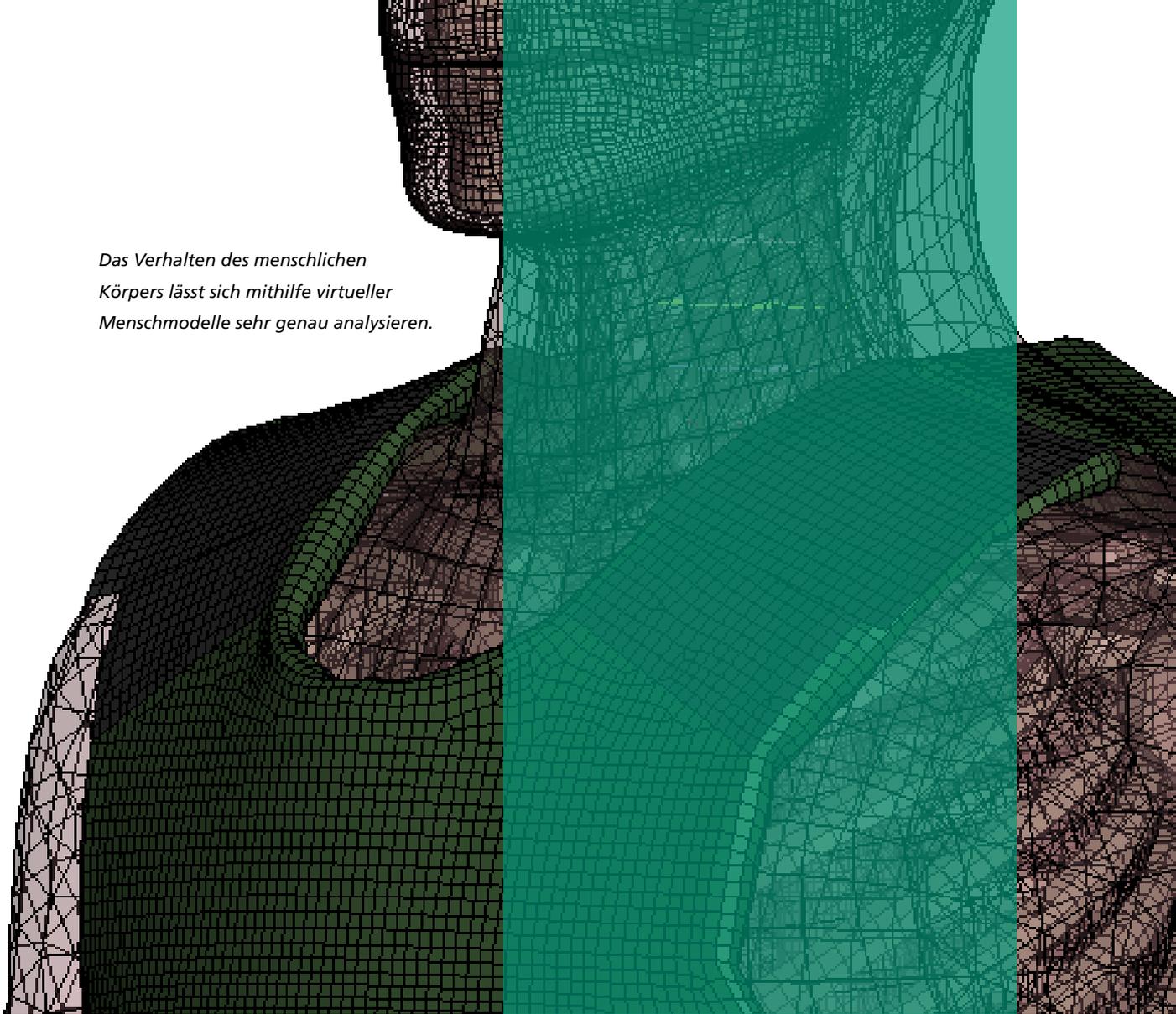
Industrielaser mit einer Leistung von bis zu 120 Kilowatt.

Die Ausgangsleistung des neuen Lasers orientiert sich an der Einschätzung von Experten, die eine Einführung von Laserwaffen mit einer Leistung von deutlich über 100 Kilowatt ab der Mitte dieses Jahrzehnts erwarten. Damit wurde am EMI die Basis geschaffen, die Bundeswehr durch wissenschaftliche Analysen zur Laserwirkung zu unterstützen und Untersuchungen zum Schutz von Soldaten und Soldatinnen bei der Anwendung von Hochenergie-Laserwaffen durchzuführen. Exemplarisch bietet das neue Labor die Möglichkeit, die Laserfestigkeit von Materialien für zukünftige wehrtechnische Systeme zu prüfen. Die Robustheit gegenüber Laserbestrahlung kann nun über einen extrem weiten Leistungsbereich untersucht und bewertet werden.

Im Rahmen von Grundlagenuntersuchungen soll der Laser für die Analyse der Laser-Materie-Wechselwirkung in diesem bisher noch wenig erforschten Leistungsbereich eingesetzt werden. Durch den Laser lassen sich nun innerhalb kürzester Zeiten sehr hohe Energieeinträge in die Werkstoffproben erreichen, gegenüber denen die Wärmediffusionsprozesse verhältnismäßig langsam sind. In engem Zusammenhang damit stehen wissenschaftliche Fragen zu thermischen Effekten und thermomechanischem Werkstoffverhalten sowie deren Skalierung mit der Laserleistung. Mit der neuen Laborfähigkeit lassen sich insbesondere Phänomene des Materialversagens im Hinblick auf Temperaturabhängigkeit und Aufheizratenabhängigkeit über einen extrem weiten Leistungsbereich untersuchen. Die neuartigen Versuchsmöglichkeiten erweitern die Basis von Versuchsdaten erheblich, die dann weiter für die Modellbildung für die numerische Simulation sowie für die Erschließung neuartiger Anwendungsgebiete zur Verfügung steht.



Das Verhalten des menschlichen Körpers lässt sich mithilfe virtueller Menschmodelle sehr genau analysieren.

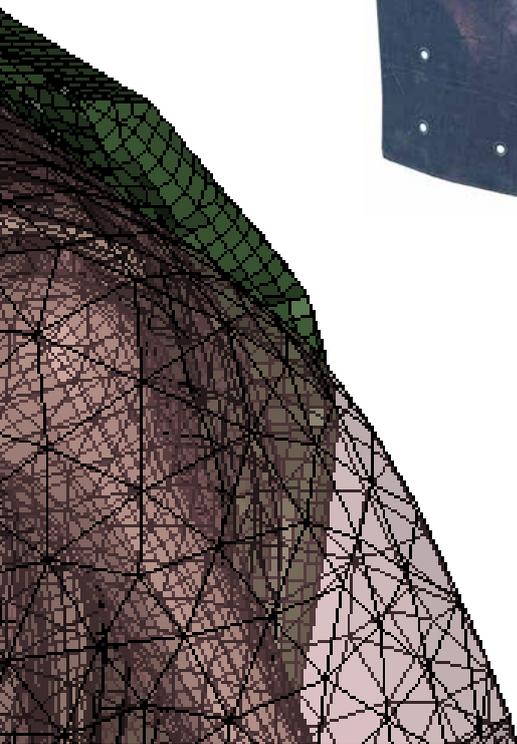


Dr. Matthias Boljen

matthias.boljen@emi.fraunhofer.de

Bislang wurden virtuelle menschliche Körpermodelle ohne Kleidung in der Crash- oder Aufprallsimulation verwendet. Das Human Body Dynamics Team des Fraunhofer EMI entwickelte erfolgreich eine Modellierungsmethode, um einem Körpermodell eine weiche ballistische Weste in einer stehenden Haltung anzuziehen.





Entwicklung vom FE-Modell des hartballistischen Teils der Körperschutzweste (von links nach rechts: reales Bauteil, 3D-Scan, FE-Modell).

ERPROBUNG VON SCHUTZKLEIDUNG MIT AKTUELLESTEN VIRTUELLEN MENSCHMODELLEN

Nicht nur das strukturdynamische Verhalten technischer Materialien und Strukturen kann unter dynamischen Bedingungen numerisch untersucht werden, auch das Verhalten des menschlichen Körpers lässt sich mittlerweile mithilfe virtueller Menschmodelle sehr genau analysieren. Dabei werden nicht nur die äußere Körperform, sondern auch Knochen, Muskeln, Sehnen sowie innere Organe und das Weichgewebe direkt abgebildet. Motiviert durch die Erfordernisse der Automobilindustrie, ist die Entwicklung dieser Menschmodelle mittlerweile

so weit vorangeschritten, dass diese zur Verbesserung und Weiterentwicklung von Sicherheitsmaßnahmen beitragen können. Fahrzeuginsassen wie auch Fußgänger und andere verletzungsgefährdete Verkehrsteilnehmer können im Ernstfall besser geschützt werden. Insbesondere dann, wenn die betrachteten Szenarien stark von den üblichen Crashtestvorgaben abweichen, wenn von der Norm abweichende Körperhaltungen oder wenn der muskuläre Zustand kurz vor einem Verkehrsunfall von besonderer Bedeutung ist, ist die numerische Beschreibung ohne den Einsatz von Menschmodellen nicht möglich.

Anwendungsspektrum persönlicher Schutzausrüstung

Im Bereich der Verteidigung kann die bislang vorwiegend empirisch dominierte Auslegung und Erprobung persönlicher Schutzausrüstung mithilfe solcher Menschmodelle ebenfalls erheblich unterstützt werden. Der Baustein, der bis dato noch gefehlt hat, ist eine universell anwendbare Methode, die die komplex aufgebauten modularen textilen Komponenten aus einer zweidimensionalen ebenen Konfiguration in beliebige doppelt gekrümmte Körperkonturen überführen kann. Genau dieses bislang noch ungelöste Problem haben Forschende am Fraunhofer EMI nun erstmals adressiert. In einer vorgeschalteten Formgebungssimulation wird das in 2D modellierte Textil in die dreidimensionale





Aramidgewebe für die Verwendung im weichballistischen Teil einer Körperschutzweste.

Form gebracht, die durch den Träger in der jeweiligen Situation vorgegeben wird. Die Methode ist so ausgelegt, dass sie mit den Menschmodellen unterschiedlicher Anbieter funktioniert und vor allen Dingen Unterschiede in Körperhaltung, Körpergröße, Körperkontur sowie Geschlecht berücksichtigen kann.

Ein Ausgangsmodell – viele Einsatzmöglichkeiten

Im vorliegenden Fall wurde eine Körperschutzweste auf den Oberkörper eines männlichen Trägers angepasst (GHBMC M50). Das generierte Modell eröffnet den Berechnungsingenieuren vielfältige Untersuchungsmöglichkeiten. Durch eine Vielzahl von Einzelberechnungen können existierende Schutzkonzepte auf ihre Vorzüge

und mögliche Schwachstellen untersucht werden. Durch unterschiedliche Projektile, Aufprallgeschwindigkeiten, Aufprallwinkel, Aufprallorte, die räumliche Verteilung und die zeitliche Abfolge von Mehrfachtreffern, ob regulär oder statistisch verteilt, sind vielfältige Untersuchungsszenarien möglich. Sie helfen, Schutzwesten und andere Körperschutzausrüstung zukünftig noch besser auszulegen, damit die Männer und Frauen während ihres Einsatzes bestmöglich geschützt werden. Bei neuartigen Bedrohungen lassen sich über denselben Ansatz Belastungskennwerte identifizieren, um Aufschluss über die notwendigen Materialparameter zu erhalten, die erforderlich sind, um eine konkrete Gefahr abzuwehren. Materialhersteller können dadurch ihre Herstellungsprozesse anpassen, um die notwendigen Materialien produzieren zu können.



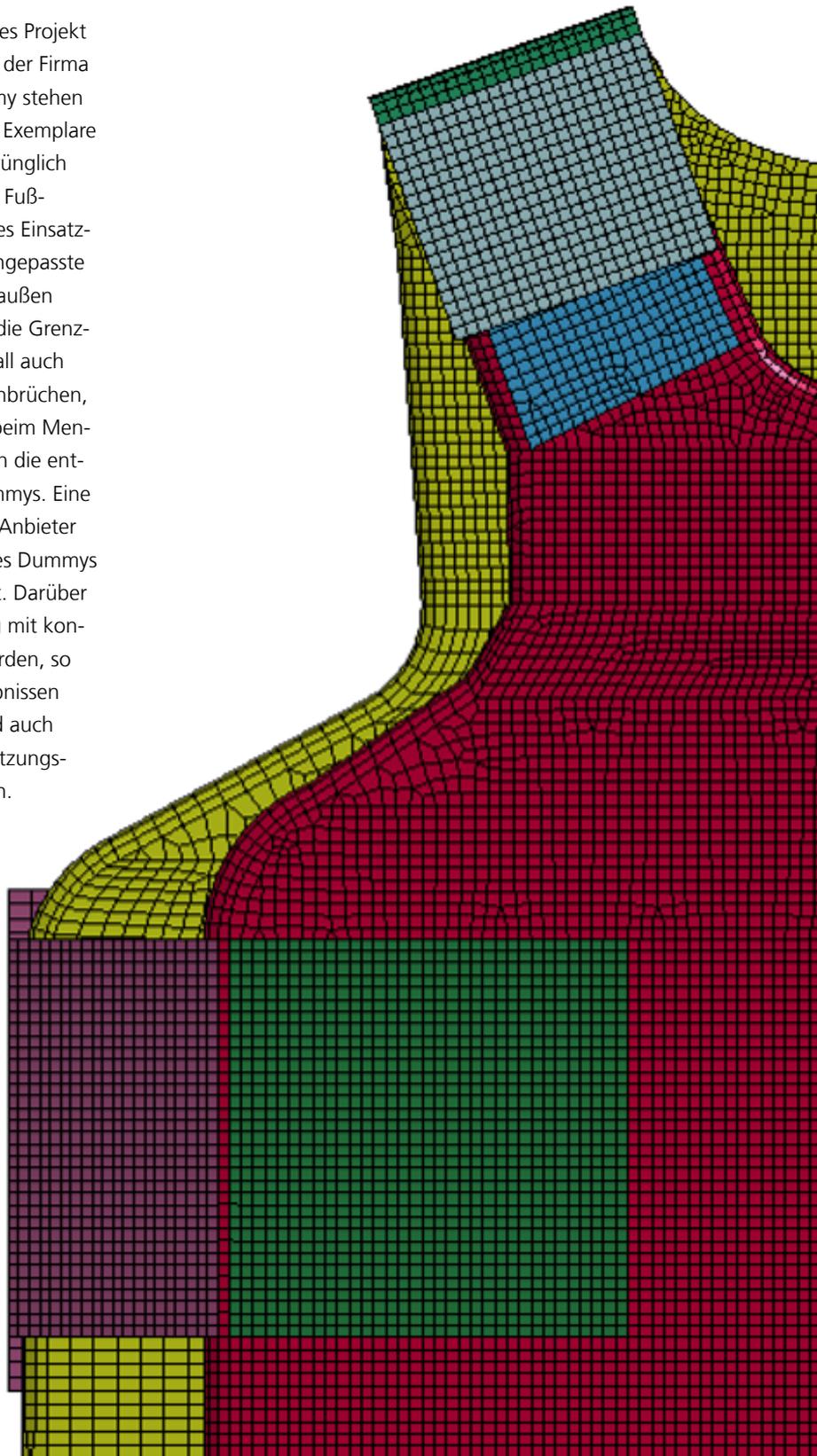
Experimenteller Nachweis – der Biofidel-Dummy

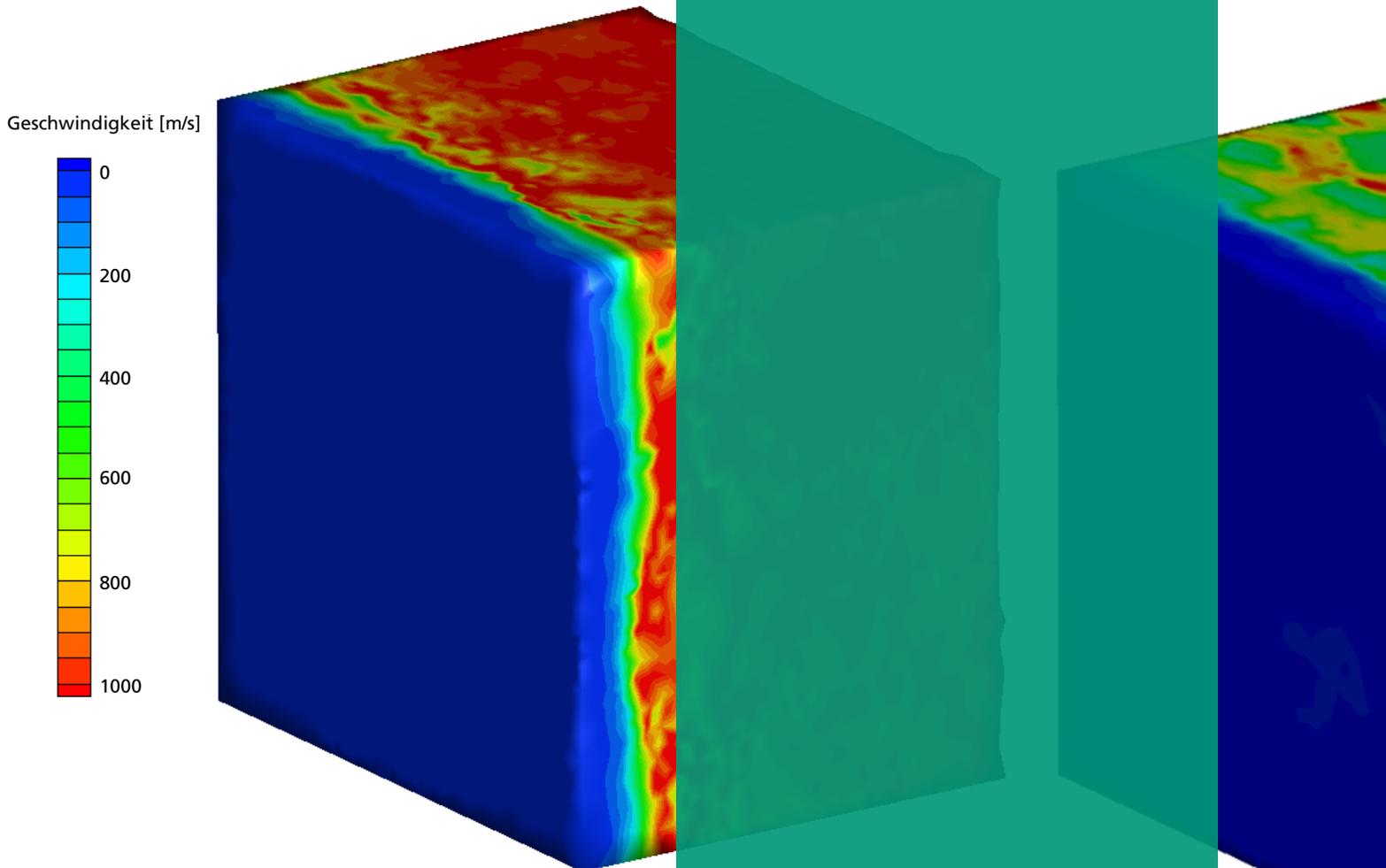
Experimentelle Unterstützung findet dieses Projekt durch den sogenannten Biofidel-Dummy der Firma crashtest-service.com. Von diesem Dummy stehen am Fraunhofer EMI seit Kurzem mehrere Exemplare zur Verfügung. Kennzeichen dieses ursprünglich für die Unfallrekonstruktion konzipierten Fußgänger-Dummys sind sein äußerst flexibles Einsatzspektrum und seine an den Menschen angepasste Versagensgrenze. Wenn die auf ihn von außen einwirkenden strukturellen Belastungen die Grenzwerte überschreiten, an denen im Ernstfall auch mit schweren Verletzungen (wie Knochenbrüchen, Ödemen, Schürfwunden, Bänderrissen) beim Menschen zu rechnen ist, dann versagen auch die entsprechenden Bauteile des Hardware-Dummys. Eine sogenannte technische Obduktion beim Anbieter ermöglicht dann Einblick in das Innere des Dummys und einen umfassenden Schadensbericht. Darüber hinaus kann der Dummy nahezu beliebig mit konventioneller Messtechnik ausgerüstet werden, so dass eine Vergleichbarkeit mit Messergebnissen herkömmlicher Dummys gegeben ist und auch Datenmaterial zur Auswertung von Verletzungsrisikofunktionen geschaffen werden kann.



s.fhg.de/schutzkleidung

*Basis-FE-Modell des weichballistischen
Teils der Körperschutzweste in ebener
Form.*





Repräsentatives Volumenelement im Ausgangszustand sowie die simulierte Geschwindigkeits- und Temperaturverteilung.

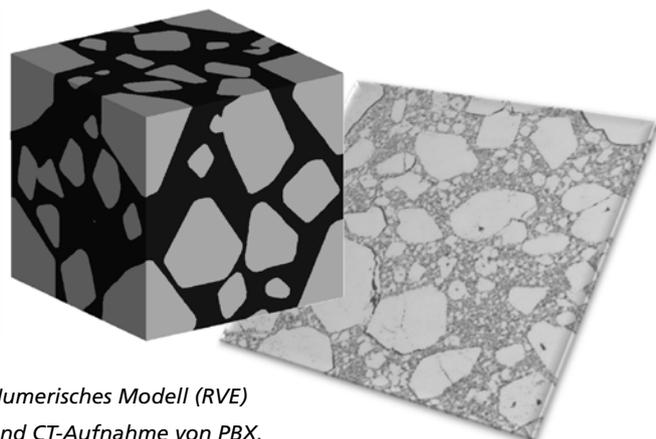
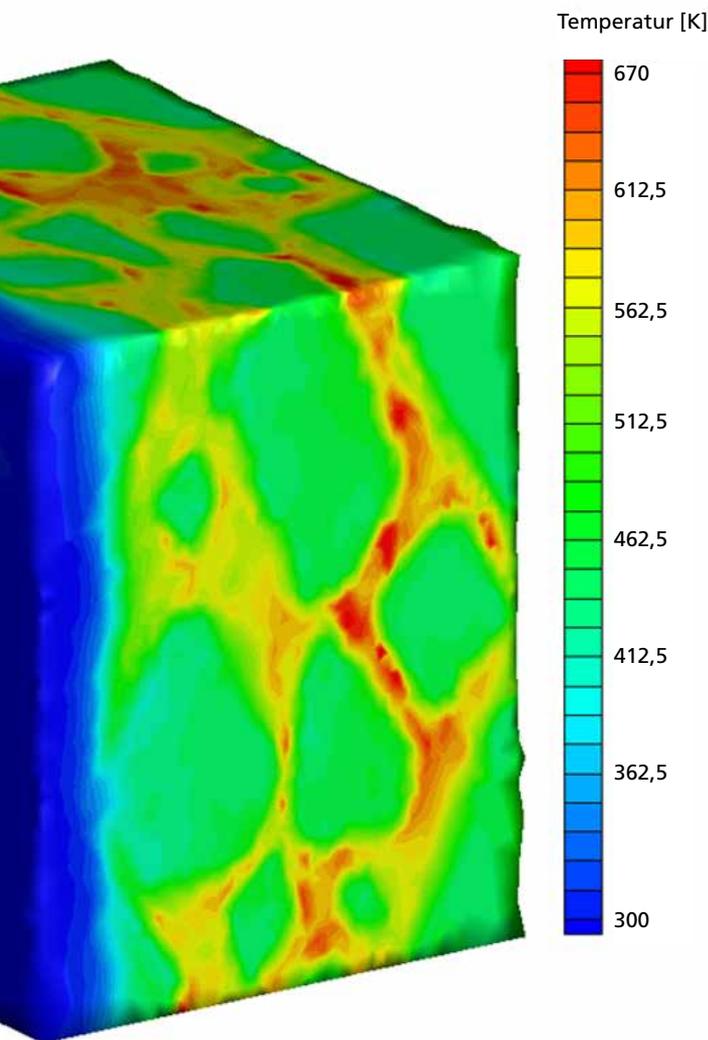


Dr. Martin Sauer

martin.sauer@emi.fraunhofer.de

Die Anwendung von Hydrocodes bei der Simulation von Initiierungsvorgängen in plastikgebundenen Sprengstoffen (PBX) in der Mesoskala ist anspruchsvoll. Das Verhalten des Materials soll möglichst bis zur eventuellen Initiierung vorhergesagt werden. Hierfür wird am EMI das eigene, hoch spezialisierte Programm SOPHIA eingesetzt und kontinuierlich weiterentwickelt.





*Numerisches Modell (RVE)
und CT-Aufnahme von PBX.*

basierten Binder und mikrometer- bis millimeter- großen explosiven Kristallen in hoher räumlicher Auflösung repräsentiert. Die Herausforderung ist dabei, das Verhalten des Materials bei schneller mechanischer oder thermischer Belastung bis zu einer möglichen Initiierung genau abzubilden, um den Zeitpunkt einer Umsetzung vorhersagen zu können. Innere Prozesse wie Schädigung durch Ablösung der Kristalle vom Binder oder ein Brechen von Kristallen spielen dabei eine wichtige Rolle. Mit derartigen Modellen sollen Sicherheitseigenschaften von PBX, beispielsweise die Unempfindlichkeit gegenüber stoßartigen Belastungen, untersucht und durch Änderung der Zusammensetzung optimiert werden. Die für diese Anwendung benötigten neuen Methoden werden im EMI-eigenen Programm SOPHIA implementiert, das im Auftrag der Bundeswehr für die Mesoskalensimulation von PBX eingesetzt wird.

Eine wesentliche Teilaufgabe besteht in der Erzeugung repräsentativer Strukturmodelle. Hierzu können im Institut computertomografische Aufnahmen von Explosivstoffproben durchgeführt werden. Die Materialstruktur ist extrem komplex und muss für numerische Simulationen vereinfacht werden. Zur Modellerzeugung werden EMI-eigene Programme verwendet, die auf Basis gegebener Korngrößenverteilungen Geometriemodelle mit charakteristischen Kristallen erzeugen. Diese sogenannten »Repräsentativen Volumenelemente« (RVEs) werden im nächsten Schritt in Gittermodelle umgewandelt, die zusammen mit den benötigten Materialdaten sowie Anfangs- und Randbedingungen die Grundlage für Finite-Elemente-Berechnungen bilden. Umfangreiche Optimierungen sind dabei nötig, um die richtige Balance zwischen Effizienz und Genauigkeit der Berechnung zu finden.

EXZELLENZ IN DER WEITER- ENTWICKLUNG VON HYDROCODES

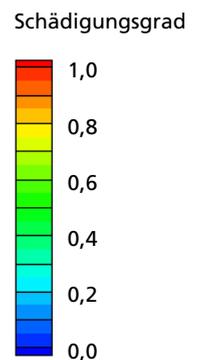
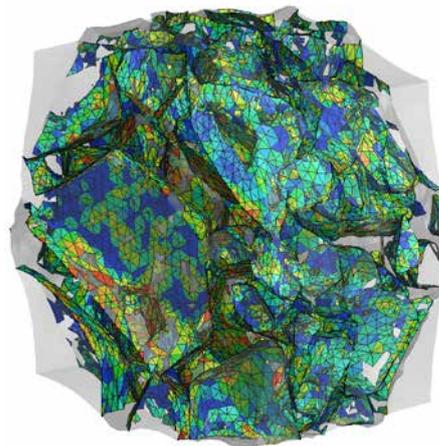
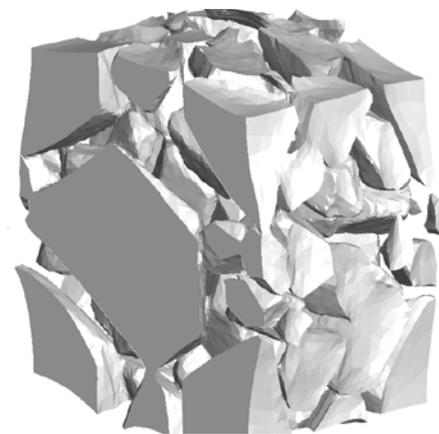
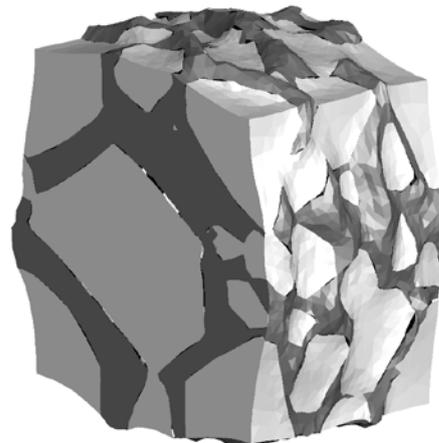
Am Ernst-Mach-Institut werden seit vielen Jahren Hydrocodes, numerische Simulationsverfahren für hochdynamische Vorgänge wie Crash, Impact und Explosionen, angewendet. Neben Programmen verschiedener Softwareanbieter werden auch eigene Hydrocodes des Instituts kontinuierlich weiterentwickelt, in Projekten eingesetzt und auch für externe Kunden lizenziert.

Ein besonders anspruchsvolles Anwendungsgebiet ist die Simulation von Initiierungsvorgängen in plastikgebundenen Sprengstoffen (PBX) auf der Mesoskala: In numerischen Modellen wird die heterogene Struktur dieser aus einem kunststoff-



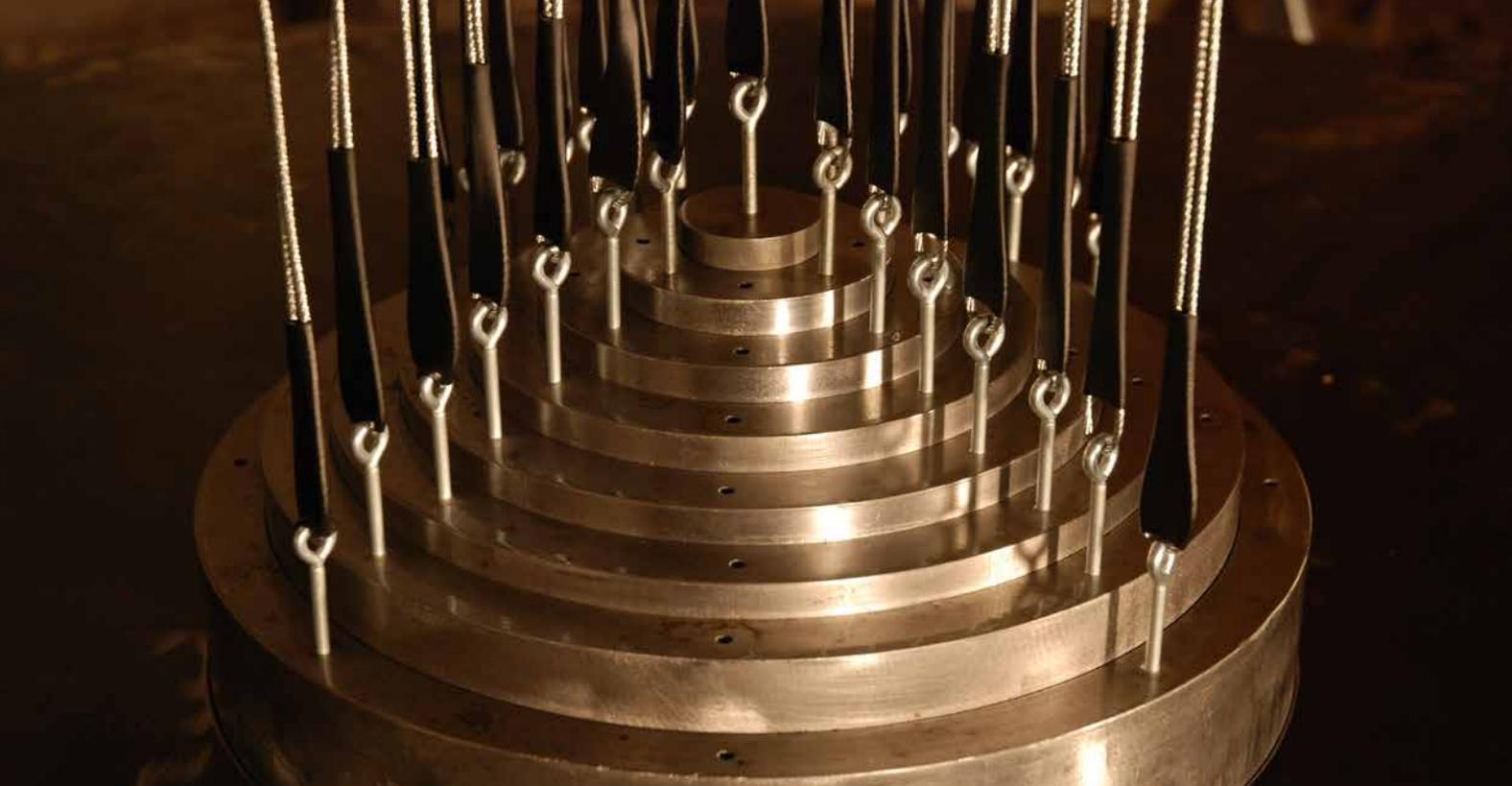
In SOPHIA sind mittlerweile Methoden verfügbar, die in dieser Kombination in kommerziellen und auch in Forschungs-codes anderer Institutionen weltweit nicht zu finden sind. Hierzu gehören die benötigten Algorithmen für die Berechnung von Temperaturen in dynamisch belasteten Materialien, die mit einer besonderen Elementformulierung für Tetraeder verknüpft wurden. Tetraederelemente haben den Vorteil der größtmöglichen Flexibilität in der Geometrieabbildung, neigen ohne besondere Korrekturverfahren aber bei wenig kompressiblen Materialien, wie es Bindermaterialien typischerweise sind, zu numerischen Instabilitäten. Die Abbildung auf Seite 22 zeigt das RVE im Ausgangszustand sowie die simulierte Geschwindigkeits- und Temperaturverteilung, wenn der rechte Rand mit einer Geschwindigkeit von 1000 Metern pro Sekunde nach links gedrückt wird und die entstehende Welle beinahe die linke Seitenfläche erreicht hat.

Einzigartig ist auch die Möglichkeit, in SOPHIA Materialversagen, zum Beispiel die Ablösung von Kristallen von der umgebenden Bindermatrix, in dreidimensionalen Modellen von PBX mit bruchmechanisch basierten, sogenannten »Kohäsivzonen-Elementen« abzubilden. Die Elemente werden während der Berechnung automatisch dort eingefügt, wo die Maximalfestigkeit überschritten ist, und beschreiben eine mit zunehmender Schädigung abnehmende Traktion in der Rissfläche. Die Darstellung rechts zeigt ein uniaxial gedrücktes RVE, darunter die Kristallstruktur ohne Binder und ganz unten die Kohäsivzonen-Elemente mit ihrem Schädigungsgrad.



Uniaxial gedrücktes RVE (oben), Kristallstruktur ohne Binder (Mitte), Kohäsivzonen-Elemente mit Schädigungsgrad (unten).





Ringförmige Anordnung für die Messung der spezifischen Impulse bei der Detonation vergrabener Ladungen.

WISSENSCHAFTLICHE METHODEN ZUR UNTERSTÜTZUNG DER SCHUTZAUSLEGUNG MOBILER PLATTFORMEN GEGEN IEDS

Die Detonation von IEDs (Improvised Explosive Devices) kann bei Fahrzeugen im Einsatz einen hohen Impulsübertrag verursachen und dadurch die Insassen gefährden. In der Abteilung Experimentelle Ballistik werden wissenschaftliche Methoden entwickelt, die zu einem besseren Schutz von Landfahrzeugen gegen IEDs dienen. Es wurde eine skalierte Versuchstechnologie aufgebaut, mit deren Hilfe die Wirkparameter von vergrabenen Ladungen analysiert werden können. Daraus ergibt sich die Möglichkeit einer effizienten Bewertung von Verbesserungsmaßnahmen direkt am Fahrzeug, zum Beispiel durch in der Form unterschiedlich ausgeführte Fahrzeugböden.

Ergänzend dazu wurde eine Anordnung entwickelt, die es erlaubt, den spezifischen Impulseintrag bei der Detonation einer vergrabenen Ladung in Abhängigkeit vom Abstand in der horizontalen Ebene zu bestimmen. Durch die Umsetzung der Ladung werden mehrere konzentrische Ringe beschleunigt. Aus den jeweiligen Geschwindigkeiten lässt sich der lokale spezifische Impuls ermitteln. Durch die Untersuchung unterschiedlicher Einbettungsmaterialien wurden wichtige Einflussgrößen für den Impulstransfer herausgearbeitet, die als Basis für die Validierung von Simulationsmodellen herangezogen werden.



Vincent Denefeld

vincent.denefeld@emi.fraunhofer.de





Untersuchung des Strukturverhaltens eines erdbefüllten Schutzwalls in einem Stoßrohrversuch (Detonationseignis im Fernfeld).

ERDBEFÜLLTE SCHUTZSYSTEME

Mit Böden befüllte Schanzkörbe können einen effektiven Schutz gegen Luftstoßwellen, wie sie sich infolge von Detonationseignissen ergeben, bieten. Deswegen erforscht die Gruppe Sicherheit von Bauwerken das Potenzial dieser Strukturen als Schutzeinhausung, um diese so sicher und effizient wie möglich auslegen zu können.

Auf Bauteilebene werden solche Schutzwälle mit unterschiedlichem Erdmaterial an der EMI-eigenen Stoßrohranlage BlastStar untersucht. Die entsprechenden bodenspezifischen Eigenschaften der verfüllten Böden werden parallel labortechnisch bestimmt. Dies ermöglicht eine detaillierte Auswertung der Strukturantwort unter Berücksichtigung bodenmechanischer beziehungsweise dynamischer

Aspekte. Unterstützt werden die Erkenntnisse durch numerische Analysen mittels Hydrocode-Simulationen. Somit lässt sich das Strukturverhalten dieser hochdynamisch beanspruchten Schutzwälle auf effektive Weise erfassen und auswerten.

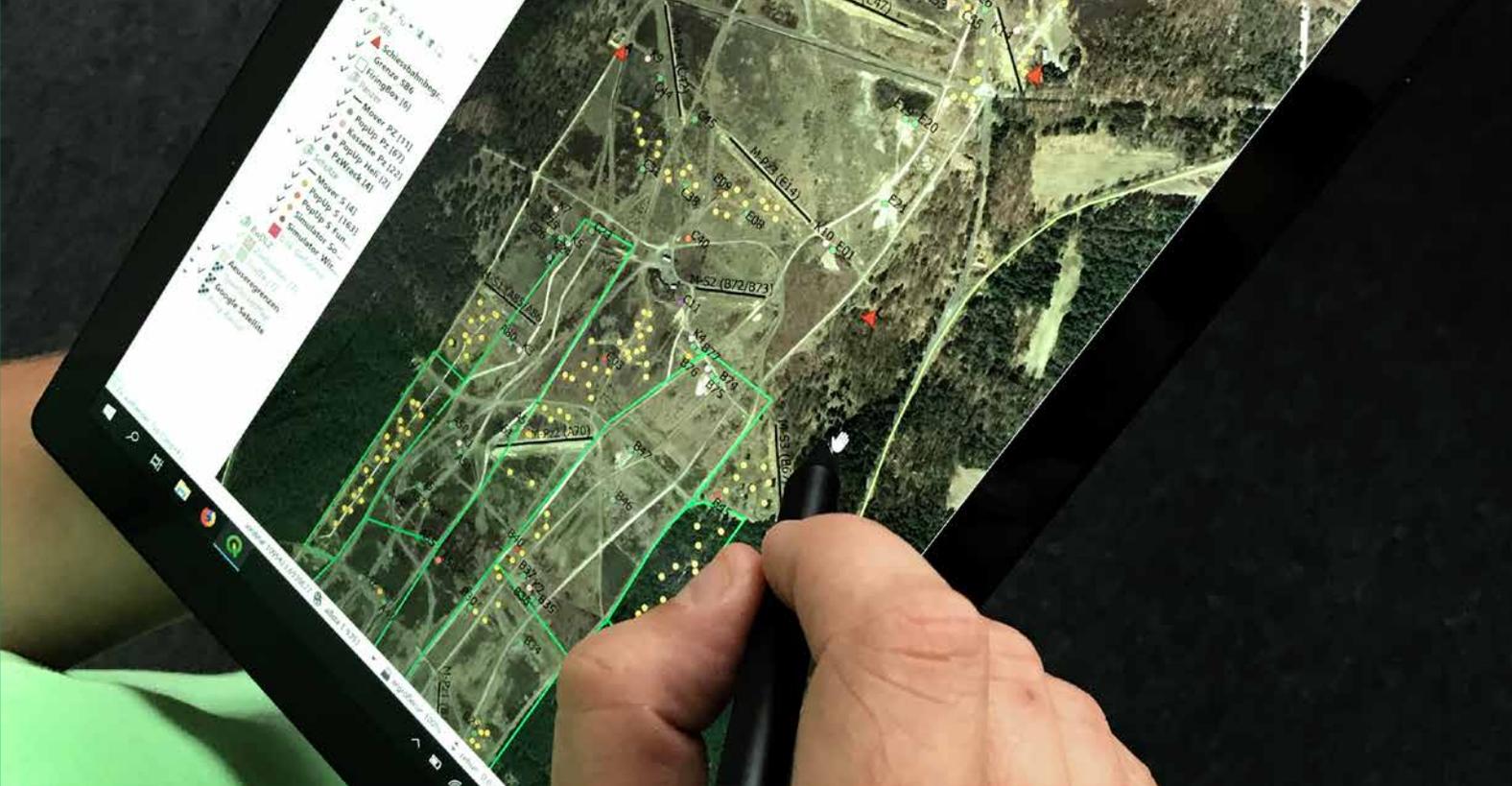
Die Forschungsarbeiten ermöglichen es zukünftig, eine schnellere und genauere Dimensionierung solcher Bauwerke vorzunehmen, und dienen gleichzeitig als Teil der Grundlagenforschung auf dem Gebiet der Bodendynamik.



Daniel Schmitt

daniel.schmitt@emi.fraunhofer.de





Geeignete Technologien für die Digitalisierung des Übungsbetriebs vermögen die Sicherheit beim Üben mit scharfem Schuss erheblich zu steigern.

FUTURE COMBAT TRAINING SYSTEM

SICHERES ÜBEN IN REALITÄTSNAHEN SZENARIEN

Damit die Soldatinnen und Soldaten der Bundeswehr ihren Auftrag erfolgreich und sicher ausführen können, müssen sie sich optimal vorbereiten. Ein wesentlicher Baustein ist dabei das Üben von realitätsnahen Einsatzszenarien – insbesondere im scharfen Schuss («train as you fight»). Die etablierte Übungsplatzstruktur der Bundeswehr erfüllt aktuell nicht mehr alle Ansprüche, die an eine moderne Schieß- und Gefechtsausbildung gestellt werden.

Im Rahmen eines Projekts zur Schießsicherheit im Übungsbetrieb mit Handwaffen wurde damit begonnen zu erforschen, wie die Digitalisierung von Truppenübungsplätzen mindestens gleiche oder erhöhte Schießsicherheit ermöglichen kann – bei verbessertem Training mit erweiterten Übungsmöglichkeiten. Ein Fokus lag auf der Gewinnung und Verarbeitung von Sensordaten mit eingebundenen Waffen und ortsveränderlichen Zieldarstellungsgeräten. Die damit zugänglichen Informationen

werden für ein Sicherheitssystem zur Festlegung und Kontrolle der inneren und äußeren Schießsicherheit verwendet. Dabei wurde das Konzept der dynamischen Gefährdungsbereiche erarbeitet, das eine digitale Übungsplatzumgebung voraussetzt.

Ein erster Feldtest soll im Jahr 2020 auf einem Truppenübungsplatz der Bundeswehr erfolgen.



Sebastian Heß

sebastian.hess@emi.fraunhofer.de





Versagte geklebt-geschraubte Aluminium-CFK-Probe nach der Versuchsdurchführung am Split Hopkinson Tension Bar.

SICHERE FÜGE- VERBINDUNGEN BEI EXTREMEN LASTEN

Militärische Luftfahrzeugstrukturen werden mit extrem dynamischen Belastungen, wie zum Beispiel Hochgeschwindigkeitsimpakt oder Blastbelastung, beansprucht. Um derartige Fügestrukturen sicher zu designen, ist es wichtig, nicht nur die Werkstoffe, sondern auch die Bauteilverbindungen bei hohen Belastungsgeschwindigkeiten zu charakterisieren. Bei den notwendigen hohen Testgeschwindigkeiten liefern jedoch dynamische Zug-Prüfmaschinen keine zuverlässigen Ergebnisse mehr.

Aus diesem Grund wurde am Fraunhofer EMI der »Split Hopkinson Tension Bar«, eine Versuchsanlage zur hochdynamischen Prüfung, adaptiert, um das Testen von Fügeverbindungen zu ermöglichen. Dafür wurden Proben aus typischen Flugzeubau-materialien Kohlefaserverbundwerkstoff (CFK) und Aluminium hergestellt. Während der ersten Versuchskampagne konnten mit der Anlage drei verschiedene Fügeverbindungstypen erfolgreich ge-prüft und verglichen werden: geklebte, geschraubte

und hybride geklebt-geschraubte Verbindungen. Die Prüfung mit dem Split Hopkinson Tension Bar stellt somit eine geeignete Methode zur hochdynamischen Verbindungscharakterisierung dar. Die erzielten Ergebnisse demonstrieren außerdem die Vorteile der Hybridverbindungen zur Erhöhung der Sicherheit von Luftfahrzeugstrukturen: Sie widerstehen hohen Kräften, bevor sie versagen, und nehmen beim Versagen viel Energie auf. Weitere Verbindungen werden in Zukunft mit der neu entwickelten Prüfmethode charakterisiert.



Dr. Mathieu Imbert

mathieu.imbert@emi.fraunhofer.de



SIMULATIONSGESTÜTZTE UNTERSUCHUNG DER TREFFGENAUIGKEIT VON ROHRWAFFEN

Die Treffgenauigkeit von Rohrwapfen wird zu einem großen Teil von der mechanischen Interaktion zwischen Rohr und Geschoss beim Abschuss bestimmt. Neben den Rohrschwingungen sind vor allem die Pendelbewegungen des Geschosses quer zur Rohrachse dafür verantwortlich, dass dieses beim Verlassen der Mündung einen Abgangsfehler erhält. Bei gezogenen Rohren spielen zusätzlich Zentrifugalkräfte eine Rolle. Durch die mechanische Belastung kann es außerdem zu Schäden am Projektil kommen, die im schlimmsten Fall eine Gefährdung von Mensch und Material zur Folge haben. Eine experimentelle Untersuchung der Rohr-Geschoss-Dynamik mittels instrumentierter Projektile gestaltet

sich aufgrund der hohen Beschleunigungen von teilweise über 100 000 g schwierig und scheitert in den unteren Kaliberklassen schon allein am Platzbedarf der Sensorik.

Als schnelle und kostengünstige Alternative kommen am Fraunhofer EMI deshalb numerische Simulationen zur Anwendung. Durch den gekoppelten Einsatz strukturdynamischer Finite-Elemente-Codes in Verbindung mit einem thermodynamischen Modell für den Pulverabbrand und einer nachgeschalteten Flugbahnberechnung ist es so möglich, wertvolle Erkenntnisse zum Einfluss einzelner Parameter auf die Treffgenauigkeit zu gewinnen.



Deformation eines Handwaffenprojektils nach dem Abschuss in Experiment und Simulation.



Bernd Dutschke

bernd.dutschke@emi.fraunhofer.de



PRÜFVERFAHREN FÜR DIE SICHERHEIT VON BATTERIEN IM EINSATZ

Die Lithium-Ionen(LI)-Technologie ist mittlerweile im militärischen wie im zivilen Umfeld nicht mehr wegzudenken. Ihr Einsatz reicht von Akkupacks für portable Elektronik über Fahrzeugbatterien bis hin zu großen stationären Speichern. Das Fraunhofer EMI forscht für mehr Sicherheit dieser Batterien und führt experimentelle Prüfungen mit dem Schwerpunkt dynamischer Lastfälle (zum Beispiel das Crashverhalten von Batterien) durch.

Für einen sicheren Einsatz von LI-Batterien in der Bundeswehr müssen zusätzlich wehrtechnische Belastungen – wie Beschuss oder Anspannung eines Fahrzeugs – betrachtet und geprüft werden. Das Gefährdungspotenzial unter diesen Sonderlastfällen sowie geeignete Schutzmaßnahmen können am

Fraunhofer EMI dank einzigartigem Portfolio an Versuchstechnik untersucht werden. In den vergangenen Jahren wurden hier Experimente mit kleinen, an der Person getragenen Batteriepacks durchgeführt. Derzeit ist eine Erweiterung der Versuchsanlagen in Planung, um die Experimente auf größere, in militärischen Fahrzeugen einsetzbare Batterien auszuweiten.

Während standardisierte Sicherheitstests für zivile Anwendungen bereits in einer Vielzahl von Normen verankert sind, unterstützt Fraunhofer EMI mit seinen Forschungsarbeiten, dass dieser Schritt für spezifische militärische Anforderungen ebenfalls vorangetrieben werden kann.



LI-Batterien im 6T-NATO-Format sollen auch in Fahrzeugen der Bundeswehr zum Einsatz kommen.

© Bundeswehr (links)

© Epsilon (rechts)



Dr. Sebastian Schopferer

sebastian.schopferer@emi.fraunhofer.de



RISIKO DURCH ALTERNDE MUNITION

Von alternder und verschütteter Munition gehen Gefahren aus. Mit den am EMI entwickelten Mitteln der Risikoanalyse kann eruiert werden, wie hoch diese Risiken sind und ob Maßnahmen zur Risikominderung vorgenommen werden müssen beziehungsweise wie diese Maßnahmen selbst einzuschätzen sind. Das EMI arbeitet hierzu zum Beispiel mit den Schweizer Behörden im Fall Mitholz zusammen (siehe Seite 40).



Blick in einen nicht eingestürzten Stollenbereich mit durch die Explosion hineingeschleuderten Munitionsartikeln.

PRÄSENTATION FÜR PROMINENTES PUBLIKUM

Während eines Truppenbesuchs von General Eberhard Zorn, Generalinspekteur der Bundeswehr, und Sachsens Ministerpräsidenten Michael Kretschmer auf dem Truppenübungsplatz Oberlausitz hatten Sven Nothdurft, Sebastian Heß und Dr. Siegfried Nau im Juli 2019 die Gelegenheit, ihre innovativen Ansätze für die digitale Unterstützung beim sicheren Üben mit Handwaffen im scharfen Schuss auf höchster militärischer Ebene vorzustellen.



General Zorn (Bildmitte) und Sachsens Ministerpräsident Kretschmer (vorne links) auf dem Truppenübungsplatz Oberlausitz. Dr. Siegfried Nau (rechts), Sebastian Hess (Vierter von rechts) und Sven Nothdurft (Zweiter von rechts) stellen Lösungen zur Digitalisierung der Bundeswehr vor.

© Bundeswehr



GESCHÄFTSFELD
SICHERHEIT



*Sicherheit ist ein
gesellschaftliches
Grundbedürfnis.*

GESCHÄFTSFELD SICHERHEIT

Das Weltgeschehen offenbart, dass unsere Gesellschaften vor der immer größer werdenden Herausforderung stehen, ihre Sicherheit gewährleisten zu können. Immer wieder sehen wir uns Bedrohungen gegenübergestellt, die wir gesamtgesellschaftlich in ihrer Art oder in ihrem Ausmaß so nicht vermutet haben. Wie kann man also diesen Bedrohungen unter Berücksichtigung einer sich zudem stetig wandelnden Welt begegnen? Diese Frage stellt den Kern der Arbeiten des Geschäftsfelds dar.

Hierbei müssen Lösungen entwickelt werden, die Antworten auf die komplexen Fragestellungen ermöglichen. So breit wie das Bedrohungsspektrum, so breit sind auch die Erfordernisse nach passenden Lösungen, um den Bedrohungen in Stadt und Land national und länderübergreifend zu begegnen.

Die nachfolgenden Beiträge adressieren die Themenfelder von der Sicherheit der Stadt und seiner Bürger gegenüber gezielten Sprenganschlägen bis hin zur Analyse der Resilienz transeuropäischer Netzwerke gegenüber menschen- und naturgemachten Gefahren.



Dr. Alexander Stolz

Geschäftsfeldleiter Sicherheit
alexander.stolz@emi.fraunhofer.de



www.emi.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/sicherheit

Ein Roboter bei der Untersuchung eines verdächtigen Objekts mittels Röntgenrückstreutechnologie.



Dr. Stefan Moser

stefan.moser@emi.fraunhofer.de

Im Rahmen des zweijährigen, deutsch-österreichischen Forschungsprojekts DURCHBLICK wurde ein roboterassistiertes, leistungsstarkes Sensoriksystem zur Untersuchung unkonventioneller Spreng- und Brandvorrichtungen (USBV) erforscht. Durch neue Technologien sollen Sicherheitskräfte und Entschärferenteams so ein besseres Werkzeug zur Einschätzung der Gefahrenlage erhalten. Die Ergebnisse wurden unter anderem auf der Internationalen Entschärfertagung des BKA 2018 präsentiert.





ABSCHLUSS DES PROJEKTS DURCHBLICK

Durch die zunehmende Verbreitung von Anleitungen zur einfachen Herstellung von unkonventionellen Spreng- und Brandvorrichtungen (USBV) sehen sich sowohl Deutschland als auch Österreich einer ernst zu nehmenden Gefährdung der öffentlichen Sicherheit gegenüber. Die den Sicherheitskräften zur Verfügung stehenden Technologien stoßen dabei immer wieder an ihre Grenzen. Ziel des bilateralen deutsch-österreichischen Projekts DURCHBLICK war es, ein robotergestütztes, leistungsstarkes Sensoriksystem für diesen Anwendungszweck zu erforschen. Schlüsselement war dabei die Ermöglichung des Einsatzes neuartiger Sensorsysteme, die



Die Ergebnisse des erfolgreichen DURCHBLICK-Projekts konnten bei der Abschlussveranstaltung in Efringen-Kirchen vielen externen Gästen präsentiert werden.

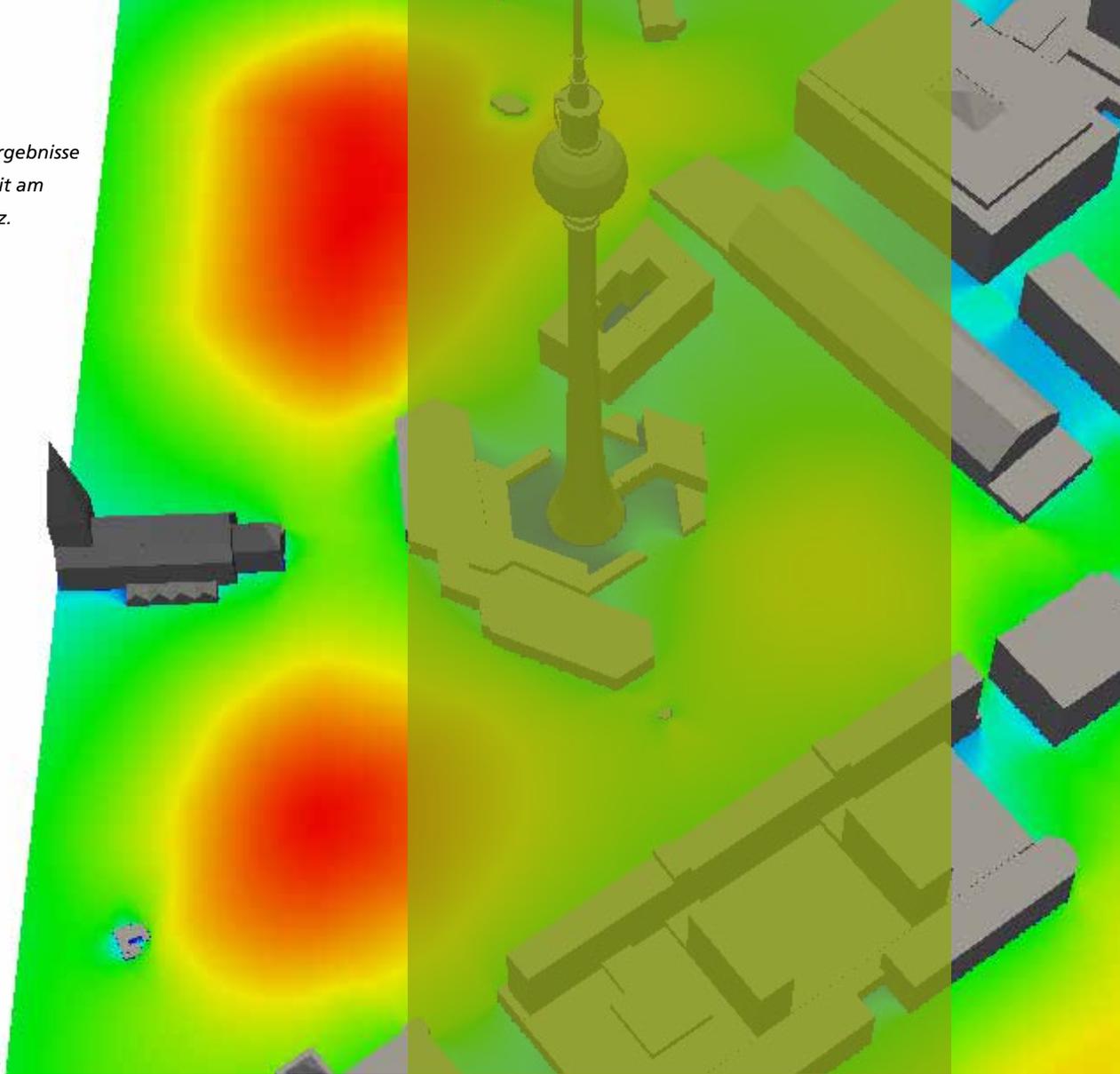
bislang nicht für diesen Zweck verwendet werden konnten. Wesentlicher Aspekt hierbei war, dass auch Objekte untersucht werden können, die nicht von allen Seiten zugänglich sind.

Im Rahmen des Vorhabens wurden dazu der Einsatz der bildgebenden Methoden der mobilen Röntgenrückstreutechnologie und gemeinsam mit dem Freiburger Materialforschungszentrum (FMF) der Universität Freiburg die Radioaktivität detektierende Gammakamera untersucht.

Im Rahmen des zweijährigen Forschungsprojekts konnten die gesteckten Ziele erreicht und gezeigt werden, dass das erforschte Konzept umsetzbar ist und die Sensortechnologien einen praktischen Mehrwert bieten. Für den realitätsnahen Test der Sensorik wurden in Zusammenarbeit mit den Bedarfsträgern mehrere Szenarien entworfen und für die Tests aufgebaut, die auch bei Abschlussveranstaltungen in Deutschland und Österreich zum Einsatz kamen. Die Ergebnisse des Projekts DURCHBLICK wurden während der Projektlaufzeit sowie nach Ende des Projekts mittels einiger populärwissenschaftlicher Veröffentlichungen mit hoher Breitenwirkung (Interviews, Artikel in Magazinen), acht wissenschaftlicher Veröffentlichungen in Fach-Journals und Teilnahme an sieben Konferenzen, Workshops oder Messen verbreitet. Besonders hervorzuheben ist in diesem Kontext die Präsentation der Ergebnisse von DURCHBLICK vor Experten auf der Internationalen Entschärfertagung des Bundeskriminalamts (BKA) im November 2018.



*Berechnungsergebnisse
zur Sichtbarkeit am
Alexanderplatz.*

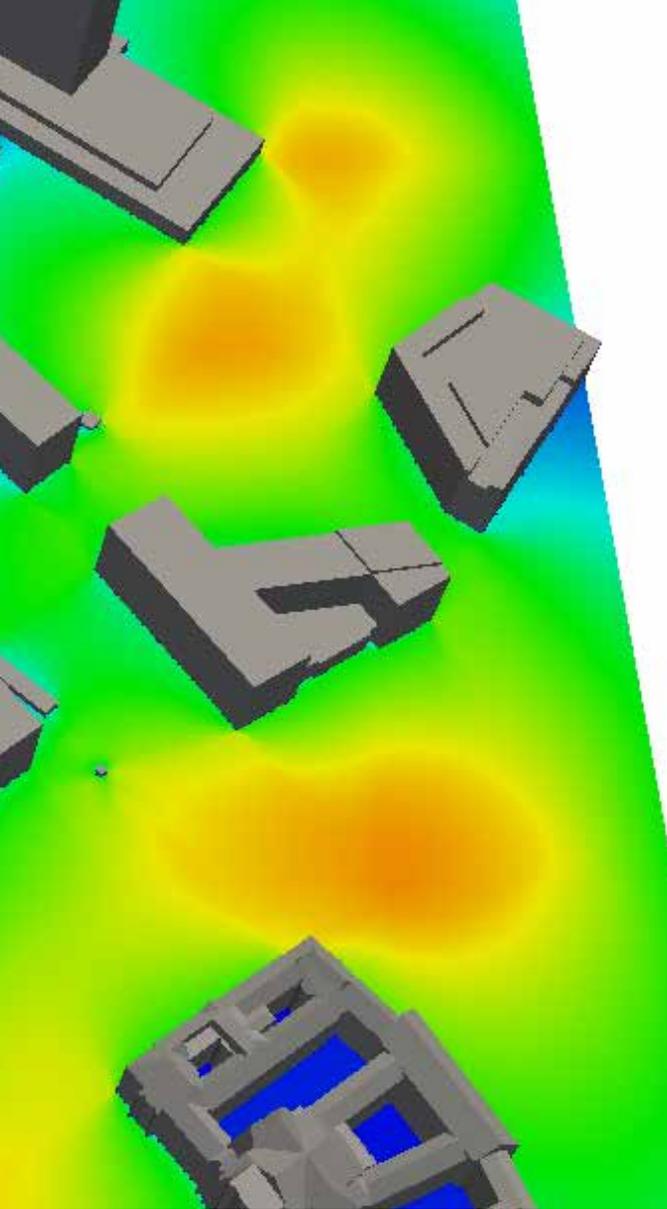


Jörg Finger

joerg.finger@emi.fraunhofer.de

Die Gestaltung von öffentlichen Plätzen trägt maßgeblich zum Sicherheitsempfinden der Bevölkerung und zur Verhinderung von Kriminalität bei. Zur Bewertung und Verbesserung dieses Sicherheitsgefühls gilt es, Orte zu identifizieren, die als dunkel, nicht einsehbar und nicht hörbar wahrgenommen werden. Im Projekt Stadt-sicherheit-3D geschieht dies mithilfe eines Softwaretools, welches auf vorhandene dreidimensionale Stadtmodelle angewandt wird. Dabei liegt der Fokus auf drei Fallstudiengebieten in Berlin.





STADT- SICHERHEIT-3D – FÜR EIN POSITIVES SICHERHEITSEMPFINDEN

Sicherheit ist ein Themengebiet, bei dem nicht nur der Gewährleistung einer objektiven Sicherheit eine wichtige Rolle zukommt, sondern bei dem auch insbesondere die subjektive Sicherheitswahrnehmung eine große Rolle spielt. Aus diesem Grund sind die Bewertung und die Verbesserung des Sicherheitsempfindens der in Städten lebenden Bevölkerung zentrale Punkte des Projekts Stadtsicherheit-3D. Hierzu werden baulich-räumliche Faktoren, die verschiedenste Sicherheits- beziehungsweise Un-



3D-Blick auf einen Gebäudekomplex am Rand der High-Deck-Siedlung in Berlin.

sicherheitswahrnehmungen bei Bürgerinnen und Bürgern in urbanen Räumen fördern, identifiziert und operationalisiert. Der Fokus liegt dabei auf der Lokalisierung von Orten, die subjektiv als dunkel, nicht einsehbar und nicht hörbar wahrgenommen werden. Die Erfahrungen von recherchierten Best-Practice-Beispielen und die Ergebnisse von konkreten Vor-Ort-Messungen in drei Fallstudiengebieten in Berlin fließen in die Algorithmen einer softwaregestützten Planungshilfe ein. Diese Planungshilfe kann auf vorhandene dreidimensionale Stadtmodelle angewandt werden und ermöglicht so eine verbesserte Sicherheitsbewertung.

Tool als Planungs- und Gestaltungshilfe

Erstmals wird damit ein auf digitalen Daten basierendes Softwaretool entwickelt, mit dessen Hilfe Sicherheitsbewertungen bezüglich des subjektiven Sicherheitsempfindens, systematisch und empirisch basiert, vorgenommen werden können. Weitere, physikalisch nicht darstellbare Schlüsselfaktoren der Sicherheitswahrnehmung werden interaktiv mit abgefragt. Das Tool hilft somit insbesondere Stadtplanern und -planerinnen sowie Sicherheitsexperten und -expertinnen bei der Gestaltung von mehr Sicherheit in urbanen Räumen und lässt sich zudem in partizipativen Entscheidungsprozessen einsetzen.



s.fhg.de/stadtsicherheit-3D





*Ortschaft Mitholz mit Felssturzbereich im rechten Drittel im Hintergrund.
Von der Restmunition im ehemaligen Munitionslager gehen heute noch Gefahren aus.*

RISIKOANALYSE FÜR EHEMALIGES MUNITIONS- LAGER MITHOLZ

Im Dezember 1947 explodierte in dem unterirdischen Munitionslager Mitholz, Schweiz, ein Teil der eingelagerten rund 7000 Tonnen Munition, neun Menschen starben. In der eingestürzten Anlage und dem vorgelagerten Schuttkegel werden heute circa 3500 Tonnen Restmunition mit mehreren Hundert Tonnen Sprengstoff vermutet. Entgegen früherer Annahmen kommt eine aktuelle Risikoanalyse des Schweizer Verteidigungsdepartements (VBS) zum Schluss, dass die Risiken weiterer möglicher Explosionen deutlich über den akzeptierten Grenzwerten nach Schweizer Störfallverordnung liegen. Das Schweizer Bundesamt für Umwelt (BAFU) als zuständige Fachstelle hat das Fraunhofer EMI beauftragt, die aktuelle Risikoanalyse des VBS und seine geplanten Maßnahmen zur Risikomitigation zu evaluieren. Die Zweitbeurteilung durch das EMI hat die Einschätzung des VBS bestätigt. Laufende Projektarbeiten beschäftigen sich mit komplexen Fragestellungen zu alternder Munition, deren genaue Verteilung unter eingestürzt Fels in dem weiträumigen Gebiet unbekannt ist. An Teil-

funden wurde nachgewiesen, dass Munitionskörper mit funktionsfähigen Zündern ausgestattet sind, der Sprengstoff in seinem Urzustand erhalten blieb und Sprengstoffdichten vorliegen, die eine sympathetische Detonationsübertragung möglich machen.

Mehr Information auf den Seiten des VBS



s.fhg.de/munitionslager-mitholz



Dr. Malte von Ramin

malte.von.ramin@emi.fraunhofer.de





Bei einem Notfall im U-Bahntunnelsystem brauchen Rettungskräfte verlässliche Orientierungshilfe. © Helen Schäfer

SENSORSYSTEM FÜR U-BAHNTUNNEL

Brände in U-Bahntunneln sind glücklicherweise extrem selten, umso gefährlicher sind sie aber für die Einsatzkräfte. Überirdisch stehen wichtige Informationen, zum Beispiel von Anwohnern, zur Verfügung, und ein direktes Anfahren des Brandorts ist möglich. Bei einem U-Bahnbrand ist wichtig, vorab zu entscheiden, aus welcher Tunnelrichtung der Zugriff erfolgen soll. Die hierfür nötigen Informationen fehlen allerdings. Abhilfe schafft das im deutsch-indischen Projekt SenSE4Metro entwickelte Sensorsystem, welches Feuer, Rauch, Wassereintrich und Explosionen detektiert.

Abschlussübung

Am 7. Oktober 2018 fand die Abschlussübung des Projekts in Berlin statt. Dabei wurde ein Brand in einem U-Bahntunnel simuliert und der Nutzen der Projektergebnisse untersucht. Über hundert Feuerwehrleute und Freiwillige des Roten Kreuzes

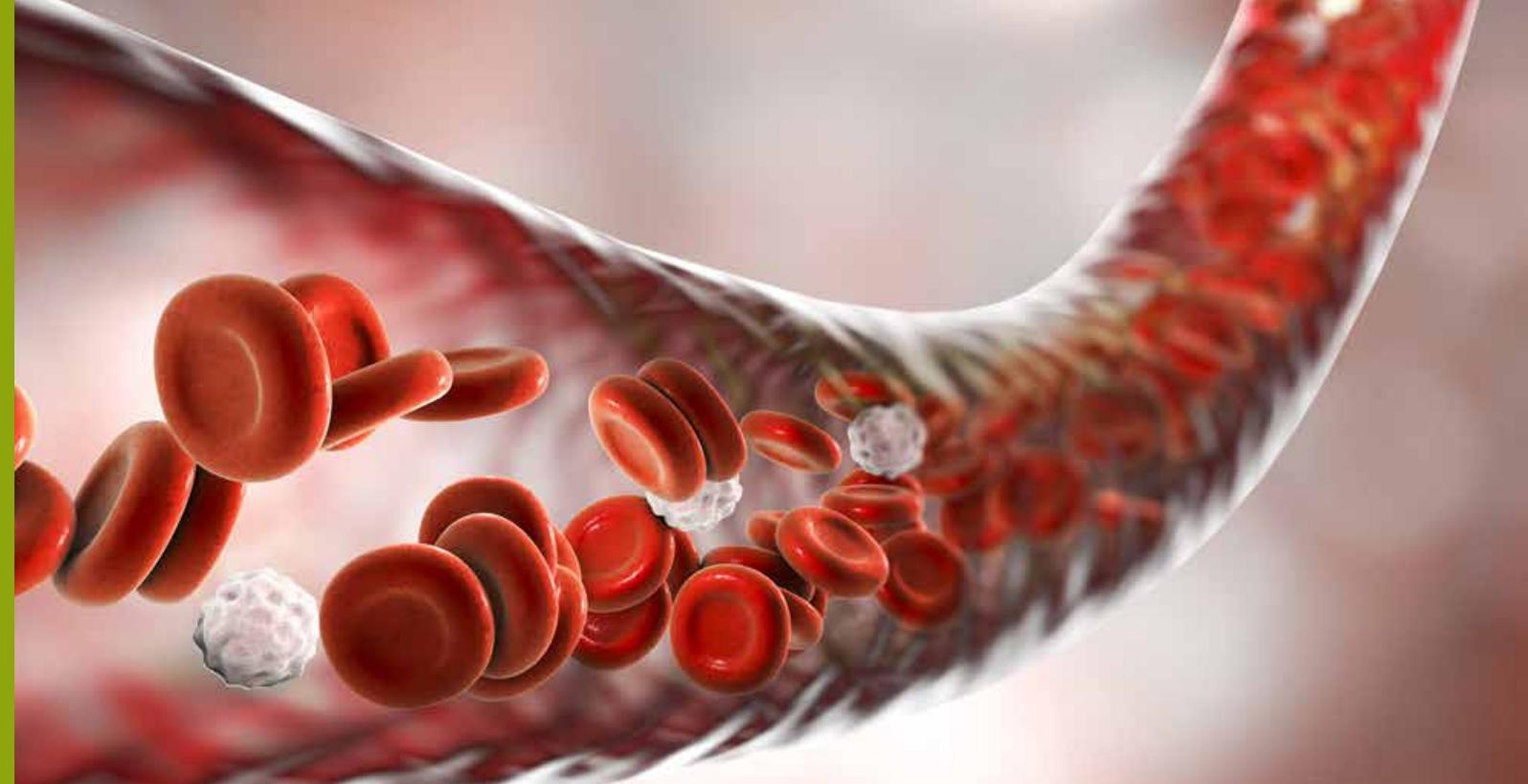
retteten von Darstellern gespielte Verletzte aus einem Zug im Übungstunnel Jungfernheide. Die Passagiere mussten über eine Nottreppe ins Freie gebracht werden, wobei das Tragen Schwerverletzter einiges an Kraft erforderte. Dort wurden sie anschließend medizinisch versorgt. Das entwickelte Sensorsystem wurde erfolgreich vor allem für die Planung des Zugriffs verwendet.



Jonah Vincke

jonah.vincke@emi.fraunhofer.de





Die Schutzprinzipien biologischer Systeme lassen sich abstrahieren und auf technische Systeme übertragen. © Adobe Stock

BIOMOTS

BIOLOGISCHE MODELLIERUNG TECHNISCHER SYSTEME

Die Sicherheit technischer Systeme wird oft nicht zielführend geplant: Einerseits sind sie für vorhersehbare Störfälle über Gebühr robust, weil mit teils redundanten Schutzkapazitäten für jeden dieser Fälle vorgesorgt wird. Das ist ineffizient und verbraucht unnötig Ressourcen. Andererseits ist für unvorhergesehene Störfälle kein Schutz vorhanden. Damit ist das System anfällig, da die Möglichkeit von Schäden bereits vorgeplant werden muss. Im Gegensatz dazu zeichnen sich biologische Systeme durch sehr hohe Effizienz, Resilienz und Nachhaltigkeit aus. Sie reagieren dynamisch und in ihrer Art angepasst auf unterschiedliche äußere Störungen. Entscheidend für das Gesamtsystem sind die Auswahl und die zeitliche Abfolge der einzelnen Reaktionsmechanismen, die sich in einem komplexen biologischen Netzwerk ebenfalls gegenseitig beeinflussen.

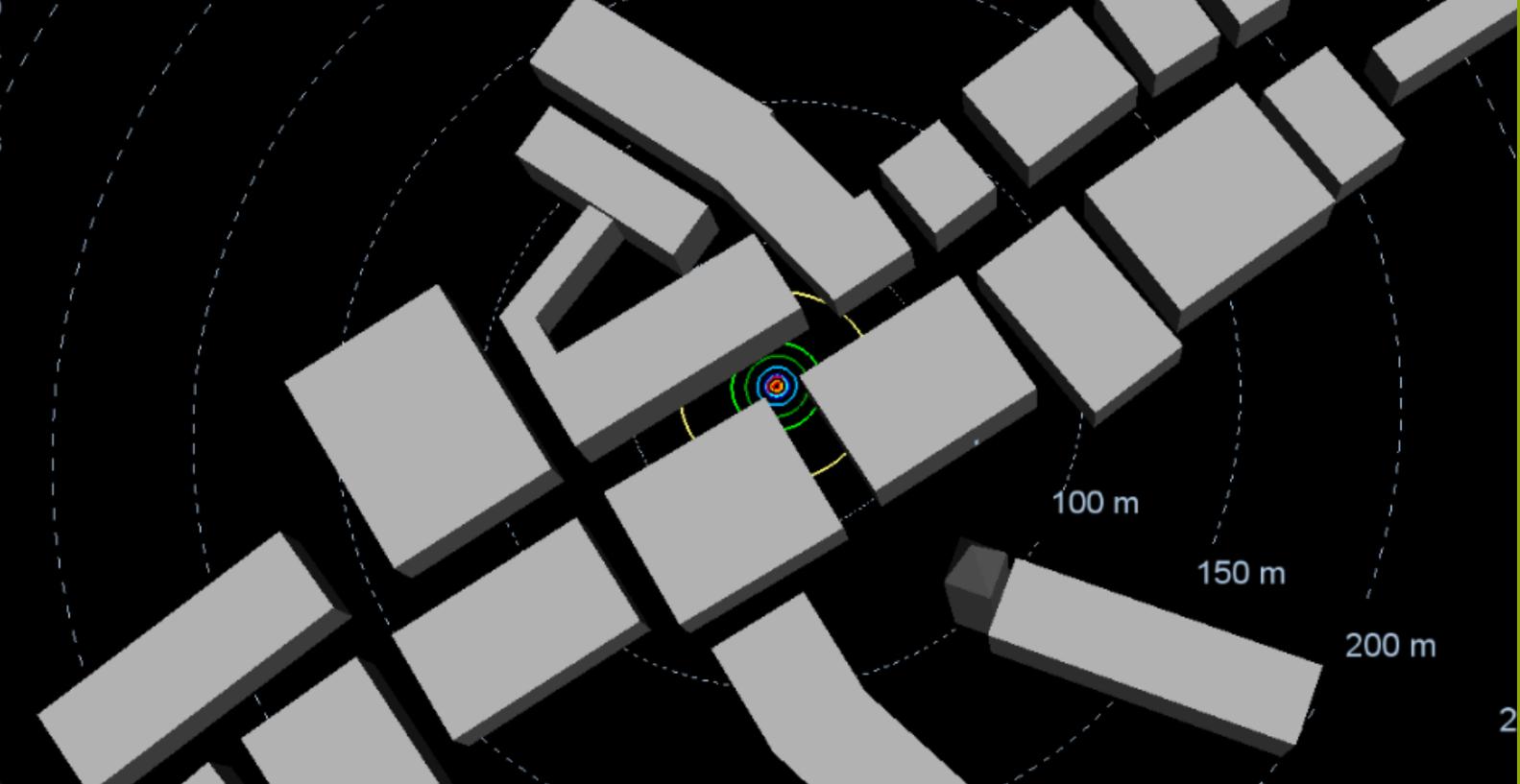
Im Rahmen des Projekts BioMOTS wurde nun durch ein Projektteam aus Mitarbeitenden des Fraunhofer EMI und des Fraunhofer ITEM am Beispiel von Batteriesystemen für E-Fahrzeuge gezeigt, dass sich biologische Schutzprinzipien abstrahieren und auf technische Systeme übertragen lassen. Hierzu wurden Prinzipien der Wundheilung und Schmerzreflexreaktion systematisch charakterisiert und auf ein simuliertes Batteriesystem übertragen, so dass dessen Resilienz deutlich gesteigert wurde.



Dr. Malte von Ramin

malte.von.ramin@emi.fraunhofer.de





Mögliche Ergebnisgrafik zur Risikoabschätzung eines urbanen Gebiets.

SUSQRA

SCHUTZ VOR UNKONVENTIONELLEN SPRENGVORRICHTUNGEN

Bei der forensischen Untersuchung eines verhin- derten oder stattgefundenen Sprengstoffanschlags geht es auch um die Bewertung des möglichen Schadensausmaßes vor Gericht. Rekonstruktions- sprengungen hierfür sind zeit- und kostenintensiv. Ebenso braucht es Risikoanalysen im Vorfeld von Großveranstaltungen zur Prävention von Gefahren.

Das vom BMBF geförderte Projekt SUSQRA hat ein Expertensystem zum Ziel, mit dem der zu erwartende Schaden von unkonventionellen Sprengvorrich- tungen quantitativ ohne Experimente ermittelt werden kann. Dazu werden numerische und analytische Berechnungsmethoden erarbeitet und mit experi- mentell ermittelten Schadensbildern validiert. Das SUSQRA-Analysetool unterstützt Experten bei der Risikoanalyse vor einem Ereignis dabei, Gefahren zu identifizieren, Sicherheitskonzepte zu entwickeln und Schutzmaßnahmen zu treffen. Der SUSQRA- Demonstrator unterstützt Forensiker nach einem Ereignis bei Aussagen zu verwendetem Sprengstoff, Ummantelungsmaterialien oder Distanzen.

Eine übersichtliche grafische Benutzeroberfläche des SUSQRA-Demonstrators unterstützt die Exper- ten bei ihrer Arbeit. Projektbegleitend fließen deren Rückmeldungen stetig in die Weiterentwicklung des SUSQRA-Demonstrators ein, um ihn den Anforde- rungen der Endanwender anzupassen.



s.fhg.de/SUSQRA



Dr. Katharina Roß

katharina.ross@emi.fraunhofer.de



EU-PROJEKT CRITICAL CHAINS

Sichere und zuverlässige Finanztransaktionsnetze sind eine wesentliche Voraussetzung für unser aller Vertrauen in Themen wie Geldanlagen, Altersvorsorge oder bargeldloses Bezahlen. Zugleich sind solche Netze interessante Ziele für Hacker und Cyberattacken. Das EU-Projekt Critical Chains bewertet die Sicherheit der aktuellen Finanznetze und entwickelt Maßnahmen, um diese Netze noch robuster gegenüber Cyberangriffen zu schützen.

Mehr Informationen und
Video zum Projekt



s.fhg.de/critical-chains

SICHERHEIT UND EFFIZIENZ BEI GRENZKONTROLLEN

Im EU-Projekt TRESSPASS wird die Implementierung von risikobasierten Grenzkontrollübergangsstellen evaluiert. Eine Bewertung des Kontrollablaufs wird mithilfe einer speziell für diese Anwendung entwickelten Monte-Carlo-Simulationsumgebung durchgeführt. Ziel ist es, den stetig wachsenden Passagierfluss an den Grenzen effizient und sicher zu gewährleisten.



www.tresspass.eu/The-project



CHARAKTERISIERUNG VON STAUBEXPLOSIONEN

Am 11. September 2019 fiel der Startschuss des Projekts zum Thema »Messverfahren zur Charakterisierung von Staubexplosionen«. In diesem Beispiel der Zusammenarbeit des Leistungszentrums Nachhaltigkeit Freiburg mit der lokalen Industrie geht es um die Bestimmung aussagekräftiger und vertrauenswürdiger Sicherheitskenngrößen bei reduzierter Stoffmengenprobe.

SECUREGAS

Die Verbesserung der Resilienz des europäischen Gasnetzes ist das Kernziel des EU-Projekts SecureGas. Als Teil dieses Projekts entwickelt das Fraunhofer EMI ein Softwaretool, welches zur numerischen Simulation von Gasnetzen und Bewertung ihrer Resilienz eingesetzt werden kann. Somit können Maßnahmen zur gezielten Steigerung der Resilienz ermittelt werden.

SecureGas has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation program under grant agreement No 833017.



www.securegas-project.eu



Im Projekt SecureGas wird die Resilienz des europäischen Gasnetzes verbessert.

© RINA S.p.A.



GESCHÄFTSFELD
AUTOMOTIVE



Röntgencrash mit
X-ray-Car-Crash-Technologie (X-CC).

GESCHÄFTSFELD AUTOMOTIVE

Die Digitalisierung und Virtualisierung entlang des gesamten automobilen Entwicklungsprozesses – beginnend bei der Materialmodellierung über die Strukturauslegung bis hin zur Produktion – schreiten in großen Schritten voran. Dies erhöht den dringenden Bedarf nach validen Daten als Input für die unterschiedlichen, computergestützten Prozesse. Gleichzeitig konstatierte das Wissenschaftsjournal Nature bereits im Jahr 2016 eine signifikante Reproduzierbarkeitskrise von Daten, insbesondere im Bereich der Physik und Ingenieurwissenschaften. Deshalb beschäftigt sich die Forschungsgruppe Digital Engineering mit neuen Konzepten zur nachhaltigen Digitalisierung, um durch die konsequente Umsetzung der FAIR-Data-Prinzipien den gesamten Lebenszyklus von Forschungsdaten zu erschließen und nutzbar zu machen.

Wertvolle eigene Forschungsdaten werden am EMI unter anderem durch ein neuartiges Mess- und Auswerteverfahren generiert, das unter Einsatz von Röntgendiagnostik die Beobachtung des dynamischen Verhaltens verborgener Fahrzeugstrukturen unter Crashbelastung ermöglicht.



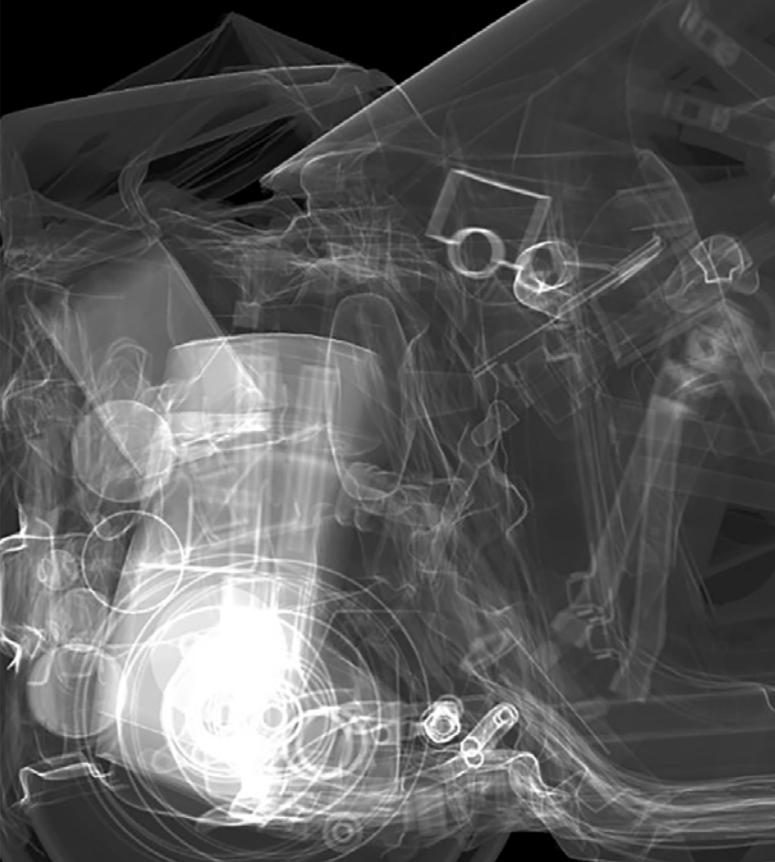
Dr. Jens Fritsch

Geschäftsfeldleiter Automotive
jens.fritsch@emi.fraunhofer.de



www.emi.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/automotive

Auf Crashsimulation basierende Visualisierung der dynamischen Röntgendiagnostik unter Betrachtung eines Toyota Yaris mit einem Insassen (Hybrid-III-Dummy). Die Simulationen wurden mit der Software LS-DYNA (Livermore Software Technology Corp.) am 2010 Toyota Yaris Finite Element Model (CCSA) durchgeführt.



Der Einsatz von Röntgendiagnostik ermöglicht die Beobachtung des dynamischen Verhaltens verborgener Fahrzeugstrukturen unter Crashbelastung. Neben neuartiger Messtechnik werden im Rahmen von Industrie- und Forschungsprojekten die zur Auswertung notwendigen Algorithmen entwickelt.

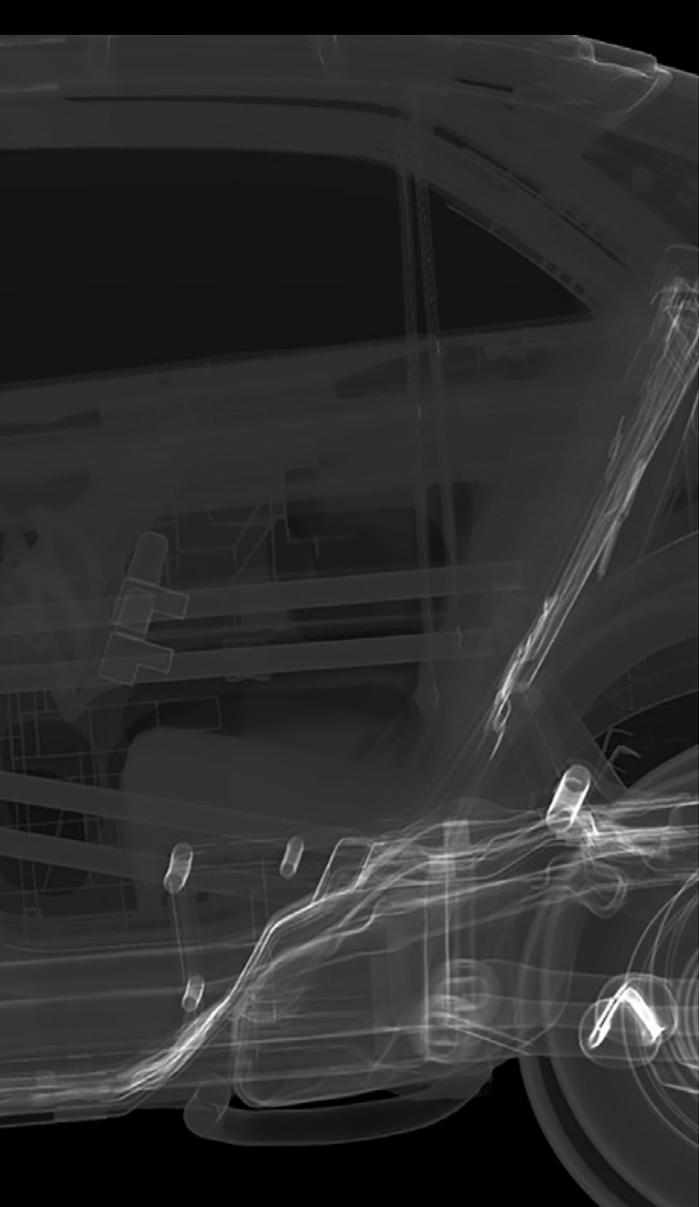


Ines Butz
ines.butz@emi.fraunhofer.de



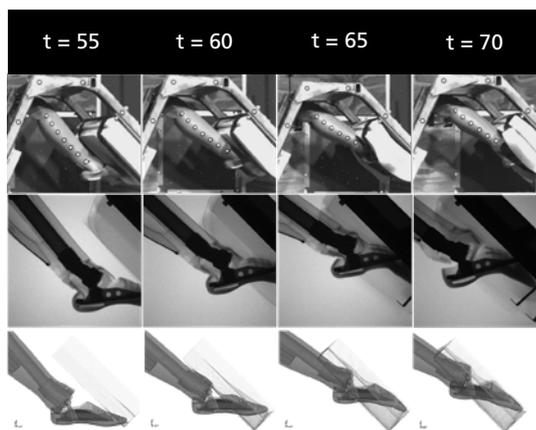
Thomas Soot
thomas.soot@emi.fraunhofer.de





X-RAY CAR CRASH DER DURCH- LEUCHTETE CRASHTEST

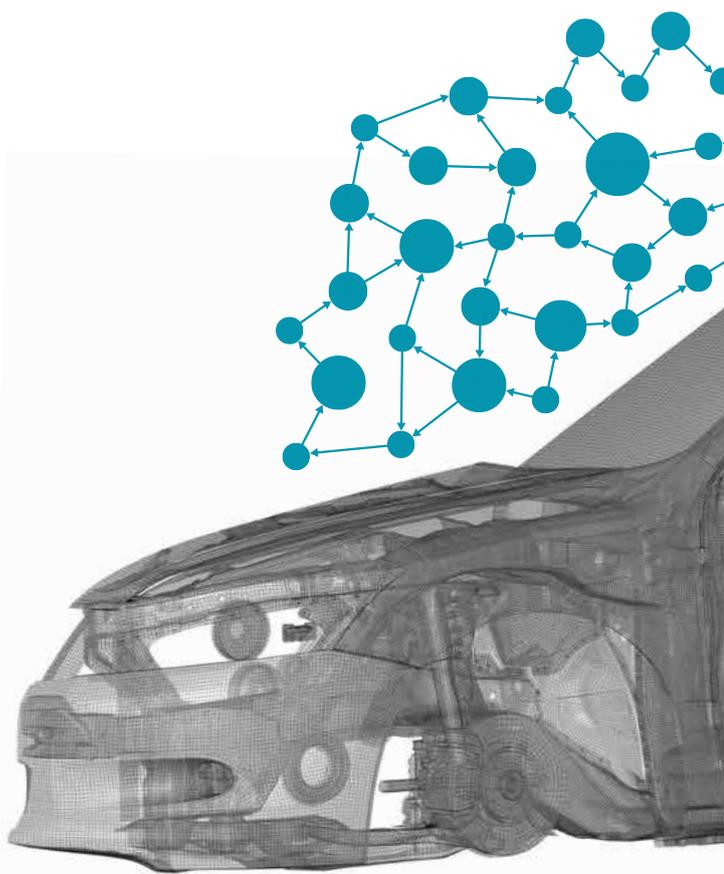
Im Rahmen von Industrie- und Forschungsprojekten wird am Fraunhofer EMI derzeit ein neuartiges Mess- und Auswerteverfahren entwickelt, das unter Einsatz von Röntgendiagnostik die Beobachtung des dynamischen Verhaltens verborgener Fahrzeugstrukturen unter Crashbelastung ermöglicht. Mithilfe eines solchen Verfahrens können während des Fahrzeugcrashes wertvolle Informationen zur Validierung und Optimierung von numerischen Crashsimulationen erfasst werden.



Generischer Lastfall: Anwendung der dynamischen Röntgenanalyse beim Aufprall eines drehbar gelagerten Crashtestdummy-Unterschenkels unter hoher Beschleunigung (30 g). Die Simulationen wurden mit der Software LS-DYNA durchgeführt (Livermore Software Technology Corp.).

In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Entwicklungszentrum Röntgentechnik (EZRT) entwickeln Forscherinnen und Forscher des Fraunhofer EMI die zur Anwendung eines solchen Verfahrens notwendige Hard- und Software. Im Bereich der Messtechnik wurden bereits große Fortschritte bei der Entwicklung eines Spezialdetektors erzielt, der für die Anwendung bei sehr hohen Energien und Bildfrequenzen optimiert ist. Zur Auswertung der erhobenen Bilddaten werden Algorithmen zur automatisierten Erkennung und Nachverfolgung von Fahrzeugmerkmalen entwickelt. Mithilfe von simulierten Röntgenbildern erfolgt eine Optimierung des Versuchsaufbaus sowie ein Vergleich von numerischer Crashsimulation und Experiment im Röntgenbild. Unter Verwendung von Methoden aus dem Bereich der Datenassimilation wird die im 2D-Röntgenbild nicht enthaltene 3D-Information durch Berücksichtigung der numerischen Crashsimulation ergänzt. Auf diese Weise kann das Crashverhalten des Fahrzeugs im Experiment rekonstruiert und mit der zugehörigen Crashsimulation verglichen werden. Das Projekt wird von zahlreichen generischen Lastfällen unterschiedlicher Komplexität begleitet. Hierbei wurde unter anderem ein drehbar gelagertes Dummybein eines typischen Crashtestdummys betrachtet, das bei einer Beschleunigung von 30 g auf eine Schaumstoffbarriere trifft. Der Einsatz des neuartigen Mess- und Auswerteverfahrens zeigt hierbei beispielhaft die Möglichkeiten einer detaillierten Analyse des für klassische Hochgeschwindigkeitskameras verborgenen Verhaltens.





Die Forschungsgruppe Digital Engineering beschäftigt sich mit Lösungen zum digitalen Management von Forschungsdaten und domänenübergreifenden Datenräumen. © FE-Modell: NHTSA/IDOT

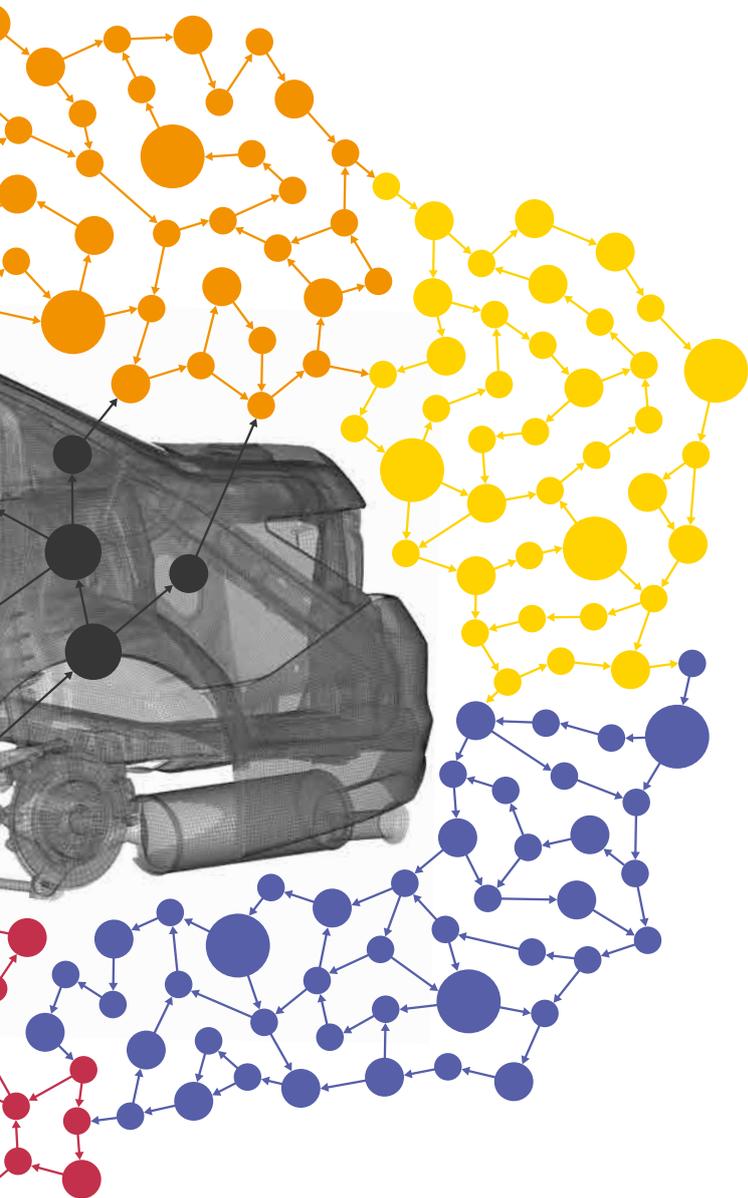


Martin Huschka

martin.huschka@emi.fraunhofer.de

Vor dem Hintergrund der digitalen Transformation und immer stärker datengetriebener Forschungsansätze ist es ein wichtiges Ziel, den gesamten Lebenszyklus von Forschungsdaten zu erschließen und durch die konsequente Umsetzung der FAIR-Data-Prinzipien (FAIR: findable, accessible, interoperable, reusable) nachhaltig und vielfältig verwertbar zu machen. Durch ein digitales Datenmanagement, das auf semantischen Technologien aufbaut, soll unter anderem die Wertschöpfung der Forschungsdaten maximiert werden.





DIGITALES DATEN-MANAGEMENT

Die digitale Transformation hält zunehmend Einzug in das klassische Ingenieurwesen, und gerade im Bereich der Werkstoffwissenschaften zeichnen sich bahnbrechende Innovationen durch moderne Methoden der Datenverarbeitung ab. Deshalb beschäftigt sich die Forschungsgruppe Digital Engineering mit Konzepten zur nachhaltigen Digitalisierung des Managements der Daten, die in den Forschungsbereichen des EMI anfallen.

FAIR Data: Findable – Accessible – Interoperable – Reusable Data

In den letzten Jahren hat sich die weltweite Erzeugung heterogener, unstrukturierter Daten rasant beschleunigt. Neben ihrer Unzugänglichkeit ist ein Großteil der Datensätze besonders aufgrund ihrer

unzureichenden Auszeichnung jedoch nicht wiederverwendbar. Insbesondere vor dem Hintergrund immer stärker datengetriebener Forschungsansätze ist die große Menge der darin enthaltenen Informationen von entscheidendem Wert für zukünftige FuE-Aktivitäten. Das übergeordnete Ziel des Vorhabens ist deshalb, den gesamten Lebenszyklus von Forschungsdaten zu erschließen und durch die konsequente Umsetzung der FAIR-Data-Prinzipien nutzbar zu machen. Metadaten spielen dabei eine übergeordnete Rolle, da sie die Grundlage zur Beschreibung und Erschließung der Bedeutung von Daten bilden. Semantische Technologien ermöglichen es, Metadaten als Kontextinformationen zu integrieren und so das den Daten zugrunde liegende Wissen nutzbar zu machen.

Interoperabilität

Die umfassende Wiederverwendung von Daten wird auch verhindert, da sich in Institutionen heterogene Datenbestände – teils ungenutzt – in sogenannten Datensilos ansammeln. Die semantische Anreicherung von Daten wirkt dem entgegen und befähigt zu disziplin- und domänenübergreifender Interoperabilität. Aufgrund ihrer hohen Aussagekraft ermöglicht der Einsatz von Ontologien als Wissensorganisationssystem die Erhaltung und Erweiterung von Domänenwissen. Sie stellen die explizite Beschreibung der in einer Domäne vorliegenden Konzepte, deren logischen Beziehungen zueinander sowie der vorherrschenden Regeln und Restriktionen formal dar. Die damit einhergehende mensch- und maschinenverständliche Spezifikation der zugrunde liegenden Datenstrukturen und -inhalte fördert die Interoperabilität zwischen heterogenen Daten, Modellen und Systemen. Dadurch entsteht ein potenziell erfolgsentscheidender Produktivitätsgewinn, da Missverständnisse, kostspielige Fehler sowie Mehrarbeit vermieden werden.





*Einfaches semantisches Netz aus zwei
»Resource Description Framework (RDF)«-Graphen.*

Die Forschungsaktivitäten konzentrieren sich nicht nur auf die Maximierung der internen Wertschöpfung der am EMI vorliegenden Forschungsdaten. Gemeinsam mit externen Partnern werden außerdem unternehmensübergreifende Datenräume, wie der Industrial Data Space, für die Werkstoffwissenschaften und entsprechende Engineering-Anwendungen nutzbar gemacht. So können durch die Wiederverwendung, vielfältige Nutzung und Kombination von Daten neue Schlussfolgerungen und wertgesteigerte Forschungsergebnisse entstehen. Des Weiteren ermöglicht dies den Einsatz moderner Datenverarbeitungsmethoden im Bereich von Materials Informatics – beispielsweise durch die automatisierte Analyse großer Datenmengen mittels intelligenter Algorithmen. Nicht zuletzt befähigen interoperable Daten und Modelle zu innovativen digitalen Workflows, wie zum Beispiel im Model-Based Systems Engineering.

Dazu werden Daten und deren Entstehungsprozesse durch semantisch interoperable Metadaten, sogenannte RDF-Graphen, beschrieben. Wenn diese auf Ontologien aufbauen, geht ihr Kontext vollumfänglich und interpretierbar daraus hervor. Die einzelnen Informationsobjekte werden zu einem semantischen Netz logisch miteinander verknüpft – ein Wissensgraph resultiert, und die Transformation von Daten über Information zu Wissen gelingt. Aufbauend auf diesen Prinzipien wird der gesamte Lebenslauf von Ressourcen abgebildet. Dies dient der durchgängigen Transparenz über den aktuellen beziehungsweise vergangenen Zustand von Werkstoffen oder technischen Systemen und der in jedem Prozessschritt anfallenden Daten sowie der Erhöhung der übergreifenden Datenqualität.

Reproduzierbarkeit

Die genaue Kenntnis über die Datenhistorie ist entscheidend, um den aktuellen sowie vergangenen Bearbeitungszustand von Ressourcen entlang einer Prozesskette eindeutig adressieren und lückenlos rückverfolgen zu können.

Digitales Datenmanagement

Digitales Datenmanagement erschließt den gesamten Lebenszyklus von Forschungsdaten nachhaltig. (Quelle: f1000research.com/articles/6-1618/v2)



BATTMOBIL

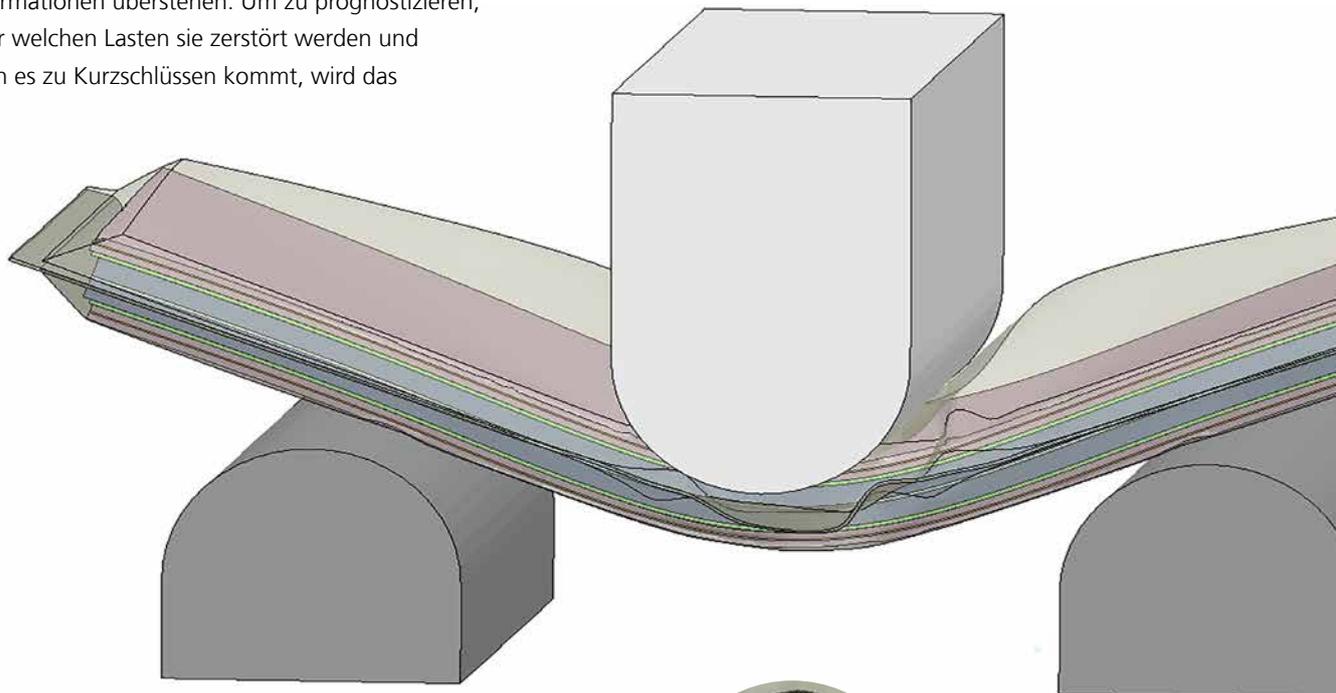
BATTERIEMODELLE ZUR ERHÖHUNG DER CRASHSICHERHEIT VON ELEKTROFAHRZEUGEN

Ein Kurzschluss, hervorgerufen durch große äußere Kräfte, wie sie im Crashfall auftreten, führt zu einem unkontrollierten Entladen der Batteriezelle. Es kommt lokal zu einer Erwärmung und schlimmstenfalls zu einer explosionsartigen Reaktion der Zelle.

Im Rahmen des Projekts BATTmobil wird das Deformationsverhalten von Batteriezellen sowohl experimentell als auch mithilfe von Simulationen untersucht. Es zeigt sich, dass ihr Verhalten wesentlich durch die innere Struktur bestimmt wird. Solange diese Struktur weitgehend intakt bleibt, können Batteriezellen erstaunlich große Deformationen überstehen. Um zu prognostizieren, unter welchen Lasten sie zerstört werden und wann es zu Kurzschlüssen kommt, wird das

Deformationsverhalten simuliert. Dabei ist entscheidend, dass die experimentell identifizierten Versagensmechanismen korrekt modelliert werden. Entsprechend validierte Simulationsmodelle erlauben dann einen detaillierten Einblick in das Zellverhalten und können zur Erhöhung der Crashesicherheit von Batteriemodulen und Fahrzeugstrukturen verwendet werden.

BATTmobil ist ein Forschungsvorhaben, das vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg gefördert wird. Forschungspartner im Projekt sind das Fraunhofer EMI und das Fraunhofer IWM.



Detaillierte Simulation der Deformation von Lithium-Ionen-Batteriezellen zur Untersuchung des Kurzschlussverhaltens.



Benjamin Schaufelberger

benjamin.schaufelberger@emi.fraunhofer.de



MEHR SICHERHEIT FÜR ALLE IM STRASSENVERKEHR – FORSCHUNG MIT BIOFIDELN DUMMYS

Der Schutz verletzlicher Verkehrsteilnehmer (Vulnerable Road Users, VRU) stellt einen kritischen Aspekt der Verkehrssicherheit dar. Verbraucherschutzorganisationen haben bereits Richtlinien zum VRU-Schutz etabliert, die bei der Entwicklung von Neufahrzeugen greifen und sich bisher auf Fußgänger und Radfahrer konzentrierten.

Am EMI soll der Schutz weiterer VRU-Gruppen wie Personen im Rollstuhl und auf E-Scootern detailliert untersucht werden. Diese unterscheiden sich deutlich in ihrer Haltung, Größe oder Geschwindigkeit von anderen VRU. Die Statistik zeigt, dass Rollstuhlfahrer eine höhere Mortalitätsrate beim Verkehrsunfall haben im Vergleich zu Fußgängern.

Um diese Lastfälle zu untersuchen, werden am EMI in Zukunft Biofidel-Dummys eingesetzt. Basierend auf ersten Arbeiten im Ingenieurbüro Priester & Weide im Jahr 2013, wurden diese Fußgängerdummys durch die HTW Dresden und die [crashtest-service.com GmbH](http://crashtest-service.com) stetig weiterentwickelt, um dem menschlichen Vorbild hinsichtlich Verletzungsabbildung, Anatomie und Kinematik immer ähnlicher zu werden. Beispielsweise zeigt der Knochenersatz aus Epoxidharz-Aluminiumpulver ähnliche Brucheigenschaften wie das menschliche Vorbild. Um zu verstehen, wie bei diversen Lastfällen Frakturen des Knochenersatzes entstehen, soll die am EMI entwickelte Methode des zeit aufgelösten, hochdynamischen Röntgens genutzt werden. Der Vergleich mit Simulationsdaten von Finite-Elemente-Menschmodellen soll neue Erkenntnisse für den VRU-Schutz generieren.

Der innere Aufbau des Dummys. Durch eine flexible Hüfte kann die sitzende Haltung eines Rollstuhlfahrers erreicht werden. Lastfälle dieses VRU-Typs sollen am EMI untersucht werden.

© [crashtest-service.com GmbH](http://crashtest-service.com)



Niclas Trube

niclas.trube@emi.fraunhofer.de





Die optimale Nutzung von Ergebnissen realer Crashtests zur Validierung und Optimierung von numerischen Crashsimulationen erfordert die Integration realer und virtueller Datensätze.

© FE-Modell: NHTSA/IDOT, © Foto: Adobe Stock

»GREY-BOX-PROCESSING« DATENVERARBEITUNG UND -ANALYSE AN DER SCHNITTSTELLE ZWISCHEN EXPERIMENT UND SIMULATION

Die steigenden Anforderungen an zukünftige Fahrzeugsysteme bezüglich Sicherheit, Kosten, kurzer Entwicklungszyklen sowie Ressourceneffizienz stellen eine zunehmende Herausforderung dar. Bei der Bewältigung dieser Herausforderungen spielt die kontinuierliche Digitalisierung und Virtualisierung des automobilen Entwicklungsprozesses eine zentrale Rolle. Eine abgesicherte virtuelle Fahrzeugentwicklung erfordert experimentell validierte Simulationsmethoden und -modelle mit hoher Prognosefähigkeit.

Um die Anzahl der besonders zeit- und kostenintensiven Fahrzeugsicherheitsversuche so gering wie möglich zu halten, ist sowohl die Erfassung als auch die optimale Nutzbarmachung der größtmöglichen Informationsmenge aus einzelnen Versuchen notwendig. Aus diesem Grund werden am Fraunhofer EMI neben der Erforschung und Anwendung neuartiger Messsysteme Methoden zur Datenverarbeitung und -analyse an der Schnitt-

stelle zwischen Experiment und Simulation entwickelt. Diese neuen Verfahren erlauben den Transfer komplex strukturierter experimenteller Daten in numerische Simulationsumgebungen in Gestalt von virtuellen Lösungsräumen. Die dadurch realisierte Integration realer und virtueller Datensätze ermöglicht die Identifizierung und Bewertung von Abweichungen zwischen Experiment und Simulation sowie die Ableitung von entsprechenden Optimierungsmaßnahmen mithilfe von physikalisch interpretierbaren Kennwerten.



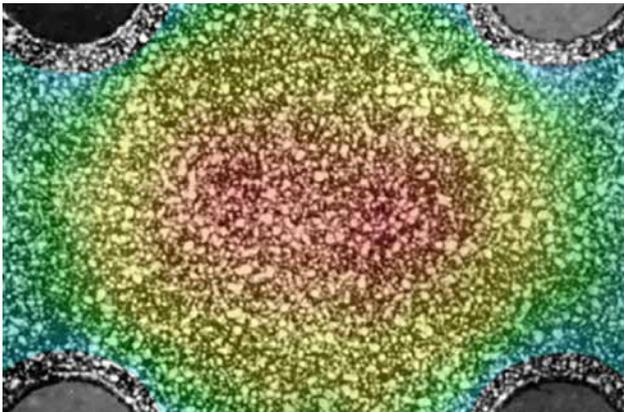
Thomas Soot

thomas.soot@emi.fraunhofer.de



KUNSTSTOFFE UNTER MEHRACHSIGER BELASTUNG

Das EMI erforscht gemeinsam mit dem Fraunhofer IWM und Partnern aus der Industrie das Verhalten von Thermoplasten. Während bisher aufgrund der einfachen Versuchsdurchführung solche Materialien meist unter uniaxialer Zugbelastung untersucht wurden, liegt der Schwerpunkt in diesem Forschungsprojekt auf mehrachsiger Belastung unter crashrelevanten Bedingungen.



Mittels digitaler Bildkorrelation (Digital Image Correlation, DIC) gemessene Dehnungsverteilung in einer Kreuzzugprobe.

DR. KISTERS ALS GASTWISSENSCHAFTLER IN PHILADELPHIA

Zur Intensivierung einer seit Jahren bestehenden Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Crashesicherheit von Batteriezellen und -modulen zwischen dem EMI und der Arbeitsgruppe von Professor Elham Sahraei sowie zum Austausch von Erfahrungen und Know-how war Dr. Thomas Kisters von Oktober 2019 bis März 2020 als Gastwissenschaftler an der Temple University in Philadelphia, USA.

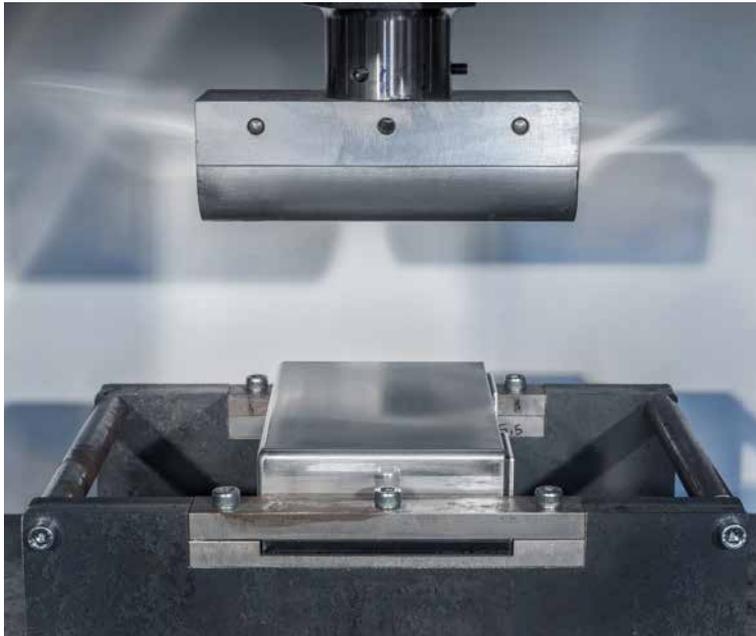


Dr. Thomas Kisters (hintere Reihe Mitte) als Gastwissenschaftler in der Arbeitsgruppe von Professor Elham Sahraei (vordere Reihe, Zweite von links).



GEPLANTES BATTERIEPRÜFLABOR FÜR GESAMTBATTERIEN

Wie verhalten sich Batterien von Elektroautos unter Crashbelastungen? In diesem wichtigen und zukunftsweisenden Industrie- und Forschungsfeld wird das Fraunhofer EMI die Anwendung seiner Fachkenntnis zur Crashesicherheit, die bezüglich Batterieprüfung bislang auf Batteriezellebene stattgefunden hat, auf Batteriemodule und Gesamtbatterien erweitern.



[s.fhg.de/batterieprueflabor-gesamtbatterien](https://www.s.fhg.de/batterieprueflabor-gesamtbatterien)

Bislang wurden Zellen von Batterien am EMI auf Crashesicherheit getestet – bald auch große Module und Gesamtbatterien.



GESCHÄFTSFELD
RAUMFAHRT



*2-Unit Engineering Model eines Nanosatelliten.
Das EMI entwickelt einen eigenen Nanosatelliten
sowie Hard- und Software für Satelliten.*

GESCHÄFTSFELD RAUMFAHRT

Ein neues, am EMI entwickeltes optisches 3D-Messverfahren ermöglicht es erstmals, eine komplette, beim Hypervelocity-Impakt erzeugte Fragmentwolke in bisher nie gekannter Präzision dynamisch zu vermessen. Dieses Verfahren wird bereits erfolgreich im ESA-Projekt MIRAD und weiteren Forschungsprojekten angewandt.

Das 2019 erstmals komplett integrierte Ingenieursqualifikationsmodell unseres Nanosatellitendemonstrators ERNST haben wir in mehreren Kampagnen einer Raumfahrtqualifikation unterzogen. Bei dieser Gelegenheit konnten wir auch eine neue Thermal-Vakuum-Kammer und einen Schwingungsprüfstand in Betrieb nehmen.

Immer mehr ins Zentrum des Interesses rückt der Downstream, also die Nutzung von Satellitendaten. Das ist der Bereich, mit dem sich ConstellR, der erste Spin-off des Fraunhofer EMI, im laufenden Jahr 2020 ausgründen möchte. ConstellR plant, hochgenaue und kontinuierliche Temperaturmessungen unseres Planeten mithilfe einer Konstellation von Kleinstsatelliten anzubieten.

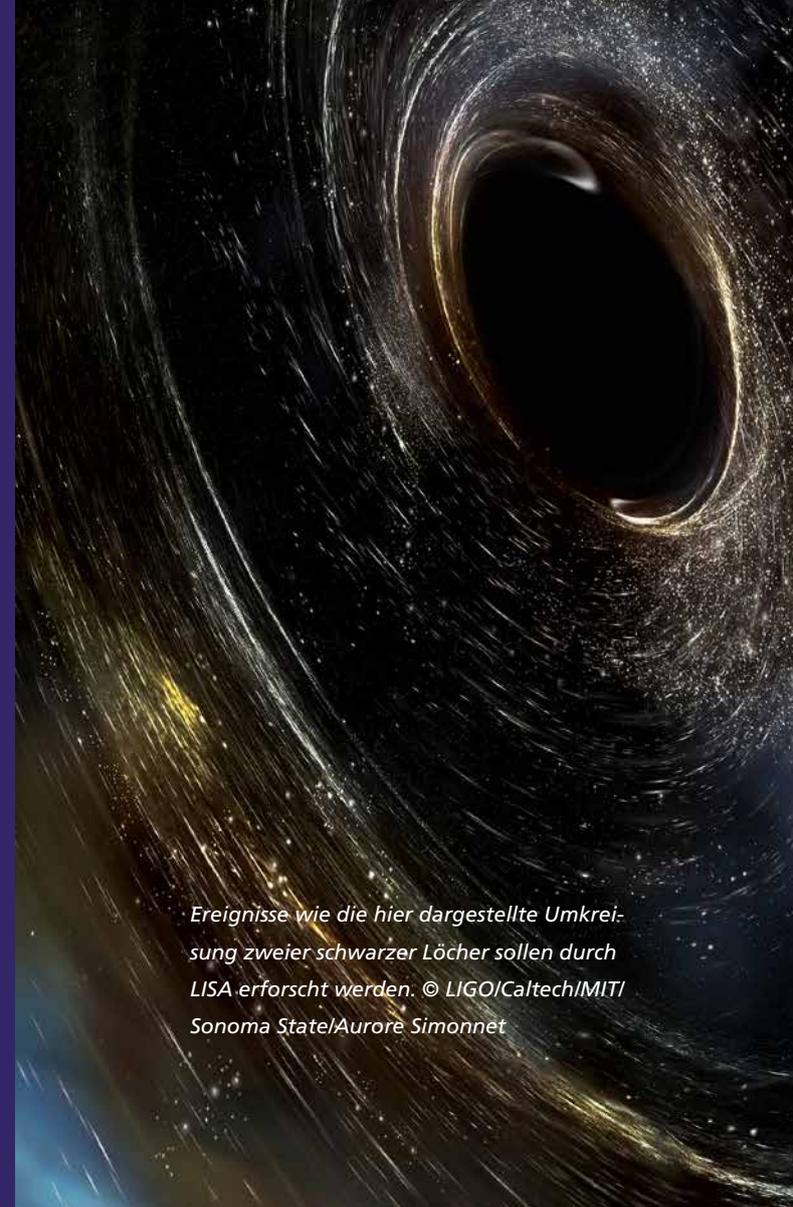


Prof. Dr. Frank Schäfer

Geschäftsfeldleiter Raumfahrt
frank.schaefer@emi.fraunhofer.de



www.emi.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/raumfahrt



Ereignisse wie die hier dargestellte Umkreisung zweier schwarzer Löcher sollen durch LISA erforscht werden. © LIGO/Caltech/MIT/Sonoma State/Aurore Simonnet

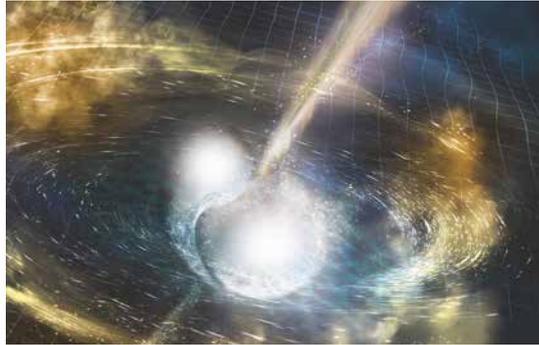
Beim Impakt auf ein Raumfahrzeug werden Fragmente ausgeschleudert. Mit der am EMI entwickelten Fragmentverfolgungsmethode können die Eigenschaften dieser Fragmente erstmals detailliert vermessen werden. Ziel ist es, den Einfluss der Weltraumteilchenumgebung auf Bahn und Lage von Satelliten vorherzusagen.



Robin Putzar

robin.putzar@emi.fraunhofer.de





Ereignisse wie die hier dargestellte Kollision zweier Neutronensterne sollen durch LISA erforscht werden.

© NSF/LIGO/Sonoma State University/Aurore Simonnet

KLEINE EINSCHLÄGE MIT GROSSER WIRKUNG

WIE MIKRO- METEOROIDEN EMPFINDLICHE SATELLITEN- SENSOREN STÖREN KÖNNEN

Bei Einschlägen mit kosmischen Geschwindigkeiten entstehen nicht nur Krater: Das vormals im Krater enthaltene Material wird als Fragmente mit hoher Geschwindigkeit aus dem Krater ausgeworfen. Bei geologischen Impaktereignissen lagert sich ein Teil des Auswurfs um den Krater an, ein anderer Teil wird zurück ins Weltall geschleudert. Bei Einschlägen auf Raumfahrzeuge (durch Raumfahrtschrott oder Mikrometeoroiden) finden dieselben Prozesse statt: Durch den zusätzlichen Impuls der Fragmente wird der Satellit stärker aus seiner Bahn ausgelenkt, als wenn er den Impaktor einfach nur »geschluckt« hätte. Über die Eigenschaften dieser Fragmente,



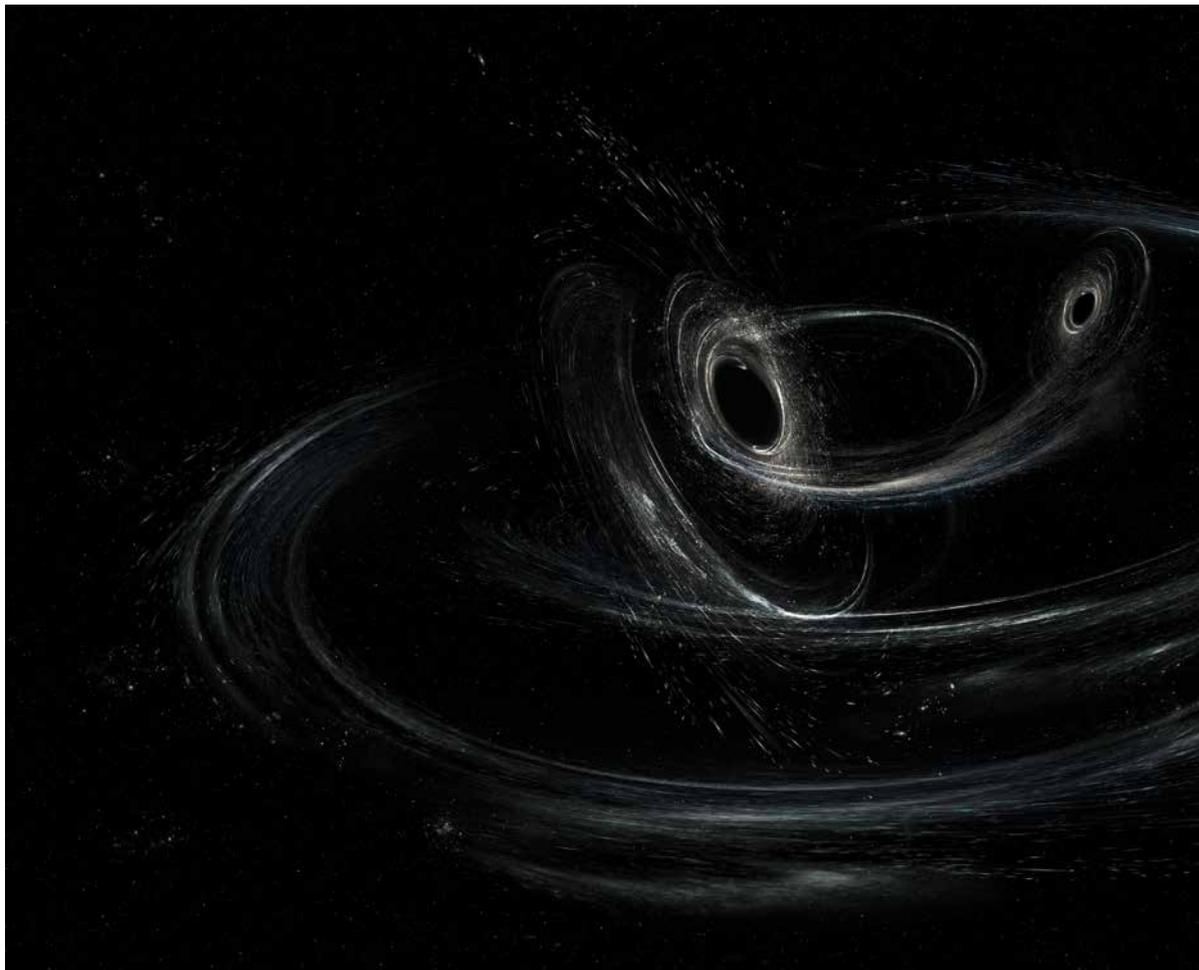
insbesondere deren Geschwindigkeiten, war bisher nur wenig bekannt.

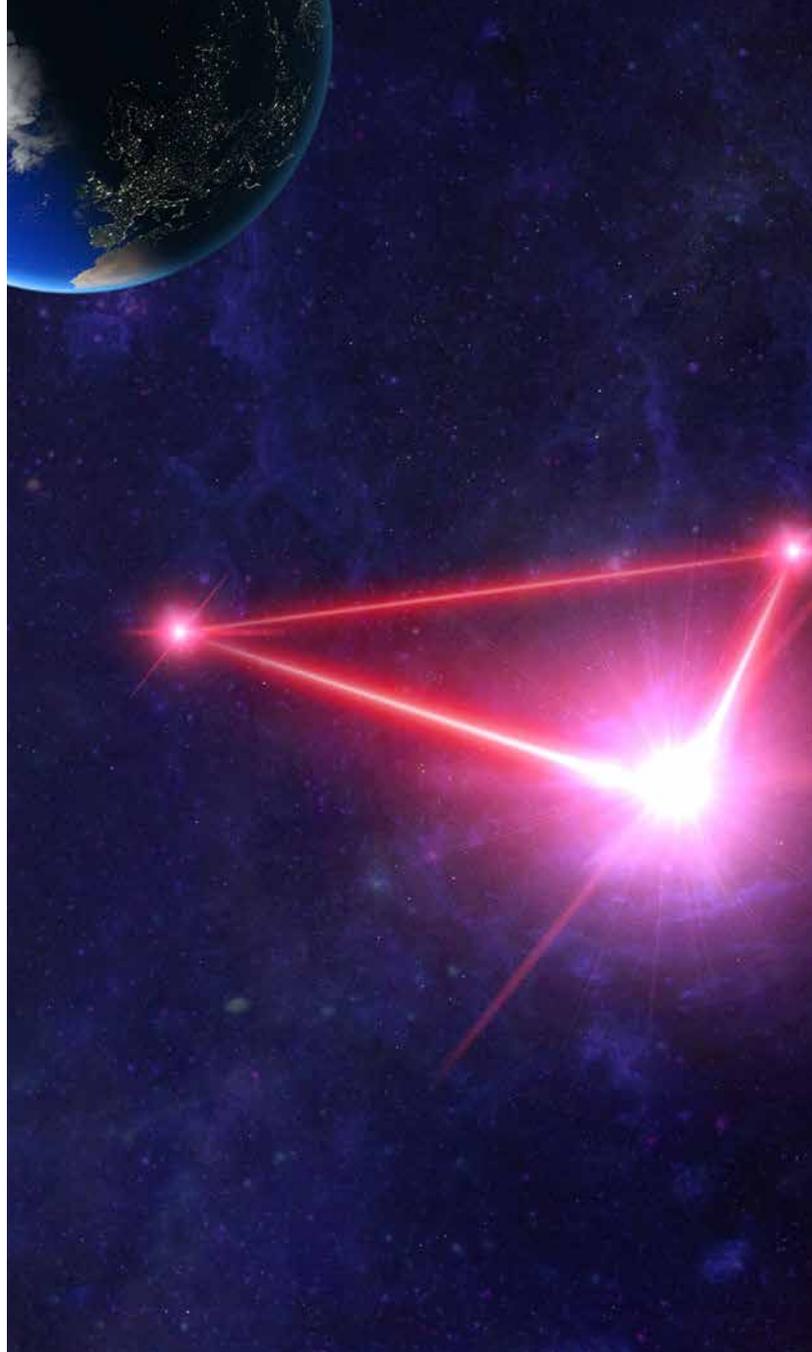
Die für 2034 geplante LISA-Mission (Laser Interferometer Space Antenna) der ESA soll Gravitationswellen messen, wie sie beispielsweise bei der Kollision schwarzer Löcher entstehen. Dazu müssen Laserverbindungen zwischen drei Satelliten über mehrere Millionen Kilometer Abstand aufrechterhalten werden. Werden ein Satellit und damit dessen Laserstrahlen durch einen Einschlag ausgeleuchtet, können die Messungen gestört und unterbrochen und damit die Mission gefährdet werden.

Im Rahmen des MIRAD-Projekts (Micro-particle Impact Related Attitude Disturbances) wurden Impactversuche auf für Raumfahrzeuge repräsentative CFK-Materialproben durchgeführt. Durch die in den vergangenen Jahren am Fraunhofer EMI entwickelte Fragmentverfolgungsmethode konnten

dabei die Eigenschaften der ausgeschleuderten Fragmente erstmals detailliert vermessen werden. Insbesondere die kombinierte Messung aus Masse, Geschwindigkeit und Trajektorie (Bahnkurve) einzelner Fragmente ist weltweit einzigartig und konnte in dieser Qualität bisher nicht durchgeführt werden.

Mit dem aus diesen Daten am Fraunhofer EMI entwickelten Modell können die gemessenen Eigenschaften der Fragmente und des ausgeworfenen Materials vorhergesagt werden. Damit kann der Einfluss der Weltraumteilchenumgebung auf Bahn und Lage von Satelliten insbesondere mit empfindlichen Messgeräten vorhergesagt werden. Derzeit wird geprüft, ob sich die gefundenen Gesetzmäßigkeiten auch auf geologische Materialien und damit beispielsweise auf die Beschreibung von planetaren Impaktereignissen übertragen lassen.





Darstellung der LISA-Konstellation vor der Erde.

© CC BY 4.0 – composition and rendering by University of Florida/Simon Barke is licensed under Creative Commons Attribution International license (CC BY 4.0)



Zwei sich umkreisende schwarze Löcher (Illustration).

*© LIGO/Caltech/
MIT/Sonoma State
University/Aurore
Simonnet*

Mehr Informationen zum
Weltraumlaserinterferometer LISA



[s.fhg.de/Weltraumlaserinterferometer-LISA](https://www.s.fhg.de/Weltraumlaserinterferometer-LISA)



EIN SCHATZ FÜR DIE WISSENSCHAFT

UNTERSUCHUNG DES SCHUTZSCHILDS DER ISS

Seit 2008 befindet sich das Columbus-Modul der Internationalen Raumstation (ISS) im Orbit. Seit dieser Zeit schlagen Teilchen natürlichen und anthropogenen Ursprungs dort ein. Dagegen ist es gut geschützt, denn der Schutzschild wurde am Fraunhofer EMI entwickelt und getestet.

Durch seine große Oberfläche und die lange Orbitalzeit haben sich inzwischen einige Krater angesammelt – ein Schatz für die Wissenschaft. Denn die Modelle, mit denen solche Einschläge vorhergesagt werden, benötigen Daten: Messwerte von Impaktsensoren oder auf die Erde zurückgeholtes Material. Der jüngste große Datensatz stammt von den Solarzellen des Hubble-Teleskops, die 2002 zum zweiten Mal ausgetauscht und danach auf der Erde untersucht wurden.

Im September 2018 konnte ein Team um DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt), Universität Oldenburg, TU Braunschweig und Fraunhofer EMI die NASA und die ESA davon überzeugen, mit dem ISS-Roboterarm Videos von der Außenhülle des Columbus-Moduls aufzunehmen. Darauf wurden nun mit einem am Fraunhofer EMI entwickelten automatischen Verfahren mehrere Tausend Krater vermessen, die kleinsten weniger als einen halben Millimeter, die größten etwa acht Millimeter im Durchmesser. Mit den neu gewonnenen Daten können zukünftige Missionen besser auf das Risiko solcher Einschläge vorbereitet werden.



s.fhg.deliss-columbus-modul



Der ISS-Roboterarm fährt die Außenhülle des Columbus-Moduls ab. Auf dem Video sind mehrere Tausend Krater zu sehen. © NASA/ESA



Robin Putzar

robin.putzar@emi.fraunhofer.de



NEUE AUSSTATTUNG UND DIENSTLEISTUNGEN FÜR DIE RAUMFAHRTQUALIFIKATION

Das Fraunhofer EMI steht in der Raumfahrtbranche für in Umfang und Qualität außergewöhnliche experimentelle und numerische Simulation von Hypervelocity-Impaktvorgängen, wie sie bei Kollisionen von Space Debris mit Raumfahrtsystemen oder Asteroiden auf planetaren Oberflächen auftreten. Im Rahmen unserer neuen Aktivitäten im Bereich der Kleinsatelliten haben wir unser Testspektrum zur Raumfahrtqualifikation für Komponenten und CubeSats erweitert.

Die mechanischen Vibrationslasten eines Raketenstarts stellen wir mit einem elektrodynamischen Shaker für Nutzlasten bis 25 Kilogramm nach. Stoßlasten, die zum Beispiel bei der pyrotechnischen Trennung von Raketenstufen entstehen, simulieren wir anhand eines einstufigen Gasbeschleunigers mit einer Resonanzplatte. Eine Thermal-Vakuum-Kammer dient der Nachstellung der thermalen Strahlungsumgebung im Orbit. Sie wird in diesem Jahr um eine Sonnensimulation erweitert, die bereits außerhalb der Kammer für Tests der ERNST-Solargeneratoren zum Einsatz kam. Außerdem in Planung ist das Einrichten eines Reinraumbereichs im Testlabor.

Unsere neuen Fähigkeiten zur Raumfahrtqualifikation stellen wir auch als Testdienstleistungen für externe Kunden zur Verfügung.



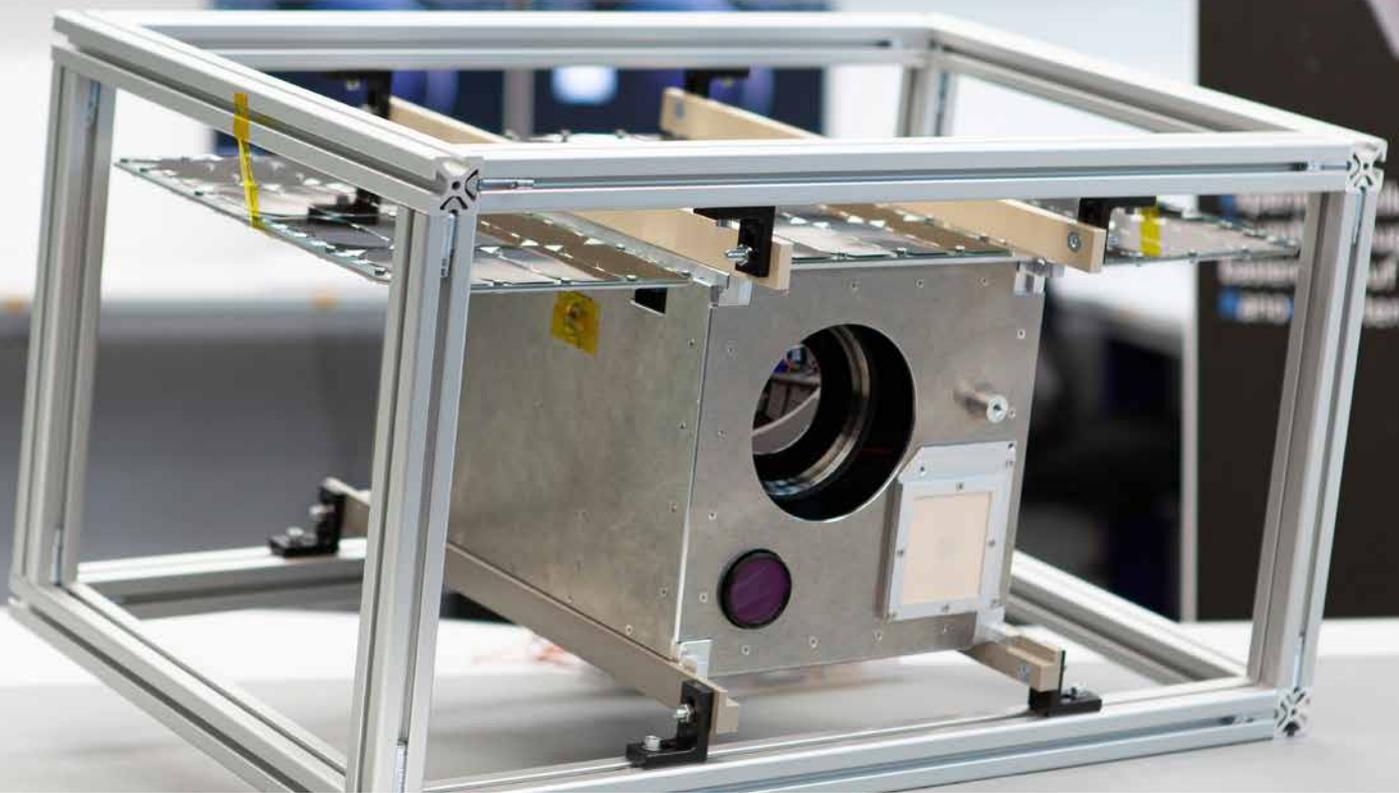
Thermal-Vakuum-Kammer mit 12U-CubeSat ERNST.



Dr. Martin Schimmerohn

martin.schimmerohn@emi.fraunhofer.de





ERNST-Ingenieursqualifikationsmodell (engineering qualification model, EQM) in der Montageplattform.

RAUMFAHRTQUALIFIKATION DES NANOSATELLITEN ERNST

Das Fraunhofer EMI entwickelt derzeit den ersten Fraunhofer-Satelliten ERNST. ERNST ist ein 12U-Nanosatellit, der mit einer kryogekühlten Infrarotnutzlast das Potenzial und die Agilität dieser Satellitenklasse für die Bundeswehr demonstrieren wird. Im Jahr 2019 stellten wir die Integration des ERNST-Ingenieursqualifikationsmodells (engineering qualification model, EQM) fertig. Das EQM beinhaltet alle Komponenten und Funktionalitäten des späteren Flugmodells, wobei nicht bei allen Subsystemen die teuren, hochwertigen Raumfahrtkomponenten zum Einsatz kommen.

Wir betreiben das ERNST-EQM im simulierten Dauerbetrieb zur Verifikation der Systemfunktionalität, wobei der Satellitenbus und die Nutzlasten Testprozeduren durchführen. Versorgt wird der Satellit dabei durch einen Solargeneratorsimulator, der die typische Ausgangsleistung der Solarzellen in Abhängigkeit von der simulierten Orbitposition zur Verfügung stellt. Die Robustheit des Satelliten gegenüber den speziellen Umweltbelastungen einer Raumfahrtmission testen wir mit Schwingungs- und Thermal-Vakuum-Tests. Im Jahr 2020 sind zudem Tests beim Fraunhofer INT zur Messung der Sendeleistung der Antennen und der elektromagnetischen Verträglichkeit auf Systemebene geplant.

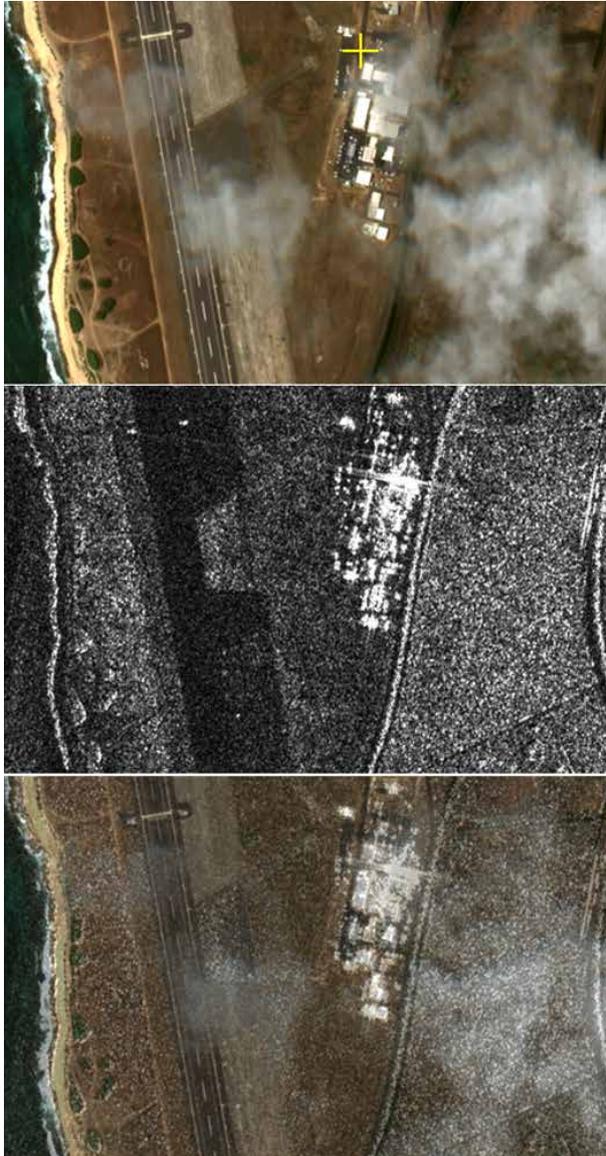


Dr. Martin Schimmerohn

martin.schimmerohn@emi.fraunhofer.de



MILITÄRISCHE NUTZUNG VON KLEINSATELLITEN



SkySat- und RADARSAT-2-Bildausschnitte, die einen Bereich an einer Startbahn der Pacific Missile Range Facility zeigen.

Im Projekt Micro Satellite Military Utility Project Agreement (MSMU PA) im Rahmen des Responsive Space Capability Memorandum of Understanding (RSC MoU) untersucht das Fraunhofer EMI für die Bundeswehr im Team mit neun Partnernationen den militärischen Nutzen von Kleinstsatelliten. Der Nutzen wird dabei anhand der Ergebnisse demonstriert, die der Verbund als unabhängiger Beobachter von militärischen Übungen erzielt, beispielsweise der RIMPAC (Rim of the Pacific) 2018. Die Daten wurden mithilfe einer hybriden Weltraumarchitektur durch eine Vielzahl an Kleinstsatelliten der beteiligten Nationen gewonnen. In der hybriden Weltraumarchitektur werden militärische und kommerziell verfügbare Satellitenkapazitäten kombiniert, so dass eine bessere räumliche Abdeckung, eine höhere Persistenz, eine größere Vielfalt an experimentellen Sensortypen und eine geringere Latenzzeit der mit Satellitenkapazitäten generierten Informationsprodukte realisiert werden können. Ein Beitrag des EMI ist das experimentelle Sensorverfügbarkeitsanalysetool RASCAT (Rapid Sensor Analysis Tool), das neben der Untersuchung von Sensorverfügbarkeiten auch zur Überflugwarnung eingesetzt werden kann. 2020 und 2021 stehen weitere Übungen an.



Prof. Dr. Frank Schäfer

frank.schaefer@emi.fraunhofer.de





Satellitenbild von Hamburg, Falschfarbendarstellung auf Basis von Aufnahmen im sichtbaren und nahen Infrarotspektrum.

© Europäische Union, enthält modifizierte Copernicus Sentinel Daten [2019], verarbeitet von Sentinel Hub

FLEXIBEL REKONFIGURIERBARE BILDVERARBEITUNG AN BORD VON SATELLITEN

In der weltraumgestützten Erdbeobachtung fallen durch hochauflösende Sensoren immense Datenmengen an. On-Board-Datenverarbeitung ermöglicht die Bereitstellung dieser Informationen für den Nutzer mit kürzeren Latenzzeiten bis hin zu echtzeitfähigen Systemen.

Ausgestattet mit der neuesten Generation von FPGA-basierten Prozessoren, ermöglicht die EMI Data Processing Unit (DPU) leistungsfähige Bildverarbeitung an Bord von kleinen Satelliten. Die Software der DPU wurde hinsichtlich möglichst großer Flexibilität entwickelt. Sie kann in einer grafischen Oberfläche konfiguriert werden. Die erstellte Konfiguration kann direkt in einer Simulationsumgebung getestet und anschließend auf den Satelliten im Orbit transferiert und ausgeführt werden.



s.fhg.de/Bildverarbeitung-Satellit

Diese Flexibilität ermöglicht kürzere Entwicklungszeiten für zukünftige Erdbeobachtungssatelliten. Mit der EMI DPU können nun sogar nach dem Start eines Satelliten noch neue Anwendungen umgesetzt werden. Dieser Ansatz fügt sich nahtlos in die Geschäftsmodelle des New Space ein.

Neben verschiedenen Mikrosatellitenmissionen unserer Kunden wird die EMI DPU auch im Nanosatelliten ERNST des Fraunhofer EMI eingesetzt. Der Start von ERNST ist für das Jahr 2022 geplant.



Clemens Horch

clemens.horch@emi.fraunhofer.de

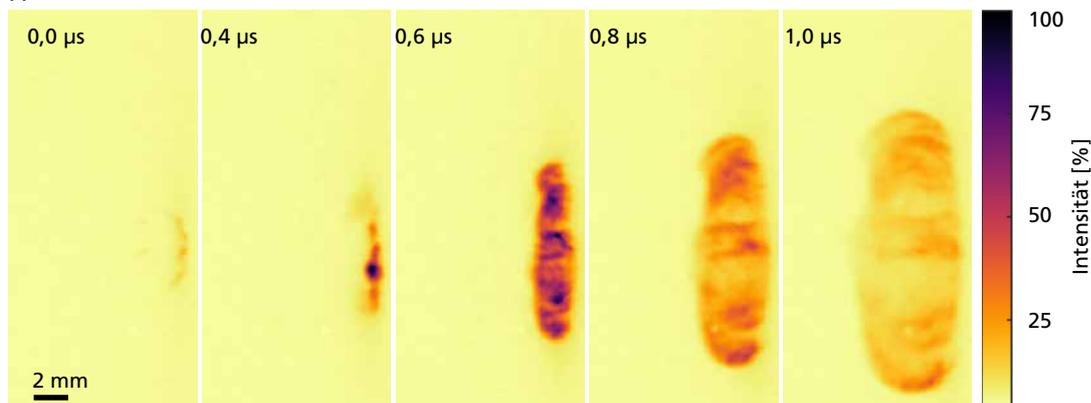


JETTING

DER FRÜHE AUSWURF BEIM EINSCHLAG EINES METEORITEN

Am EMI werden die physikalischen Prozesse, die beim Einschlag von Himmelskörpern auftreten, mit experimentellen Methoden erforscht. Aktuell werden die Mechanismen zur Entstehung von Streufeldern aus geschmolzenen Glaspartikeln untersucht. Diese sogenannten Tektite werden teilweise in Tausenden Kilometern Entfernung vom Einschlagsort gefunden. Besonders bekannt sind die in Tschechien gefundenen, als Moldavite bezeichneten Tektite, die aus dem Nördlinger Ries stammen sollen. Am EMI werden diese Impaktprozesse im Miniaturmaßstab in Laborexperimenten nachgestellt. Dabei sind erstmals präzise zeit- und winkelaufgelöste Messungen der Frühphase des beim Einschlag erzeugten Auswurfs durchgeführt worden. In dieser Phase bestehen die Auswürfe aus teilweise ionisiertem gasförmigem Material und aus geschmolzener Materie, die sich in der Form eines expandierenden Torus-Rings radial zur Seite ausbreiten. Die Schatten dieser wenige Millimeter großen Auswurfbereiche wurden seitlich zur Einschlagsrichtung mit einer Hochgeschwindigkeitskamera fotografiert. Auf den Fotos erscheinen sie wie eine Wolke.

A



Das Bild zeigt die frühe Wolkenausbreitung innerhalb der ersten Mikrosekunde nach Einschlag eines Aluminiumprojektils auf Quarz mit einer Einschlagsgeschwindigkeit von etwa sechs Kilometern pro Sekunde.

CONSTELLR

Das Fraunhofer EMI plant seine erste Ausgründung im Bereich des dynamischen New-Space-Markts. Mit dem Spin-off ConstellR planen Marius Bierdel und Dr. Max Gulde eine Kleinstsatellitenkonstellation zur Vermessung der Oberflächentemperatur unseres Planeten mit bisher nicht erreichter Genauigkeit. Finanziert durch das Programm EXIST (Existenzgründungen aus der Wissenschaft) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, wird dazu im Jahr 2021 eine In-Orbit-Demonstration realisiert.



ConstellR



Weitere Informationen finden Sie unter www.constellr.space



GESCHÄFTSFELD
LUFTFAHRT



Die Verbreitung von Flugdrohnen stellt eine Gefahr für den Luftverkehr dar. Das Fraunhofer EMI erforscht Methoden zur Bewertung der Kollisionsszenarien als Grundlage für adäquate Schutzmaßnahmen.

© Adobe Stock

GESCHÄFTSFELD LUFTFAHRT

Die Sicherstellung eines Höchstmaßes an Sicherheit ist Grundvoraussetzung für die Zulassung eines neuen Flugzeugmusters. Neben der Funktionstüchtigkeit der verbauten Komponenten im Betrieb muss auch sichergestellt werden, dass äußere Einflüsse nicht zu einem Absturz des Flugzeugs führen können. Neben dem allseits bekannten Vogelschlag gibt es weitere externe Bedrohungen, wie zum Beispiel Blitzschlag oder eine mögliche Kollision mit Drohnen. Diese Themen werden am EMI erforscht und in den nachfolgenden Artikeln kurz umrissen.

Neben der Sicherheit ist die Effizienz (Treibstoffverbrauch pro Passagierkilometer) entscheidend für den Erfolg eines neuen Musters. Der metallische 3D-Druck eröffnet der Industrie neue Möglichkeiten des belastungsgerechten Designs tragender Strukturen, wodurch Gewichtseinsparungen und folglich Effizienzsteigerungen ermöglicht werden. Am EMI werden diese Designmöglichkeiten erforscht und am Beispiel einer hochbelasteten Halterung einer Cargotür veranschaulicht.



Dr. Michael May

Geschäftsfeldleiter Luftfahrt
michael.may@emi.fraunhofer.de



www.emi.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/luftfahrt

*Gefährliche Drohnenannäherung
bei einem Hubschraubereinsatz
über städtischem Gebiet.*

© Drohne: Adobe Stock

© Helikopter: MEV Verlag



Die zunehmende Anzahl von Drohnen erhöht die Gefahr von Kollisionen im Luftraum. Wie hoch ist die Gefahr durch eine solche Kollision? In Versuchen am Fraunhofer EMI gehen wir dieser Frage nach. Ein Softwaretool soll in Zukunft die Auswirkung unterschiedlicher Kollisions-szenarien auswerten.



Dr. Sebastian Schopferer

sebastian.schopferer@emi.fraunhofer.de





LUFTRAUM UMKÄMPFT DROHNEN GEFÄHRDEN DEN FLUGVERKEHR

Die starke Verbreitung von Flugdrohnen in den letzten Jahren hat zu einer deutlichen Zunahme an gemeldeten Zwischenfällen im Luftverkehr geführt, darunter auch einige mit gravierenden Auswirkungen auf den Flugbetrieb. Da verlässliche Angaben zur Anfälligkeit von Luftfahrzeugen gegenüber Kollisionen mit Drohnen noch nicht etabliert sind, werden bei einer Sichtung derzeit im Zweifelsfall ganze Flughäfen lahmgelegt. Daher erforschen wir am Fraunhofer EMI Methoden, mit denen die Kritikalität von Kollisionsszenarien bewertet werden



Blick in den Prüfstand nach dem Impact einer Drohnenbatterie auf ein Aluminiumblech.

kann, um Grundlagen für die Festlegung adäquater Schutzmaßnahmen bereitzustellen.

Erste Untersuchungen zum Gefährdungspotenzial durch Drohnenkollision wurden bereits an unseren Prüfständen durchgeführt. Hierzu wurden zunächst die Drohnenkomponenten mit dem höchsten Schädigungspotenzial identifiziert – aufgrund ihrer Masse und kompakten Bauform sind dies in erster Linie die Motoren und Batterien. Diese wurden dann sowohl in quasistatischen Druckversuchen als auch in Impactversuchen auf deformierbare Ziele aus luftfahrtrelevanten Werkstoffen bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten charakterisiert.

Insbesondere für Hubschrauber besteht aufgrund ihrer niedrigeren Flughöhe sowie bei Einsätzen über bewohntem Gebiet eine höhere Wahrscheinlichkeit, mit einer Drohne zu kollidieren. Daher plant das Fraunhofer EMI zusammen mit weiteren Partnern derzeit die Durchführung eines Forschungsprojekts zur Erarbeitung von Methoden, mit denen die Auswirkungen von Zusammenstößen zwischen Drohnen und Hubschraubern umfassend analysiert werden können.

Die Vorgehensweise im Projekt kombiniert experimentelle, numerische und analytische Methoden, so dass am Ende des Projekts ein Softwaretool bereitstehen soll, welches eine effiziente Auswertung einer Vielzahl unterschiedlicher Kollisionsszenarien ermöglicht. Auf experimenteller Seite soll ein neuer Teststand entwickelt werden, der es ermöglicht, komplette Drohnen mit einem Gewicht von mehreren Kilogramm auf Geschwindigkeiten von bis zu 150 Metern pro Sekunde zu beschleunigen.





Ein Flugzeug wird im Laufe seines Lebens mehrmals von einem Blitz getroffen.

© panthermedia.net

UNTERSUCHUNG ZUM BLITZSCHLAG AUF FLUGZEUGE

Im Laufe seines Lebens wird jedes Flugzeug mehrmals von einem Blitz getroffen. Moderne Verkehrsflugzeuge wie die A350 oder die B787 weisen einen hohen Anteil an kohlefaserverstärkten Verbundwerkstoffen auf. Im Gegensatz zu den traditionell verbauten Aluminiumlegierungen leiten Verbundwerkstoffe den elektrischen Strom nur sehr schlecht. Um einer lokalen Zerstörung der Verbundwerkstoffstruktur durch einen Blitz vorzubeugen, werden metallische Blitzschutzgitter oder Blitzschutzfolien in die Struktur integriert.

Im Rahmen des europäischen Forschungsprojekts Clean Sky 2 wurden am Fraunhofer EMI Blitz-

schlagversuche an Verbundwerkstoffen mit einem Blitzschutzgitter aus Kupfer durchgeführt. Dabei wird die zu untersuchende Struktur kurzfristig mit einer Stromstärke von 200 Kiloampere beaufschlagt. Es wurde beobachtet, dass das Kupfernetz im Bereich des Einschlags schwer beschädigt wurde. In der Folge wurde ein neuartiger Simulationsansatz entwickelt, um den Einfluss des Kupfernetzes bei Blitzschlagbelastung modellieren zu können. Dieser neue Modellansatz trägt wesentlich zum Verständnis der komplexen multiphysikalischen Fragestellung des Blitzschlags in der Luftfahrt bei.



This project has received funding from the Clean Sky 2 Joint Undertaking under the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. CS2-AIR-GAM-2019.



Dr. Michael May

michael.may@emi.fraunhofer.de



FLUGZEUGBAUTEIL AUS DEM 3D-DRUCKER MEHRWERT DURCH LEICHTBAU

Die Reduktion von Treibhausgasemissionen treibt die Forschung in der Luftfahrt an. Die neuen Designfreiheiten im 3D-Druck und der potenziell schonende Umgang mit Ressourcen durch das direkte Generieren des Strukturmaterials machen diese neue Technologie besonders interessant für nachhaltige und leichte Flugzeugbauteile. Allerdings haben in der Luftfahrt die Sicherheit und Zuverlässigkeit aller Bauteile und Systeme absolute Priorität. Daher ist die Hürde für neue Technologien hoch, auch für sicherheitsrelevante, hochbelastete Bauteile eingesetzt zu werden.

Das EMI untersucht im Rahmen des europäischen Forschungsprogramms Clean Sky 2 Joint Undertaking daher den 3D-Druck eines Hochleistungsaluminiumwerkstoffs und den zielgerichteten Einsatz neuer Konstruktions- und Optimierungsverfahren für eine hochbelastete Gelenkhalterung. Ziel hierbei ist, neben dem Leichtbau auch ein besonders sicheres Fail-Safe-Design zu erzeugen. Als direkte Referenz dient ein konventionelles Fräsbauteil. Denn der 3D-Druck wird nur zum Einsatz kommen, wenn der Mehrwert gegenüber etablierten Technologien klar nachweisbar ist.



s.fhg.de/3D-Druck-Flugzeugbauteil



Klaus Hoschke

klaus.hoschke@emi.fraunhofer.de



Die im Lasersinterprozess hergestellte Leichtbaukomponente.



This project has received funding from the Clean Sky 2 Joint Undertaking under the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. CS2-AIR-GAM-2019.



LEISTUNGSZENTRUM
NACHHALTIGKEIT
FREIBURG



LEISTUNGSZENTRUM
NACHHALTIGKEIT FREIBURG



*Im Leistungszentrum Nachhaltigkeit werden Lösungen
für eine nachhaltige Zukunft entwickelt.*

© Adobe Stock

LEISTUNGSZENTRUM NACHHALTIGKEIT

Die zweite Phase des Leistungszentrums

Nachhaltigkeit Freiburg im Zeichen der Vernetzung

In der zweiten Phase des Leistungszentrums Nachhaltigkeit Freiburg (LZN) steht der Transfer wissenschaftlicher Ergebnisse in Wirtschaft und Gesellschaft im Zentrum.

In acht Demonstratorprojekten fördert das LZN gemeinsame Forschungsprojekte zwischen den fünf Freiburger Fraunhofer-Instituten und der Albert-Ludwigs-Universität (ALU) Freiburg in den Bereichen nachhaltige Materialien, Energie und Resilienz, um technologische Lösungen für Nachhaltigkeitsprobleme zu entwickeln. Die Gründungsunterstützung des LZN setzt hier an und fördert Technologie-Start-ups bei der Umsetzung marktfähiger Produkte für eine nachhaltige Entwicklung. Im Bereich Weiterbildung hat das LZN die Servicestelle für Weiterbildung etabliert, um auf den steigenden Bedarf an passgenauen Qualifikationsmöglichkeiten in technischen Berufen zu reagieren. Die Ausbildung von Ingenieurinnen und Ingenieuren der Zukunft steht auch am Institut für Nachhaltige Technische Systeme (INATECH), dem wissenschaftlichen Kern des LZN, im Vordergrund.



Dr. Juri Lienert

Fraunhofer-seitiger Leiter Geschäftsstelle
Leistungszentrum Nachhaltigkeit Freiburg
juri.lienert@emi.fraunhofer.de



www.leistungszentrum-nachhaltigkeit.de



Die Vision des INATECH ist es, Nachhaltigkeit als Leitgedanken bei der Entwicklung technischer Systeme zu etablieren.



Dr. Juri Lienert
juri.lienert@emi.fraunhofer.de

Das Institut für Nachhaltige Technische Systeme (INATECH) besteht aus einer Partnerschaft der fünf Freiburger Fraunhofer-Institute und der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. Von der Grundlagenforschung bis zur industriellen Anwendung werden nachhaltige Lösungen bei der Entwicklung technischer Systeme im ingenieurwissenschaftlichen Bachelor- und Masterstudien-gang gelehrt. Im Zentrum stehen die Themen nachhaltige Materialien, Energiesysteme und Resilienz.



TRANSFER DURCH KÖPFE

DAS INSTITUT FÜR NACHHALTIGE TECHNISCHE SYSTEME (INATECH)

Das Institut für Nachhaltige Technische Systeme (INATECH) bildet das ingenieurwissenschaftliche Herzstück des Leistungszentrums Nachhaltigkeit Freiburg und gilt mit seiner ausgewiesenen Qualität in Lehre und Forschung als Aushängeschild einer deutschlandweit einzigartigen Kooperation zwischen Fraunhofer und Universität am Wissenschafts- und Wirtschaftsstandort Freiburg.

Auch im zurückliegenden Jahr hat sich das INATECH großer Beliebtheit unter den Studierenden erfreut. Im deutschsprachigen Bachelorstudiengang »Bachelor of Science Sustainable Systems Engineering« werden seit dem Wintersemester 2019/2020 111 neue Ingenieurinnen und Ingenieure der Zukunft ausgebildet. Der Studiengang befähigt Studierende zu einer kritischen Auseinandersetzung mit gesellschaftlich relevanten Themen der Nachhaltigkeit und bietet ihnen eine exzellente ingenieurwissenschaftliche Grundlagenausbildung. Der englischsprachige Masterstudiengang »Master of Science Sustainable Systems Engineering« erfreut sich auch in seinem fünften Jahr großer internationaler Nachfrage. Zum Wintersemester 2019/2020 haben 40 neue Masterstudierende, die aus zahlreichen Bewerbungen ausgewählt wurden, das Studium aufgenommen. Im Bereich der Ausbildung von Forschenden befindet sich das INATECH ebenfalls auf einem Erfolg versprechenden Weg und betreut eine Vielzahl an Doktorandinnen und Doktoranden, die im Rahmen von Kooperationsprojekten von Fraunhofer und Universität forschen.

Das INATECH verbindet in einer in Deutschland einmaligen Kombination die Themenfelder Nachhaltigkeit und Resilienz.



www.inatech.de

Das Ziel von ErfASst ist die Entwicklung eines teilautomatisierten Zustandsbewertungssystems für Brücken. © MEV Verlag



**Projekt ErfASst:
Dr. Alexander Stolz**

alexander.stolz@emi.fraunhofer.de



**Projekt MERLIN:
Dr. Ivo Häring**

ivo.haering@emi.fraunhofer.de

Interdisziplinäre Teams der fünf Freiburger Fraunhofer-Institute und der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg arbeiten gemeinsam im Bereich der Nachhaltigkeitsforschung. Durch Förderungen können sie ihre Forschung in technologischen Demonstratoren verwirklichen. Am Fraunhofer EMI werden die Demonstratorprojekte ErfASst und MERLIN durch das LZN gefördert.



Ein Lokalisierungs-Tag zur Lokalisierung von Warengütern und Geräten, der im Projekt MERLIN entwickelt und eingesetzt wird.

Euro durch die Fraunhofer-Gesellschaft und das Land Baden-Württemberg gefördert. Durch die Förderung können die Teams, die über alle fünf Freiburger Fraunhofer-Institute und die Institute der Technischen Fakultät der Universität Freiburg verteilt sind, ihre wissenschaftlichen Ergebnisse in Form von technologischen Demonstratoren verwirklichen.

Am Fraunhofer EMI werden zwei Demonstratorprojekte des LZN gefördert.

Im Projekt ErfASst (Erhöhung des Automatisierungsgrades für die Bewertung der Standsicherheit von Brücken) arbeiten Forschende des Fraunhofer EMI gemeinsam mit Kolleginnen und Kollegen des Instituts für Nachhaltige Technische Systeme (INATECH) der Universität Freiburg daran, ein teilautomatisiertes Zustandsbewertungssystem für Brücken zu entwickeln, welches Unternehmen und Behörden eine kostengünstige und transparente Beurteilung der Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit ermöglicht.

Das Projekt MERLIN (Multimodale effiziente und resiliente Lokalisierung für Intralogistik, Produktion und autonome Systeme) verbindet vier Institutionen in einer Forschungspartnerschaft. In Kooperation mit dem Institut für Mikrosystemtechnik der Universität Freiburg, dem Institut für Informatik der Universität Freiburg und Hahn-Schickard entwickelt das Fraunhofer EMI ein verteiltes, teilweise energieautonomes Lokalisierungssystem für das innerbetriebliche Verfolgen und Lokalisieren von Warengütern und Geräten, das technologisch auf Ultraschall-, Bluetooth-, Ultraweitband- und RFID-Lokalisierung basiert.

DEMONSTRATOR- PROJEKTE ZUM TRANSFER VON FORSCHUNG- ERGEBNISSEN IN WIRTSCHAFT UND GESELLSCHAFT

In insgesamt acht Demonstratorprojekten arbeiten interdisziplinäre Teams von Forscherinnen und Forschern der Fraunhofer-Institute und der Universität Freiburg gemeinsam an der Entwicklung marktfähiger Technologien und Innovationen im Bereich ingenieurwissenschaftlicher Nachhaltigkeitsforschung. Die Forschungsinhalte bauen auf Forschungsergebnissen der Pilotprojekte aus der ersten Phase des LZN (2015 bis 2018) auf.

Die Demonstratorprojekte werden innerhalb von zwei Jahren bis Ende 2020 mit circa 4,5 Millionen

DIE GRÜNDUNGSUNTERSTÜTZUNG DES LZN

Das LZN versteht sich mit seinen vielfältigen Transferaktivitäten von wissenschaftlichen Ergebnissen in Wirtschaft und Gesellschaft als Keimzelle und Basis für Unternehmensgründungen. In dieser Rolle möchte das LZN die Freiburger Gründerszene stärken und innovative technologische Ideen, die an den Fraunhofer-Instituten und der Albert-Ludwigs-Universität entstehen und entwickelt werden, auf dem Weg zum Start-up fördern.

Durch die enge Zusammenarbeit mit der Gründerszene wie dem Grünhof, dem BadenCampus, dem Gründerbüro der Universität Freiburg oder

Fraunhofer Venture und durch gemeinsame Veranstaltungen wie der Innovation Bar, werden interessierte Forschende darüber informiert, welche Möglichkeiten und Förderformate ihnen auf dem Weg zum eigenen Start-up zur Verfügung stehen. Durch die Gründungsunterstützung werden Projekte finanziell gefördert, um an einem Start-up-Programm teilzunehmen und dadurch ihre Geschäftsidee zu optimieren. Seit dem 1. März 2020 fördert das LZN das Fraunhofer-EMI-Team ConstellR durch die Gründungsunterstützung.



Das LZN vernetzt die zentralen Akteure der Gründerszene mit interessierten Forschenden.



Dr. Juri Lienert

juri.lienert@emi.fraunhofer.de

DIE SERVICESTELLE WEITERBILDUNG UND WISSENSTRANSFER

Gerade Unternehmen und Organisationen aus dem produzierenden Bereich stehen im Kontext der Nachhaltigkeit vor der Herausforderung, politische Vorgaben einzuhalten und gleichzeitig technische Lösungen anzubieten, die den aktuellen technischen Standards genügen oder diese überbieten.

Das LZN bietet in Kooperation mit der Albert-Ludwigs-Universität (ALU) Freiburg eine Vielzahl von Weiterbildungsmöglichkeiten, um Fachleuten die notwendigen Werkzeuge an die Hand zu reichen und sie auf dem neuesten Wissensstand im Kontext der nachhaltigen technischen Entwicklung zu halten. Zur Sicherstellung eines langfristigen und kontinuierlichen Angebots wurde hierfür eine zentrale Servicestelle für Weiterbildung und Wissenstransfer (SWW) in das LZN integriert. Dies ermöglicht eine enge Kooperation zwischen den Freiburger Fraunhofer-Instituten und der ALU Freiburg mit einem vielfältigen Kursangebot, basierend auf industrienahen Forschungsprojekten. Der Aufbau der Kurse wurde mit mehr als einer Million Euro Fördermittel des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Wettbewerbs »Aufstieg durch Bildung: offene Hochschulen« unterstützt.



s.fhg.de/Angebote-Weiterbildung



Dr. Juri Lienert

juri.lienert@emi.fraunhofer.de



Das LZN reagiert auf den wachsenden Bildungsbedarf mit verschiedenen Weiterbildungsangeboten.

VERWALTUNG –
INSTITUT IN ZAHLEN

ZAHLEN

&

FAKTEN



VERWALTUNG – INSTITUT IN ZAHLEN

Die Veränderungen in der Arbeitswelt spiegeln sich auch in den Prozessen am Fraunhofer EMI wider. Durch die digitale Transformation können wir über Distanzen und Zeitgrenzen hinaus zusammenarbeiten. Um dies am Fraunhofer EMI zu ermöglichen, haben wir im vergangenen Jahr erfolgreich flexible Arbeitszeiten und mobiles Arbeiten etabliert. Unsere Mitarbeitenden können dadurch Beruf und Privatleben besser vereinbaren. Wir fördern eine Kultur des Vertrauens und der Kooperation und haben einen großen Schritt hin zu mehr Attraktivität als Arbeitgeberin getan.

Parallel schreitet die Einführung von SAP in der Fraunhofer-Gesellschaft voran. Als Test-Institut werden wir ab Mai 2020 einige Geschäftsprozesse mit SAP durchführen. Dabei profitieren wir stark davon, dass wir bereits jetzt hinsichtlich Modernisierung und Automatisierung vieler Prozesse sehr gut aufgestellt sind.

In der Forschung brauchen wir kreative und originelle Ideen. Dafür schaffen wir unter dem Schlagwort »New Work@Fraunhofer« agile Strukturen und kooperative Organisationsformen. Die Frage, wie wir in Zukunft arbeiten wollen, wird uns auch weiterhin begleiten, und wir werden neue Antworten darauf finden.

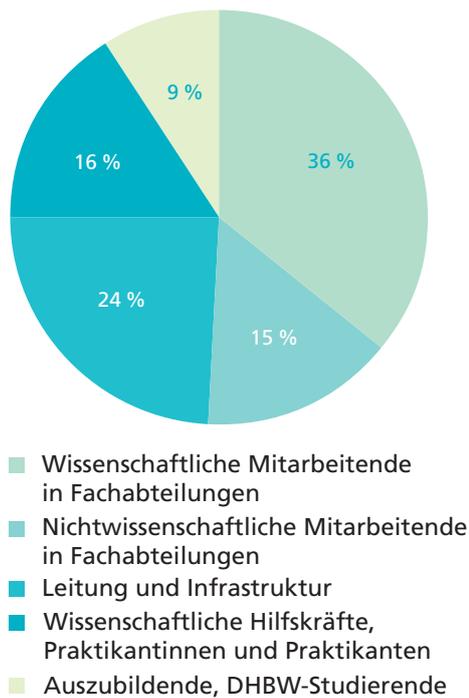


Petra Groß
Verwaltungsleiterin
petra.gross@emi.fraunhofer.de

PERSONAL

Ende 2019 waren am Fraunhofer EMI insgesamt 359 Personen beschäftigt: 271 Mitarbeitende als Stammpersonal, 32 Auszubildende und DHBW-Studierende und 56 wissenschaftliche Hilfskräfte, Praktikantinnen und Praktikanten. Vom Stammpersonal waren 183 Mitarbeitende direkt in der Forschung und 88 Mitarbeitende im Bereich Leitung und Infrastruktur tätig. Der Anteil der weiblichen Beschäftigten des Stammpersonals stieg auf 27 Prozent.

Von den insgesamt 32 Auszubildenden waren 20 in den Bereichen Feinwerkmechanik, Elektronik, Mediengestaltung und Verwaltung tätig. 12 Mitarbeitende wurden zum Zweck ihrer Berufsausbildung oder im Rahmen ihres Studiums an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg am Fraunhofer EMI beschäftigt.

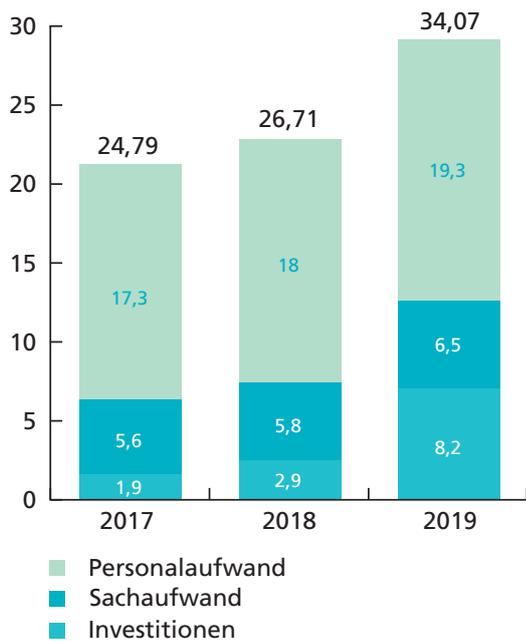


FINANZEN

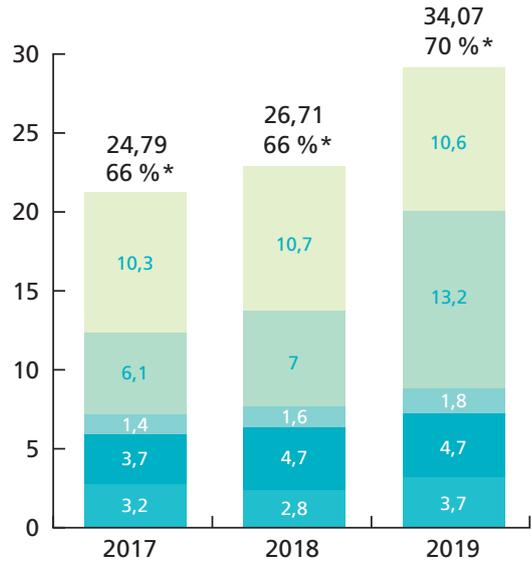
Der Gesamthaushalt des Fraunhofer EMI ist im Vergleich zum vergangenen Jahr um 27,5 Prozent auf 34,07 Millionen Euro gestiegen. Davon entfallen 25,84 Millionen auf den Betriebshaushalt (Personal- und Sachaufwendungen) und 8,2 Millionen Euro auf Investitionen. Hier ist besonders erwähnenswert das Projekt Hochenergielaser-Effekte mit einem Investvolumen von 5,28 Millionen Euro. Der Haushalt wird finanziert durch externe Erträge aus Industrie und öffentlicher

Hand sowie durch die institutionelle Förderung (Grundfinanzierung) durch das Bundesministerium der Verteidigung (BMVg) und das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Der größte Teil des Betriebs- und des Investitions- haushalts wurde auch 2019 vom BMVg mit einem Anteil von 70 Prozent finanziert. Der Industrie- ertragsteil erreichte in diesem Jahr ein hervor- ragendes Ergebnis von insgesamt 41,2 Prozent.

Finanzierung Gesamthaushalt in Millionen Euro



Finanzierung Gesamthaushalt in Millionen Euro



*BMVg-Anteil (inklusive nachgeordneter Einrichtungen)

- BMVg-Grundfinanzierung
- BMVg-Projektfinanzierung (inklusive nachgeordneter Einrichtungen)
- Zivile Grundfinanzierung
- BMBF, EU, sonstige
- Industrie

EMI-MOSAİK

70 JAHRE FRAUNHOFER

EIN WOCHENENDE MIT LASERSPEKTAKEL, ESCAPE GAME UND SCIENCE ON STAGE: SO BEGINNEN FRAUNHOFER EMI, IAF, IPM, ISE UND IWM DAS FRAUNHOFER-JUBILÄUM

Mit einem großen Fest für die Öffentlichkeit feierten die fünf Freiburger Fraunhofer-Institute am Samstag, den 28. September 2019, das 70-jährige Bestehen der Fraunhofer-Gesellschaft. Mehr als 5000 Interessierte kamen, um mitzufeiern und mehr über die Forschung der Freiburger Institute zu erfahren. Vorträge, Mitmach-Experimente, Livemusik, Lasershow und ein Escape Game sorgten für ein vielfältiges Programm.

Fraunhofer-Forschung zum Anfassen und Mitmachen lockte über 5000 Gäste

Zu sehen waren Exponate zu den Themenbereichen »Sensoren und Daten«, »Materialien und Funktionen«, »Licht und Weltraum«, »Mobilität und Nachhaltigkeit.« Ein Publikumsmagnet war das Modell der Crashanlage des Fraunhofer EMI. Das Standpersonal erklärte, wie der Crash eines Autos im Originalmaßstab samt Röntgenaufnahme verlaufen würde. Auch für den Forschungsnachwuchs war gesorgt: Im Zelt »Kids und Science« konnten Kinder Wassereperimente machen, eine Solarzelle basteln oder sich schminken lassen.

Recruiting mittels Escape Game

Das Escape Game war ausgebucht: Acht Gruppen versuchten, den Code zu knacken und das Rätsel zu lösen. Nebenbei gab es einen Recruitingstand für alle interessierten Studierenden. Sie konnten sich hier über die Karrieremöglichkeiten bei Fraunhofer informieren.

Bühnenshow mit Forschung und Musik

Den Mittelpunkt bildete an dem Tag die große Bühne, auf der Fraunhofer-Forschung präsentiert wurde. Zusammen mit den fünf Institutsleitern eröffnete Freiburgs Oberbürgermeister Martin Horn das Fest. Er gratulierte zum Jubiläum: »Großartig, dass die Fraunhofer-Institute auf dem Platz der Universität ihr Fest feiern. Uni und Fraunhofer sind zentral für die Umsetzung der ambitionierten Nachhaltigkeitsziele in Freiburg. Als einer der größten Arbeitgeber unserer Stadt bringt die Fraunhofer-Gesellschaft Forschung auf Weltniveau nach Freiburg.« Die Fraunhofer-Gesellschaft hat in Freiburg fast 2500 Mitarbeitende.



www.freiburg.fraunhofer.de/de/70-jahre-fraunhofer





70 JAHRE ZUKUNFT #WHATSNEXT



*Oben: Professor Stefan Hiermaier begrüßt die Gäste und bedankt sich bei den Freiburgerinnen und Freiburgern für das große Interesse an der Fraunhofer-Forschung in Freiburg.
Mitte: Die Institutsleiter der fünf Freiburger Fraunhofer-Institute zusammen mit Oberbürgermeister Martin Horn (Vierter von rechts), Professor Gunther Neuhaus von der Universität Freiburg (Zweiter von links), Joseph von Fraunhofer (Sechster von rechts) und der ARTE-Moderatorin Anja Waltereit (Mitte).*

Unten: Professor Frank Schäfer bei seinem Vortrag über New Space.

© Fraunhofer IPM



RADTOUR MIT OB MARTIN HORN

DIE FREIBURGER FRAUNHOFER-INSTITUTSLEITER STELLEN FRAUNHOFER-FORSCHUNG IN FREIBURG VOR

Der Freiburger Oberbürgermeister Martin Horn besuchte am 12. Juni 2019 gemeinsam mit den Institutsleitern der fünf Freiburger Fraunhofer-Institute das EMI. Das Institut war die erste Station einer Radtour, die die Gruppe zu allen fünf Fraunhofer-Standorten in der Green City führte.

Fraunhofer ist in Freiburg mit mehr als 2500 Mitarbeitenden nicht zuletzt ein großer Arbeitgeber in der Stadt, außerdem ist hier im Leistungszentrum Nachhaltigkeit Freiburg die Fraunhofer-Forschung beispiellos mit der universitären Forschung an der Albert-Ludwigs-Universität und der hiesigen Industrie vernetzt.

Ein besonderes Geschenk für die Radler gab es aus dem 3D-Drucklabor Metall und Strukturwerkstoffe: Dort wurden Fraunhofer-Radflaschenhalter aus Aluminium designt und gedruckt; die bekamen die Institutsleiter und der OB direkt an ihre Fahrräder montiert.

Im EMI-Neubau präsentierte Professor Stefan Hiermaier, Institutsleiter des Fraunhofer EMI, die Kompetenzen und Geschäftsfelder des Instituts. Dazu gab es als Energieschub für die weitere Tour Lupineneis, eine Fraunhofer-Entwicklung: rein pflanzlich, frei von Laktose und Cholesterin, außerdem enthält es wertvolles Lupineneiweiß.

Die Gruppe begab sich gestärkt, mit ausreichend Wasservorrat und beeindruckt auf die Strecke in Richtung Fraunhofer ISE. Von dort ging es weiter ans Fraunhofer IPM, dann ans Fraunhofer IWM und zum Abschluss ans Fraunhofer IAF.





Aron Pfaff (Zweiter von links), wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer EMI, überreicht Oberbürgermeister Martin Horn (rechts) den am EMI designten und gedruckten Radflaschenhalter. Der freut sich besonders, weil er sich grade ein neues Rad gekauft hat.



Ein Balanceakt: Dr. Victoria Heusinger präsentiert im Beisein von Professor Dr. Schäfer ihren Doktorhut.

PROMOTION ZUR ARTEFAKTREDUKTION IN DER COMPUTERTOMOGRAFIE

Victoria Heusinger schloss ihre Promotion zum Thema »Eingangsdatenspezifische Artefaktreduktion für algebraische Rekonstruktionsverfahren in der Computertomographie am Beispiel Halbleiterdetektoren« im Januar 2019 ab. Darin entwickelte sie Methoden, um künstliche Strukturen, bedingt durch Störungen in den Bilddaten, wie stark absorbierende Bereiche (Metall) oder defekte Pixel, bereits in der Rekonstruktion abzufangen.

DRITTER VON 30: EMI AUF DER EITT 2019

Dr. Stefan Moser hat zusammen mit Dr. Maximilian Seidl vom Institut für Klinische Pathologie des Universitätsklinikums Freiburg den dritten Platz auf der »Annual External Innovation Think Tank Exhibition« (eITT 2019) in Erlangen belegt und setzte sich gegen etwa 30 Teilnehmende durch. Die Jury der Siemens Healthineers zeichnet damit die Projektidee aus, in der eine Software entwickelt werden soll, die eine virtuelle Mikroskopie ohne Gewebeerstörung zulässt. Mit ihrer Hilfe sollen Gewebeproben diagnostisch besser ausgewertet und die optimale Behandlungsmethode schneller bestimmt werden können.



Dr. Stefan Moser (links) vom Fraunhofer EMI und Dr. Maximilian Seidl (rechts) vom Universitätsklinikum Freiburg belegten mit ihrem Projekt bei der »Annual External Innovation Think Tank Exhibition« (eITT 2019) den dritten Platz. © Stefan Moser

»HIGHTECH-STRATEGIE – AND BEYOND« BEIM FRAUNHOFER-SYMPOSIUM »NETZWERT«

Beim Fraunhofer-Symposium »Netzwerk« im Februar 2020 in München stand die Hightech-Strategie der Bundesregierung im Mittelpunkt. In der Session »Technik für den Menschen« trug Dr. Alexander Stolz über »Zukünftige Sicherheitsstrategien für urbane Räume« vor. Thema waren Städte als ein zentrales Element unseres gesellschaftlichen Zusammenlebens und unserer Produktivität, in denen Sicherheit und Zuverlässigkeit eine besondere Bedeutung zukommt. Er stellte unterschiedliche Tools und Methoden aus dem Fraunhofer EMI vor, mit deren Hilfe mögliche Gefahren in Städten erkannt und bewertet werden können. Sie ermöglichen es, sich entsprechend vorzubereiten und zu schützen, und machen unsere Städte somit sicherer und resilienter.



Dr. Alexander Stolz bei seinem Vortrag »Zukünftige Sicherheitsstrategien für urbane Räume« auf dem Fraunhofer-Symposium »Netzwerk«.



Diese Urkunde für den MBDA Innovation Award 2019 erhielt Sebastian Heß.

INNOVATIVE METHODE ZUM OPTISCHEN TESTEN VON ELEKTRONISCHEN SCHÄRF- UND SICHERUNGS- EINRICHTUNGEN (ESAD) UNTER DYNAMISCHEN BELASTUNGEN

Am 13. März 2020 erhielt Sebastian Heß den MBDA Innovation Award 2019. Er bekam den 1-Star Award für die Auslegung eines Versuchsdesigns für die MBDA, mit dem sich im Laborversuch dynamisch definierte Beschleunigungsbelastungen erzeugen lassen. Damit ist es möglich, die Funktion elektronischer Schärf- und Sicherheitseinrichtungen (ESAD) während Beschleunigungsbelastungen zu untersuchen.

DAS INSTITUT
IM PROFIL

ANSPRECHPERSONEN



Prof. Dr.-Ing. habil. Stefan Hiermaier
Institutsleiter
Telefon 0761 2714-101
stefan.hiermaier@emi.fraunhofer.de



Dr. Tobias Leismann
Geschäftsführer | Stellvertretender Institutsleiter
Telefon 0761 2714-102
tobias.leismann@emi.fraunhofer.de



Prof. Dr. Frank Schäfer
Stellvertretender Institutsleiter | Geschäftsfeldleiter Raumfahrt
Telefon 0761 2714-421
frank.schaefer@emi.fraunhofer.de



Petra Groß
Verwaltungsleiterin
Telefon 0761 2714-115
petra.gross@emi.fraunhofer.de



Markus Jung
Technischer Leiter
Telefon 0761 2714-372
markus.jung@emi.fraunhofer.de



Sarah Gnädinger
Referentin des Institutsleiters | Leiterin Organisation und Kommunikation
Telefon 0761 2714-100
sarah.gnaedinger@emi.fraunhofer.de



Dr. Birgit Drees

Strategisches Management
Telefon 0761 2714-466
birgit.drees@emi.fraunhofer.de



Dr. Matthias Wickert

Geschäftsfeldleiter Verteidigung
Telefon 0761 2714-120
matthias.wickert@emi.fraunhofer.de



Daniel Hiller

Geschäftsfeldleiter Sicherheit und Resilienz (seit 1. April 2020)
Telefon 0761 2714-488
daniel.hiller@emi.fraunhofer.de



Dr. Jens Fritsch

Geschäftsfeldleiter Automotive
Telefon 0761 2714-472
jens.fritsch@emi.fraunhofer.de



Dr. Michael May

Geschäftsfeldleiter Luftfahrt
Telefon 0761 2714-337
michael.may@emi.fraunhofer.de



Birgit Bindnagel

Presse und Öffentlichkeitsarbeit
Telefon 0761 2714-366
birgit.bindnagel@emi.fraunhofer.de

KURATORIUM 2019

45. Kuratoriumssitzung
am 19. Juli 2019



*Teilnehmende der
Kuratoriumssitzung am
19. Juli 2019 in Freiburg.*

KURATORIUM

Die Kuratorien der einzelnen Fraunhofer-Institute stehen der Institutsleitung und dem Vorstand der Gesellschaft beratend zur Seite. Das Kuratorium fördert die Kontakte des Instituts zu Organisationen und zur Industrie.

Hanna Böhme
Geschäftsführerin Freiburg Wirtschaft Touristik
und Messe, FWTM, Freiburg

Prof. Dr. rer. nat. Frank Gauterin
Leiter des Instituts für Fahrzeugsystemtechnik,
Karlsruher Institut für Technologie, KIT, Karlsruhe

Dipl.-Ing. Thomas Gottschild (Vorsitz)
Geschäftsführer MBDA Deutschland GmbH,
Schrobenhausen

MinR'in Sabine ten Hagen-Knauer
Referatsleiterin 522: Sicherheitsforschung,
Bundesministerium für Bildung und Forschung,
Bonn

Rainer Hoffmann
Geschäftsführer carhs.training gmbh, Alzenau

Ministerialrat Dipl.-Phys. Claus Mayer
Leiter des Referats 33: Automobil- und
Produktionsindustrie, Logistik, Ministerium
für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau
Baden-Württemberg, Stuttgart

Prof. Dr. Gunther Neuhaus
Vizekanzler/Prorektor für Forschung,
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Prof. Dr. Merith Niehuss
Präsidentin Universität der Bundeswehr München,
Neubiberg

Brigadegeneral Thorsten Puschmann
Abteilungsleiter Kampf, Bundesamt für
Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung
der Bundeswehr (BAAINBw), Koblenz

Dr. Tobias Schmidt
Abteilungsleiter und Leiter Entwicklung am
Standort Unterlüß, Rheinmetall Waffe und
Munition, Unterlüß

Prof. Dr.-Ing. Rodolfo Schöneburg
Director Passive Safety/Durability/Vehicle,
Daimler AG, Sindelfingen

Dr. Isabel Thielen
Geschäftsführerin THIELEN Business Coaching
GmbH, München

MinR Dipl.-Ing. Norbert Michael Weber
Referatsleiter A II 6, Bundesministerium der
Verteidigung, Bonn

*Die Fraunhofer-Zentrale
in München.*



DIE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

Die Fraunhofer-Gesellschaft mit Sitz in Deutschland ist die weltweit führende Organisation für anwendungsorientierte Forschung. Mit ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien sowie auf die Verwertung der Ergebnisse in Wirtschaft und Industrie spielt sie eine zentrale Rolle im Innovationsprozess. Sie ist Wegweiser und Impulsgeber für innovative Entwicklungen und wissenschaftliche Exzellenz. Mit inspirierenden Ideen und nachhaltigen wissenschaftlich-technologischen Lösungen fördert die Fraunhofer-Gesellschaft Wissenschaft und Wirtschaft und wirkt mit an der Gestaltung unserer Gesellschaft und unserer Zukunft.

Interdisziplinäre Forschungsteams der Fraunhofer-Gesellschaft setzen gemeinsam mit Vertragspartnern aus Wirtschaft und öffentlicher Hand originäre Ideen in Innovationen um, koordinieren und realisieren systemrelevante, forschungspolitische Schlüsselprojekte und stärken mit wertorientierter Wertschöpfung die deutsche und europäische Wirtschaft. Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Austausch mit den einflussreichsten Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Die 1949 gegründete Organisation betreibt in Deutschland derzeit 74 Institute und Forschungseinrichtungen. Rund 28 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,8 Milliarden Euro. Davon fallen 2,3 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Rund 70 Prozent davon

erwirtschaftet Fraunhofer mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Rund 30 Prozent steuern Bund und Länder als Grundfinanzierung bei, damit die Institute schon heute Problemlösungen entwickeln können, die in einigen Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft entscheidend wichtig werden.

Die Wirkung der angewandten Forschung geht weit über den direkten Nutzen für die Auftraggeber hinaus: Fraunhofer-Institute stärken die Leistungsfähigkeit der Unternehmen, verbessern die Akzeptanz moderner Technik in der Gesellschaft und sorgen für die Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Hochmotivierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auf dem Stand der aktuellen Spitzenforschung stellen für uns als Wissenschaftsorganisation den wichtigsten Erfolgsfaktor dar. Fraunhofer bietet daher die Möglichkeit zum selbstständigen, gestaltenden und zugleich zielorientierten Arbeiten und somit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung, die zu anspruchsvollen Positionen in den Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft befähigt. Studierenden eröffnen sich aufgrund der praxisnahen Ausbildung und des frühzeitigen Kontakts mit Auftraggebern hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

Namensgeber der als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft ist der Münchner Gelehrte Joseph von Fraunhofer (1787–1826). Er war als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreich.

 **Fraunhofer**

Weitere Informationen finden Sie unter www.fraunhofer.de



PUBLIKATIONEN,
WISSENSCHAFTLICHER
AUSTAUSCH, VORTRÄGE
2019/2020

PUBLIKATIONEN

Veröffentlichungen in Monografien, Fachzeitschriften und Proceedings mit Peer Review

- Arrigoni, M.; Bedon, C.; C, K.; Urschel, F.; Haberacker, C.; Huesken, G. et al. (2019): Preliminary framework for blast risk assessment of built infrastructures. Edited by A. Stolz. European Commission; European Reference Network for Critical Infrastructure Protection (ERNICIP) thematic group (JRC Technical Report).
- Ashraf, S.; Hassan Said, A.; Hartmann, R.; Assmann, M.-A.; Feliu, N.; Lenz, P.; Parak, W. J. (2019): Analyse quantitativer Partikelaufnahme von Zellen über verschiedene Messmethoden. In *Angewandte Chemie* 131, pp. 2–19. DOI: 10.1002/ange.201906303.
- Ashraf, S.; Hassan Said, A.; Hartmann, R.; Assmann, M.-A.; Feliu, N.; Lenz, P.; Parak, W. J. (2019): Quantitative particle uptake by cells as analyzed by different methods. In *Angewandte Chemie (International ed. in English)* 58, pp. 2–18. DOI: 10.1002/anie.201906303.
- Backe, S.; Balle, F.; Hannemann, B.; Schmeer, S.; Breuer, U. P. (2019): Fatigue properties of multifunctional metal- and carbon-fibre-reinforced polymers and intrinsic capabilities for damage monitoring. In *Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures* 42 (1), pp. 143–151. DOI: 10.1111/ffe.12878.
- Balle, F.; Beck, T.; Eifler, D.; Fitschen, J. H.; Schuff, S.; Steidl, G. (2019): Strain analysis by a total generalized variation regularized optical flow model. In *Inverse Problems in Science and Engineering* 27 (4), pp. 540–564. DOI: 10.1080/17415977.2018.1475479.
- Belesioti, M.; Makri, R.; Fehling-Kaschek, M.; Carli, M.; Kostopoulos, A.; Chochliouros, I. P. et al. (2019): A new security approach in telecom infrastructures: The RESISTO concept. In: Proceedings of the 15th International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems (DCOSS). 15th International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems (DCOSS). Santorini Island, Greece, 29.–31.5.2019: IEEE, pp. 212–218.
- Czestina, A.; Hofstätter, M.; Schraml, S.; Hubner, M.; Sulzer, P.; Rothbacher, D. et al. (2019): Robot assisted analysis of suspicious objects in public spaces using CBRN sensors in combination with high-resolution LIDAR. In: 2019 IEEE International Symposium on Safety, Security, and Rescue Robotics (SSRR). 2019 IEEE International Symposium on Safety, Security, and Rescue Robotics (SSRR). Würzburg, 2.–4.9.2019: IEEE, pp. 256–262.
- Dlugosch, M.; Fritsch, J.; Hiermaier, S.; Lukaszewicz, D. (2019): Efficiency-driven model simplifications in crash simulations of FRP-metal hybrid material systems in automotive body structures. In: Proceedings of the NAFEMS World Congress 2019. NAFEMS World Congress 2019. Québec City, Canada, 17.–20.6.2019.
- Dutschke, B.; Hunzinger, M.; Sättler, A. (2019): A numerical analysis of the in-bore motion of small caliber projectiles. In V. K. Saraswat, G. S. Reddy, C. Woodley (Eds.): Proceedings of the 31st International Symposium on Ballistics. 31st International Symposium on Ballistics. Hyderabad, India, 4.–8.11.2019. Lancaster: DEStech Publications (vol. 1), pp. 1027–1039.
- Fehling-Kaschek, M.; Faist, K.; Miller, N.; Finger, J.; Häring, I.; Carli, M. et al. (2019): A systematic tabular approach for risk and resilience assessment and improvement in the telecommunication industry. In M. Beer, E. Zio (Eds.): Proceedings of the 29th European Safety and Reliability Conference (ESREL 2019). 29th European Safety and Reliability Conference (ESREL 2019). Hannover, 22.–26.9.2019: Research Publishing Services, pp. 1312–1319.
- Finger, J.; Fehling-Kaschek, M.; Fischer, K.; Stolz, A.; Anastassiadou, K. (2019): Road infrastructure resilience during natural and man-made disasters. In: Proceedings of the XXVth World Road Congress. XXVth World Road Congress. Abu Dhabi, United Arab Emirates, 6.–10.10.2019.
- Fischer, K.; Hiermaier, S.; Riedel, W.; Häring, I. (2019): Statistical driven vulnerability assessment for the resilience quantification of urban areas. In: Proceedings of the 13th International Conference on Applications of Statistics and Probability in Civil Engineering, ICASP 2019. 13th International Conference on Applications of Statistics and Probability in Civil Engineering, ICASP 2019. Seoul, South Korea, 26.–30.5.2019, pp. 1–8.
- Fischer, K.; Trometer, S. (2019): Vulnerability analysis of urban areas, assessment of disruptive events based on 3D city models to increase resilience. Verwundbarkeitsanalyse urbaner Gebiete – Bewertung von disruptiven Ereignissen und die Schnittstelle zu 3D-Stadtmodellen zur Steigerung der Resilienz. In *gis.Science* (4), pp. 152–160.
- Ganzenmüller, G. C.; Patil, S.; Maurer, M.; Sauer, M.; Jung, M.; Hiermaier, S. (2019): A simple glassy polymer model. A practical framework for the strain-rate and temperature dependent behaviour of polycarbonate. In *Journal of Dynamic Behavior of Materials* 30 (20), p. 1288. DOI: 10.1007/s40870-019-00216-9.
- Ganzenmüller, G. C.; Plappert, D.; Trippel, A.; Hiermaier, S. (2019): A Split-Hopkinson Tension Bar study on the dynamic strength of basalt-fibre composites. In *Composites Part B: Engineering* 171, pp. 310–319. DOI: 10.1016/j.compositesb.2019.04.031.
- Gärtner, M.; Gulde, M.; Hergarten, S.; Ebert, M.; Kenkmann, T.; Putzar, R.; Schäfer, F. (2019): The first microsecond of a hypervelocity impact. In: Proceedings of the Large Meteorite Impacts and Planetary Evolution VI Conference (LMI VI). Large Meteorite Impacts and Planetary Evolution VI (LMI VI). Brasília, Brazil, 30.9.–3.10.2019.
- Gerster, T.; Herrmann, J.; Harwick, W. (2019): Dynamische Werkstoffprüfung für mehr Sicherheit beim Lkw-Crash. In H. J. Christ (Ed.): Tagung Werkstoffprüfung 2019. Werkstoffe und Bauteile auf dem Prüfstand. Tagung Werkstoffprüfung 2019. Neu-Ulm, 3.–4.12.2019. Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e. V. (DGM). Sankt Augustin: Inventum GmbH, pp. 225–230.
- Häring, I.; Pfeiffer, M.; Vogelbacher, G.; Stottmeister, A.; Restayn, E.-M.; Ross, K.; Ramin, M. von (2019): Risk and resilience analysis of public civil buildings against shelling with explosive sources in urban contexts. In *European Journal for Security Research* 45 (2), pp. 1–37. DOI: 10.1007/s41125-019-00046-9.
- Heider, N.; Denefeld, V.; Aurich, H. (2019): Analysis of global momentum transfer due to buried mine detonation. In V. K. Saraswat, G. S. Reddy, C. Woodley (Eds.): Proceedings of the 31st International Symposium on Ballistics. 31st International Symposium on Ballistics. Hyderabad, India, 4.–8.11.2019. Lancaster: DEStech Publications (vol. 2), pp. 2430–2433.
- Heider, N.; Denefeld, V.; Aurich, H. (2019): Analysis of global momentum transfer due to buried mine detonation. In *Defence Technology* 15 (5), pp. 821–827. DOI: 10.1016/j.dt.2019.06.016.
- Heider, N.; Denefeld, V.; Aurich, H.; Koch, M. (2019): Safety analysis of PBX filled munitions under moderate mechanical loading. In V. K. Saraswat, G. S. Reddy, C. Woodley (Eds.): Proceedings of the 31st International Symposium on Ballistics. 31st International Symposium on Ballistics. Hyderabad, India, 4.–8.11.2019. Lancaster: DEStech Publications (vol. 2), pp. 2417–2429.
- Höflinger, F.; Saphala, A.; Schott, D. J.; Reindl, L. M.; Schindelbauer, C. (2019): Passive indoor-localization using echoes of ultrasound signals. In: 2019 International Conference on Advanced Information Technologies (ICAIT). 2019 International Conference on Advanced Information Technologies (ICAIT). Yangon, Myanmar, 6.–7.11.2019: IEEE, pp. 60–65.
- Huschka, M.; Dlugosch, M. (2019): Konzept zur Digitalisierung der Datenverarbeitung aus werkstoffwissenschaftlicher Forschung. In H. J. Christ (Ed.): Tagung Werkstoffprüfung 2019. Werkstoffe und Bauteile auf dem Prüfstand. Tagung Werkstoffprüfung 2019. Neu-Ulm, 3.–4.12.2019. Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e. V. (DGM). Sankt Augustin: Inventum GmbH, pp. 341–348.

- Igumnov, L.; Ipatov, A.; Petrov, A.; Litvinchuk, S.; Pfaff, A.; Eremeyev, V. (2019): A comparison of boundary element method and finite element method dynamic solutions for poroelastic column. In H. Altenbach, W. Müller, B. Abali (Eds.): *Higher Gradient Materials and Related Generalized Continua*, vol. 120. Cham: Springer (Advanced Structural Materials, vol. 120), pp. 121–134.
- Jäcklein, M.; Kappe, K.; Pfaff, A.; Bierdel, M.; Hoschke, K.; Wickert, M. et al. (2019): Dynamic compression of 3D printed metallic microstructures with in-situ X-ray imaging. In Z. Major, E. P. Klement, M.-C. Miron, V. M. Miron (Eds.): *Proceedings of the 10th International Symposium on Impact Engineering (ISIE 2019)*. Linz: Trauner Verlag, pp. 233–241.
- Jain, A. K.; Grumber, C.; Gelhausen, P.; Häring, I.; Stolz, A. (2019): A toy model study for long-term terror event time series prediction with CNN. In *European Journal for Security Research* 143 (11). DOI: 10.1007/s41125-019-00061-w.
- Kotter, P.; Kisters, T.; Schleicher, A. (2019): Dynamic impact tests to characterize the crashworthiness of large-format lithium-ion cells. In *Journal of Energy Storage* 26, p. 100948. DOI: 10.1016/j.est.2019.100948.
- Losch, K.; Schuff, S.; Balle, F.; Beck, T.; Redenbach, C. (2019): A stochastic microstructure model for particle reinforced aluminium matrix composites. In *Journal of Microscopy* 273 (2), pp. 115–126. DOI: 10.1111/jmi.12766.
- Oliveira, P. R.; May, M.; Panzera, T. H.; Scarpa, F.; Hiermaier, S. (2020): Reinforced biobased adhesive for eco-friendly sandwich panels. In *International Journal of Adhesion and Adhesives* 98, p. 102550. DOI: 10.1016/j.ijadhadh.2020.102550.
- Pearce, D.; Antunes, A.; Coustenis, A.; Daly, M.; Fraeman, A.; Greshake, A.; Libourel, G. et al. (Eds.) (2019): *Planetary Protection Classification of Sample Return Missions from the Martian Moons*. Consensus Study Report. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Washington, D. C.: National Academies Press.
- Pfaff, A.; Bierdel, M.; Hoschke, K.; Wickert, M.; Riedel, W.; Hiermaier, S. (2019): Resource analysis model and validation for selective laser melting, constituting the potential of lightweight design for material efficiency. In *Sustainable Production and Consumption* 21, pp. 182–191. DOI: 10.1016/j.spc.2019.12.004.
- Putzar, R.; Zheng, S.; An, J.; Hovland, S. (2019): A stuffed Whipple shield for the Chinese space station. In *International Journal of Impact Engineering* 132, p. 103304. DOI: 10.1016/j.ijimpeng.2019.05.018.
- Sauer, C.; Heine, A.; Bagusat, F.; Riedel, W. (2019): Ballistic impact on fired clay masonry bricks. In *International Journal of Protective Structures*, 204141961989370. DOI: 10.1177/2041419619893708.
- Schäfer, F.; Kenkmann, T.; Hiermaier, S. (2019): Obituary for a brilliant materials scientist—on Klaus Thoma's death. In *Meteoritics & Planetary Science* 54 (1), pp. 254–255. DOI: 10.1111/maps.13196.
- Schneider, J.; Ramin, M. von; Stottmeister, A.; Stolz, A. (2019): Masonry failure and debris throw characteristics under dynamic blast loads. In *Chemical Engineering Transactions* 77, pp. 217–222. DOI: 10.3303/CET1977037.
- Schneider, J. M.; Ramin, M. von; Stottmeister, A.; Stolz, A. (2019): Characterization of debris throw from masonry wall sections subjected to blast. In *Engineering Structures*, p. 109729. DOI: 10.1016/j.engstruct.2019.109729.
- Soot, T.; Dlugosch, M.; Fritsch, J. (2019): Processing of numerical simulations and experimental X-ray car crash data for deviation analyses and model quality assessment. In: *Proceedings of the NAFEMS World Congress 2019*. NAFEMS World Congress 2019. Québec City, Canada, 17.–20.6.2019.
- Staab, F.; Balle, F. (2019): Ultrasonic torsion welding of ageing-resistant Al/CFRP joints: Properties, microstructure and joint formation. In *Ultrasonics* 93, pp. 139–144. DOI: 10.1016/j.ultras.2018.11.006.
- Straßburger, E.; Patel, P. (2019): Ballistic impact damage and fragmentation in different types of glass and glass ceramic. In V. K. Saraswat, G. S. Reddy, C. Woodley (Eds.): *Proceedings of the 31st International Symposium on Ballistics*. 31st International Symposium on Ballistics. Hyderabad, India, 4.–8.11.2019. Lancaster: DEStech Publications (vol. 2), pp. 1639–1650.
- Tu, H.; Fung, T. C.; Tan, K. H.; Riedel, W. (2019): An analytical model to predict the compressive damage of concrete plates under contact detonation. In *International Journal of Impact Engineering* 134, p. 103344. DOI: 10.1016/j.ijimpeng.2019.103344.
- Vivek, P.; Sitharam, T. G. (2020): *Granular Materials Under Shock and Blast Loading*. Singapore: Springer (Springer transactions in civil and environmental engineering).
- Vogelbacher, G.; Finger, J.; Häring, I. (2019): Towards visibility and audibility algorithms for assessing perceived safety and security in public areas based on digital 3D city models. In M. Beer, E. Zio (Eds.): *Proceedings of the 29th European Safety and Reliability Conference (ESREL 2019)*. 29th European Safety and Reliability Conference (ESREL 2019). Hannover, 22.–26.9.2019: Research Publishing Services, pp. 1986–1993.
- Watson, E.; Kunert, N.; Putzar, R.; Maas, H.-G.; Hiermaier, S. (2020): Four-view split-image fragment tracking in hypervelocity impact experiments. In *International Journal of Impact Engineering* 135, p. 103405. DOI: 10.1016/j.ijimpeng.2019.103405.

PUBLIKATIONEN

Veröffentlichungen in Monografien, Fachzeitschriften und Proceedings ohne Peer Review

Aurich, H.; Heider, N.; Denefeld, V.; Koch, M. (2019): Experimental characterization of reaction thresholds for polymer bonded high explosives under moderate mechanical loading. In: Proceedings of the 50th International Annual Conference ICT. 50th International Annual Conference ICT. Karlsruhe, 25.–28.6.2019.

Backe, S.; Beck, T.; Balle, F. (2019): Short-time approach for fatigue life estimation of multifunctional composites. In: Proceedings of the 22nd International Conference on Composite Materials (ICCM22). 22nd International Conference on Composite Materials (ICCM22). Melbourne, Australia, 11.–16.8.2019.

Baker, E.; Ramin, M. von; van der Voort, M. (2019): Focus area 2B: fragmentation. In E. Baker, M. von Ramin, M. van der Voort (Eds.): Improved Explosives and Munitions Risk Management Workshop: Focus Area 2B: Fragmentation. L-234. NATO MSIAC. Improved Explosives and Munitions Risk Management. Granada, Spain, 10.–14.9.2019.

Bierdel, M.; Pfaff, A.; Kilchert, S.; Köhler, A. R.; Baron, Y.; Bulach, W. (2019): Nachhaltigkeit der Additiven Fertigung. Vergleichende ökonomische und ökologische Bewertung von additiven und konventionellen Fertigungstechnologien. In wt Werkstattstechnik online 109 (6), pp. 427–429.

Butenweg, C.; Hoffmeister, B.; Holtschoppen, B.; Klinkel, S.; Rosin, J.; Schmitt, T. (Eds.) (2020): Seismic design of industrial facilities 2020. Proceedings of the 2nd International Conference on Seismic Design of Industrial Facilities (SeDIF-Conference). 2nd International Conference on Seismic Design of Industrial Facilities (SeDIF-Conference). Aachen, 4.–5.3.2020. RWTH Aachen. 1. Edition. Aachen: Apprimus Verlag.

Butenweg, C.; Kubalski, T.; Rosin, J. (2019): Improved seismic design concepts for masonry buildings in Germany. Stuttgart: Fraunhofer Verlag.

Drolshagen, G.; Klab, M.; Putzar, R.; Koschny, D.; Poppe, B. (2019): Impact fluxes on the Columbus module of the ISS: survey and predictions. In: Proceedings of the 38th International Meteor Conference. 38th International Meteor Conference. Bollmannsruh, 3.–6.10.2019.

Fischer, K.; Trometer, S. (2019): Verwundbarkeitsanalyse von städtischen Gebieten infolge von Erdbebeneignissen. In: 16. D-A-CH-Tagung Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik. Innsbruck, 26.–27.9.2019, pp. 97–104.

Heine, A.; Früh, P.; Riedel, W. (2019): Steps toward characterizing and modeling UHA steels for armor design purposes. In: Proceedings of the Light Weight Armour for Defense & Security Conference (LWAG) 2019. Light Weight Armour for Defense & Security Conference (LWAG) 2019. Roubaix, France, 8.–9.10.2019.

Horch, C.; Schimmerohn, M.; Bierdel, M.; Busch, S.; Gulde, M.; Höffgen, S. et al. (2019): The ERNST mission: MWIR imaging and advanced technology demonstration in a 12 U nanosatellite. In: Proceedings of the 70th International Astronautical Congress. 70th International Astronautical Congress. Washington, D. C., USA, 21.–25.10.2019.

Klomfass, A.; Heilig, G. (2019): A universal co-simulation interface for blast-loading of structures. In: Proceedings of the 18th International Symposium for the Interaction of Munitions with Structures (ISIEMS). 18th International Symposium for the Interaction of Munitions with Structures (ISIEMS). Panama City Beach, FL, USA, 21.10.–25.10.2019.

Putzar, R.; Watson, E.; Schimmerohn, M.; Kärräng, P.; Millinger, M. (2019): How hypervelocity impacts can affect the LISA mission – The MIRAD study. In: Proceedings of the 70th International Astronautical Congress. 70th International Astronautical Congress. Washington, D. C., USA, 21.–25.10.2019.

Ramin, M. von (2018): Glas, Stahl, Mauerwerk: Praxistaugliche Sicherheitskonzepte für Fassaden. In N. Gebbeken, T. Lindner, S. Hiermaier (Eds.): Tagungsband 8. Workshop Bauprotect. Schutz der baulichen Infrastruktur vor außergewöhnlichen Einwirkungen. 8. Workshop Bauprotect. Neubiberg, 13.–14.11.2018. Stuttgart: Fraunhofer Verlag, pp. 59–72.

Ramin, M. von (2020): Methodology for classifying building damage in dynamically loaded structures. In C. Butenweg, B. Hoffmeister, B. Holtschoppen, S. Klinkel, J. Rosin, T. Schmitt (Eds.): Seismic design of industrial facilities 2020. Proceedings of the 2nd International Conference on Seismic Design of Industrial Facilities (SeDIF-Conference). 2nd International Conference on Seismic Design of Industrial Facilities (SeDIF-Conference). Aachen, 4.–5.3.2020. RWTH Aachen. 1. Edition. Aachen: Apprimus Verlag, pp. 419–432.

Ramin, M. von; Pfeiffer, M.; Schneider, N.; Schmitt, D. (2019): RAFOB-RAM, a risk analysis software tool for forward operating bases. In: Proceedings of the 18th International Symposium for the Interaction of Munitions with Structures (ISIEMS). 18th International Symposium for the Interaction of Munitions with Structures (ISIEMS). Panama City Beach, FL, USA, 21.10.–25.10.2019.

Sauer, C.; Heine, A.; Riedel, W.; Hartmann, N.; Harwick, W.; Kilchert, S. et al. (2019): Non-monotonous strain rate dependence of yield stress for tungsten heavy alloy. In L. Peroni, M. Scapin (Eds.): Proceedings of the 24th DYMAT Technical Meeting. Temperature Dependence of Material Behaviour at High Strain-Rate. 24th DYMAT Technical Meeting. Stresa, Italy, 9.–11.9.2019. Torino: Politecnico di Torino.

Sauer, M.; Durr, N.; Lück, M.; Nixon, M. E.; Koundinyan, S.; Diggs, A. et al. (2019): Comparison of software codes and discretization schemes for mesoscale simulation of dynamic mechanical loading of PBX. In: Proceedings of the 50th International Annual Conference ICT. 50th International Annual Conference ICT. Karlsruhe, 25.–28.6.2019.

Schimmerohn, M.; Matura, P.; Watson, E.; Durr, N.; Altes, A.; Cardone, T. et al. (2019): Numerical investigation on the standard catastrophic breakup criteria. In: Proceedings of the 70th International Astronautical Congress. 70th International Astronautical Congress. Washington, D. C., USA, 21.–25.10.2019.

Steinhauser, M. O. (2019): Particle-based modeling of hypervelocity impact and fragmentation in materials. In: Proceedings of the First International Orbital Debris Conference (IOC). First International Orbital Debris Conference (IOC). Sugar Land, TX, USA, 9.–12.12.2019.

Trippel, A.; Harwick, W. (2019): High-strength alloyed steel: modelling dynamic and multiaxial loading conditions. In: Proceedings of the 12th European LS-DYNA Conference 2019. 12th European LS-DYNA Conference 2019. Koblenz, 14.–16.5.2019.

Weibel, D.; Beck, T.; Balle, F. (2019): Fatigue damage mechanisms of CF-PPS from high to very high cycles. In: Proceedings of the 22nd International Conference on Composite Materials (ICCM22). 22nd International Conference on Composite Materials (ICCM22). Melbourne, Australia, 11.–16.8.2019.

Wuttke, C.; Butenweg, C.; Rosin, J.; Kubalski, T. (2019): Verbesserte seismische Nachweiskonzepte für Mauerwerksbauten in deutschen Erdbebengebieten. In: 16. D-A-CH-Tagung Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik. Innsbruck, 26.–27.9.2019, pp. 713–722.

WISSENSCHAFTLICHER AUSTAUSCH, VORTRÄGE

Vorträge auf Tagungen, Symposien, Kolloquien, auswärtigen Seminaren und wichtigen Arbeitssitzungen

- Aurich, H.; Heider, N.; Denefeld, V. (2019): Material properties and ammunition safety. Preparatory Meeting for HERSHE PA, 6.6.2019.
- Aurich, H.; Heider, N.; Denefeld, V. (2019): Experimental characterization of reaction thresholds for polymer bonded high explosives under moderate mechanical loading. 50th International Annual Conference ICT 2019. Fraunhofer ICT. Karlsruhe, 26.6.2019.
- Aurich, H.; Sättler, A.; La Cioppa, V.; Holzwarth (2019): Untersuchungen zur Wirkung von Tandem-Hohlladungen. 3. Tagung »Effektoren für zukünftige Einsatzszenare«. WTD 91. Meppen, 13.11.2019.
- Backe, S.; Beck, T.; Balle, F. (2019): Ermüdungseigenschaften und Schädigungsverhalten metallfaser- und C-faserverstärkter Kunststoffe. 22. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde. Kaiserslautern, 26.6.2019.
- Backe, S.; Beck, T.; Balle, F. (2019): Short-time approach for fatigue life estimation of multifunctional composites. 22nd International Conference on Composite Materials (ICCM22). Melbourne, Australia, 11.8.2019.
- Balle, F. (2019): Multifunktionale Metall-C-Faser-Kunststoff-Lamine (MCFK) leitfähig – schadenstolerant – überwachbar. Werkstofftechnisches Kolloquium. TU Chemnitz, 6.3.2019.
- Balle, F.; Backe, S.; Hannemann, B.; Schmeer, S.; Breuer, U. P. (2019): Hybride Faser-Kunststoff-Lamine mit C- und Metallfaserverstärkung (MCFK): Leitfähiger, langlebiger und überwachbar. Werkstoffwoche 2019. Dresden, 18.9.2019.
- Becker, M.; Balle, F. (2019): Serielles Ultraschallpunktschweißen von Aluminium/Stahl-Verbunden. 22. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde. Kaiserslautern, 26.6.2019.
- Becker, M.; Balle, F. (2019): Multi-spot ultrasonic welding of Al/steel-joints for automotive applications. International Congress on Ultrasonics (ICU). Bruges, Belgium, 3.9.2019.
- Becker, M.; Balle, F. (2019): Multi-spot ultrasonic welding of Al/steel-joints. 28. FMF-Kolloquium. Schluchsee, 14.10.2019.
- Denefeld, V.; Aurich, H.; Heider, N. (2019): Simulation der Einbettung einer skalierten Ladung in Wasser, Vergleich mit Referenz in Sandy Gravel. IABG Lichtenau, 18.9.2019.
- Denefeld, V.; Heider, N.; Aurich, H. (2019): Einflussgrößen für den Impulsübertrag durch vergrabene Ladungen. 23. Tagung »Schutz gegen IED und ballistische Bedrohung«. WTD 91. Meppen, 7.5.2019.
- Denefeld, V.; Heider, N.; Aurich, H. (2019): Analysis of global momentum transfer due to buried mine detonation. 31st International Symposium on Ballistics. Hyderabad, India, 4.11.2019.
- Dutschke, B. (2019): Numerical study on the launch dynamics in small caliber weapons. DEA-1060 Interior/Exterior Ballistics Workshop. Pfinztal, 2.4.2019.
- Dutschke, B. (2019): A numerical analysis of the in-bore motion of small caliber projectiles. 31st International Symposium on Ballistics. Hyderabad, India, 7.11.2019.
- Fehling-Kaschek, M.; Faist, K.; Miller, N.; Finger, J.; Häring, I.; Carli, M. et al. (2019): A systematic tabular approach for risk and resilience assessment and improvement in the telecommunication industry. 29th European Safety and Reliability Conference (ESREL 2019). Hannover, 25.9.2019.
- Finger, J.; Fehling-Kaschek, M.; Fischer, K.; Stolz, A.; Anastasiadou, K. (2019): Road infrastructure resilience during natural and man-made disasters. XXVIth World Road Congress. Abu Dhabi, United Arab Emirates, 6.10.2019.
- Fischer, K.; Hiermaier, S.; Riedel, W.; Häring, I. (2019): Statistical driven vulnerability assessment for the resilience quantification of urban areas. 13th International Conference on Applications of Statistics and Probability in Civil Engineering (ICASP). Seoul, South Korea, 26.5.2019.
- Fischer, K.; Schneider, N.; Roller, C.; Stolz, A. (2019): Dynamic bearing capacity of reinforced concrete plates subjected to blast loading – Comparison between model, experiment and real events. 18th International Symposium for the Interaction of Munitions with Structures. Panama City Beach, FL, USA, 21.10.2019.
- Fischer, K.; Trometer, S. (2019): Verwundbarkeitsanalyse urbaner Gebiete – 3D-Bewertung von disruptiven Ereignissen zur Steigerung der Resilienz. GIS-Runde. TU München, 14.3.2019.
- Fischer, K.; Trometer, S. (2019): Verwundbarkeitsanalyse von städtischen Gebieten infolge von Erdbebenereignissen. 16. D-A-CH-Tagung Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik. Innsbruck, Austria, 26.9.2019.
- Gärtner, M.; Gulde, M.; Ebert, M.; Kenkmann, T.; Putzar, R.; Watson, E. et al. (2019): Looking into the first microsecond of a hypervelocity impact. Paneth Kolloquium. Nördlingen, 29.10.2019.
- Gärtner, M.; Gulde, M.; Hergarten, S.; Ebert, M.; Putzar, R.; Schäfer, F. (2019): Looking into the first microsecond of an asteroid impact. DMG Annual Meeting. Heidelberg, 24.5.2019.
- Gulde, M. (2019): Land surface temperature monitoring. Global Resilience Research Network Summit 2019 (GRRN). Video-Pitch, 19.2.2019.
- Gulde, M. (2019): Unsere Moonshot-Vision. Fraunhofer Netzwerksymposium. München, 27.2.2019.
- Gulde, M. (2019): Land surface temperature monitoring. Seraphim Capital Product Day, 1.5.2019.
- Gulde, M. (2019): Land surface temperature monitoring. Creative Destruction Labs, 17.7.2019.
- Gulde, M. (2019): Land surface temperature monitoring. Climate KIC, 9.9.2019.
- Gulde, M. (2019): Land surface temperature monitoring. Copernicus Masters ESA Challenge, 18.9.2019.
- Gulde, M. (2019): Land surface temperature monitoring. Copernicus Masters Overall Challenge, 26.9.2019.
- Gulde, M. (2019): Taking our planet's temperature in the time of climate change. Berlin, 12.11.2019.
- Gulde, M. (2019): The emerging need for land surface temperature data. Seraphim Capital Insight Event. London, 13.11.2019.
- Gulde, M. (2019): Closing the gap in agritech. SmallSat Conference. Bremen, 21.11.2019.
- Gulde, M. (2019): Feeding humanity. Copernicus Masters Awards Ceremony, 4.12.2019.
- Heider, N.; Denefeld, V.; Aurich, H.; Koch, M. (2019): Safety analysis of PBX filled munitions under moderate mechanical loading. 31st International Symposium on Ballistics. Hyderabad, India, 4.11.2019.
- Heine, A. (2019): Steps toward characterizing and modeling UHA steels for armor design purposes. Light Weight Armour for Defense & Security Conference (LWAG) 2019. Roubaix, France, 9.10.2019.
- Hiermaier, S. (2019): Innovationsökosystem in der Green City. FhG-Symposium Netzwerk »Momentum«. Leistungszentrum Nachhaltigkeit. Freiburg, 27.7.2019.
- Hiermaier, S. (2019): Resilience of Complex Systems/Resilience – an Engineering Discipline. Global Resilience Research Network Summit 2019 (GRRN). Freiburg, 9.4.2019.

WISSENSCHAFTLICHER AUSTAUSCH, VORTRÄGE

- Hiermaier, S. (2019): Evening Talk zu Resilience Engineering. ETH Zürich, 11.12.2019.
- Huschka, M. (2019): Konzept zur Digitalisierung der Datenverarbeitung aus werkstoffwissenschaftlicher Forschung. Werkstoffwoche 2019. Dresden, 19.9.2019.
- Huschka, M. (2019): Konzept zur Digitalisierung der Datenverarbeitung aus werkstoffwissenschaftlicher Forschung. Tagung Werkstoffprüfung 2019. Neu-Ulm, 4.12.2019.
- Lässig, T.; Bagusat, F.; Pfändler, S.; May, M.; Riedel, W.; Heisserer, U. et al. (2018): Influence of the consolidation pressure on the shock wave propagation in UHMWPE composites. 1st World Conference on Advanced Materials for Defense (AuxDefense 2018). Lisbon, Portugal, 3.9.2018.
- Liesegang, M.; Beck, T.; Balle, F. (2019): Orbitales Ultraschallschweißen rohrförmiger Titan-/CFK-Verbunde für Anwendungen in der Luftfahrt. 22. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde. Kaiserslautern, 26.6.2019.
- Osterholz, J. (2019): Effekte und Anwendungen hochenergetischer Laserstrahlung. Future Security 2019. Berlin, 15.3.2019.
- Putzar, R. (2019): Protection techniques for satellites. Lehrgang Fundamentals of Space Situational Awareness 2019. Institut für Raumfahrtssysteme der Technischen Universität Braunschweig. Köln, 13.11.2019.
- Ramin, M. von; Khoe, Y. S. (2018): Klotz Group Engineering Tool v3.0 – an engineering tool for debris hazard prediction. International Explosives Safety Symposium and Exhibition. San Diego, CA, USA, 6.8.2018.
- Ramin, M. von; Stottmeister, A.; Schneider, J. (2018): Development of dynamic lung injury models for complex blast scenarios. 20th International Physical Security Forum IPSF. Bad Reichenhall, 22.4.2018.
- Ramin, M. von; Stottmeister, A.; Schneider, J. (2018): Physics-based injury models for improved explosives and munitions risk management. NATO MSIAC Improved Explosives and Munitions Risk Management Workshop. Granada, 10.9.2018.
- Sauer, M.; Durr, N.; Lück, M.; Nixon, M. E.; Koundinyan, S.; Diggs, A. et al. (2019): Comparison of software codes and discretization schemes for mesoscale simulation of dynamic mechanical loading of PBX. 50th International Annual Conference ICT 2019. Karlsruhe, 25.6.2019.
- Sauer, M.; Paul, A.; Zweigle, T.; Paul, H.; Matura, P.; May, M. et al. (2018): Simulationsbasierte Nachweisführung der Festigkeit eines Faserverbundbauteils bei Unterwasser-Stoßwellenbelastung. DWT-Konferenz Angewandte Forschung für Verteidigung und Sicherheit in Deutschland. Bonn, 21.2.2018.
- Schauflberger, B.; Matura, P.; Böhler, M. (2019): Arbeiten des Fraunhofer EMI im Rahmen des Projektes GAS-O-CHROM. Abschlusstreffen des Projekts GAS-O-CHROM. Sulzburg, 8.10.2019.
- Schauflberger, B.; Pernau, H.-F.; Böhler, M.; Matura, P. (2019): Analyse und Simulation des temperaturabhängigen Massenverlustes im Buchenholzschnelbrand (Testfeuer TF2 nach DIN EN 54). 13. Anwendertreffen der FDS Usergroup. Berlin, 17.11.2019.
- Schimmerohn, M.; Sholes, D.; Sinn, T.; Horch, C.; Schäfer, F. (2019): Developing a robust dragsail de-orbit subsystem for nanosatellites. 33rd AIAA/USU Conference on Small Satellites. Logan, UT, USA, 3.8.2019.
- Schneider, J. (2019): Addressing current research gaps in physical security (EXERTER and MULTISCHUTZ). International Physical Security Forum 2019. Oslo, Norway, 7.5.2019.
- Schneider, J. (2019): Masonry failure and debris throw characteristics under dynamic blast loads. Loss Prevention 2019. Delft, Netherlands, 17.6.2019.
- Staab, F.; Balle, F. (2019): Mikrostruktur- und Eigenschaftsanalyse ultraschalltorsions-geschweißter Al/CFK-Verbunde. 22. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde. Kaiserslautern, 26.6.2019.
- Staab, F.; Balle, F. (2019): Joining of ageing resistant structures out of light metals and carbon composites by ultrasonics. 22nd International Conference on Composite Materials (ICCM22). Melbourne, Australia, 11.8.2019.
- Staab, F.; Balle, F. (2019): Ultrasonic welding of ageing resistant hybrid transition structures for future aircraft applications. International Congress on Ultrasonics (ICU). Bruges, Belgium, 3.9.2019.
- Staab, F.; Balle, F. (2019): Ultrasonic welding of ageing resistant hybrid transition structures for future aircraft applications. 28. FMF-Kolloquium. Schluchsee, 14.10.2019.
- Steinhauser, M. O. (2019): Modeling and simulation of hypervelocity impact phenomena. 13th International Conference on the Mechanical Behavior of Materials. Melbourne, Australia, 11.6.2019.
- Steinhauser, M. O. (2019): Modeling and simulation of fracture and failure in hypervelocity impact. 10th International Conference on Computational Methods. Singapore, 9.7.2019.
- Steinhauser, M. O. (2019): Particle-based modeling of hypervelocity impact and fragmentation in materials. 1st International Orbital Debris Conference. Sugar Land, TX, USA, 9.12.2019.
- Stolz, A. (2019): Sprengwirkungshemmende Fenster- und Fassadenkonstruktionen. Rosenheimer Fenstertage 2019. Rosenheim, 9.10.2019.
- Stolz, A. (2019): Blackout – großflächiger Stromausfall – Kaskadeneffekte – Softwaretool CAESAR. Klausurtagung II/2019 der RegStTerrAufg Ost. Neumarkt, 29.11.2019.
- Straßburger, E. (2019): Untersuchung der Effizienz von geschotteten transparenten Panzerungen mit Spinell und des Einflusses von Fugen. 23. Tagung »Schutz gegen IED und ballistische Bedrohung«. WTD 91. Meppen, 7.5.2019.
- Straßburger, E.; Patel, P. (2019): Ballistic impact damage and fragmentation in different types of glass and glass ceramic. 31st International Symposium on Ballistics. Hyderabad, India, 4.11.2019.
- van Keuk, J.; Rakus, D.; Sättler, A. (2019): Simulation TK-Ablösung für 30-mm-Pfeilgeschoss. 7. Sitzung »Rohr-Geschoss-Dynamik/TK-Ablösung«. ISL. Saint-Louis, 20.8.2019.
- van Keuk, J.; Rakus, D.; Sättler, A. (2019): Simulation TK-Ablösung für 30-mm-Pfeilgeschoss. 8. Sitzung »Rohr-Geschoss-Dynamik/TK-Ablösung«. RWM. Unterlüß, 20.11.2019.
- van Keuk, J.; Sättler, A.; Schmitt, S.; Heiser, R.; Berger, C. (2019): Stand SimIB_V1.4/SimIB-1D. 27. Sitzung Taskforce »Innenballistik-Simulation«. Diehl GmbH & Co. KG. Röttenbach a. d. Pegnitz, 1.10.2019.
- Vogelbacher, G. (2019): Vortrag zum Projekt Stadtsicherheit-3D. Sicher leben in der Stadt – Herausforderung für Forschung und Praxis. Duisburg, 8.10.2019.
- Vogelbacher, G.; Finger, J.; Häring, I. (2019): Towards visibility and audibility algorithms for assessing perceived safety and security in public areas based on digital 3D city models. 29th European Safety and Reliability Conference (ESREL 2019). Hannover, 23.9.2019.
- Weibel, D.; Beck, T.; Balle, F. (2019): Very high cycle fatigue properties of crimp and non-crimp carbon fibre reinforced polyphenylene sulfide (CF-PPS). 22nd International Conference on Composite Materials (ICCM22). Melbourne, Australia, 11.8.2019.
- Wuttke, C.; Butenweg, C.; Rosin, J.; Kubalski, T. (2019): Verbesserte seismische Nachweiskonzepte für Mauerwerksbauten in deutschen Erdbebengebieten. 16. D-A-CH-Tagung Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik. Innsbruck, Austria, 26.9.2019.

Seminarvorträge im EMI

- Aurich, H.; Heider, N.; Denefeld, V. (2019): Material properties and ammunition safety. Besuch des Air Force Research Laboratory. EMI Kandern, 28.5.2019.
- Aurich, H.; Heider, N.; Denefeld, V. (2019): Material properties and ammunition safety. US-GE PA Meeting HERSHE. EMI Freiburg, 6.6.2019.
- Aurich, H.; Heider, N.; Denefeld, V. (2019): Safety assessment of PBX-ammunition. NATO I-AMMO Working Group Meeting. EMI Freiburg, 23.10.2019.
- Aurich, H.; Heider, N.; Denefeld, V.; Dutschke, B. (2019): Sensitivitätsanalysen für rohrverschossene Sprengmunition. Besuch der Güteprüfer des BAAINBw. EMI Efringen-Kirchen, 28.1.2019.
- Butz, I. (2019): Röntgenanalyse: von Pflanzen im Weltraum bis zu Autos in der Crashhalle. EMI-Doktorandenseminar. EMI Efringen-Kirchen, 7.6.2019.
- Butz, I. (2019): Röntgenanalyse: von Pflanzen im Weltraum bis zu Autos in der Crashhalle. Kuratoriumssitzung. EMI Freiburg, 19.7.2019.
- Denefeld, V.; Straßburger, E.; Heider, N. (2019): Schutz von mobilen Plattformen gegen IED-Bedrohungen. EMI-Symposium. EMI Freiburg, 11.12.2019.
- Dutschke, B. (2019): Numerische Untersuchungen zur Rohr-Geschoss-Dynamik in Handwaffen. EMI-Doktorandenseminar, 12.7.2019.
- Dutschke, B. (2019): Numerische Untersuchungen zur Rohr-Geschoss-Dynamik in Handwaffen. EMI-Symposium. EMI Freiburg, 10.12.2019.
- Gulde, M. (2019): Vortrag über das Fraunhofer AHEAD-Programm. EMI-Hausseminar. EMI Freiburg, 10.4.2019.
- Gulde, M. (2019): Vortrag über das Spin-off ConstellIR. EMI-Hausseminar. EMI Freiburg, 15.11.2019.
- Heider, N.; Aurich, H.; Denefeld, V. (2019): Material properties and ammunition safety. Besuch des Los Alamos National Laboratory. EMI Freiburg, 11.4.2019.
- Ramin, M. von (2019): Risikoanalyse für die sichere Munitionslagerung – nationale Entwicklungen, internationale Herausforderungen. EMI-Symposium. EMI Freiburg, 10.12.2019.
- Sauer, M. (2019): Multiskalenmodellierung von Explosivstoffen – Ergebnisse einer internationalen Forschungskooperation. EMI-Symposium. EMI Freiburg, 10.12.2019.
- Sauer, M.; Bagusat, F.; Lässig, T.; Maurer, M.; Pfändler, S. (2019): Materials at Highest Strain Rates Group. Visit of Dana Dattelbaum, Los Alamos National Laboratory (USA). EMI Freiburg, 11.4.2019.
- Schauelberger, B. (2019): Vorstellung des Projektes BATTmobil. EMI-Hausseminar. EMI Freiburg, 5.6.2019.
- Schneider, J. (2019): Charakterisierung des Splitterverhaltens von Glasscheiben unter kurzzeit-dynamischer Belastung mittels Computer-Vision. EMI-Hausseminar. EMI Efringen-Kirchen, 3.7.2019.
- Schopferer, S. (2019): Sicherheit und Schutz geladener Batterien unter einsatzspezifischen wehrtechnischen Belastungen. EMI-Symposium. EMI Freiburg, 11.12.2019.
- van Keuk, J.; Sättler, A.; Schmitt, S.; Heiser, R. (2019): Stand SimB_V1.4/SimB-1D. 26. Sitzung Taskforce »Innenballistik-Simulation«. EMI Efringen-Kirchen, 14.5.2019.

Lehrgänge der Carl-Cranz-Gesellschaft

- Niklas, W.; Engelmann, F. (2019): Quantitative Gefährdungs- und Risikoanalyse zur Festlegung von Gesamtsicherheitsanforderungen – Methodik und Anwendungsbeispiele. CCG-Seminar VS 1.53 »Funktionaler Sicherheitsnachweis für wehrtechnische Systeme«. EMI Efringen-Kirchen, 19.3.2019.
- Straßburger, E. (2019): Endballistik kleinkalibriger Geschosse – Keramik für den ballistischen Schutz. CCG-Seminar VS 1.43 »Endballistik – Grundlagen und Anwendungen«. ISL. Saint-Louis, 27.6.2019.

Lehrveranstaltungen

- Balle, F.: Engineering Materials and Testing Methods. Laborpraktikum. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Sommersemester 2019.
- Balle, F.: Lab Course Engineering Materials and Testing Methods. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Sommersemester 2019.
- Balle, F.: Lightweight Design and Materials. Vorlesung. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Wintersemester 2019/2020.
- Balle, F.: Materials Selection and Sustainable Development for Mechanical Engineering. Vorlesung. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Wintersemester 2019/2020.
- Balle, F.: Methoden der Materialwissenschaften. Ringvorlesung. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Sommersemester 2019.
- Balle, F.: Methodenpraktikum. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Sommersemester 2019.
- Balle, F.: Studienseminar Sustainable Systems Engineering. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Sommersemester 2019.
- Balle, F.: Technische Funktionswerkstoffe. Vorlesung und Übung. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Sommersemester 2019.
- Balle, F.; Hartwick, A.; Richter, S.: Sustainable Materials – Functional Materials: Einführung. Einführung für Erstsemesterstudierende. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, 18.10.2019.
- Balle, F.; Hiermaier, S.; Weidlich, A.; Ganzenmüller, G. C.; Hess, S.; Kilchert, S.; Rodenbücher, B.: Studienseminar Sustainable Systems Engineering. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Sommersemester 2019.
- Fischer, K.: Fundamentals of Resilience. Übung. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Wintersemester 2019/2020.
- Fischer, K.: Quantitative Risk Assessment. Vorlesung als Gastredner. Hochschule Furtwangen, Wintersemester 2019/2020.
- Häring, I.: Funktionale Sicherheit – Aktive Resilienz / Functional Safety: Active Resilience. Vorlesung. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Sommersemester 2019.
- Hiermaier, S.: Fundamentals of Resilience. Vorlesung. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Wintersemester 2019/2020.
- Hiermaier, S.: Kontinuumsmechanik. Vorlesung. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Wintersemester 2019/2020.
- Hiermaier, S.; Ganzenmüller, G. C.: Konstitutive Gleichungen und Diskretisierungsverfahren zur Versagensmodellierung/Physics of Failure. Vorlesung. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Wintersemester 2019/2020.
- Hiermaier, S.; Ganzenmüller, G. C.; Kilchert, S.: Materialebenszyklen/Material Life Cycles. Vorlesung mit Übung. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Wintersemester 2019/2020.

WISSENSCHAFTLICHER AUSTAUSCH, VORTRÄGE

May, M.: Composite Materials. Vorlesung. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Wintersemester 2019/2020.

Osterholz, J.: High-Energy-Density Physics. Vorlesung. Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Wintersemester 2019/2020.

Osterholz, J.: High-Energy-Density Physics. Vorlesung. Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Sommersemester 2019.

Sauer, M.: Finite Methoden und Stoffgesetze Hochdynamik. Vorlesung und Laborpraktikum. Universität der Bundeswehr München, Wintersemester 2019.

Sauer, M.: Numerische Simulationsverfahren. Vorlesung. Universität der Bundeswehr München, Wintersemester 2019.

Sauer, M.: Werkstoffcharakterisierung. Vorlesung. Universität der Bundeswehr, Wintersemester 2019.

Sauer, M.: Finite Methoden und Stoffgesetze Hochdynamik. Vorlesung und Laborpraktikum. Universität der Bundeswehr München, Wintersemester 2020.

Sauer, M.: Numerische Simulationsverfahren. Vorlesung. Universität der Bundeswehr München, Wintersemester 2020.

Sauer, M.: Werkstoffcharakterisierung. Vorlesung. Universität der Bundeswehr, Wintersemester 2020.

Steinhauser, M. O.: Advanced Methods in Computational Sciences: Monte Carlo Simulations. Vorlesung. Universität Basel, Frühjahrssemester 2019.

Steinhauser, M. O.: Anwendungen Computational Sciences. Vorlesung. Universität Basel, Herbstsemester 2019.

Steinhauser, M. O.: Computational Materials Science with Atomistic and Coarse-grained Methods. Vorlesung. Universität Basel, Frühjahrssemester 2019.

Steinhauser, M. O.: Computational Materials Science: Simulation of Shock Waves in Solids and Biomembranes. Vorlesung in der Ringvorlesung Computational Sciences. Universität Basel, Herbstsemester 2019.

Steinhauser, M. O.: Physikalische Chemie IV: Molekulare Dynamik und elektronische Struktur. Vorlesung. Universität Basel, Herbstsemester 2019.

Stolz, A.: Baudynamik. Vorlesung. Hochschule Koblenz, Sommersemester 2019.

Stolz, A.: Konzeption großer Infrastrukturen / Design of Large Infrastructures. Vorlesung. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Sommersemester 2019.

Stolz, A.: Strukturelle Robustheit: Resiliente Entwurfsprinzipien/ Structural Robustness: Resilient Designs. Vorlesung und Übung. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Wintersemester 2019/2020.

Gastwissenschaftler im EMI

Gaetano Auteri, 24.6.2019–16.9.2019.

Lukas Becker, 24.6.2019–16.9.2019.

Lukas Gaenzle, 6.8.2018–31.5.2019.

Maik Geiermann, 1.7.2019–22.9.2019.

Malte Meyer, 1.7.2019–22.9.2019.

Pablo Resende-Oliveira, 1.6.2018–31.5.2022.

Prof. Akira Tsukamoto, 3.7.2019–19.8.2020.

Robert Kranz, 24.6.2019–16.9.2019.

Thomas Sheehan, 16.6.2019–31.8.2019.

Vivek Padmanabha, 15.4.2019–15.4.2022.

Promotionen

Backe, S. (2019): Metallfaser- und kohlenstofffaserverstärkte Kunststoff-Laminat (MCFK): Ermüdungseigenschaften und Potenziale zur Schädigungsüberwachung. Dissertation. TU Kaiserslautern, Kaiserslautern.

Büchler, A. (2019): Interface Study on Laser-Structured Plated Contacts for Silicon Solar Cells. Dissertation. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Freiburg.

Daneshi, A. (2019): Micro Chip Formation Mechanism in Grinding of Nickel-base Superalloy – Inconel 718. Dissertation. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Freiburg.

Heusinger, V. (2019): Eingangsdatenspezifische Artefaktreduktion für algebraische Rekonstruktionsverfahren in der Computertomographie am Beispiel von Halbleiterdetektoren. Dissertation. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Freiburg.

Nissle, S. (2019): Zur Kraftübertragung zwischen Formgedächtnislegierungen und Faserkunststoffverbunden in aktiven Hybridstrukturen. Dissertation. TU Kaiserslautern, Kaiserslautern.

Sasikumar, A. (2019): Improving Compression after Impact Response of Composite Laminates through Ply Level Hybridization with Thin Plies and Unsymmetrical Designs. Dissertation. Universität de Girona, Girona.

Seifert, W. (2019): Einfluss von Adhäsivstoffen auf das ballistische Verhalten geklebter Keramik-Metall-Verbunde. Dissertation. Universität der Bundeswehr, München.

Yuan, L. (2019): Development and Characterization of Piezoelectric AlScN-based Alloys for Electroacoustic Applications. Dissertation. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Freiburg.

Bachelor-, Master- und Diplomarbeiten

- Auteri, G. (2019): Charakterisierung von PDV-Messparametern für EFI-Zündmittel und Ableitung von Auslegungsregeln für einen Messplatz. Bachelorarbeit. DHBW Mannheim.
- Bajwa, S. (2019): Potentiale des Kunststoffschweißens als alternative Fügetechnologie für opto-elektronische Sensoren. Masterarbeit. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.
- Becker, L. (2019): Konzeption und Konstruktion einer Messeinrichtung zur Messung der Masseigenschaften von Handfeuerwaffen. Bachelorarbeit. EMI-Bericht A 26/19. DHBW Mannheim.
- Berger, C. (2019): Vergleich optischer Messverfahren zur Charakterisierung von Gasströmungen. Bachelorarbeit. EMI-Bericht A 01/19. KIT.
- Bhattacharya, D. (2019): Development of a low damage laser cutting process for aluminium foil metallization on the rear side of p-type PERC solar cells. Masterarbeit. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.
- Chang Kuo-I (2019): An adaptive surrogate modeling approach to cup drawing using Gaussian process regression. Masterarbeit. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.
- Eberhardt, D. (2019): Erkennen und Verfolgen von Glassplittern auf Highspeed-Aufnahmen mit Hilfe von künstlichen neuronalen Netzen. Bachelorarbeit. EMI-Bericht A 29/19. DHBW Lörrach.
- Förster, B. (2019): Verbesserung eines Einspann-Systems durch metallischen 3D-Druck. Diplomarbeit. EMI-Bericht A 02/19. Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden.
- Gärtner, M. (2019): Analysis of jetting during hypervelocity impacts. Bachelorarbeit. EMI Report A 39/19. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.
- Geiermann, M.: Auslegung und Konstruktion einer temperierbaren Prüfanordnungen zur mechanischen Charakterisierung von Explosivstoffen. Bachelorarbeit. EMI-Bericht A 27/19. DHBW Mannheim.
- Herr, M. (2019): Experimentelle und numerische Untersuchung von Impaktvorgängen auf Keramik-Gummi-Verbundplatten (experimenteller Teil). Masterarbeit. EMI-Bericht A 19/19. Technische Hochschule Mittelhessen.
- Hochdorfer, F. (2019): Charakterisierung und Bewertung additiv gefertigter Verbundwerkstoffe. Bachelorarbeit. EMI-Bericht A 31/19. DHBW Mannheim.
- Hubig, M. (2019): Messmethoden zur Temperaturbestimmung bei der Laserwirkung. Bachelorarbeit. EMI-Bericht A 32/19. DHBW Mannheim.
- Juncker, J. (2020): Charakterisierung des Splitterverhaltens von Glasscheiben unter kurzzeitdynamischer Belastung. Bachelorarbeit. EMI-Bericht A 07/20. Hochschule Furtwangen.
- Kranz, R. (2019): Charakterisierung von PDV-Strahleigenschaften zur Messung an EFI-Zündmitteln. Bachelorarbeit. DHBW Mannheim.
- Krummenacher, M. (2019): Interaction of amphiphilic bottle brush and star polymers with a biological membrane: a coarse-grained molecular dynamics study. Masterarbeit. EMI Report A 37/19. Universität Basel.
- Kunert, N. (2019): Automatische Bestimmung der Größe und Flugbahn von Hypervelocity-Impakt-Ejekta. Bachelorarbeit. EMI-Bericht A 13/19. NTA Isny.
- Leppert, P. (2019): Konzeptentwicklung zur Implementierung von bistabilen Mechanismen in additiv gefertigten Gitterstrukturen. Masterarbeit. EMI-Bericht A 06/19. Hochschule Offenburg.
- Mayer, E. (2019): Geschäftsmodellanalyse: Neue Geschäftsmodelle in der Raumfahrt. Bachelorarbeit. EMI-Bericht A 20/19. SRH Hochschule für Logistik und Wirtschaft Hamm.
- Mayer, E. (2019): Konkurrenzanalyse: Akteure auf dem europäischen Markt für Kleinsatelliten. Bachelorarbeit. EMI-Bericht A 21/19. SRH Hochschule für Logistik und Wirtschaft Hamm.
- Miller, N. (2019): A Proposed methodology to evaluate resilience of power grids against Natural Disasters. Masterarbeit. EMI Report A 40/19. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.
- Mopidevi, O. S. S. (2019): Modelling and design of rotor kite experimental setup for airborne wind energy. Masterarbeit. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.
- Moser, D. (2019): Methodenentwicklung zur Werkstoffstrukturierung durch Selektives Laserschmelzen (SLM). Masterarbeit. EMI-Bericht A 16/19. Hochschule Offenburg.
- Müller, T. (2019): Entwicklung eines Messmoduls zur drahtlosen Datenübermittlung in einer stark stoßbelasteten Umgebung. Bachelorarbeit. EMI-Bericht A 30/19. Wilhelm-Büchner-Hochschule.
- Nasr, E. (2020): Evaluation of automatic ontology matching for materials sciences and engineering. Masterarbeit. EMI Report A 02/20. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.
- Neven-du-Mont, S. (2019): Demonstration eines Solarmoduls mit III-V-Multi-function Solarzellen. Masterarbeit. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.
- Ortlieb, M. (2019): Entwicklung eines Detektors zur Erfassung von kurzzeitdynamischen Stoßwelleneffekten. Bachelorarbeit. EMI-Bericht A 41/19. Wilhelm-Büchner-Hochschule.
- Ragupathi, B. (2019): Analysis of local mechanical strength of magnetic pulse welding joints of dissimilar metals. Masterarbeit. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.
- Rupakula, G. D. (2020): Numerical analysis of a novel high-rate mode II fracture toughness test. Masterarbeit. EMI Report A 04/20. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.
- Rüthnick, P. (2020): Bewertung hybrider Luftfahrt-Verbindungen unter dynamischer Last. Masterarbeit. EMI-Bericht A 03/20. TU Berlin.
- Schmieder, L. (2019): Method for impact flux analysis on ISS surfaces. Masterarbeit. EMI Report A 23/19. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.
- Schmohl, R. (2019): Topologische Optimierung und Konstruktion von Leichtbauteilen für die additive Fertigung. Bachelorarbeit. EMI-Bericht A 05/19. Fachhochschule Aachen.
- Sivakumar, P. K. (2019): Direct tension bar for testing at intermediate strain rate. Masterarbeit. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.
- Uebbing, S. (2019): Analyse eines Impaktdetektionsverfahrens mit Segeln aus dünnen Folien. Masterarbeit. EMI-Bericht A 03/19. TU Braunschweig.
- Zadim, D. (2019): Experimentelle Analyse der Zuverlässigkeit der Kommunikation mit Nanosatelliten im UHF-Band. Bachelorarbeit. EMI-Bericht A 14/19. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.

WISSENSCHAFTLICHER AUSTAUSCH, VORTRÄGE

Schriftenreihe des Ernst-Mach-Instituts: Epsilon-Punkt

Heusinger, V. (2019): Eingangsdatenspezifische Artefaktreduktion für algebraische Rekonstruktionsverfahren in der Computertomographie am Beispiel von Halbleiterdetektoren. Stuttgart: Fraunhofer Verlag (Schriftenreihe Epsilon-Punkt – Forschungsergebnisse aus der Kurzeitdynamik).

Workshops und Veranstaltungen

60 Jahre EMI, Jubiläumsfeier, 28.11.2019.

EMI-Symposium, 10.–11.12.2019.

EXERTER End User Workshop 2019, 19.–20.11.2019.

Gedenkkolloquium Professor Klaus Thoma, 18.7.2019.

2nd Global Resilience Research Network (GRRN) Summit, 9.–11.4.2019.

NATO-Sitzung, 22.–25.10.2019.

Projekttreffen EXERTER, 18.–21.11.2019.

SecureGas Workshop, 9.–11.9.2019.

Workshop SUSQRA 11.–12.3.2019.

Mitwirkung in Fachgremien, Fachverbänden und Programmkomitees

Aurich, H.: Task Force »Sandy Gravel« (Bodenproblematik).

Balle, F.: Aktives Mitglied im DGM-Fachausschuss »Hybride Werkstoffe und Strukturen« (Gründungsmitglied).

Balle, F.: Aktives Mitglied im DVM-Arbeitskreis »in-situ-Prüfung im Elektronenmikroskop« (Gründungsmitglied).

Balle, F.: Gutachter für die Deutsche Forschungsgesellschaft (DFG).

Balle, F.: Gutachter für die Netherlands Organisation for Scientific Research (NWO).

Balle, F.: Gutachter für wissenschaftliche Journals in 2019: Composite Science and Technology, Composites A, Composite Interfaces, Composite Materials, Fatigue and Fracture of Engineering Materials and Structures, Polymers, Sandwich Structures and Materials, Metals, Journal of Materials Processing and Technology, Materials Letters, Materials Science and Engineering A, NDT & E International, Ultrasonics, Carbon.

Balle, F.: Mitglied im Editorial Board und Mitherausgeber der Zeitschrift »Ultrasonics« (Elsevier).

Balle, F.: Mitglied im Gemeinschaftsausschuss (GA) »Verbundwerkstoffe« der DGM, DGG, DGO, DVS, VDI und DKG.

Balle, F.: Mitglied im Internat. Advisory Committee: »International Conference on Very High Cycle Fatigue (VHCF)«.

Balle, F.: Mitglied im Programmbeirat der DGM-Tagung »Ressourceneffizienz und Additive Fertigung«.

Balle, F.: Mitglied im Programmbeirat der DGM-Tagung »Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde«.

Balle, F.: Mitgliedschaften in folgenden Verbänden: Deutsche Gesellschaft für Materialkunde (DGM), Deutscher Verband für Materialforschung und -prüfung e.V. (DVM), Deutscher Hochschulverband (DHV), The Minerals, Metals & Materials Society (TMS), USA.

Heine, A.: Abstract Reviewer, 31st International Symposium on Ballistics, ISB 2019.

Heine, A.: Member of the Scientific Committee, Lightweight Armour Group, LWAG 2019.

Hiermaier, S.: Fachbeirat der BaSt.

Hiermaier, S.: Mitglied im Beirat des Leistungszentrums Profilregion Mobilitätssysteme Karlsruhe.

Hiermaier, S.: Mitglied im Technologie-Beirat wvib.

Leismann, T.: Mitglied im wissenschaftlichen Programmausschuss »Forschung für die zivile Sicherheit«.

Putzar, R.: Chairman der Aeroballistic Range Association (ARA).

Putzar, R.: Mitglied des »Committee on the Review of Planetary Protection Requirements for Sample Return from Phobos and Deimos« des »Space Studies Board« der »The National Academies of Sciences Engineering Medicine«.

Putzar, R.: Repräsentant des Ernst-Mach-Instituts in der Aeroballistic Range Association (ARA).

Ramin, M. von: Mitarbeit in der Klotz Group.

Ramin, M. von: Mitarbeit in der NATO PFP(AC/326-SG/C) AASTP-4 Custodian Working Group.

Ramin, M. von: Mitglied beim American Concrete Institute (ACI).

Ramin, M. von: Mitglied beim Deutschen Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb).

Ramin, M. von: Themenpate der Fraunhofer Young Research Class 2018: Biologische Transformation.

Rosin, J.: Deutsche Expertin im korrespondierenden europäischen Normungsausschuss CEN/TC 265/WG 10, Projektleiterin des Teil 2 EN 14620.

Rosin, J.: Mitarbeit im Normungsausschuss NA 104 DIN-Normenausschuss Tankanlagen (NATank).

Schimmerohn, M.: External DLR Delegate, Deputy Chairmen of Working Group 3 at the 37th Inter-Agency Space Debris Coordination Committee (IADC) Meeting, 7.–10.5.2019, Rome, Italy.

Schopferer, S.: EDA CnGE (CapTech non-Governmental Expert) for CapTech Components.

Stolz, A.: International member ABR10 Committee on Critical Infrastructure Protection im Transport Research Board TRB.

Stolz, A.: Koordinator »Resistance of structures to explosion effects« im Rahmen des the ERNCIP (European Reference network for Critical Infrastructure protection) framework.

Wissenschaftliche Preise und Auszeichnungen

Fischer, K.: Finalist of the GRRN Young Researcher award: »Resilience quantification of urban areas – An integrated approach for man-made and natural disruptive events«. Global Resilience Research Network Summit 2019 (GRRN). Freiburg.

Evaluierte Exzellenzforschung – Projekte, die vom DFG, BMBF oder European Research Council gefördert werden

EXERTER (Security of Explosives pan-European Specialists Network), www.exerter-h2020.eu.

Hauptstandorte ●
Nebenstandorte ○



IMPRESSUM

Redaktion

Birgit Bindnagel (verantwortlich), Heide Haasdonk

Redaktionelle Mitarbeit

Sophie Familia, Johanna Holz, Sophie Wilhelm

Layout und grafische Bearbeitung

Deborah Kabel, Sonja Weber

Bildredaktion

Birgit Bindnagel, Sophie Familia, Heide Haasdonk, Deborah Kabel, Sonja Weber

Redaktionsanschrift

Fraunhofer-Institut für Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut, EMI

Presse und Öffentlichkeitsarbeit

Ernst-Zermelo-Straße 4

79104 Freiburg

Telefon 0761 2714-366

birgit.bindnagel@emi.fraunhofer.de

www.emi.fraunhofer.de

© Fraunhofer EMI, Freiburg 2020



006 – DIE LIZENZ ZUM FORSCHEN

60 Jahre EMI

Das Motto *006 – DIE LIZENZ ZUM FORSCHEN* bestimmte am 28. November 2019 den glamourösen Geheimagentenstil der EMI-Jubiläumsfeier: 60 Jahre Forschungstätigkeit im Dienste der angewandten Wissenschaft wurden festlich begangen. Weit über 300 Gäste waren der Einladung von Institutsleiter Professor Stefan Hiermaier ins Tagungszentrum des Europa-Parks Rust gefolgt, unter ihnen auch Prominenz aus dem Fraunhofer-Vorstand sowie Vertreter der Fraunhofer-Verbände und aus Politik, Wirtschaft und Industrie.

Flott wie ein James-Bond-Smoking war auch der Programmablauf des Abends. Die EMI Bond Stars legten mit einem Bond-Medley als musikalischem Einstieg das Tempo vor und zeigten, was 30 EMI-Mitarbeitende jenseits des Arbeitsalltags auf der Bühne bewirken können. Im nahtlosen Übergang folgte die gespannt erwartete Premiere des Fraunhofer-EMI-Imagefilms mit eindrücklichen Bildern und schloss so die mediale Eröffnungsrunde.

Nicht ohne Stolz blickte Professor Hiermaier in seiner Begrüßungsansprache auf 60 Jahre

Forschungsgeschichte am EMI zurück und gab sich auch für die Zukunft optimistisch. Die wissenschaftliche Agenda des Abends verzeichnete Redner wie den neuen Fraunhofer-Vorstand für Technologiemarketing und Geschäftsmodelle Professor Ralf B. Wehrspohn. Er zeigte sich beeindruckt vom Engagement aller Mitarbeitenden für das Geburtstagsfest und vom wissenschaftlichen Erfolg des Instituts.

Einen rasanten Schlagabtausch lieferten sich die sechs interdisziplinären wissenschaftlichen Bewerbergruppen für das hausinterne FastTrack-Programm »EM/dee« in ihren dreiminütigen Pitches. Die Projektideen »Schock den Tumor« (wie man Stoßwellen gegen Tumorzellen einsetzt) sowie »GUARDIAN – zielsicher Leben retten!« (wie private Handys Rettungskräfte bei der Ortung Verschütteter unterstützen) überzeugten das Publikum und werden je 40 000 Euro Preisgeld erhalten.

Als Party bei guter Stimmung und Musik durfte der Abend ausklingen.







Fraunhofer-Institut für Kurzzeitdynamik,
Ernst-Mach-Institut, EMI
Ernst-Zermelo-Straße 4
79104 Freiburg
Telefon +49 761 2714-0
info@emi.fraunhofer.de
www.emi.fraunhofer.de

Standorte
Freiburg, Efringen-Kirchen und Kandern