

Jahresbericht 2023

Fraunhofer-Technologien im Weltall



Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

sind Sie sicher, dass Sie sicher sind?

Wer in den letzten Monaten die Nachrichten verfolgt und insbesondere den Äußerungen des Autokraten Putin und seiner Gefolgsleute aufmerksam gelauscht hat, den hat sicher des Öfteren ein Schauer überlaufen. Allerdings dürfte es kein wohliger gewesen sein, wie man ihn im bequemen Kinosessel empfindet, wenn man sich einen gut gemachten Gruselfilm ansieht. Vor allem für diejenigen unter uns, die den Kalten Krieg selbst erlebt haben, hört sich das fatal nach einer längst überwunden geglaubten Eroberungsrhetorik an, die einem kalte Schauer über den Rücken jagt. Putins Träume von einem wiederauferstandenen russischen Großreich sind nur auf Kosten freier, unabhängiger – und in der Regel auch demokratischer – Staaten realisierbar. Das russische Militär als willfähriges Werkzeug des Machthabers schreckt dabei weder vor Kriegsverbrechen jeglicher Art noch vor dem Einsatz aller denkbaren Waffen zurück, und es ist ein Glück, dass die nukleare Option auf dem Schlachtfeld bisher noch nicht gezogen wurde. Im Krieg der Worte gehört sie längst schon wieder zu den verwendbaren Kriegsmitteln.

Kann das Undenkbare denkbar werden?

Auf diese Frage gibt es keine gesicherte Antwort. Die logische Folgerung daraus lautet, dass nur die Vorbereitung auf alle

Eventualitäten einen gewissen Schutz bieten kann. Im Kalten Krieg wurde Frieden in Form eines Nicht-Einsatzes von Waffen dadurch aufrechterhalten, dass das Risiko größter Verluste für beide Seiten unkalkulierbar blieb. Die Triade aus konventionellen, nuklear-taktischen und nuklear-strategischen Kräften ermöglichte eine Strategie der flexiblen Antwort und machte es dem Gegner unmöglich, die Reaktion auf eine Aggression vorherzusehen. Real verfügbare Fähigkeiten sowie die uneingeschränkte Glaubwürdigkeit, diese Fähigkeiten auch vollumfänglich zur Verteidigung einzusetzen, waren die Säulen, auf denen die damalige Sicherheitsarchitektur aufgebaut war. Die gesicherte gegenseitige Vernichtung hat wechselseitige Eroberungsgelüste im Keim erstickt. Am Ende war es weitgehend rational denkenden Menschen an der Spitze der beiden Blöcke zu verdanken, dass das Gleichgewicht des Schreckens aufgelöst werden konnte.

Heute ist die Situation leider ungleich komplizierter als im Kalten Krieg. Zum einen gibt es deutlich mehr Nuklearmächte als zur damaligen Zeit, was die Möglichkeiten zur Proliferation erheblich vermehrt. Die Gefahr, dass irrational handelnde, fanatische oder terroristische Kräfte Zugang zu diesen Waffen erlangen, hat sich stark erhöht, aber auch nicht jeder »rechtmäßige« Besitzer eines Nuklearwaffenarsenals kann als rational bezeichnet werden. Zudem ist aus der Spieltheorie bekannt, dass sich die Zahl möglicher Spielverläufe potenziert, wenn mehr als zwei Spieler am Tisch sitzen. Aus der relativ



**Seien Sie sicher:
unsere Forschung wird
auch weiterhin dazu
beitragen, die Welt ein
Stückchen sicherer zu
machen.«**

überschaubaren Konfiguration einer zweiseitigen Konfrontation ist nun eine Ansammlung von nicht berechenbaren Mitspielern mit je eigenen, teilweise unbekanntem Absichten geworden.

Die technologischen Möglichkeiten für den Bau nuklearer Waffen haben seit dem Ende des Kalten Krieges ebenfalls zugenommen. Die Konstruktion von Gefechtsfeldwaffen, deren Sprengkraft zwischen »großen« konventionellen und »kleinen« nuklear-taktischen Waffen liegt, wird wieder diskutiert. Diese »Mini-Nukes« sind geeignet, die nukleare Schwelle deutlich zu senken.

Ein weiterer Punkt kommt hinzu: aus der oben erwähnten Triade ist eine unheilvolle Quadriga geworden. Die großen technologischen Entwicklungen der letzten Jahrzehnte haben den Cyberraum zum Gefechtsfeld und Cyberwaffen zu effektiven Angriffsmitteln werden lassen. Moderne Industrienationen sind extrem abhängig geworden von ihrer digitalen Infrastruktur und globaler Vernetzung. Für einen Aggressor bietet sich hier die Möglichkeit, sehr preiswert und effizient ein mögliches Opfer unterhalb der Schwelle eines Schießkrieges so sehr zu schwächen, dass ein Einsatz militärischer Kräfte nur in geringem Umfang oder gar nicht mehr notwendig wird. Wer aufmerksam hinsieht, kann die Trollfabriken und Cyberbataillone autokratischer Staaten auch bei uns bei ihrer Arbeit beobachten.

Nicht zuletzt: Fragen zu militärischen Konflikten – insbesondere auch zu Nuklearwaffen und deren Wirkungen – waren in den vergangenen drei Jahrzehnten nicht besonders en vogue in unserer Gesellschaft. Viele der im Kalten Krieg erarbeiteten Kenntnisse sind verschüttet, der Umgang mit den verbundenen Fragestellungen muss wieder neu erlernt werden. Dies ist ein Lernprozess, der nicht nur im Militär, sondern vor allem auch in der zivilen Gesellschaft bewältigt werden muss. Denn was schon seit der Antike gilt, zeigt uns der Ukraine-Krieg mit erschreckender Deutlichkeit aufs Neue: im Krieg gibt es keine

Aufteilung in kämpfende Soldaten und unbeteiligte Zivilpersonen. Beide sind betroffen und häufig trifft es die ungeschützte Bevölkerung noch härter als die Soldaten.

Seit 50 Jahren forscht das Fraunhofer INT über moderne Technologieentwicklungen auch für militärische Anwendungen, Katastrophenvorsorge, die Verwundbarkeit der digitalen Welt durch elektromagnetische Bedrohungen und auch über die Wirkungen nuklearer Waffen.

Seien Sie sicher: unsere Forschung wird auch weiterhin dazu beitragen, die Welt ein Stückchen sicherer zu machen.

Der vorliegende Jahresbericht bietet Ihnen wieder einen Überblick über die zahlreichen zukunftsweisenden Forschungsergebnisse, die das Fraunhofer INT allen Widrigkeiten zum Trotz im letzten Jahr erarbeitet hat.

Ich wünsche Ihnen viel Spaß beim Lesen. Bleiben Sie neugierig und schauen Sie mit uns in eine hoffentlich sichere Zukunft.

Herzlichst, Ihr

Prof. Dr. Dr. Michael Lauster

Inhalt

Vorwort	2
Die Geschäftsfelder und Gruppen des Fraunhofer INT	6
Wissenschaftsjahr »Unser Universum«: Fraunhofer-Technologien im Weltall	8
Technologievorausschau und strategische Planung	
Planung und Krisenbewältigung im Pandemiemanagement	12
Projekt INDY – Energieversorgung militärischer Feldlager	14
DIVE – Dashboards for Interactive Visualization and Exploration	15
Mitarbeiterporträt – Philipp Baaden	16
KSaRo – Kleinsatelliten-Roadmap 2030	18
EU-Projekt SHAPES – Innovation für intelligentes und gesundes Altern	20
Mit Star Trek in die Zukunft?	21
PtX.CountryScoping	22
Am Puls der Wissenschaften mit KATI	24
Wehrtechnische Vorausschau	26
Die Fraunhofer INT Technologiegalaxie	30
Zuverlässigkeit von Strahlungseffekten in Elektronik	
Neue Möglichkeiten zur Öffnung elektronischer Bauteile	34
Krisenmanagement braucht EU-Normen	36
HPEM-Detektionssystem FORDES – Entwicklung, Leistung und Anwendung ..	38
Sonstiges	
Kurz notiert	42
Allianzen, Verbände, Netzwerke	44
Die Fraunhofer-Gesellschaft	46
Fraunhofer INT im Profil	47
Fraunhofer INT in Zahlen	48
Anhang	50
Impressum	56





Die Geschäftsfelder und Gruppen des Fraunhofer INT

Die verschiedenen Forschungsaktivitäten des Fraunhofer INT sind in sechs Geschäftsfelder gegliedert. Unterstützt werden sie dabei von drei Gruppen.

6+3

Technologievorausschau und strategische Planung

»Wehrtechnische Zukunftsanalyse« (WZA)

Das Geschäftsfeld betreibt langfristig ausgerichtete, technologieorientierte Zukunftsforschung (Technologiefrühaufklärung) für öffentliche Auftraggeber im Bereich Verteidigung, insbesondere das Bundesministerium der Verteidigung (BMVg) und dessen nachgeordnete Amtsbereiche.

»Öffentliche Technologie- und Innovationsplanung« (TIP)

Das Geschäftsfeld unterstützt die Gestaltung der strategischen Forschungs- und Innovationsplanung von öffentlichen, nicht-militärischen Auftraggebern wie der Europäischen Kommission, dem EU-Parlament und anderen nationalen und internationalen Akteuren.

»Corporate Technology Foresight« (CTF)

Das Geschäftsfeld betreibt technologieorientierte Zukunfts- und Innovationsforschung und unterstützt Organisationen damit bei der Beantwortung strategischer Fragestellungen.

»Technology Foresight and University Hub« (TFU)

Die Gruppe testet und entwickelt Werkzeuge und Methoden zur Technologievorausschau und pflegt die Hochschulbindung des Fraunhofer INT.

»KATI Lab« (KLAB)

Die Gruppe entwickelt das Assistenzsystem zur Technologievorausschau KATI (Knowledge Analytics for Technology & Innovation) kontinuierlich weiter und beschäftigt sich damit, wie Daten für Foresight-Prozesse genutzt werden können.



Zuverlässigkeit von Strahlungseffekten in Elektronik

»Elektromagnetische Effekte und Bedrohungen« (EME)

Das Geschäftsfeld beschäftigt sich mit elektromagnetischen Feldern, deren Auswirkungen auf Elektronik und analysiert dadurch verursachte Bedrohungsszenarien sowie Schutzkonzepte.

»Nukleare Sicherheitspolitik und Detektionsverfahren« (NSD)

Das Geschäftsfeld führt theoretische Simulationen und experimentelle Messungen durch, um Verfahren zur Identifikation von nuklearen und radioaktiven Materialien zu erforschen und zu entwickeln.

»Nukleare Effekte in Elektronik und Optik« (NEO)

Das Geschäftsfeld erforscht die Wirkung von ionisierender Strahlung und führt Bestrahlungstests mit elektronischen, optoelektronischen und optischen Bauteilen und Systemen durch.

»Wissenschaftlich-Technische Infrastruktur« (WTI)

Die Gruppe unterstützt die Geschäftsfelder mit einer Feinmechanik-Werkstatt und einer Elektronik-Werkstatt.

Die Ansprechpersonen und Kontaktdaten der Geschäftsfelder und Gruppen finden Sie auf den Seiten 54-55.

Betriebswirtschaft und Zentrale Dienste (BZD)

Die Abteilung nimmt alle kaufmännischen und administrativen Aufgaben wahr und stellt die zentrale Infrastruktur des Instituts bereit.

Wissenschaftsjahr »Unser Universum«: Fraunhofer-Technologien im Weltall

Fraunhofer INT-Strahlungssensor startet auf Heinrich-Hertz-Satellit ins All

Planeten, Satelliten und Raumfahrt – Das Wissenschaftsjahr 2023 stand unter dem Motto »Unser Universum«. Seit dem Jahr 2000 legen das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und die Initiative Wissenschaft im Dialog jährlich ein Motto für das Wissenschaftsjahr fest. Zu diesem Thema werden dann über das Jahr verteilt wissenschaftliche Inhalte vermittelt und zahlreiche Aktivitäten wie Ausstellungen, Wettbewerbe und andere Dialogformate durchgeführt. Die Wissenschaftsjahre fördern den Austausch zwischen Wissenschaft und Gesellschaft und ermöglichen Bürger*innen einen einfachen Zugang zu Forschungsthemen. Im Jahr 2023 standen das Weltall und damit Themen wie Astronomie, die Anfänge und die Geschichte des Universums und drängende Fragen unserer Zeit wie der Klimawandel, Umweltschutz oder neue Energiequellen im Mittelpunkt.

Fraunhofer-Aktivitäten im Wissenschaftsjahr »Unser Universum«

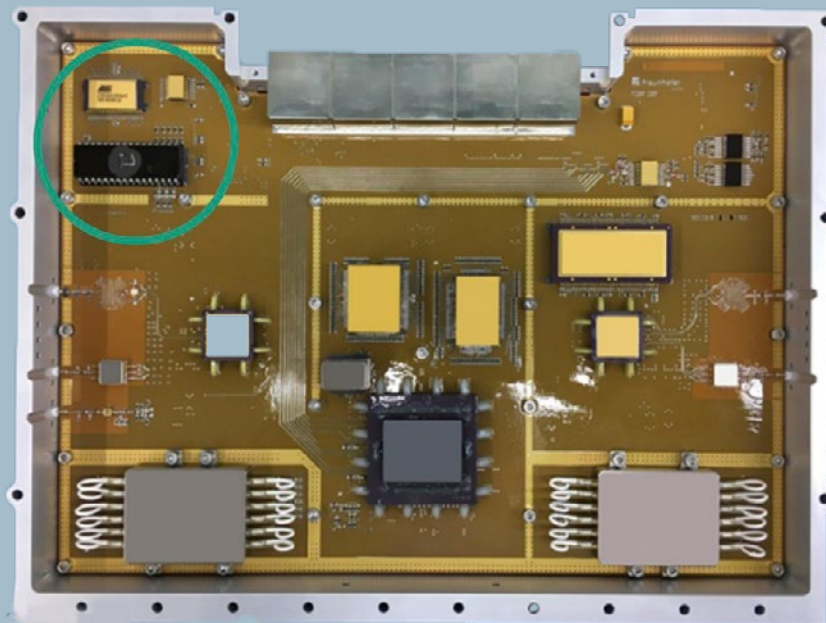
Auch die Fraunhofer-Gesellschaft beteiligte sich mit einigen Aktivitäten am Wissenschaftsjahr 2023. Zusammen mit der Fraunhofer-Allianz AVIATION & SPACE organisierte die Fraunhofer-Zentrale eine dreitägige Ausstellung mit dem Titel »Down to Earth Space Technology« im Fraunhofer-Forum in Berlin. Neben Ausstellungsstücken der Fraunhofer-Institute INT, EMI und FHR sowie Gemeinschaftsexponaten der Allianz, konnten sich die Teilnehmenden spannende Vorträge anhören, in einem Bürgerlabor selbst aktiv werden, an einer Kinderlesestunde teilnehmen und ein Science Café besuchen. Außerdem war Fraunhofer von Mai bis Oktober auf der MS Wissenschaft vertreten, einem Ausstellungsschiff das als Science Center fungiert und mit wissenschaftlichen Ausstellungen durch Deutschland und Österreich tourt. Auch dort konnten sich die Besucher*innen Exponate von verschiedenen

Fraunhofer-Instituten, unter anderem dem Fraunhofer INT, in der Ausstellung anschauen und zusätzlich beim Stopp im Bonner Hafen Anfang August an einem Bürgerlabor Workshop für Kinder teilnehmen, bei dem die Größe eines Staudamms mithilfe von Satellitenbildern bemessen wurde.

Mit Blick auf das durch Raumfahrt geprägte Wissenschaftsjahr war für das Fraunhofer INT im Jahr 2023 das größte Highlight jedoch die Beteiligung an der Heinrich-Hertz-Mission in Form eines Strahlungssensors, der an Bord des Satelliten verbaut ist.

Die Heinrich-Hertz-Mission

Ziel der Heinrich-Hertz-Mission ist es, neue Technologien für die Satellitenkommunikation unter realen Bedingungen auf ihre Weltraumtauglichkeit zu testen und Experimente zur Kommunikations-, Antennen- und Satellitentechnik durchzuführen. Satelliten sind im Weltraum zahlreichen Herausforderungen ausgesetzt, darunter extreme Temperaturen, aber auch Strahlung. Diese Bedingungen führen im schlimmsten Fall zum Ausfall der Technik. Um dieses Risiko zu minimieren, durchläuft der Satellit mit dieser Mission die sogenannte In-Orbit-Verifikation. Wenn die Komponenten den Härtestest auf dieser Mission erfolgreich überstehen, wird das Ausfallrisiko beim Einsatz auf zukünftige Missionen deutlich minimiert. Am 6. Juli 2023 ist der knapp 3,5 Tonnen schwere Heinrich-Hertz-Kommunikationssatellit an Bord der letzten Ariane-5-Rakete vom europäischen Weltraumbahnhof Kourou in Französisch Guiana gestartet. Nach dem Erreichen des Orbits kreist der Satellit 15 Jahre lang auf einer geostationären Umlaufbahn in einer Höhe von 36.000 Kilometern und befindet sich dadurch immer über der gleichen Stelle der Erdoberfläche. Die Heinrich-Hertz-Mission wird von der Deutschen Raumfahrtagentur im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) im Auftrag



© Fraunhofer IIS
FOBP-Box des Fraunhofer IIS inkl. Strahlungssensor des Fraunhofer INT

des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz und mit Beteiligung des Bundesministeriums der Verteidigung durchgeführt.

Fraunhofer INT entwickelt Strahlungssensor für die Heinrich-Hertz-Mission

An Board des Heinrich-Hertz-Satelliten befindet sich der am Fraunhofer INT entwickelte On-board Radiation Sensor (FORS), der bei dieser Mission zum ersten Mal zum Einsatz kommt. Der Sensor misst intensive Strahlenereignisse im Orbit, um die strahlungsempfindlichen Bauteile des Satelliten je nach Strahlungsniveau zu schützen. Konkret misst der FORS die Dosis bzw. die Teilchenflüsse auf Trägern für elektronische Bauteile, den sogenannten Leiterplatten. Auf diesen befinden sich in unmittelbarer Nähe die zu schützenden strahlungsempfindlichen Bauteile. Bei intensiven solaren Strahlungsereignissen im Orbit kann ein plötzlicher Anstieg der Teilchenflüsse erheblichen Schaden verursachen. Die Messungen geben Hinweise darauf, wann adaptive Techniken zur Minimierung der Strahlungswirkung eingesetzt werden müssen, um elektronische Bauteile des Satelliten zu schützen. Die Messungen sollen außerdem dazu beitragen, ein besseres Verständnis für die Strahlungsumgebung der Satellitentechnik unter realen Bedingungen zu bekommen. Das könnte zukünftigen Missionen helfen, da genauere Daten zur Verfügung gestellt werden können. Erkenntnisse aus dieser Mission sind außerdem für Satellitenhersteller oder -betreiber von enormer Wichtigkeit.

Der On-Board-Prozessor des Fraunhofer IIS

Die Sensoren des Fraunhofer INT befinden sich in der Box des Fraunhofer On-Board-Prozessors (FOBP). Dieser wurde am

Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS in Erlangen entwickelt und kommt ebenfalls zum ersten Mal im Rahmen dieser Mission zum Einsatz. Herkömmliche Kommunikationssatelliten waren bisher darauf beschränkt, Daten zu empfangen und weiterzuleiten. Der Fraunhofer On-Board-Prozessor (FOBP) hingegen filtert und verarbeitet die empfangenen Informationen bereits an Bord des Satelliten. Er kann von der Erde aus neu konfiguriert und somit jederzeit an neue Kommunikationsstandards angepasst werden. Der Satellit kann also während der Mission seine Fähigkeiten im Weltraum weiterentwickeln. Damit dient er ebenfalls als Testumgebung für neue Satellitenkommunikationssysteme.

Bestrahlungstests am Fraunhofer INT

Das Fraunhofer INT war allerdings nicht nur mit dem FORS an der Heinrich-Hertz-Mission beteiligt. Im Vorfeld führten Wissenschaftler*innen des Fraunhofer INT verschiedene Strahlungssimulationen an elektronischen und optischen Komponenten des Heinrich-Hertz-Satelliten durch. Da im Weltall eine erhöhte Strahlungsbelastung durch kosmische und solare Strahlung auftritt, müssen bei Weltraum-Missionen im Vorfeld einige Vorkehrungen getroffen werden. Die Strahlung kann Teile von Satelliten wie die Elektronik oder optische Komponenten (Linsen in Kameras oder Teleskopen, Laserkommunikationssysteme etc.) beschädigen und unbrauchbar machen. Daher werden diese Bauteile bevor sie ins Weltall geschickt werden Tests unterzogen, um zu überprüfen wie sie auf die erhöhte Strahlung reagieren. Anschließend können dann passende Maßnahmen getroffen werden, um die Komponenten zu schützen und ihre Funktionsfähigkeit sicherzustellen. Diese Tests wurden am Fraunhofer INT mithilfe einer Cobalt-60-Gammabestrahlungsanlagen durchgeführt.

Technologievorausschau und strategische Planung

Die Welt ist komplex, die Abhängigkeiten vielschichtig und die Entwicklungsgeschwindigkeit rasant. Die letzten Jahre haben gezeigt, dass Veränderungen rasend schnell eintreten können (Energiekrise, Pandemie), oft langfristig angelegt sind aber kurzfristiges Handeln erfordern (Klimawandel, demografischer Wandel etc.).

Unter dem Einfluss dieser Veränderungen entwickeln sich gesellschaftliche Aspekte, Normen und Werte, Lebens- und Arbeitsmodelle, Konsum- und Freizeitverhalten. Technologien sind ein zentraler Bestandteil dieser Lebenswelt und technologische Entwicklungen nehmen Einfluss auf unseren Alltag und unsere Zukunft.

In diesem komplexen Umfeld müssen Menschen in Positionen mit hoher Verantwortung immer wieder technologische Weichenstellungen mit potentiell großen Konsequenzen veranlassen, die zwangsläufig mit Unsicherheiten und Risiken verbunden sind. Es ist daher unerlässlich, Informationen über aktuelle, und Annahmen über antizipierte technologische Entwicklungen in die Entscheidungsprozesse einfließen zu lassen. Auf diesem Wege sind belastbare und unvoreingenommene Informationen zu Technologien und deren voraussichtlicher Entwicklung wichtige Ressourcen in der Handhabung langfristiger, strategischer Planung. Die wissenschaftlich fundierte Erarbeitung dieser Informationen ist der Gegenstand angewandter, technologieorientierter Zukunftsforschung. Mit diesem Ziel betreibt das Fraunhofer INT seit über 50 Jahren den Bereich Technologieanalysen und Strategische Planungsunterstützung.



Technologien sind ein zentraler Bestandteil unserer Lebenswelt und technologische Entwicklungen nehmen Einfluss auf unseren Alltag und unsere Zukunft.«

Planung und Krisenbewältigung im Pandemiemanagement

Das EU-Projekt PANDEM-2



Kontakt

Dr. Benjamin Kaluza
benjamin.kaluza@
int.fraunhofer.de

Maike Overmeyer
maike.overmeyer@
int.fraunhofer.de



Dieses Projekt wurde aus dem Forschungs- und Innovationsprogramm Horizont 2020 der Europäischen Union im Rahmen der Finanzierungsvereinbarung Nr. 883285 gefördert.

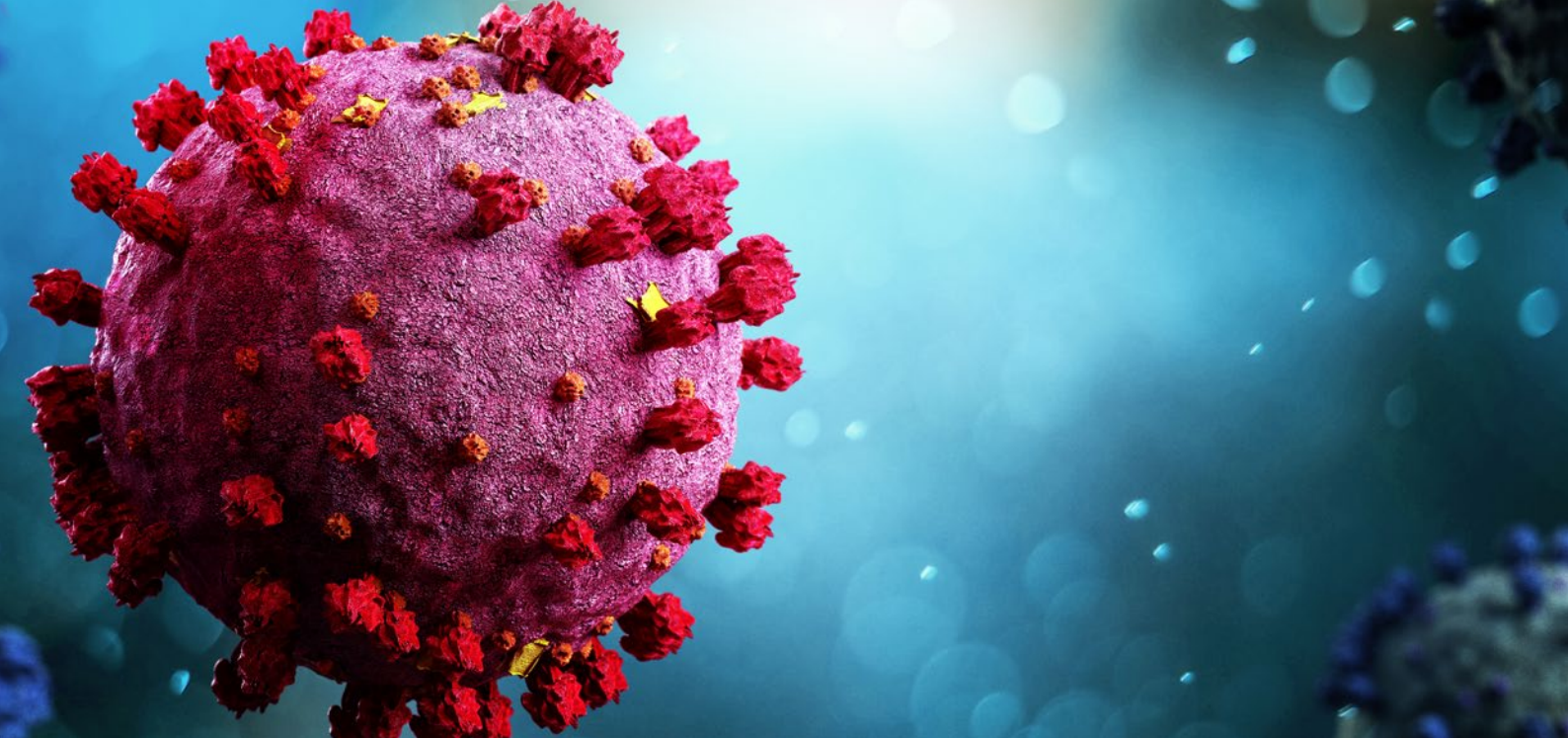
Pandemien stellen für die Gesundheit und Sicherheit von Gesellschaften eine große Bedrohung dar. Zum Schutz der Bevölkerung gilt es daher, auf nationaler, regionaler oder internationaler Ebene mit wirksamen Reaktionen auf Pandemien vorbereitet zu sein. Die Aufgabe von Pandemiemanager*innen besteht darin, die Schwere eines Notfalls einzuschätzen, die besten Reaktionen und Maßnahmen zur Minimierung des Schadens für die Gesellschaft und einzelne Personen zu identifizieren, um dann die Umsetzung derselben Maßnahmen einzuleiten. Dazu gehört auch die Vorbereitung auf die nächste Pandemie – eine besondere Herausforderung, da die Auswirkungen eines künftigen Krankheitsausbruchs nicht im Voraus bekannt sind. Hinzu kommt, dass Pandemien sich nicht von Ländergrenzen aufhalten lassen, die Bewältigungsstrategien verschiedener Länder jedoch sehr unterschiedlich sind.

Unterstützung im Pandemiemanagement

Das Hauptproblem, dem sich das EU-Projekt PANDEM-2 gestellt hat, ist daher, dass ein wirksames Pandemiemanagement einen umfassenden, grenzüberschreitenden Ansatz benötigt. Pandemiemanager*innen müssen Daten aus einer Vielzahl von Quellen nutzen, analysieren und Maßnahmen ableiten. Sie müssen sicherstellen, dass Krankenhäuser

und andere Akteure des öffentlichen Gesundheitswesens über die richtige Ausrüstung, genügend Personal und andere Ressourcen verfügen, um den Herausforderungen einer möglichen Pandemie gerecht zu werden. Die benötigten Ressourcen variieren hierbei von Krankheit zu Krankheit, von sehr tödlichen, wie Ebola bis hin zu weniger tödlichen, aber hochinfektiösen Erregern wie den jüngsten Covid-19 Varianten.

Als Nachfolger des Projekts PANDEM (2015-2017) hat PANDEM-2 einen Prototyp für ein IT-System entwickelt, um Planung, Lageerfassung und Entscheidungsprozesse im Pandemiemanagement der EU zu unterstützen. Aus internationalen Laboren, Datenbanken und den sozialen Medien wurden hierfür pandemierelevante Daten gesammelt und integriert, um die gesundheitlichen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Folgen einer Pandemie zu verfolgen. Die integrierten Daten werden in Echtzeit auf einem internetbasierten Dashboard zusammengeführt und als Entscheidungshilfe zur Verfügung gestellt. Gemeinsam mit nationalen, europäischen und internationalen Pandemiemanager*innen und Gesundheitsdienstleistern wurden die PANDEM-2-Systeme im Rahmen verschiedener Demonstrationen getestet.



Kommunikation in einer Pandemie

Gleichzeitig müssen Pandemiemanager in der Öffentlichkeit Vertrauen aufbauen, effektiv kommunizieren und die Bevölkerung so einbeziehen, dass sie ihrem Rat folgt und damit aktiv zur Pandemiebekämpfung beitragen kann. Die Kommunikation und der Informationsaustausch mit der Öffentlichkeit müssen präzise, zeitnah und deutlich sein. Dies gilt insbesondere, weil die sozialen Medien zunehmend ein ideales Umfeld für das Verbreiten von Fehlinformationen und Falschmeldungen geworden sind. Kooperations-Bereitschaft und eine direkte Reaktion der Gesellschaft sind von immenser Bedeutung, wie sich während der Covid-19-Pandemie gezeigt hat. Geeignete Maßnahmen wie Abriegelungen, Schließung von Schulen und Unternehmen sowie Reisebeschränkungen müssen in einem Ausmaß durchgeführt werden, das durch ihre Auswirkungen auf die Pandemie gerechtfertigt ist. Dabei sollte der Schaden für die Wirtschaft, die Lebensqualität, die psychische Gesundheit, die Gesundheitsversorgung sowie zahlreiche andere Komponenten der Gesellschaft so gering wie möglich gehalten werden. Das Fraunhofer INT hat dafür

Kommunikationsstrategien analysiert und gemeinsam mit Expert*innen, sowie Gesundheitsbehörden Empfehlungen erarbeitet, um Anwendern im Gesundheits- und Zivilschutz praktische, modifizierbare Kommunikations-Materialien bereit zu stellen.

Neben der offiziellen Kommunikation der Gesundheitsämter traten während der Covid-19-Pandemie eine Reihe von zentralen »Meinungsführer*innen« auf, die den öffentlichen Diskurs maßgeblich beeinflussten, indem sie die offiziellen Mitteilungen widerlegten oder ergänzten. In Interviews und Workshops mit solchen Meinungsführer*innen, PR-Expert*innen, Wissenschaftler*innen und Wissenschaftsjournalist*innen konnte das Fraunhofer INT die komplementäre Rolle von unabhängigen Kommunikatoren und Akteuren des Gesundheitswesens herausstellen. Die gewonnenen Erkenntnisse unterstreichen die Bedeutung von guter Wissenschaftskommunikation, grundlegendem Wissenschaftsverständnis in der Bevölkerung und der Notwendigkeit eines aktiven Dialoges zwischen beiden Seiten zur Bewältigung einer Pandemie.

PANDEM-2 Website



Scientists disagreeing is healthy, because science is not black and white, so it is not bad in terms of the political discourse. Scientists not knowing how to communicate is the biggest problem.«

Projekt INDY – Energieversorgung militärischer Feldlager

Vorreiterprojekt zur Nutzung grüner Energie im Verteidigungsbereich



Kontakt

Hans-Martin Pastuszka
hans-martin.pastuszka@int.fraunhofer.de

Dr. Ulrik Neupert
ulrik.neupert@int.fraunhofer.de

Beim Projekt INDY (Energy Independent Energy Efficient Deployable Military Camps) geht es um die Erstellung einer Roadmap, um effiziente und möglichst von Energietransporten unabhängige militärischer Feldlager zu realisieren. Finanziert wird das Projekt aus dem European Defence Fund (EDF) der Europäischen Union. Mehr als 20 Partner und weitere Unterauftragnehmer aus insgesamt 13 europäischen Nationen kooperieren in diesem Projekt unter Koordination des slowenischen Innovationsclusters für grüne Technologien und energieeffiziente Lösungen TECES.

Das Fraunhofer INT verantwortet in diesem Projekt die Identifikation operationeller Szenarien und Nutzeranforderungen für militärische Feldlager auch in Verbindung mit einer Befragung der beteiligten nationalen Verteidigungsministerien und die Identifikation und Analyse relevanter Zukunftstechnologien in Kooperation mit den beteiligten Forschungsinstitutionen. Diese für das Projekt grundlegenden und gleichzeitig sehr umfangreichen Arbeiten wurden mit dem Projektauftrittreffen in Maribor, Slowenien im Februar 2023 gestartet und waren bereits im September zum Mission Definition Review und der zweiten Generalversammlung in Ede, Niederlande termingerecht abgeschlossen. Darauf aufbauend wird nun in den folgenden Arbeitspaketen an Aspekten wie dem zukünftigen Energiemix, der Planung und der Simulation zukünftiger Feldlager

gearbeitet. Das Fraunhofer INT wird dabei in diversen weiteren Arbeitspaketen mitarbeiten sowie mit den Partnern neue Erkenntnisse zu Zukunftstechnologien erarbeiten und in die während der ersten Projektphase geschaffene »Dynamic Library of Emerging Technologies« integrieren. Abschluss des Projektes wird voraussichtlich im Januar 2025 sein.

INDY Website





DIVE – Dashboards for Interactive Visualization and Exploration

Tools und Methoden erfahrbar machen

Schon seit vielen Jahren nutzt und entwickelt das Fraunhofer INT Tools und Methoden, um die am Institut durchgeführten Technologieanalysen zu unterstützen. Der immer leichtere Zugang zu unterschiedlichen Datentypen wie Publikationen, Patenten, Daten zur Forschungsförderung oder unstrukturierten Textdaten erlaubt zum einen eine detailliertere Technologieanalyse, steigert aber zum anderen auch die Komplexität dieser. Hinzu kommen Möglichkeiten aus den Bereichen des maschinellen Lernens und der künstlichen Intelligenz, die zunehmend in den Fokus rücken, wenn es um datengetriebene Technologieanalysen geht. Mit DIVE (Dashboards for Interactive Visualization and Exploration) stellt das Fraunhofer INT seinen Wissenschaftler*innen eine intern gehostete Plattform zur Verfügung, die in diesem Kontext drei zentrale Aufgaben übernimmt: Distribution und Exploration von Tools und Methoden, sowie Wissensmanagement. DIVE ermöglicht zum Beispiel den unkomplizierten und schnellen Zugang zum eigens entwickelten »Search Query Translator« (Distribution von Tools und Methoden). Dieser übersetzt Suchanfragen zwischen unterschiedlichen

Publikationsdatenbanken wie dem Web of Science und Scopus, ähnlich wie es bei Sprachen im Google Translator funktioniert. Über experimentelle Methoden wie das »Semantic Document Clustering« oder »Topic Modelling« wird die Exploration von Daten ermöglicht. Alle Tools und Methoden werden auf DIVE inklusive möglicher Limitationen erklärt und dokumentiert (Wissensmanagement).

Die Idee ist also, über komplexe Tools und Methoden zu informieren und einen leichten Zugang zu bieten, um die Nutzbarkeit im Kontext von Technologieanalysen zu bewerten. Auf Basis dessen findet dann eine Weiterentwicklung statt.

DIVE ist am Fraunhofer INT als browserbasierte Webanwendung zu erreichen und basiert auf Python sowie R-Programmierung. Der modulare Aufbau der Plattform erlaubt es dem Entwicklerteam schnell auf Ideen und Herausforderungen der Wissenschaftler*innen zu reagieren.

DIVE
by Fraunhofer INT

Kontakt

*Philipp Baaden
philipp.baaden@
int.fraunhofer.de*

*Milos Jovanovic
milos.jovanovic@
int.fraunhofer.de*

Mitarbeiterporträt – Philipp Baaden

Die Arbeit eines wissenschaftlichen Mitarbeiters am Fraunhofer INT

Mit welchen Themen beschäftigst Du Dich am Fraunhofer INT?

Grob gesagt kann alles, was mit Technologie- und Innovationsmanagement zu tun hat, auf meinem Schreibtisch landen. Klassisch sind Anfragen, eine Technologie oder ein Thema zu erschließen und technologische Entwicklungen zu skizzieren. In den letzten Jahren habe ich mich so zum Beispiel mit Themen wie Synthetische Biologie, Kernfusion, Smart Farming, Autonomem Fahren und vielen mehr auseinandergesetzt. Hier arbeite ich dann immer mit Kolleg*innen zusammen, die sich mit der jeweiligen Technologie bzw. dem Thema auskennen. Gemeinsam und meist iterativ erarbeiten wir so spannende Erkenntnisse. Mir ist hier immer besonders wichtig, Dinge messbar zu machen. Das heißt, ich versuche mit Hilfe von gezielten Methoden und Analysen aus diversen Datenquellen Informationen herauszuarbeiten, die im jeweiligen Kontext relevant sind. Wir nennen das bei uns »Advanced Analytics« und meinen damit ein Portfolio an Methoden aus dem Bereich Natural Language Processing, Machine Learning und Statistik. Aus dem Bereich Advanced Analytics ist in den letzten Jahren auch die Plattform DIVE (siehe S. 15) entstanden, auf der wir über verschiedene Methoden informieren und sie innerhalb des Instituts zur Verfügung stellen.

Zudem promoviere ich in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Entrepreneurship und innovative Geschäftsmodelle der Ruhr-Universität Bochum und forsche über die Entstehung neuer Wissensgebiete.

Wie sieht Dein Arbeitsalltag aus?

Einen wirklichen Alltag zu beschreiben fällt mir bei der Vielfalt an Dingen, die in meiner Arbeit anfallen, schwer. Vormittags versuche ich immer einen Zeitraum zu blockieren, in dem ich fokussiert arbeiten kann – da darf dann auch der Kaffee nicht fehlen. Je nachdem was ich mir für die Woche vorgenommen habe, konzentriere ich mich dann auf ein Projekt oder schreibe an einem wissenschaftlichen Beitrag.

Nachmittags geht es dann häufig mit Team- oder Projektmeetings weiter. Gerne nutze ich freie Minuten am Nachmittag um neue Methoden und Entwicklungen im Kontext des Technologie- und Innovationsmanagements zu recherchieren, und lese in diesem Bereich viele wissenschaftliche Beiträge. Das Testen und Evaluieren neuer Methoden passiert dann meist im konkreten Projekt- oder Forschungskontext. In der Regel klappe ich dann zwischen 18.00 Uhr und 18.30 Uhr den Laptop zu und ziehe die Lauf- oder Fußballschuhe an.



Was macht Dir am meisten Spaß an Deiner Arbeit?

Ganz klar die Flexibilität und die Arbeit in einem diversen und harmonischen Team. Inhaltlich muss und darf ich mich immer neuen Themen widmen. Unsere Projekte sind meist so unterschiedlich, dass es nicht den einen prototypischen Verlauf gibt. Auch unsere Kunden sind hier sehr divers. Von Industriekunden bis hin zu Ministerien ist alles dabei. Zudem genieße ich große Freiheiten rund um meine Promotion. Auch forsche ich mit Kolleg*innen aus Bereichen der Computer-, Sozial-, Sprach- und Naturwissenschaften zu Themen, die nicht direkt im Zusammenhang mit meiner Dissertation stehen. In einem so interdisziplinären Umfeld zu arbeiten ist inspirierend und bereitet mir große Freude.

Wie bist Du zum Fraunhofer INT gekommen?

Ich habe einen Partner für meine Masterarbeit recherchiert und deswegen nach Fraunhofer-Instituten in meiner Nähe gesucht. Das Fraunhofer INT hat sofort auf meine Initiativbewerbung reagiert und mich eingeladen. Schon während meiner Zeit als wissenschaftliche Hilfskraft wurde ich als wertvolles Mitglied des Institutes angesehen, durfte mit auf Konferenzen und in Projekten mitarbeiten. Diese Wertschätzung für junge Wissenschaftler*innen ist aus meiner Sicht

ganz entscheidend. Früh wurde mir dann auch signalisiert, dass das Institut mich beim Thema Promotion unterstützen wird und gemeinsam nach einem geeigneten Kooperationspartner gesucht.

Welche Tipps hast Du für jemanden, der auch gerne bei Fraunhofer arbeiten würde?

Aus meiner Erfahrung heraus: Nicht nur auf Ausschreibungen warten – einfach bewerben. Wenn du das Gefühl hast, dass dein Profil gut zu einem Institut passt, dann warte nicht. Fraunhofer, wie ich es kenne, ist ein Arbeitgeber, der an der Weiterentwicklung seiner Mitarbeiter*innen stark interessiert ist. Wer Motivation mitbringt und gewillt ist, immer weiter zu lernen, der hat bei Fraunhofer eine gute Chance.

Was ist ein in Kürze anstehendes Projekt oder eine Aufgabe, auf die Du Dich besonders freust?

Da muss ich ganz klar sagen die Weiterentwicklung der DIVE-Plattform. Wir konnten schon erste Erfolge in Projekten mit der Plattform erzielen und haben uns gerade eine Roadmap für 2024 erarbeitet. Das Feedback was wir von unseren Kolleg*innen bekommen ist wertvoll und wir freuen uns, hier einen echten Mehrwert im Fraunhofer INT zu liefern.

TFU-Website



Kontakt

Philipp Baaden
philipp.baaden@
int.fraunhofer.de

KSaRo – Kleinsatelliten-Roadmap 2030

Status und Weiterentwicklungsbedarfe der deutschen Industrie- und Forschungslandschaft mit Bezug auf Kleinsatelliten

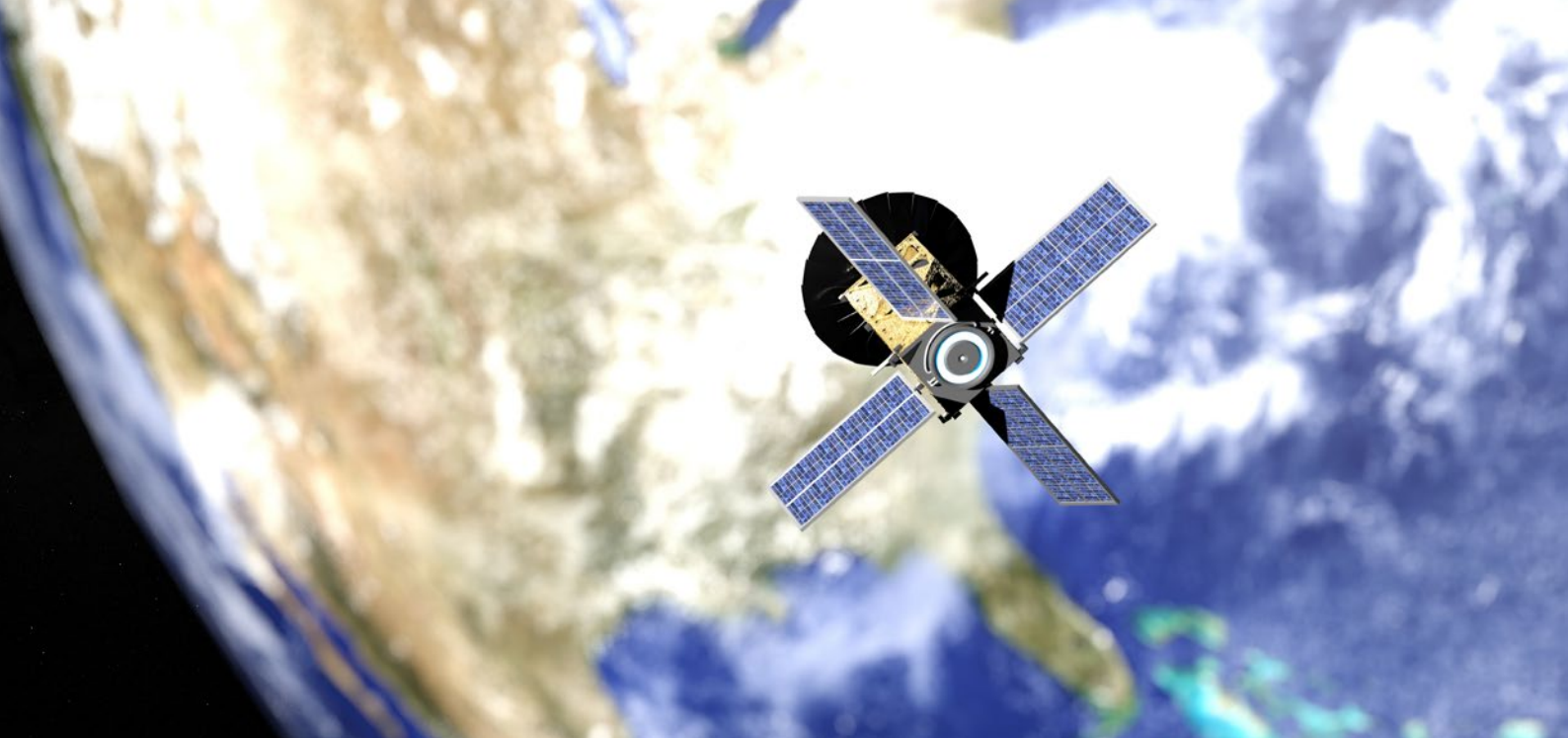
Kleinsatelliten – eine Erfolgsgeschichte des »New Space«

Der verstärkte Einsatz von Kleinsatelliten gilt als eines der zentralen Merkmale für Anwendungen in der kommerzialisierten Raumfahrt, die häufig mit dem Begriff »New Space« umschrieben wird. Vermehrt zum Einsatz kommen Kleinsatelliten beispielsweise im Bereich der Satellitenkommunikation und Erdbeobachtung. Obwohl die Idee eines miniaturisierten Satelliten nicht neu ist, hat sie speziell in der letzten Dekade beträchtlich an Fahrt aufgenommen. Aufgrund der reduzierten Baugröße bzw. des reduzierten Gewichts (<500kg) und der damit verbundenen verhältnismäßig geringen Kosten für den Bau und Start von Kleinsatelliten weisen sie gegenüber herkömmlichen großen Satelliten signifikante Vorteile auf. So ist es nun auch kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) und Start-Ups möglich, sich mit überschaubarem finanziellem Risiko an Weltraummissionen zu beteiligen und neue technologische Fortschritte zu demonstrieren. Im Zuge der zunehmenden Kommerzialisierung der Raumfahrt wird den kleinen seriengefertigten Satelliten ein weiteres rasantes Wachstum vorhergesagt. Aktuelle Schätzungen gehen davon aus, dass bis 2030 über 90 Prozent der startenden Satelliten Kleinsatelliten sein werden.

Die Kleinsatelliten Roadmap als Instrument zur Identifikation von Förderschwerpunkten

Auch deutsche Unternehmen wollen von diesem Wachstumsmarkt profitieren und versuchen, sich mit ihren Kompetenzen im Bereich der Kleinsatellitentechnologie im internationalen New Space-Markt zu behaupten. Im Idealfall wären sie in der Lage, die komplette Wertschöpfungskette abzudecken, d. h. von der Entwicklung bis zur Produktion und dem Betrieb des Satelliten bzw. der Satellitenkonstellation alle Wertschöpfungsstufen abzudecken. Dazu müssten jedoch insbesondere KMU und Start-ups in die Lage versetzt werden, international wettbewerbsfähige Kleinsatelliten sowie die zugehörigen Subsysteme und Komponenten zu entwickeln und in Serie zu produzieren.

Vor diesem Hintergrund hat die Raumfahrtagentur des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) Ende 2022 das zwölfmonatige Projekt »KSaRo« ins Leben gerufen, um die erste Version einer Technologie-Roadmap für entsprechend relevante Kleinsatelliten-Technologien bis 2030 zu erstellen. Übergeordnetes Ziel des Projekts war es, die deutsche Leistungsfähigkeit auf dem Gebiet der Kleinsatelliten zu stärken, indem mit Hilfe der Roadmap die richtigen Förderschwerpunkte identifiziert werden. Das Projekt wurde von Fraunhofer



AVIATION & SPACE, dem Fraunhofer INT und dem Fraunhofer EMI durchgeführt. Gemeinsam brachten die Partner das notwendige technische Know-how hinsichtlich Kleinsatelliten ein, als auch das methodische Know-how zum Roadmapping.

Ausgangspunkt für das Projekt war die Durchführung einer deutschlandweiten Befragung, die den Status Quo der nationalen Kleinsatelliten-Landschaft hinsichtlich der wesentlichen Akteure (u. a. Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, Zulieferer, Integrierten) abbildete. Durch die direkte Ansprache der Akteure wurde sichergestellt, dass aktuelle Daten hinsichtlich der Leistungsfähigkeit ihrer Technologien, Produkte und Dienstleistungen vorlagen und in einer Datenbank zusammengefasst wurden. Eine anschließende Analyse von internationalen wissenschaftlichen Publikationen, Patenten, öffentlichen Förderaktivitäten und einschlägiger Marktstudien erlaubte es, nationale Aktivitäten mit internationalen Anstrengungen zu vergleichen. Aus dieser Gesamtbetrachtung ließen sich letztlich Rückschlüsse auf zukünftige (technologische) Entwicklungsbedarfe ziehen, jeweils aufbereitet für die wesentlichen Subsysteme,

die in Kleinsatelliten zum Einsatz kommen. Durch die Darstellung des Ist-Zustands als auch der voraussichtlichen Entwicklung der nächsten Jahre wird die Raumfahrtagentur in die Lage versetzt, Lücken in der Technologieentwicklung zu schließen und den technologischen Vorsprung in ausgewählten Bereichen auszubauen.

Ebenso entwickelten die Projektpartner ein Konzept, um die Roadmap durch Pflege der zu Grunde liegenden Datenbasis aktualisieren zu können. Dadurch wird es für die Raumfahrtagentur möglich sein, den Fortschritt in dieser sich sehr dynamisch entwickelnden Branche in regelmäßigen Abständen zu überwachen.

Kontakt

*Dr. rer. nat. Nadya Ben
Bekhti-Winkel
nadya.ben.bekhti-winkel@
int.fraunhofer.de*

EU-Projekt SHAPES – Innovation für intelligentes und gesundes Altern

Abschlussbericht: Horizont 2020-Projekt SHAPES (Smart & Healthy Ageing through People Engaging in Supportive Systems) endete im Dezember 2023

SHAPES Website



Kontakt

Sonja Grigoleit
sonja.grigoleit@
int.fraunhofer.de



Dieses Projekt wurde aus dem Forschungs- und Innovationsprogramm Horizont 2020 der Europäischen Union im Rahmen der Finanzierungsvereinbarung Nr. 857159 gefördert.



Ziel des Innovationsprojektes war es, ein langfristiges gesundes und aktives Altern zu ermöglichen und dabei einen hohen Lebensstandard zu erhalten. Zu den Ergebnissen von SHAPES zählt die Entwicklung einer standardisierten, offenen EU-Plattform, die ein breites Spektrum digitaler Lösungen bereitstellt, darunter das Internet der Dinge (IdD, IoT), Big-Data-Plattformen, Roboter, Online-Kommunikationsprogramme, kognitive Stimulation und Rehabilitation sowie virtuelle Assistenten.

Eine der zentralen Initiativen von SHAPES war die paneuropäische Pilotkampagne, an der über 840 ältere Menschen, Betreuungspersonen und Pflegedienstleister an 15 Pilotstandorten in 11 europäischen Ländern teilnahmen. Die Pilotkampagne wurde vom Fraunhofer INT geleitet. Das Institut entwickelte die Evaluations-Methode und leitete acht Foresight-Übungen des SHAPES-Projektes, um neue Technologien und Einflussfaktoren für die europaweite integrierte Pflege in das SHAPES-Ökosystem zu integrieren. Die Forschenden leiteten außerdem das

Innovations- und Wissensmanagement des Projekts und trugen damit maßgeblich zur strategischen Ausrichtung bei.

Insgesamt umfasste das SHAPES-Projekt ein Konsortium von 36 Partnern aus 14 Ländern, darunter Forschungsorganisationen, Technologieunternehmen, die Zivilgesellschaft und öffentliche Organisationen.



Mit Star Trek in die Zukunft?

Science Fiction Thinking als Methode der Zukunftsforschung

Die Zukunftsforschung ist vermutlich die einzige Wissenschaft, die ihr eigenes literarisches und cineastisches Genre besitzt. Während Materialwissenschaften oder Biotechnologie höchstens mal am Rande eines Romans oder Krimis eine Rolle spielen, ist Science Fiction, sei es als Buch oder Film, für viele Menschen die erste Begegnung mit der Zukunft und wie diese aussehen könnte. Es ist auch hinlänglich bekannt, dass insbesondere Science Fiction-Filme technologische Entwicklungen zumindest inspiriert haben.

Es gibt aber noch weitere Anknüpfungspunkte zwischen Science Fiction und Zukunftsforschung, die unter dem Begriff Science Fiction-Thinking zusammengefasst werden. Diese vielfältigen Querverbindungen waren das Thema eines dreitägigen Workshops im Xplanatorium in Hannover im Juli 2023. Die Teilnehmenden aus den Bereichen Zukunftsforschung, Literatur- und Politikwissenschaften, Wirtschaftswissenschaften bis hin zu Digital Humanities und Computational Linguistics haben sich dabei dem Thema aus verschiedenen Richtungen genähert. In einer bunt gemischten Gruppe wurde drei Tage

lang diskutiert, abstrahiert, ausgesiebt und anschließend das Entstandene wieder greifbar gemacht. So entstanden mehrere Forschungsprojekte aus verschiedenen Perspektiven.

Science Fiction-Thinking umfasst viele Aspekte. Ein sehr zentraler ist, Innovationsprozessen Impulse für neue Ideen zu geben und kreatives Denken zu initiieren. Schließlich stellt Science Fiction ein umfangreiches Archiv an Ideen dar, von dem man sich inspirieren lassen kann, welches aber auch mögliche Zukunftsoptionen enthält. Damit ist Science Fiction-Thinking eine wichtige Kompetenz, wenn es um die Exploration und Gestaltung möglicher Zukünfte geht. Im Rahmen der in Hannover erarbeiteten Forschungsprojekte sollen die verschiedenen Ansätze zusammengeführt und systematisch in Foresight-, Innovations- und andere zukunftsgerichtete Prozesse integriert werden.

Kontakt

Dr. Marcus John
marcus.john@int.fraunhofer.de

PtX.CountryScoping

Eine Methodik zur Identifizierung einer nachhaltigen PtX-Zukunft



Power-to-X im Kontext internationaler Zusammenarbeit

Power-to-X (PtX) steht für Konzepte und Verfahren, um Strom (Power) auf Basis erneuerbarer Energien in chemische Energieträger, Rohstoffe oder direkt in Wärme umzuwandeln, wobei x ein Platzhalter für verschiedene Energieformen und Anwendungen ist.

Der PtX Hub der Deutschen Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit (GIZ) wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) beauftragt und von der GIZ GmbH umgesetzt. Das Projektteam des PtX Hub bearbeitet das Innovationsthema nachhaltige strombasierte Grund- und Kraftstoffe im Kontext nachhaltiger Entwicklung in Ländern des globalen Südens mit dem Ziel, diesen global zum Durchbruch zu verhelfen. Hierzu entwickelt der PtX Hub Nachhaltigkeitsframeworks, baut internationale Netzwerke auf, berät Länder und erarbeitet mit diesen, gemeinsam Studien und Berichte rund um das Thema PtX.

PtX.Country Scoping als methodischer Ansatz

Das Fraunhofer INT hat im Auftrag vom und gemeinsam mit dem PtX Hub die Methodik PtX.Country Scoping entwickelt. Die Anwendung des PtX.Country Scoping ermöglicht den Aufbau eines grundlegenden Verständnisses über die Kooperationsländer der GIZ,

u. a. hinsichtlich ihrer geografischen und wirtschaftlichen Potenziale für PtX, ihrer politischen Strategien und gesellschaftlichen Treiber sowie möglichen Hemmnisse. Darüber hinaus umfasst das PtX.Country Scoping ein Konzept, um darauf aufbauend, gemeinsam und auf Augenhöhe mit den Partnerländern, landesspezifische PtX-Potenziale erkennen zu können. Im weiteren Schritt werden Implementierungsszenarien identifiziert, die zum Erreichen der gewünschten Zukunft beitragen.

Einbindung der lokalen Bevölkerung als Basis für nachhaltigen Technologiewandel

Ein erfolgreicher, nachhaltiger Technologiewandel in Ländern des globalen Südens erfordert ein umfassendes Verständnis für das Land, seine Menschen und deren Selbstverständnis. Er muss sich direkt an den Bedürfnissen, Herausforderungen und Fähigkeiten der dort lebenden Menschen orientieren und sowohl die Treiber als auch die Barrieren im Land berücksichtigen. Er kann von außen inspiriert werden, muss aber aus dem Land selbst heraus vorangetrieben werden. Daher wurde in dem durchgeführten Projekt ein methodischer Ansatz gewählt, der eine klassische Recherche und Analyse mit leitfragengestützten Interviews, Online-Umfragen, Workshop-Formaten und landesspezifischen Szenarien kombiniert.

PtX Hub Website





PtX.Country Scoping Workflow

Im Rahmen des Projekts entstand so ein umfassendes Konzept mit einer Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Umsetzung dieser spezifischen Länderanalyse. Als wesentliche methodische Kernelemente können sowohl das Design Thinking, das Strategic Foresight, Szenarien als auch die Three-Horizon Methode genannt werden. So umfasst das PtX. Country Scoping detaillierte Anleitungen (1) zur Erstellung eines Länderberichts, (2) der Durchführung darauf aufbauender Dialogformate und schließlich (3) der Erarbeitung einer zusammenfassenden Darstellung. Für einen Länderbericht (PtX Country Report) gibt es eine strukturierte Liste an Kriterien und zu beantwortender Fragen, die direkt oder indirekt für die Einschätzung von PtX-Potenzialen relevant sind. Um diese erforderlichen Informationen aus den Dimensionen Geografie, Politik, Ökonomie, Gesellschaft sowie Technologie zusammenzutragen, erfolgt zum einen eine datenorientierte Recherche in frei verfügbaren Quellen. Zum anderen werden mit Hilfe von Interviews und Umfragen auch Stimmen aus dem Land selbst erfasst, um so die dortige Lebensrealität mitabzubilden.

Für den weiteren partnerschaftlichen Austausch wurden Formate für Workshops aufgesetzt, in denen Vertreter*innen aus den Partnerländern gemeinsam mit externen PtX-Expert*innen sektorale PtX-Visionen entwickeln. Dabei werden plausible Zukunftsvisionen (Szenarien) für das Land ausgewählt und Wege zur Umsetzung dieser Visionen entwickelt. Am Ende entstehen daraus Narrative (PtX.Country Narrative), die zum einen eine kurze und prägnante Zusammenfassung des gesamten analytischen PtX-Scoping-Prozesses darstellen und zum anderen als Handreichung für die wichtigsten Stakeholder (Politik, Wirtschaft, Gesellschaft – innerhalb und außerhalb des jeweiligen Landes) dienen können.

Fazit

Die vorliegende PtX.Country Scoping Methodik fördert einen fundierten und direkten Austausch mit den Menschen in Partnerländern, um so ihre Bedarfe und Lebensrealitäten zu erfassen und gemeinsam mit ihnen landesspezifische PtX-Konzepte und -Wertschöpfungsketten zu identifizieren und (weiter) zu entwickeln.

Kontakt

Dr. Diana Freudentahl
diana.freudentahl@int.fraunhofer.de

Dr. Anna Schulte-Loosen
anna.schulte-loosen@int.fraunhofer.de

Am Puls der Wissenschaften mit KATI

Von der Idee zum Programm – ein Rückblick auf fast sieben Jahre KATI

KATI Lab Website



Im Rahmen der Technologiefrühaufklärung hat das Fraunhofer INT seit Jahren eine Art Science Observatory etabliert. Das heißt, dass möglichst alle Wissenschafts- und Technologiefelder kontinuierlich beobachtet werden, um auf neue technologische Entwicklungen, aber auch Durchbrüche in bereits identifizierten Themen aufmerksam zu werden. Die zentrale Informationsquelle für diesen Prozess sind wissenschaftliche Publikationen und Patente. Als vor einigen Jahren das Thema Cognitive Computing gehypt wurde, entstand am Fraunhofer INT die Idee, diesen Ansatz für die Technologiefrühaufklärung nutzbar zu machen. Dies war die Geburtsstunde des KATI-Systems.

Heute, einige Jahre und viele Stunden des Entwickelns, Programmierens und Testens später ist aus der anfänglich eher vagen Idee mit KATI ein wichtiges Tool für die tägliche Arbeit der Wissenschaftler*innen am Fraunhofer INT geworden. Und nicht nur dort wird KATI genutzt – seit letztem Jahr steht das System allen Mitarbeitenden in der Fraunhofer-Gesellschaft zur Verfügung. Zusätzlich ist mit Unterstützung der Förderung durch das Bundesamt für Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung der Bundeswehr (BAAINBw) mit dem Thema Data Driven Foresight ein neues Forschungsfeld entstanden, mit dem sich das KATI Lab befasst. Zentrale Fragestellung dieses Themenfeldes ist, wie man Foresight-Prozesse durch die Nutzung von Daten besser, effektiver und einsichtsvoller gestalten kann. KATI ist also gewissermaßen ein Tool für Data Driven Foresight, welches sich auf Publikationen und Patente als Datenquellen fokussiert.

Daten – sehr, sehr viele Daten

Als KATI im August 2017 das erste Mal einer breiteren Öffentlichkeit vorgeführt wurde, enthielt die Datenbank knapp 60 Millionen Publikationen. Im Laufe des Jahres 2024 wird die Marke von 80 Millionen Publikationen überschritten werden. Eine wichtige Designentscheidung war, diese Daten mittels einer sogenannten Graphdatenbank zu erschließen. Das Datenmodell, das vom KATI-Team bereits in einer sehr frühen Phase des Projektes entwickelt wurde, hat sich seitdem sehr gut bewährt. Zum einen lässt es sich auch für andere Datenquellen anpassen. Dazu zählen beispielsweise die Publikationsdaten von Dimensions oder auch Patente. Zum anderen vereinfacht dieser Ansatz eine Vielzahl von Analysen und erleichtert die explorative und interaktive Datenanalyse.

Im Rahmen der Entwicklung des KATI-Systems setzt das Team auf eine enge Verzahnung mit konkreten Fragestellungen und Use Cases der Nutzer*innen, wie sie sich aus der täglichen Arbeit in den diversen Projekten ergeben. Im Zentrum steht also weniger die Frage, was man noch machen könnte, sondern was gebraucht wird, um einen Foresight-Prozess möglichst effizient zu begleiten. Das wirkt sich auf mehreren Ebenen aus.

Der Entwicklungsprozess

Zum einen ergeben sich daraus spezifische Analysen, die im System implementiert sind. Ein solcher exemplarischer Use Case ist die Frage, welche Publikationen man lesen sollte,

Wehrtechnische Vorausschau

Empfehlungen für die Forschungsplanung

13 technologische Zukunftsthemen

Die Wehrtechnische Vorausschau wird im Auftrag des Bundesministeriums der Verteidigung (BMVg) erstellt und umfasst in der Regel 13 technologische Zukunftsthemen pro Jahr. Diese interessenunabhängigen Analysen zum Stand der Forschung, dem Zukunftspotenzial und den Implikationen für die BMVg-Planung dienen dazu, den Auftraggeber bei seinem Planungsprozess zu unterstützen. Im Jahr 2023 wurden neun Einzeltechnologien analysiert, zwei visionäre Zukunftskonzepte behandelt und zwei Technologien im Rahmen von Updates einer aktualisierten Bewertung unterzogen. Exemplarisch werden hier drei Themen in Kurzform dargestellt:

Aktive Myonen-Radiografie – Untersuchung großer Objekte und Strukturen mit transportablen Myonen-Quellen

In der Atmosphäre entstehen durch die Einwirkung kosmischer Strahlung hochenergetische Teilchen namens Myonen, die nahezu jede Substanz über große Längen durchdringen können. Diese natürliche Myonen-Strahlung wird seit Jahrzehnten genutzt, um unterirdische Strukturen aufzuklären, vor allem im Rahmen geologischer und archäologischer Untersuchungen. Zunehmend werden bildgebende Verfahren der Myonen-Radiografie nun auch für Anwendungen in den Bereichen Industrie und Sicherheit erforscht. Durch künstliche, transportable Myonen-Quellen mit höherer Intensität könnten diese zum Tage- bis monatelange Messdauern erfordernden Verfahren signifikant beschleunigt werden. Außerdem würden transportable

Myonen-Quellen eine höhere Flexibilität bei der Aufstellung der benötigten Myonen-Detektoren erlauben. Generell könnten sich für eine solche aktive Myonen-Radiografie auch gänzlich neue Anwendungsmöglichkeiten ergeben.

Das übliche Vorgehen zur Erzeugung von Myonen besteht darin, einen Strahl äußerst energiereicher Teilchen auf ein Stück Metall mit hoher Kernladungszahl zu richten. Für die Myonen-Radiografie ausreichende Teilchenenergien können aktuell allerdings nur von großen Teilchenbeschleunigern bereitgestellt werden. Zur technischen Umsetzung transportabler Myonen-Quellen wird daher der Einsatz neuartiger laserbasierter Teilchenbeschleuniger untersucht. Vor dem Hintergrund der aktuellen Fortschritte bei derartigen Laser-Plasma-Beschleunigern erscheinen entsprechende Myonen-Quellen in näherer Zukunft realisierbar.

Vergleichbare Analysen wurden zu den folgenden Einzeltechnologien erstellt:

- Metall-Luft-Batterien – Das Fernziel der Batterieentwicklung
- MXene – Neuartige 2D-Materialien mit großer Designvielfalt
- Small Modular Reactors – Transportable Energieversorgung mit hoher Leistung
- 3D-Graphen-Architekturen – Werkstoffe mit einem breiten Anwendungsbereich
- Automatisiertes maschinelles Lernen – Künstliche Intelligenz effizient und automatisch erstellen
- Biowasserstoff – Biologische Erzeugung und Speicherung von Wasserstoff



- Bodeneffekt-Flugzeuge – Eine Kombination von hoher Geschwindigkeit und großer Transportkapazität
- Neurosymbolische Künstliche Intelligenz – Eine Kombination der Stärken von zwei unterschiedlichen Ansätzen.

Als visionäre Zukunftskonzepte, bei denen aus einer übergeordneten Perspektive heraus die dafür erforderlichen Technologien und deren Reife abgeleitet werden, wurden 2023 die Themen »Future Space Domain« sowie »Künstliche Intelligenz in unbemannten mobilen Systemen« behandelt.

Künstliche Intelligenz in unbemannten mobilen Systemen

Künstliche Intelligenz (KI) ist der Überbegriff für Anwendungen, bei welchen technische Systeme sich an der natürlichen Intelligenz des Menschen orientieren. Die beschriebene Vision basiert auf der Implementierung von Modellen der KI in unbemannten mobilen Systemen, um damit sogenannte autonome Systeme zu erhalten. Diese sind in ihrer Verwendung breit und flexibel angelegt und geeignet für die eigenständige Durchführung komplexer Einsätze unter den realen Bedingungen einer offenen, dynamischen und nicht kooperativen Umgebung eines Gefechtsfelds. Diese Umgebung zeichnet sich durch unerwartet auftretende, äußere Einflüsse und ihre

unsichere und unvollständige Informationslage aus.

Zu zwei bereits in der Vergangenheit analysierten Technologien war eine Aktualisierung erforderlich, da in jüngster Zeit erhebliche Fortschritte zu beobachten waren. Neben dem »Update: Kinodynamische Wegplanung« wurde das »Update: Electronic Skin« erstellt.

Update: Electronic Skin

Als Electronic Skin (E-Skin) wird dünne, flexible Elektronik bezeichnet, die ausgewählte mechanische und funktionelle Eigenschaften der menschlichen Haut nachahmt. Dazu werden Sensoren und andere elektronische Bauteile in elastisch verformbare Trägermaterialien eingebettet. Durch die geschickte räumliche Anordnung von nichtflexiblen Komponenten und Leiterbahnen, die Einbringung von leitfähigen Nanofüllstoffen oder den Einsatz von Bauteilen mit intrinsischer Flexibilität werden flächige Sensoren realisiert, die ohne Funktionseinbußen gedehnt, gestaucht und verdreht werden können. Seit der ursprünglichen Bearbeitung des Themas im Jahr 2016 hat die Forschung eine Vielzahl neuer, häufig multifunktionaler E-Skin-Konzepte demonstriert.

Kontakt

Dr. Ulrik Neupert
ulrik.neupert@int.fraunhofer.de

Die Fraunhofer INT Technologiegalerie

Das Fraunhofer INT beobachtet Technologiethemen von der Grundlagenforschung bis hin zur Anwendung. Ganz wie bei der Entstehung von Sternen im Zentrum einer Galaxie, wandern die Technologien aus dem großen Kern der Grundlagenforschung langsam zu eigenständigen Themen auf den Spiralarmen nach außen, bis sie die Marktreife erreichen.

Die Technologiethemen werden in unterschiedlichsten Projekten beispielsweise hinsichtlich ihres Reifegrades, Impacts, Anwendungs- oder Disruptionspotenzial analysiert und bewertet. In der neuen Rubrik Technologie-Highlights zeigt unsere Technologie-Galaxie ausgewählte, spannende Themen aus dem jeweiligen Jahr und wo sie hinsichtlich gesellschaftlicher Bedarfe einen Beitrag leisten können.

Kontakt

Dr. Diana Freudendahl
diana.Freudendahl@
int.fraunhofer.de

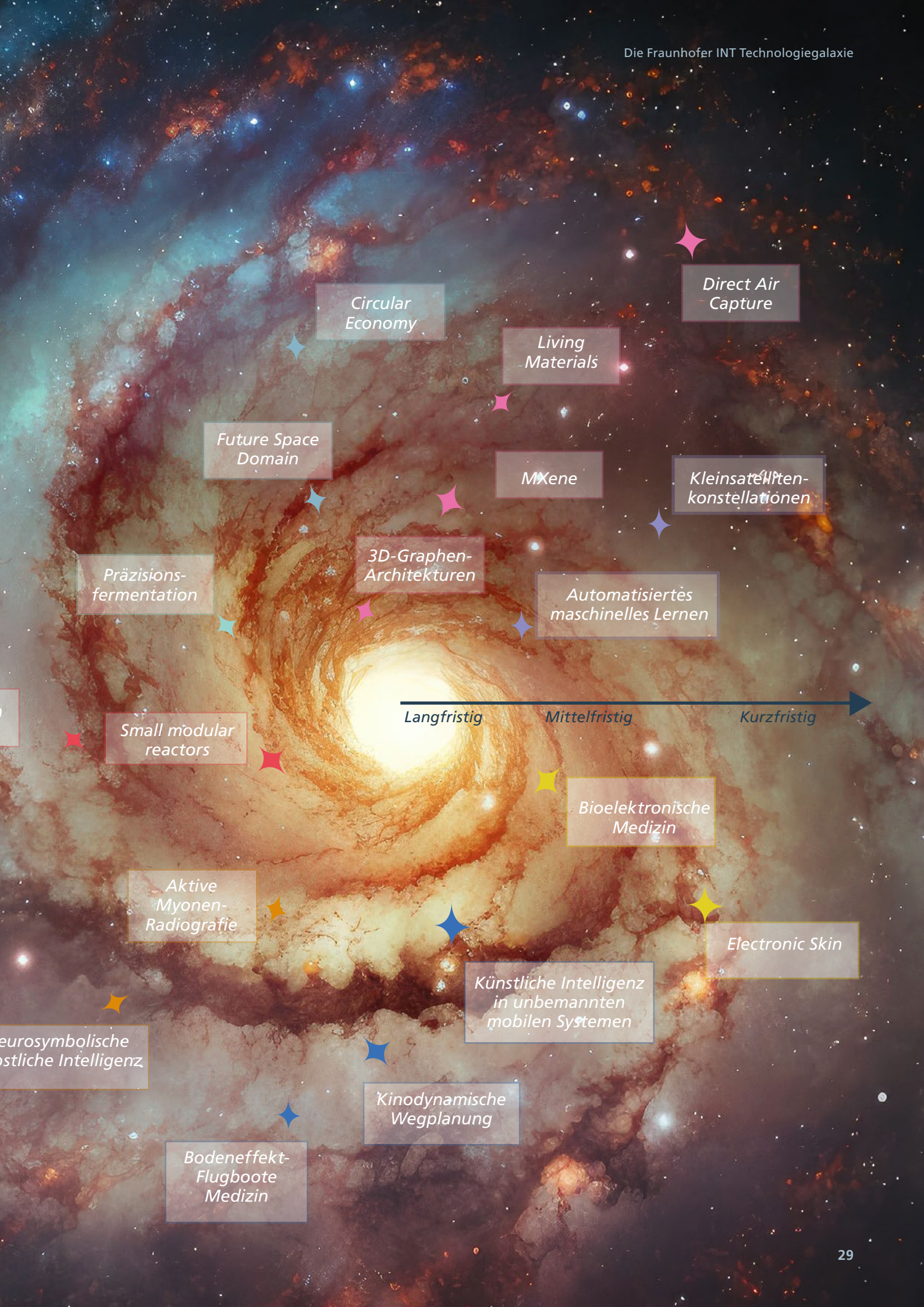
Dr. Anna Schulte-Loosen
anna.schulte-loosen@
int.fraunhofer.de

Alternative
Proteinquellen

Biowasserstoff

Natrium-Ionen
Batterien

Ne
Küb



Direct Air Capture

Circular Economy

Living Materials

Future Space Domain

MXene

Kleinsatellitenkonstellationen

Präzisionsfermentation

3D-Graphen-Architekturen

Automatisiertes maschinelles Lernen

Small modular reactors

Langfristig Mittelfristig Kurzfristig

Bioelektronische Medizin

Aktive Myonen-Radiografie

Electronic Skin

Künstliche Intelligenz in unbemannten mobilen Systemen

Neurosymbolische Künstliche Intelligenz

Kinodynamische Wegplanung

Bodeneffekt-Flugboote Medizin

Die Fraunhofer INT Technologiegalerie

Unsere Top 20 aus dem Jahr 2023

Ernährung

Präzisionsfermentation

Präzisionsfermentation ist ein biotechnisches Produktionsverfahren im Industriemaßstab, das mithilfe maßgeschneiderter Produktionsorganismen und intelligenter Bioprozesse zielgerichtet Produkte herstellt.

Bedarf: Alternative Produktion von Chemikalien, Wirkstoffen und Lebensmitteln

Alternative Proteinquellen

Auf globaler Ebene wird zukünftig ein Protein-Defizit antizipiert. Als alternative Proteinquellen sind Pflanzen (Leguminosen, Getreide, Ölsaaten), tierische Produkte (Insekten, tierische Zellkulturen) und weitere Quellen wie Mikro- und Makroalgen, Pilze, Bakterien und Hefen von Interesse.

Bedarf: Kostengünstigere, alternative Proteinquellen

Rohstoffverfügbarkeit

Future Space Domain

Die Nutzung des Weltraums erlebt absehbar tiefgreifende Veränderungen hin zur physischen und wirtschaftlichen Exploration, z. B. in Form von Space Mining and Manufacturing, Space-Based Solar Power, New Space, In-Space Economy.

Bedarf: U. a. Neue Rohstoff- und Energiequellen

Circular Economy (CE)

CE beschreibt ein Wirtschaftssystem, das auf Geschäftsmodellen basiert, die das Konzept des »End-of-Life« ablöst, mit dem Ziel eine nachhaltige Entwicklung zu erreichen, die die Schaffung von Umweltqualität, wirtschaftlichem Wohlstand und sozialer Gerechtigkeit zum Nutzen der heutigen und künftiger Generationen beinhaltet.

Bedarf: Nachhaltiges Ressourcenmanagement

Natürliche Ressourcen

MXene

2D-Materialien aus der Familie der 2D-Metall-Karbide oder -Nitride, die aus sogenannten MAX-Phasen gewonnen werden. Sie weisen ungewöhnliche mechanische, elektrische und optische Eigenschaften sowie eine schaltbare lichtinduzierte Formänderung auf.

Bedarf: Neue Materialien für Katalysatoren, Batterieelektroden

Living Materials

Lebenden Materialien sind technische Materialien, die aus lebenden Zellen bestehen, die das Material selbst bilden oder zusammensetzen oder die funktionelle Leistung des Materials in irgendeiner Weise modulieren. Dies ist das Ergebnis der Integration von Werkzeugen der synthetischen Biologie in die Materialforschung.

Bedarf: Nachhaltige Hochleistungswerkstoffe

Direct Air Capture

Technische Ansätze zur Abscheidung von CO₂ direkt aus der Atmosphäre, bei denen Luft beispielsweise durch Apparaturen mit geeigneten Bindemitteln geleitet wird, die CO₂ aufnehmen können, welches dann in konzentrierter Form wieder abgetrennt werden kann.

Bedarf: Ressourcen-/Klimaschutz

3D-Graphen-Architekturen

3D-Graphen-Architekturen sind nicht graphitische 3D-strukturierte Graphen-Materialien. Ihre Wände bestehen aus weniger als zehn Graphen-Schichten, weshalb die allgemeinen Eigenschaften von Graphen weitestgehend beibehalten werden.

Bedarf: Leichtbau, Remediation, Batterieelektroden

Kommunikation und Vernetzung

Kleinsatellitenkonstellationen

Kleinsatellitenkonstellationen sind Schwärme aus <100 bis hin zu 1000 Klein- und Kleinstsatelliten, die dazu entwickelt wurden, eine globale Abdeckung z. B. von Telekommunikationsnetzen oder Erdbeobachtungsdaten zu gewährleisten.

Bedarf: Globaler Datenaustausch und Digitalisierung

Automatisiertes maschinelles Lernen (Auto ML)

Auto ML kombiniert die Automatisierung und das Machine Learning (ML), um den manuellen Aufwand bei der Generierung leistungsfähiger ML-Lösungen zu verringern. Es unterstützt Expert*innen, soll aber auch ermöglichen, ohne entsprechendes Vorwissen automatisiert Lösungen für den eigenen Bedarf zu erstellen.

Bedarf: Schnelle, kostengünstige und flexible Erstellung

Gesundheit

Bioelektronische Medizin

Elektrisch aktive Implantate, die Signale natürlicher Sensoren und Organe im menschlichen Körper überschreiben, können alternative Behandlungsmethoden zu konventionellen pharmazeutischen Lösungen bieten.

Bedarf: Neue Behandlungsmethoden

Electronic Skin

Electronic Skin bezeichnet dünne, flexible Elektronik, die ausgewählte mechanische und funktionelle Eigenschaften der menschlichen Haut nachahmt und als sensorische Komponente für Robotik und Medizin von Interesse ist.

Bedarf: Sensible Sensorik, z. B. für taktile und haptische Informationen

Sicherheit

Neurosymbolische KI

Ansatz, der die Verfahren auf der Basis künstlicher neuronaler Netzwerke mit Methoden aus dem Bereich der symbolischen KI kombiniert.

Bedarf: Sichere, intelligente Vernetzung

Aktive Myonen-Radiografie

Durchleuchtung auch sehr großer Strukturen mit hochenergetischen Myonen aus der natürlichen kosmischen Strahlung, mit dem Ziel zur Erfassung innerer Strukturen von z. B. Gebäuden oder Anlagen aber auch Nuklearmaterialien.

Bedarf: Gesellschaftliche Sicherheit

Mobilität

Bodeneffekt-Flugboote

Bodeneffekt-Flugboote erschließen die Lücke zwischen Schiff (extreme Nutzlast, aber langsam) und Flugzeug (sehr schnell, aber geringe Nutzlast). Sie ermöglichen theoretisch große Nutzlasten (z. B. 5- bis 10-fach gegenüber heute).

Bedarf: Neue Mobilitätskonzepte

Kinodynamische Wegplanung (KDWP)

KDWP umfasst computerbasierte Verfahren, die es Robotern ermöglichen, Bewegungen selbstständig so zu planen, dass dabei nicht nur Hindernisse, sondern auch die während der Bewegung auf den Roboter wirkenden Kräfte berücksichtigt.

Bedarf: Unfallvermeidung, sichere Nutzung autonomer Systeme

Künstliche Intelligenz (KI) in unbemannten mobilen Systemen

Trends in der KI-Forschung, die unbemannte Systeme unter realen Einsatzbedingungen zu einer gewissen Autonomie verhelfen werden, z. B. Back-up-KI-Modelle, Lernen aus Datenströmen, adaptive KI-Modelle oder Concept Drift.

Bedarf: Autonome Mobilität

Energie

Small Modular Reactors

Small Modular Reactors sind kleine nukleare Reaktoren, die sowohl in Bezug auf ihre Abmessungen als auch in Bezug auf ihre Leistung (elektrisch bis 300 MWe; thermisch weniger als ca. 1000 MWt) klein sind. Sie sollen industriell in Serie hergestellt und nach Transport am Einsatzort montiert werden.

Bedarf: Kostengünstige, klimaneutrale Energie- und Wärmeerzeugung

Biowasserstoff

Wasserstoff, der aus Biomasse oder mit Hilfe lebender Biomasse (Mikroorganismen) gewonnen wird und als vielversprechender, aber noch nicht konkurrenzfähiger Ansatz zur nachhaltigen Energieerzeugung gesehen wird.

Bedarf: Nachhaltige Energieerzeugung

Natrium-Ionen Batterien

Wiederaufladbare Batterie (Akku), vergleichbar zur weit verbreiteten Lithium-Ionen-Batterie (LIB). Benötigte Materialien sind leicht verfügbar und günstig im Vergleich zur LIB (Natrium statt Lithium, Aluminium statt Kupfer, kein Nickel oder Kobalt), daher umweltfreundliche Alternative.

Bedarf: Nachhaltige(re) Energiespeicherung

Zuverlässigkeit von Strahlungseffekten in Elektronik

Im Rahmen des Forschungsschwerpunkts »Zuverlässigkeit von Strahlungseffekten in Elektronik« betreibt das Fraunhofer INT in Deutschland einzigartige Fachforschung zu nuklearen und elektromagnetischen Effekten. Dazu gehören:

- Untersuchungen des Einflusses bewusst verursachter elektromagnetischer Störeffekte auf den Regelbetrieb kritischer Elektroniksysteme
- Untersuchungen der Wirkung ionisierender Strahlung auf elektronische, optoelektronische und optische Komponenten und Systeme
- Detektion und Identifikation von nuklearem und radioaktivem Material vor Ort sowie der Analyse und Bewertung nuklearer und radiologischer Bedrohungen

Der Fokus liegt dabei auf wissenschaftlich und wirtschaftlich relevanten Themenstellungen mit Bezug zu Mikroelektronik, um den fortschreitenden Trends der Miniaturisierung, der zunehmenden Komplexität von elektronischen Bauteilschaltungen, der steigenden Systemintegration und der steigenden Bandbreite sowie der Nutzung neuer Halbleitermaterialien (z. B. Wide-Bandgap) gerecht zu werden. Es wird die Gefährdung durch ionisierende Strahlung oder elektromagnetische Felder mit hoher Leistung von emergenten Anwendungen wie autonomes Fahren, elektrische Antriebe, KI-Systeme, Quantencomputer oder 5G/6G Mobilfunk untersucht. Dies geschieht für ein breites Nutzungsspektrum, von der Zuverlässigkeit von Satelliten bis hin zum Schutz von kritischer Infrastruktur sowohl für zivile als auch für militärischen Bedarfe. Ein besonderer Schwerpunkt stellt die Identifikation von Potentialen, sich gegen diese Gefährdung zu schützen, dar.

Dafür betreiben wir eine sowohl national als auch international einzigartige Laborumgebung zur Erzeugung und Detektion ionisierender und elektromagnetischer Strahlung in einem breiten Energie- und Teilchenspektrum. Die hierdurch induzierten Effekte und ihre Wirkungen werden mit modernster Messtechnik nachgewiesen, welche als Teilaspekt der Forschungstätigkeiten kontinuierlich weiterentwickelt wird.



Das Fraunhofer INT betreibt eine sowohl national als auch international einzigartige Laborumgebung zur Erzeugung und Detektion ionisierender und elektromagnetischer Strahlung.«

Neue Möglichkeiten zur Öffnung elektronischer Bauteile

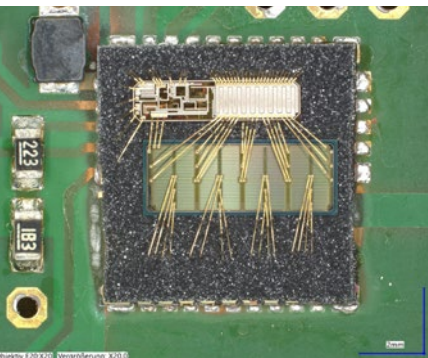


Abb. 1: Ein mit Plasmaverfahren geöffnetes Bauteil. Man beachte den exzellenten Zustand des Die und der Bonddrähte.

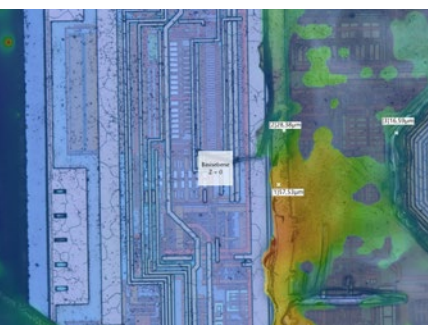


Abb. 2: Vermessung der Dicke von Materialresten auf einem Die mit dem VHX-7000 Mikroskop

Bei der Untersuchung der Strahlungseffekte in elektronischen Bauelementen spielen Single Event-Effekte (SEE) eine immer größere Rolle. SEE entstehen, wenn Teilchen der kosmischen, ionisierenden Strahlung aus dem Weltraum in elektronische Bauteile einschlagen. Dabei können sowohl temporäre Fehlfunktionen entstehen als auch permanente Schäden, die ein elektronisches Gerät irreparabel funktionsunfähig machen.

Die Untersuchung von durch Schwerionen verursachten SEE gehört zu den anspruchsvollsten Gebieten der Strahlungseffektforschung. Zum einen sind SEE sehr divers und benötigen umfangreiche Testumgebungen. Zum anderen sind zum Testen der Bauteile Schwerionenstrahlen notwendig. Alternativ kann man die Effekte der Schwerionen auch mittels kurz gepulster Laser simulieren. Diese benötigen einen direkten optischen Zugang zu den sensiblen Bereichen der Bauteile.

Welches der beiden Verfahren man auch nutzt, man benötigt einen direkten Zugang zum Die des Bauelements, ohne dass das Gehäuse im Weg ist. Dazu muss das Gehäuse zunächst geöffnet werden. Gerade COTS-Bauteile (Commercial off-the-shelf), die serienmäßig in großer Stückzahl für den kommerziellen Gebrauch gefertigt werden, leisten besonderen Widerstand. Sie sind typischerweise vollständig in einem Gehäuse aus Epoxidharz eingegossen.

Das Fraunhofer INT hat bereits umfangreiche Erfahrung darin, solche Gehäuse mittels heißer Säure zu öffnen. Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass die Bauteilöffnung sehr schnell geht (häufig unter einer Minute) und man so größere Mengen von Bauteilen in kurzer Zeit öffnen kann. Es gibt allerdings einige gravierende Nachteile. Die Säure greift nicht nur das Verpackungsmaterial, sondern auch andere Komponenten an. Insbesondere die Bonddrähte sind, da sie nur wenige Mikrometer dick sind, stark gefährdet. Bonddrähte aus Gold sind normalerweise robust gegen Schwefel- und Salpetersäure. Im COTS-Bereich gibt es allerdings schon seit Jahren einen Trend zu anderen Materialien wie Kupfer oder Silber. Solche Bonddrähte halten nur kurzzeitigem Kontakt mit kalter Säure stand und sind selbst dann teilweise bereits korrodiert, was ihre elektrischen Eigenschaften beeinträchtigen kann. Insbesondere die interessanten Bauteile aus der Automobilbranche haben sehr widerstandsfähige Gehäuse, die sich mit Säure nicht öffnen lassen, ohne den Die unbrauchbar zu machen.

Diese Nachteile werden vermieden, indem man das Plastikgehäuse mit einem Plasmaverfahren auflöst. Daher hat das Fraunhofer INT im Jahr 2023 ein neues Gerät beschafft, das mit einem patentierten, nur auf Sauerstoff basierenden Verfahren arbeitet, das prinzipiell nicht in der Lage ist, den Die oder die Bonddrähte zu beschädigen. Ein Beispiel ist

in Abbildung 1 zu sehen. Der Nachteil dieses Verfahrens ist seine Langsamkeit (mehrere Stunden), sodass bei großen Stückzahlen weiter auf die Säuremethoden zurückgegriffen wird.

Um zu bewerten, ob die Bauteilöffnung erfolgreich war, sind präzise optische Aufnahmen nötig, welche Strukturen bis in den Mikrometer Bereich auflösen können. Ein ebenfalls neu angeschafftes Digitalmikroskop kann nicht nur das. Die Software ist auch in der Lage, durch Überlagerung von Aufnahmen mit leicht verschiedenem Fokus dreidimensionale Informationen zu gewinnen. Auf diese Weise kann z. B. die Dicke von Materialresten auf dem Die bestimmt werden. Abbildung 2 zeigt eine Aufnahme einer Die-Oberfläche nach einem Ätzzvorgang, auf dem Materialreste mit einer Höhe von bis zu 60 Mikrometern vermessen wurden. Material dieser Dicke kann die Ergebnisse eines SEE-Tests signifikant verfälschen.

SEE-Tests eines von der Oberseite geöffneten Dies führen zunehmend zu Problemen. So werden die Metallisierungsschichten immer dicker und bremsen die Ionen stark ab. Mit einem SEE-Lasersystem ist es sogar unmöglich durch metallische Schichten hindurchzukommen. Außerdem können Bauteile, die in der Flip-Chip Methode aufgebaut sind, gar nicht von vorne geöffnet werden. In diesem Fall muss die Rückseite des Bauteils freigelegt werden und teilweise Kühlkörper entfernt und das Siliziumsubstrat auf wenige Mikrometer homogen ausgedünnt werden. Zu diesem Zweck wird eine spezielle Präzisionsfräse benötigt.

Das Ausdünnen des Substrats auf wenige Mikrometer stellt in der Praxis eine große Herausforderung dar, da die Dies häufig thermisch verspannt auf dem Gehäuse aufgebracht sind, also nicht plan, sondern gewölbt sind. Fräst man das Substrat nun plan ab, so bleibt am Ende eine Substratschicht mit Dickenunterschieden von bis zu mehreren zehn Mikrometern übrig. Diese können zu dramatischen

Unterschieden bei den Bestrahlungstests und damit zu falschen Ergebnissen führen.

Um das zu berücksichtigen, führt die neue Fräse am Fraunhofer INT vor dem Fräsen eine mechanische 9-Punkt-Krümmungsmessung der Oberfläche durch und legt damit eine Karte der Krümmung an, der der Fräskopf im Weiteren folgt. Eine solche Karte zeigt Abbildung 3.

Sobald der Chip grob ausgedünnt und einmal poliert ist, kann die Fräse eine interferometrische Dickenmessung des verbliebenen Substrats durchführen. Die Anzeige des Spektrometers ist auf Abbildung 4 zu sehen. Hier wurde eine Restdicke von 29 Mikrometern bestimmt. Diese Messung wird dann über den gesamten Chip durchgeführt und die Krümmungskarte für die präzise Weiterarbeit korrigiert.

Beim Öffnen von Bauteilen lassen sich oft unangenehme Überraschungen über deren Innenleben feststellen. Das führt dazu, dass erst eine Reihe von Bauteilen zerstört werden, bis eine zerstörungsfreie Methode gefunden wird. Es ist daher wichtig, vor dem ersten Öffnungsversuch schon über das Innenleben des Bauteils Bescheid zu wissen. Aus diesem Grund wurde ergänzend ein Röntgengerät beschafft, welches Bauteile mit Mikrometergenauigkeit durchleuchten kann. Die Bilder können in die Software der Fräse importiert werden und als Overlay über das Kamerabild gelegt werden. Wird das Bauteil gedreht, sind mit dem Röntgengerät auch computertomographische Rekonstruktionen von Details des Bauteils möglich.

Durch die neuen Gerätschaften zur Bauteilöffnung ist das Fraunhofer INT nun in der Lage, auch schwierig zu öffnende Bauteile erfolgreich SEE-Untersuchungen zu unterziehen und hat seine Möglichkeiten diesbezüglich vervielfacht.

Kontakt
Stefan Höffgen
stefan.hoeffgen@
int.fraunhofer.de

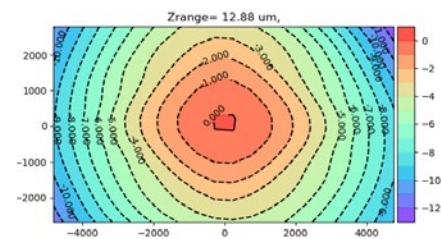


Abb. 3: 9-Punkt-Krümmungsmessung der Oberfläche eines Substrats.

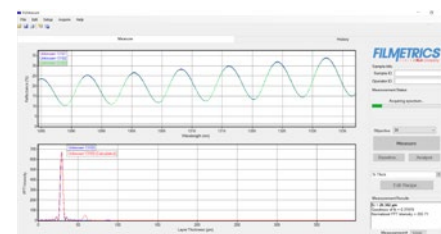


Abb. 4: Interferometrische Bestimmung der Restdicke des Siliziumsubstrahts.

Krisenmanagement braucht EU-Normen

Gefährliche Substanzen und ihr Weg ins Labor – EU-Projekt STRATEGY führt zu europäischen Normen



Akute Krisen, die durch Naturkatastrophen, Industrieunfälle oder Terrorakte ausgelöst werden, erfordern eine schnelle, koordinierte und effiziente Reaktion. Hier sind Organisationen gefragt, die in ihren Strukturen, Prozessen und Kommunikationsmitteln oft stark variieren. Besonders komplex ist Krisenmanagement, wenn es über nationale Grenzen hinausgeht. Unterschiedliche gesetzliche Regelungen, Sprachen und kulturelle Gegebenheiten können im Ernstfall zu Verzögerungen und Missverständnissen führen und am Ende Menschenleben und Infrastrukturen zusätzlich gefährden. Die Bedeutung europäischer Normen in diesem Zusammenhang liegt auf der Hand: Sie bieten einen Rahmen, der eine über Ländergrenzen hinweg konsistente und effiziente Zusammenarbeit ermöglicht. So müssen beispielsweise vor Ort entnommene Proben unbekannter Substanzen sachgerecht, sicher und rasch zu einem entsprechenden Labor transportiert werden. Ein digitales Nachverfolgen könnte das deutlich erleichtern. Dies wiederum erfordert ein europaweit einheitliches Schema für eine solche »digital chain of custody« (dCoC).

Die Vorbereitung solcher Normen war Gegenstand des EU-Projekts STRATEGY (Facilitating EU pre-Standardization process Through streamlining and validating interoperability in systems and procedures involved in the crisis management cycle). In diesem Projekt, das im Oktober 2023 abgeschlossen wurde, arbeiteten über 3 Jahre hinweg 23 Partner aus 14 Ländern

zusammen, darunter Anwenderorganisationen (Feuerwehr, Rettungsdienste, Polizei etc.), Unternehmen, nationale Standardisierungsbehörden und Forschungseinrichtungen. Das Fraunhofer INT war abteilungsübergreifend mit den Geschäftsfeldern »Öffentliche Technologie- und Innovationsplanung TIP« sowie »Nukleare Sicherheitspolitik und Detektionsverfahren NSD« beteiligt. Acht Themenfelder wurden in den Blick genommen: Such- und Rettungsaktionen, Kritische Infrastrukturen, Notfallplanung, Führung und Steuerung, Frühwarnung, Training, Terminologie und die Bedrohung durch chemische, biologische, radioaktive, nukleare oder explosive Gefahrstoffe. Nach einer eingehenden Bedarfsanalyse wurden insgesamt 13 Dokumente, die als Vorbereitung zu europäischen Normen dienen sollen, erarbeitet, in praktischen Übungen getestet und in den europäischen Normungsprozess eingespeist. Soziale Medien sowie Begriffe und Symbole im Katastrophenmanagement waren hier die Themen, an denen das Geschäftsfeld TIP beteiligt war.

Zwei der erarbeiteten Dokumente erhielten sogar den Status von »Technical Specifications«, was eine unmittelbare Vorstufe zu einem EU-Standard bedeutet. Es handelt sich hierbei um zwei Normenentwürfe zur oben erwähnten dCoC, an denen das Geschäftsfeld NSD maßgeblich mitwirkte. Die »Technical Specifications« zur dCoC bieten Richtlinien für den Workflow der digitalen Datenverwaltung bei Probenentnahme, Probenübergabe und Probenanalyse. Das Konzept enthält

STRATEGY Website





Probenentnahme-Team mit zwei Protokollanten – analoges Verfahren (links) und digitalisiertes Verfahren (rechts)

eine spezifische Datenmodellstruktur zur Beschreibung der unbekanntes Substanz und der erforderlichen Prozessschritte sowie Anleitungen für die Verwaltung und Prüfung der Daten. Es wird damit auch möglich, schon während des Probenverkehrs Verantwortlichkeiten zu identifizieren und Inkonsistenzen aufzudecken.

Alle Arbeiten des Projekts wurden von einem aufwändigen Evaluationsprozess begleitet, der sich über die gesamte Projektlaufzeit erstreckte und Daten aus vielen Workshops, Diskussionsrunden, Table Top Exercises und realen Übungen berücksichtigte. Damit konnten die Normen-Vorentwürfe immer weiter verbessert und praxistauglich gemacht werden.

Dieser Evaluationsprozess begleitete auch die Arbeiten zur dCoC und das Konzept wurde am Ende sehr positiv beurteilt. Das ergab insbesondere auch ein Test im Rahmen

einer großen Abschlussübung, in der ein Großschadensfall simuliert wurde: Proben-sammlung, Übergabe und Verwaltung der Probeninformationen wurden gleichzeitig mit zwei Protokollanten durchgeführt – einer arbeitete mit Papierformularen wie bisher, einer mit einem Tablet und Software nach dem dCoC-Konzept (siehe Abbildung). Nach dieser Übung attestierten die Expertenteams dem dCoC-Konzept seine Brauchbarkeit und identifizierten erhebliche Vorteile gegenüber dem papierbasierten Verfahren.

Ein wichtiger Schritt für die dCoC auf dem Weg zur Norm war weiterhin die Involvement des europäischen technischen Komitees CEN/TC 391, in welchem die »Technical Specifications« diskutiert und schließlich angenommen wurden. Angesichts dieser Entwicklung könnte das erarbeitete Konzept tatsächlich nach dem Durchlaufen weiterer offizieller Prozesse zum europäischen Standard werden.

Kontakt

Prof. Dr. Sebastian Chmel
sebastian.chmel@
int.fraunhofer.de



Dieses Projekt wurde aus dem Forschungs- und Innovationsprogramm Horizont 2020 der Europäischen Union im Rahmen der Finanzierungsvereinbarung Nr. 883520 gefördert.

HPEM-Detektionssystem FORDES – Entwicklung, Leistung und Anwendung

Erst mit einer geeigneten Messvorrichtung kann über Störversuche mit Hochleistungsmikrowellen eindeutig Aufschluss erlangt werden



Wehrwissenschaftliches Institut
für Schutztechnologien –
ABC-Schutz

Robustes Messsystem für Hochleistungsstörsignale

Die Forschung am Fraunhofer INT zu Störungen elektronischer Geräte unter Einwirkung elektromagnetischer Signale hoher Leistung (HPEM, High Power Electromagnetics) blickt auf eine jahrzehntelange Historie zurück. Den untersuchten Phänomenen ist gemein, dass die betroffenen Zielobjekte häufig Störungen wie Systemabstürze oder Hardwaredefekte aufweisen, wie sie auch im Regelbetrieb durch Instabilitäten oder Verschleiß auftreten können. Die bewusste Fremdeinwirkung als eigentliche Ursache entgeht dabei oft der menschlichen Wahrnehmung. Aus diesem Grund verfolgt das Fraunhofer INT seit vielen Jahren die Grundidee eines Messsystems, das selbst gegen Störungen robust ist, aber dennoch leistungsfähig bei der Erfassung von Hochleistungsstörsignalen ist.

Da bewusste Störversuche gewöhnlich bei elektrischen Feldstärken operieren, die mindestens eine Größenordnung über dem zivilisatorischen Hintergrund durch Radio, Fernsehen und Mobilfunk liegen, könnte zunächst eine einfache Warnvorrichtung das Überschreiten einer kritischen Schwelle an ihrem Standort kenntlich machen. Jedoch ist eine präzisere Erfassung von Parametern wie der Signalstärke und, je nach Signalform, auch der Trägerfrequenz und der Modulations-eigenschaften erforderlich, um eine Risikoabschätzung der potenziellen Schäden sowie eine Quellenforensik durchzuführen.

Entwicklungsziele am Fraunhofer INT

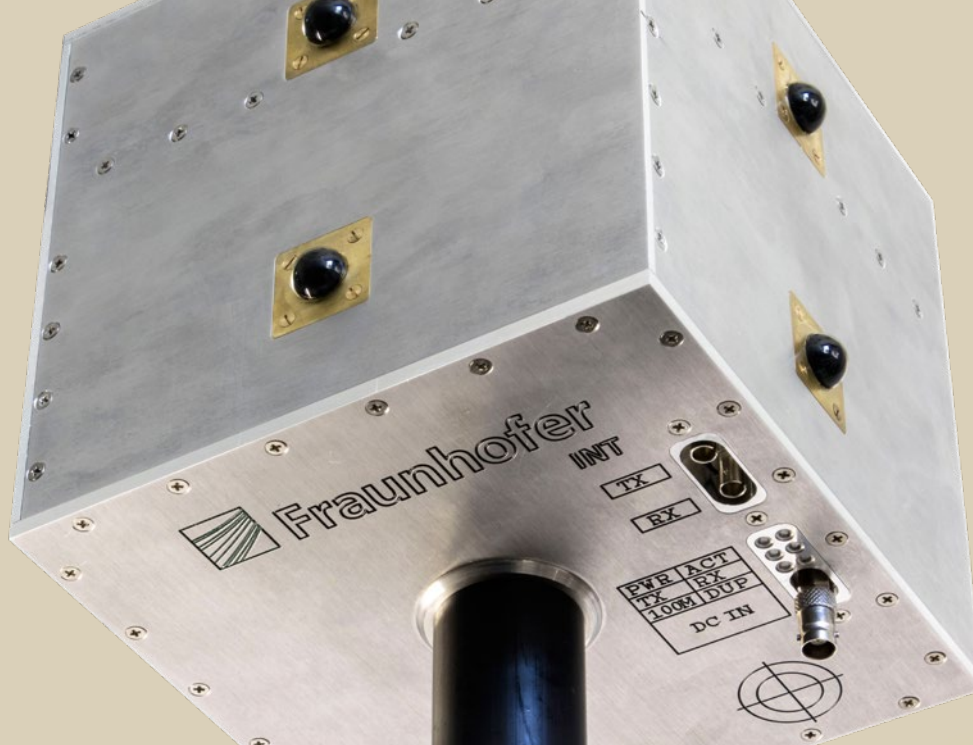
Zielsetzung der Entwicklungsbestrebungen am Fraunhofer INT war es, den Dynamikbereich, die Messgenauigkeit und die Frequenzbandbreite gängiger Labormessgeräte in einem kompakten, robusten und energieeffizienten Detektionssystem möglichst umfassend widerzuspiegeln. Dabei sollte das Gerätevolumen deutlich reduziert und die Anschaffungskosten um etwa eine Größenordnung gesenkt werden. Eine besondere Herausforderung besteht hierbei im breiten Spektrum zu detektierender möglicher Störsignale. Durch sein kompaktes Design und das integrierte Batteriemodul kann der am Fraunhofer INT entwickelte HPEM-Detektor FORDES sowohl stationär beispielsweise in einem Rechenzentrum oder einer Leitwarte installiert, als auch mobil im Feld für den Einsatz in besonderen Situationen verwendet werden.

Abgrenzung zu marktüblichen Lösungen

In der Forschungsgemeinschaft werden aufgrund des geschilderten Grundrisikos schon seit einigen Jahren Detektionslösungen, die das Messproblem mit verschiedener Schwerpunktsetzung angehen, diskutiert und inzwischen auch im Markt angeboten. Herausfordernd bleibt die breitbandige Erfassung der Störsignalamplituden bis hin zu zehn Gigahertz Trägerfrequenz mit der erforderlichen Messdynamik. Gegenüber einfachen Warn- oder Messlösungen wurde FORDES als ein System auf FPGA-Basis entwickelt, welches

Mehr zu der Forschung
im Bereich HPEM





Würfelförmiges Außengehäuse des Detektionssystems »mit knapp 20 cm Kantenlänge, inklusive Anschlüssen und Anzeigeelementen an der Unterseite«

über einen effektiven Dynamikbereich von mindestens vier Größenordnungen schmalbandige Störungen erfassen und zudem in ihrer Trägerfrequenz vermessen kann. Das ermöglicht Frequenzgangkorrekturen für eine akkurate Rekonstruktion der am Einsatzort anliegenden elektromagnetischen Felder und damit eine fundierte Risikoeinschätzung im Ereignisfall. Auf die Implementierung dieses Alleinstellungsmerkmals gründet sich auch eine laufende Patentanmeldung. Zusammen mit einer Aufzeichnung der Signalhüllkurven auf Zeitskalen weniger Nanosekunden ist somit auch bei gepulsten Signalen eine grundlegende Quellenforensik möglich, welche Rückschlüsse auf den Urheber der jeweiligen Störung erlaubt.



Webinterface zur Steuerung und Anzeige

Einsatzmöglichkeiten

Der im aktuellen FORDES-Labordemonstrator verbaute Akku ermöglicht es dem System, mehr als zehn Stunden lang die Feldbelastung an beliebigen Standorten zu überwachen und Störereignisse aufzuzeichnen. Mittels separat gehärteten Netzteils ist auch die dauerhafte Stromversorgung im stationären Betrieb beispielsweise an Schlüsselsystemen kritischer Infrastrukturen möglich. Über eine störteste optische Netzwerkverbindung kann das System von einem Computer über ein Webinterface gesteuert und ausgelesen werden.

Für den HPEM-Detektor FORDES gibt es auch zunehmend Anwendungen im militärischen Kontext, indessen eine zunehmende Komplexität der eingesetzten Systeme sowie eine stete Weiterentwicklung elektromagnetischer Wirkmittel zu beobachten ist. Aufgrund der damit steigenden Relevanz von Störversuchen sind aktuell Bestrebungen im Gange, FORDES als HPEM-Sensor für ein militärisches Landfahrzeug zu instrumentalisieren. Dies bedingt mechanische und technische Anpassungen bezüglich Einbauort und Bordelektronik sowie die IT-technische Anbindung an den modernen NGVA (NATO Generic Vehicle Architecture) -Standard.

Kontakt

Dr.-Ing. Marian Lanzrath
marian.lanzrath@int.fraunhofer.de

Sonstiges

Kurz notiert

Allianzen, Verbände, Netzwerke

Die Fraunhofer-Gesellschaft

Fraunhofer INT im Profil

Fraunhofer INT in Zahlen



Wissenschaftlich-Technische Infrastruktur

Wiederaufbau nach der Flut

Zur Untersuchung verschiedener Strahlungseffekte verfügt das Fraunhofer INT über eine umfassende wissenschaftlich-technische Infrastruktur, die die experimentellen Arbeiten unterstützt.

Dazu gehören eine feinmechanische Werkstatt, in der spezielle Teile der Mechanik für die Experimentieranlagen hergestellt werden und ein Elektroniklabor, die die Herstellung spezieller Elektronik, die Wartung und die Reparatur der Experimentier-Elektronik übernimmt.

Nach dem erfolgreichen Abschluss der meisten Wiederaufbauarbeiten nach der Flutkatastrophe konnte im Jahr 2023 die mechanische Werkstatt wiederbezogen werden. Es sind immer noch viele Restarbeiten sowie Beschaffungen notwendig, jedoch konnte ein großer Teil der Arbeitsfähigkeit wiederhergestellt werden.

Außerdem wurden in der Werkstatt auch zahlreiche Teile und Baugruppen für den Wiederaufbau der Infrastruktur des Instituts und vor allem der Experimentierumgebung gefertigt und montiert.

Im Elektronik-Labor wurde neben kleineren Projektabschlüssen im Jahr 2023 ebenfalls weiter an der experimentellen Infrastruktur gearbeitet. Dazu zählten vor allen Planungen, sowohl im Digitalisierungsprojekt »NE goes digital« als auch zur Verbesserung der Experimentierumgebungen.

Future Security

Forum für Sicherheits- und Verteidigungsforschung des Fraunhofer VVS

Am 7. und 8. Februar 2023 hat in Berlin im Fraunhofer-Forum die vom Fraunhofer-Leistungsbereich Verteidigung, Vorbeugung und Sicherheit VVS organisierte Veranstaltung Future Security – Forum für Sicherheits- und Verteidigungsforschung stattgefunden. Die Forschungskonferenz bietet eine Plattform für Forschende, Expert*innen und weitere Akteure aus Wissenschaft, Industrie und Politik in Deutschland, um sich zu den aktuellen Themen und Trends rund um Sicherheit und Verteidigung auszutauschen. Prof. Dr. Dr. Lauster, Institutsleiter des Fraunhofer INT, war Session Chair der Fachsession »Resilienz: Gestärkt aus Disruptionen hervorgehen«, an der auch Maïke Vollmer mit dem Vortrag »Resilienter werden durch eine gestärkte Kommunikation zwischen Bevölkerung und Bevölkerungsschutzorganisationen – das RiskPACC-Projekt« beteiligt war. In der begleitenden Ausstellung konnten die Teilnehmenden außerdem das KATI-System (siehe S. 24) ausprobieren und mit eigenen Suchanfragen experimentieren. Zusätzlich zeigte das Fraunhofer INT ein Exponat zum Thema Drohnenabwehr mittels Hochleistungsmikrowellen (HPEM), das verdeutlicht, wie die Elektronik von Drohnen mittels HPEM gestört und damit Angriffe abgewehrt werden können.



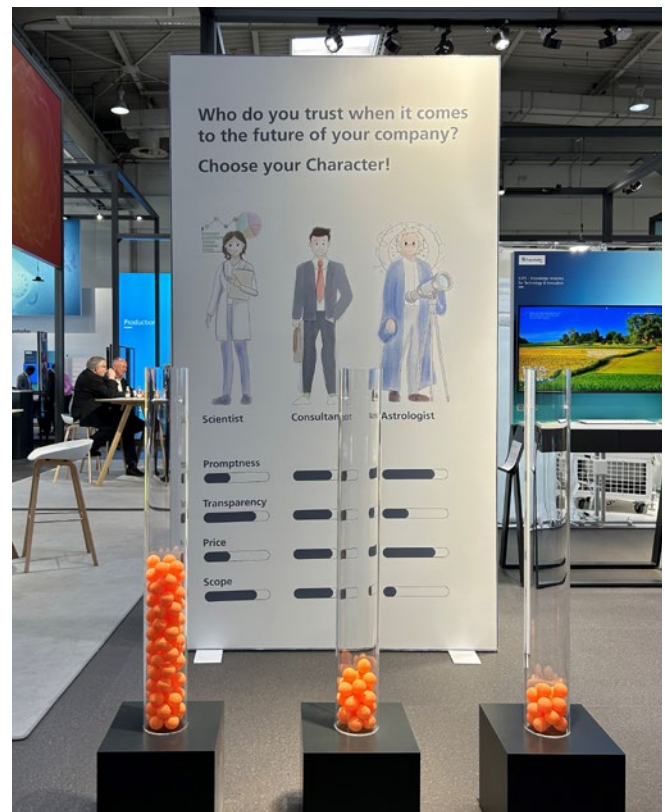
Prof. Dr. Dr. Michael Lauster, stellvertretender Vorsitzender des Fraunhofer VVS, eröffnet die Fachsession »Resilienz: Gestärkt aus Disruptionen hervorgehen«.

Das Fraunhofer INT auf der Hannover Messe

Neue Technologien und industrielle Transformation

Vom 17. bis 21. April 2023 fand die jährliche Hannover Messe statt, auf der auch die Fraunhofer-Gesellschaft wieder mit einem Gemeinschaftsstand, diesmal in Halle 16, vertreten war. Neben den altbekannten 3D-Modellen mit Analysen zu Zukunftstechnologien aus dem KATI-System (siehe S. 24) präsentierte das Fraunhofer INT das neue Exponat »Choose your Character«. Den Besucher*innen wurde vor Ort die Frage gestellt, wem sie hinsichtlich der Zukunft ihres Unternehmens am meisten vertrauen. Zur Auswahl standen drei Möglichkeiten – eine Wissenschaftlerin, ein Berater oder ein Astrologe, deren verschiedene Stärken und Schwächen ebenfalls dargestellt wurden. Je nach Präferenz konnten die Besucher*innen dann einen Tischtennisball in eine der Röhren werfen. Wenn Sie interessiert, wie die Abstimmung an den einzelnen Tagen ausgegangen ist, können Sie sich das #HM23-Highlight auf unserem Instagram-Account ansehen.

Unter dem Slogan #WeKnowSolutions waren in diesem Jahr 24 Institute der Fraunhofer-Gesellschaft mit Exponaten aus den Bereichen Produktion, Industrial Metaverse, Energie sowie Adaptronik auf dem Gemeinschaftsstand vertreten, die innovative Konzepte für Zukunftsthemen wie Mixed Reality, Edge Cloud Rendering, Real Time Communication, Metaverse-Technologien, Wasserstofftechnologien, Digital Ecosystems, Biologische Transformation, Hybride KI und E-Mobility zeigten. Die Hannover Messe ist die bedeutendste internationale Industriemesse rund um neue Technologien und die industrielle Transformation.



Das neue Exponat »Choose your Character« mit den Abstimmungsergebnissen von Tag 3.

Sneak Peak Jubiläumsjahr

Zum Erscheinungszeitpunkt dieses Jahresberichts befindet sich das Fraunhofer INT im Jubiläumsjahr und feiert sein 50-jähriges Bestehen.

Im nächsten Jahr im Jahresbericht für das Jahr 2024 werden wir darüber berichten, wie das Jubiläum am Institut gefeiert wurde. Wenn sie jetzt schon einen ersten Einblick erhalten wollen, finden Sie jetzt schon einige Beiträge zum Jubiläum auf unserer Website oder auf unseren Social Media-Kanälen (siehe S. 53).



Fraunhofer AVIATION & SPACE

Was macht die Geschäftsstelle SPACE?

Das Fraunhofer INT betreibt die Geschäftsstelle SPACE innerhalb der Fraunhofer-Allianz AVIATION & SPACE. Im Jahr 2022 ist die Allianz SPACE, die 2014 am Fraunhofer INT gegründet wurde, um den Bereich AVIATION erweitert worden. Die Geschäftsstelle AVIATION sitzt am Fraunhofer IFAM in Bremen. Die beiden Geschäftsstellen arbeiten eng miteinander zusammen. Durch die thematische Zweiteilung stehen der Allianz auch zwei Sprecher vor: Prof. Dr. Dr. Michael Lauster als Institutsleiter des Fraunhofer INT und Prof. Dr. Bernd Mayer als Institutsleiter des Fraunhofer IFAM. Seit der Erweiterung gehören der Fraunhofer-Allianz AVIATION & SPACE 30 Institute an, die an Luft- und Raumfahrt-Technologien forschen.

Unter den Sammelbegriff SPACE fallen Forschung an und Entwicklung von Technologien, die mit dem Betrieb und der Nutzung von raumfahrtgestützter Infrastruktur zu tun haben. Um dieses weite Feld zu strukturieren, hat die Allianz die Technologien in die Technologiefelder »Schutz & Zuverlässigkeit«, »Oberflächen & Optik«, »Materialien & Prozesse«, »Sensorsysteme & Analysen«, »Energie & Elektronik«, »Kommunikation & Navigation«, »Bodensegmente«, »Launcher« und »Downstream« aufgeteilt.

Die Allianz bietet den 30 Fraunhofer-Instituten ganz allgemein eine Plattform für den Austausch zu den Eigenheiten der Branche. Darüber hinaus koordiniert die Geschäftsstelle institutsübergreifende Aktivitäten, sorgt für einen sichtbaren und gebündelten Auftritt nach außen und bietet Kund*innen und Kooperationspartnern eine Anlaufstelle für raumfahrtbezogene Fragestellungen bei Fraunhofer.

Fraunhofer-Verbund Innovationsforschung

Wandel verstehen, Zukunft gestalten

Innovationen sind der Schlüssel, um auch in schwierigen Zeiten souveräne Entscheidungen treffen und individuelle Wege gehen zu können sowie dauerhaft resilient gegen Krisen aufgestellt zu sein. Das Wissen um komplexe Wirkzusammenhänge innerhalb von Innovationssystemen ist somit erfolgskritisch für Wirtschaft, Politik, Wissenschaft und Gesellschaft. Die Veränderung von Branchen, Märkten und Technologien muss daher frühzeitig erkannt und verstanden werden, um die langfristigen Auswirkungen aktiv gestalten zu können.

Als kompetenter Partner mit einer einzigartigen Verknüpfung von sozioökonomischer sowie soziotechnischer Forschung gibt der Fraunhofer-Verbund Innovationsforschung Orientierung, erleichtert die Positionsbestimmung und unterstützt Akteure bei der Zukunftsgestaltung im Innovationssystem. Unter dem Leitsatz »Wandel verstehen, Zukunft gestalten« arbeiten im Verbund rund 1600 Wissenschaftler*innen aus den sechs Fraunhofer-Instituten IAO, ISI, INT, IMW, IRB und IIS-SCS zusammen – mit dem Ziel, Innovationssysteme und deren Wandel zu verstehen und interdisziplinäres Wissen weiterzugeben.

Der Fraunhofer-Verbund Innovationsforschung bietet Unternehmen vielfältige Unterstützungsmöglichkeiten zur Gestaltung von Innovationssystemen an – von praxisnahen Leitfäden und Publikationen, über Methoden und Tools bis hin zu interaktiven Veranstaltungsformaten. Einen Überblick über die Leistungsangebote sowie Projekte sind über den kostenlosen Newsletter sowie den Webauftritt des Verbunds auffindbar.

Fraunhofer-Leistungsbereich Verteidigung, Vorbeugung und Sicherheit VVS

Wir forschen für die Sicherheit von Mensch, Gesellschaft und Staat – Für ein Leben in Freiheit

Verteidigung und Sicherheit gewinnen in Zeiten gesellschaftlicher und politischer Turbulenzen immer mehr an Bedeutung. Der Fraunhofer-Leistungsbereich Verteidigung, Vorbeugung und Sicherheit (Fraunhofer VVS) entwickelt Technologien, Produkte und Dienstleistungen, um mögliche Gefahren frühzeitig zu erkennen, ihnen entgegenzutreten, Folgeschäden zu minimieren und dadurch insgesamt Risiken zu reduzieren.

Im Fraunhofer VVS haben sich neben dem Fraunhofer INT elf Fraunhofer-Institute zusammengeschlossen, um auf nationaler und internationaler Ebene mit umfassender Expertise und Forschung für praxistaugliche Lösungen und Einsatzunterstützung zu sorgen.

Der Fraunhofer VVS steht für Forschung und Entwicklung auf den Gebieten Verteidigung und zivile Sicherheit. Durch seine vielfältigen Kompetenzen und Forschungsleistungen überzeugt er mit anwendungsnahen Lösungen bis hin zur operativen Unterstützung. In der Verteidigungsforschung macht ihn seine Urteils- und Bewertungsfähigkeit zum zentralen und unabhängigen Kompetenzträger und Partner des Bundesministeriums der Verteidigung BMVg. Für das Ministerium, seine nachgeordneten Behörden und die Bundeswehr erforscht und entwickelt der Fraunhofer VVS Technologien und Systemlösungen. Für die zivile Sicherheit entwickelt er technische Lösungen und Systeme, um unsere Gesellschaft bestmöglich zu schützen.

Der Fraunhofer VVS wurde 2002 gegründet und begrüßt 2023 sein zwölftes Mitglied, das Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF. In der Sicherheitsforschung ist das Fraunhofer IOF auf Verschlüsselungstechnologien für sichere Kommunikation spezialisiert. In den Bereichen der Verteidigungsforschung ist das Fraunhofer IOF auf Laser- und Fasertechnologie fokussiert und stellt damit eine ideale Ergänzung des Portfolios des Fraunhofer VVS dar.



Lehrstuhl für Technolo- gieanalysen und -voraus- schau auf dem Gebiet der Sicherheitsforschung

Methoden der Zukunftsforschung für Ingenieure

Der Lehrstuhl für Technologieanalysen und -vorausschau auf dem Gebiet der Sicherheitsforschung von Prof. Dr. Dr. Lauster an der RWTH Aachen University ergänzt das klassische Angebot im Bereich der Ingenieurwissenschaften. Das Ziel ist es, den Studierenden der Hochschule quantitative und qualitative Methoden der Zukunftsforschung im Rahmen anwendungsorientierter Lehr- und Lernkonzepte zu vermitteln. Dies beinhaltet sowohl die erkenntnistheoretische Fundierung von Methoden als auch die Untersuchung des umfangreichen Methodenkanons der Zukunftsforschung in Bezug auf seine Eignung und Optimierungsmöglichkeiten. Der Forschungsschwerpunkt des Lehrstuhls liegt in der Analyse von Vorschauprozessen auf technologischen Gebieten sowie der Adaption, Neu- und Weiterentwicklung entsprechender Verfahren und Methoden. Die fortlaufend generierten Erkenntnisse aus der Forschung unterstützen eine wissenschaftlich fundierte Entscheidungsfindung bei Fragen im Zusammenhang mit der zeitlichen Entwicklung von Technologien.

Die Lehrveranstaltungen werden semesterbegleitend (Vorlesung) sowie als Blockveranstaltungen (Seminare) angeboten. An der Vorlesung »Methoden der Zukunftsforschung-Technologieanalyse« sowie der Vorlesung »Methoden der Zukunftsforschung – Technologievorausschau« nehmen jedes Semester knapp 200 Studierende teil. Ergänzend zu den Vorlesungen werden Seminare angeboten, in denen spezifische Vorlesungsinhalte weiter vertieft werden. Im Sommersemester werden die Seminare »Technikethik« sowie »Sicherheitsforschung und Zukunftsforschung« angeboten. Im Wintersemester finden die Seminare »Wissenschafts- und Erkenntnistheorie« sowie »Data Driven Foresight« statt.



Die Fraunhofer-Gesellschaft

Die Fraunhofer-Gesellschaft mit Sitz in Deutschland ist eine der führenden Organisationen für anwendungsorientierte Forschung. Im Innovationsprozess spielt sie eine zentrale Rolle – mit Forschungsschwerpunkten in zukunftsrelevanten Schlüsseltechnologien und dem Transfer von Forschungsergebnissen in die Industrie zur Stärkung unseres Wirtschaftsstandorts und zum Wohle unserer Gesellschaft.

Als wichtige Kundengruppe nutzen insbesondere mittelständische Unternehmen die Expertise und Ressourcen von Fraunhofer, um neue Technologien zu entwickeln und ihre Wettbewerbsfähigkeit zu verstetigen. Seit Jahren zählt Fraunhofer zu den aktivsten Patentanmeldern in Deutschland und Europa. Dazu entwickelt die Forschungsorganisation ein umfangreiches, internationales Patentportfolio in verschiedenen Technologiebereichen, vor allem als Grundlage für den Transfer von Technologien durch Forschungsprojekte, Ausgründungen und Lizenzierung. Fraunhofer-Fachkräfte begleiten die Industriepartner dabei von der Idee bis zur Markteinführung. Darüber hinaus adressiert Fraunhofer gesamtgesellschaftliche Ziele in wichtigen Technologiebereichen durch interdisziplinäre und internationale Kooperationen im konkreten Marktumfeld. Zudem fördert Fraunhofer gesamtgesellschaftliche Missionen in Schlüsseltechnologien durch themenspezifische, interdisziplinäre und internationale Zusammenarbeit, die sich an den Bedürfnissen des Marktes orientiert. Beispiele sind Technologien für den Umbau von Energiesystemen, für die Cybersicherheit oder für Grundlagenmodelle der generativen Künstlichen Intelligenz. Für öffentlich-private Partnerschaften ist Fraunhofer ein attraktiver und etablierter Akteur. Darüber hinaus trägt die Fraunhofer-Gesellschaft maßgeblich zur Stärkung und Zukunftsfähigkeit des Innovationsstandorts Deutschland bei. Durch ihre Aktivitäten entstehen Arbeitsplätze in Deutschland, es erhöhen sich Investitionseffekte in der Wirtschaft und es steigt die gesellschaftliche Akzeptanz moderner Technik. 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 76 Institute und Forschungseinrichtungen. Die gegenwärtig knapp 32 000 Mitarbeitenden, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Finanzvolumen von 3,4 Mrd. €. Davon fallen 3,0 Mrd. € auf den Bereich Vertragsforschung, der sich in drei Finanzierungssäulen gliedert: Einen Anteil davon erwirtschaftet Fraunhofer mit Aufträgen aus der Industrie und aus Lizenz-erträgen, die sich auf insgesamt 836 Mio. € belaufen. Der hohe Anteil an Wirtschaftserträgen ist das Fraunhofer-Allein-stellungsmerkmal in der deutschen Forschungslandschaft. Die zentrale Bedeutung, die dadurch der direkten Zusammenarbeit mit Wirtschaft und Industrie zukommt, garantiert den stetigen Innovationspush in die Wirtschaft und stärkt die deutsche und europäische Wettbewerbsfähigkeit. Ein weiterer Teil aus dem Bereich Vertragsforschung stammt aus öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Bund und Länder komplettieren die Vertragsforschung durch die Grundfinanzierung. Damit ermöglichen die Zuwendungsgeber, dass die Institute schon heute Problemlösungen entwickeln können, die in einigen Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft relevant werden.

Hoch motivierte Mitarbeitende stellen für Fraunhofer den wichtigsten Erfolgsfaktor dar. Daher öffnet die Wissenschaftsorganisation Raum für selbstständiges, gestaltendes und zielorientiertes Arbeiten. Fraunhofer fördert die fachliche und persönliche Entwicklung, um Aufstiegschancen für ihre Mitarbeitenden in Wirtschaft und Gesellschaft zu unterstützen.

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.

Stand der Zahlen: April 2024
www.fraunhofer.de

Fraunhofer INT im Profil

Das Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT bietet wissenschaftlich fundierte Urteils- und Beratungsfähigkeit über das gesamte Spektrum technologischer Entwicklungen und betrachtet deren Wechselwirkung mit sozialen und ökonomischen Fragestellungen. Auf dieser Basis betreibt das Institut technologieorientierte Innovationsforschung und ermöglicht dadurch langfristige strategische Forschungsplanung. Das Fraunhofer INT setzt diese Kompetenzen in für Kund*innen maßgeschneiderten Projekten um.

Zusätzlich zu diesen Kompetenzen betreibt das Institut eigene experimentelle und theoretische Forschung zur Einwirkung ionisierender und elektromagnetischer Strahlung auf elektronische Bauelemente und Systeme und zur Strahlungsdektion. Hierzu ist das Institut mit modernster Messtechnik

ausgestattet. Die wichtigsten Labor- und Großgeräte sind Strahlungsquellen, elektromagnetische Simulationseinrichtungen und Detektorsysteme, die in dieser Kombination in Deutschland in keiner anderen zivilen Einrichtung vorhanden sind.

Seit über 50 Jahren ist das Fraunhofer INT ein verlässlicher Partner für das Bundesministerium der Verteidigung (BMVg), berät dieses in enger Zusammenarbeit und führt Forschungsvorhaben in den Bereichen Technologieanalysen und Strategische Planung sowie Strahlungseffekte durch. Zudem forscht das Fraunhofer INT für und berät erfolgreich auch andere, zivile öffentliche Auftraggeber und Unternehmen, national wie international, vom mittelständischen Unternehmen bis zum DAX-Konzern.

Kuratorium

- **Udo Becker**
Kreissparkasse Euskirchen
- **MinR'n Sabine ten Hagen-Knauer**
BMBF Bonn
- **VPräs'in Sabine Lackner**
THW Bonn
- **Dr.-Ing habil. Frank Sabath**
WIS Munster
- **Britta Schade**
ESA/ESTEC Noordwijk
- **Prof. Dr. Katharina Seuser**
Hochschule Bonn-Rhein-Sieg
- **MinR Dr. Dirk Tielbürger**
BMVg Bonn
- **Prof. Dr. Christiane Vaeßen**
Region Aachen Zweckverband
- **Dr.-Ing Karsten Deiseroth**
IABG
- **Prof. Dr. Dr. Axel Zweck**
VDI Düsseldorf

*23. Sitzung des
Fraunhofer INT Kuratoriums
Euskirchen, 04. Mai 2023*

Fraunhofer INT in Zahlen

Daten und Fakten

Personal

Im Jahr 2023 haben wir die Personalkapazität gegenüber dem Vorjahr marginal gesteigert. Wir beschäftigten 149 Mitarbeiter*innen mit 118,1 Vollzeitäquivalenten, davon 78 Wissenschaftler*innen (64,8 Vollzeitäquivalente). Damit decken wir eine breite Palette der Natur- und Ingenieurwissenschaften, aber auch der Wirtschafts-, Sozial- und Gesellschaftswissenschaften ab. Unterstützt werden die Forscher*innen von

graduierten Ingenieur*innen, Techniker*innen und administrativem Fachpersonal. Hinzu kommen studentische und wissenschaftliche Hilfskräfte sowie Auszubildende. Darüber hinaus verfügt das Fraunhofer INT über ein Netzwerk an freiberuflich tätigen Wissenschaftler*innen, die regelmäßig in die Institutsarbeit eingebunden werden.

Personalentwicklung

	2021		2022		2023	
	besetzte Stellen	Personen	besetzte Stellen	Personen	besetzte Stellen	Personen
Wissenschaftler*innen	62,1	68	63,7	70	64,8	78
Graduierte	30,0	30	28,5	30	30,5	35
Techniker*innen, Sonstige	16,1	18	18,1	21	17,5	24
Hilfskräfte, Auszubildende	8,1	16	7,0	13	5,3	12
Summe	116,3	132	117,3	134	118,1	149

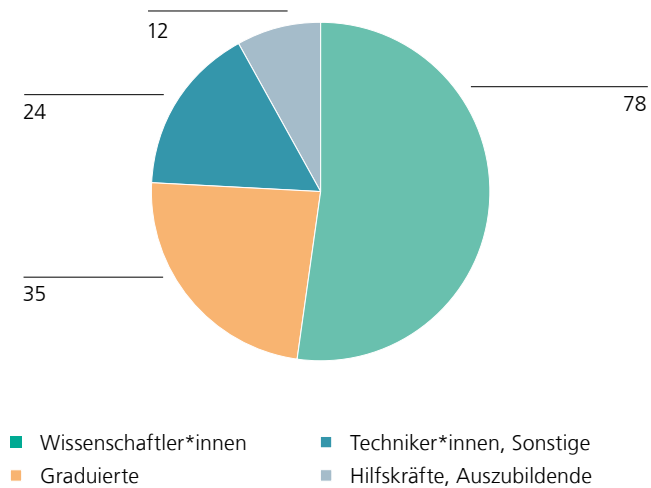
Haushalt in 1.000 €

	2021	2022	2023
Betriebshaushalt	11.790,8	12.693,1	12.986,8
- davon Personal	9.391,2	9.651,2	10.287,1
- davon Sachaufwand	2.399,6	3.041,9	2.699,7
Investitionshaushalt	1.416,1	4.299,5	5.813,7
Gesamt	13.206,9	16.992,6	18.800,5

Finanzierung in 1.000 €

	2021	2022	2023
Grundfinanzierung	8.351,3	11.155,9	10.900,6
Auftragsforschung	4.855,6	5.836,7	7.899,9
Gesamt	13.206,9	16.992,6	18.800,5

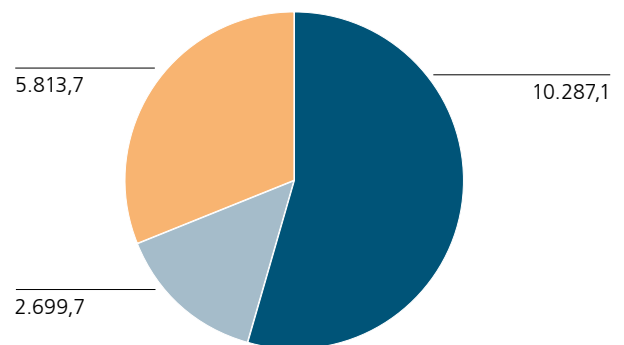
Personal



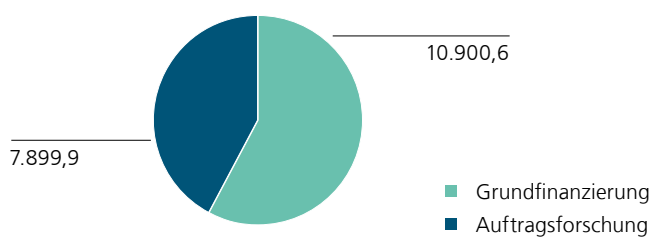
Haushalt

Der Betriebshaushalt ist im Jahr 2023 nur geringfügig auf 12,9 Mio. € gestiegen. Durch die zweite Tranche unseres Investitionsprogramms konnten wir einen Investitionshaushalt von 5,8 Mio. € realisieren. Mit diesem Investitionsprogramm wird die experimentelle Ausstattung des Instituts erneuert und modernisiert, um die Zukunftsfähigkeit unserer Forschung sicherzustellen.

Haushalt 2023 in 1.000 €



Finanzierung 2023 in 1.000 €



- Investitionen
- Personalkosten
- Sachaufwand

Anhang

Lehrveranstaltung

Baaden, P.: Vorlesung »Exploratory Methods in Entrepreneurship Research«, Masterstudiengang »Management & Economics«, Ruhr-Universität Bochum, Wintersemester 2023/2024

Baaden, P.: Vorlesung »Strategic Technology and Innovation Management«, Masterstudiengang »Management & Economics«, Ruhr-Universität Bochum, Sommersemester 2023

Bantes, R.: Seminar »Sicherheitsforschung und Zukunftsforschung«, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Sommersemester 2023

Bantes, R.: Seminar »Angewandte Zukunftsforschung«, Masterstudiengang »Maschinenbau«, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Wintersemester 2023/2024

Bantes, R.: Seminar »Sicherheitsforschung«, Masterstudiengang »Maschinenbau«, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Sommersemester 2023

Bantes, R.: Vorlesung mit Seminar »Trends in Forschung und Entwicklung«, Bachelorstudiengang »Technik-Journalismus«, Hochschule Bonn Rhein-Sieg, Sommersemester 2023

Chmel, S.: Vorlesung und Übung »Physics«, Bachelorstudiengang »Naturwissenschaftliche Forensik«, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, Sommersemester 2023

Chmel, S.: Vorlesung und Übung »Measuring Techniques«, Bachelorstudiengang »Naturwissenschaftliche Forensik«, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, Wintersemester 2023/2024

Hemmers, C.; Kohlhoff, J.: Projektarbeit »Technologiefrüherkennung und Zukunftsforschung«, Masterstudiengang »Technik Management & Optimierung«, Hochschule Ravensburg-Weingarten, Sommersemester 2023

Heuer, C., Hollmann V., Pastuszka, H.-M., Pinzger, B.: Unterrichtung »Gesundheit und Wehrmedizin«, Lehrgang »Grundlagen der Führung und Operationsplanung für Sanitätsstabsoffiziere III 2023«, Führungsakademie der Bundeswehr, Hamburg

Heuer, C., Hollmann V., Pastuszka, H.-M., Pinzger, B.: Unterrichtung »Human Performance Enhancement«, Lehrgang »Grundlagen der Führung und Operationsplanung für Sanitätsstabsoffiziere III 2023«, Führungsakademie der Bundeswehr, Hamburg

Heuer, C., Hollmann V.: Unterrichtung »Human Performance Enhancement«, Lehrgang »Grundlagen der Führung und Operationsplanung für Sanitätsstabsoffiziere I 2024«, Führungsakademie der Bundeswehr, Hamburg

John, M.: Seminar »Data Driven Foresight«, Bachelor- und Masterstudiengang »Maschinenbau«, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Wintersemester 2023

John, M.: Seminar »Publikationsanalysen als Beispiel für Data Driven Foresight – Eine Einführung in die quantitativen Methoden der Zukunftsforschung«, Masterstudiengang »Zukunftsforschung«, Freie Universität Berlin, Wintersemester 2022/2023

Jovanović, M.; & Frick, C.: Seminar »Informetrie, Bibliometrie, Szientometrie«, Bachelorstudiengang »Bibliothek und digitale Kommunikation« sowie Bachelorstudiengang »Data and Information Science«, Technische Hochschule Köln, Sommersemester 2023

Jovanović, M.: Seminar »Projektmanagement für Studierende«, Studiengänge der Informationswissenschaft sowie Studium Universale, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Wintersemester 2022/23

Jovanović, M.; Wiemken, U.: Seminar »Technik, Politik u. Gesellschaft - Prognostik, Szenarien, Folgenabschätzung«, Masterstudiengang »Technik- und Innovationskommunikation«, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, Sommersemester 2023

Kohlhoff, J.: Vorlesung und Projektarbeit »Technologiefrüherkennung und Zukunftsforschung«, Masterstudiengang »Technik-Management & Optimierung«, Hochschule Ravensburg-Weingarten, Sommersemester 2023

Lauster, M.: Vorlesung »Methoden der Zukunftsforschung - Technologieanalyse«, Bachelor- und Masterstudiengang »Maschinenbau«, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Sommersemester 2023

Lauster, M.: Vorlesung »Methoden der Zukunftsforschung - Technologievorausschau«, Bachelor- und Masterstudiengang »Maschinenbau«, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Wintersemester 2023

Lauster, M.: Vorlesung »Technologiefrüherkennung und Zukunftsforschung«, Masterstudiengang »Technik Management & Optimierung«, Hochschule Ravensburg-Weingarten, Sommersemester 2023

Lauster, M.: Seminar »Ethik für Ingenieure«, Bachelor- und Masterstudiengang »Maschinenbau«, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Sommersemester 2023

Lauster, M.: Seminar »Wissenschafts- und Erkenntnistheorie«, Bachelor- und Masterstudiengang »Maschinenbau«, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Wintersemester 2023

Lauster, M.: Interdisziplinäres Seminar »Technologiefolgenabschätzung«, Bachelor- und Masterstudiengang »Maschinenbau«, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Sommersemester 2023

Martini, M.; John, M.: Vorlesung »Data Driven Foresight«, Masterstudiengang »Global Foresight and Technology Management«, Technische Hochschule Ingolstadt, Wintersemester 2022/2023, Sommersemester 2023, Wintersemester 2023/2024

Metzger, S.: Vorlesung »Experimental Techniques in Particle Physics«, Masterstudiengang »Physik«, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Wintersemester 2023/2024

Wirtz, H.: Vorlesung »Corporate Finance«, Bachelorstudiengang »Betriebswirtschaftslehre«, Hochschule Fresenius Köln, Wintersemester 2022/2023, Wintersemester 2023/2024

Wirtz, H.: Online Dozentur »Corporate Finance«, Bachelorstudiengang »Betriebswirtschaftslehre«, Hochschule Fresenius, Fernstudium Onlineplus, Sommersemester 2023, Wintersemester 2023/2024

Wirtz, H.: Vorlesung »Finanzwirtschaft, Rechnungslegung und Controlling«, Bachelorstudiengang »Betriebswirtschaftslehre«, Hochschule Fresenius Köln Sommersemester 2023, Wintersemester 2023/2024

Wirtz, H.: Vorlesung »Wertschöpfungsmanagement«, Bachelorstudiengang »Betriebswirtschaftslehre«, Hochschule Fresenius Köln, Sommersemester 2023, Wintersemester 2023/2024

Betreute Abschlussarbeiten

Baaden, P.; Möller, B.: Masterarbeit »A Systematic Literature Review of Quantitative Methods and Indicators for Measuring Science and Technology Convergence«, Ruhr-Universität Bochum, 2023

John, M.; Franke C.: Masterarbeit »Text-Mining in der Technologiefrühaufklärung – eine explorative Studie am Beispiel New Space«, Freie Universität Berlin, 2023

John, M.; Luther, M.: Masterarbeit »Das Web3 vor dem Hintergrund gesellschaftlicher Diskurse – eine quantitative Analyse gegenwärtig bestimmender technologischer Zukunftsbilder«, Freie Universität Berlin, 2023

Jovanović, M.; Baaden, P.; Sakhni, M.: Bachelorarbeit »Utilizing the Power of Deep Learning to evaluate Wikipedia content«, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, 2023

Jovanović, M.; Kaden, M.: Masterarbeit »Autonome Waffen. Einsatz von künstlicher Intelligenz in modernen Waffensystemen und damit einhergehende ethische Herausforderungen«, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, 2023

Jovanović, M.; Kleinke, T.: Bachelorarbeit »Die Auswirkung von Open Access auf den Publikationsoutput und die Wahrnehmung kolumbianischer Forschungserkenntnisse«, Technische Hochschule Köln, 2023

Schlierkamp, J.; Straßen, C.: Masterarbeit »Evaluation der Datenbanken Overton und Dimensions hinsichtlich der Zitationserfassung bei Policy Documents am Beispiel der Umweltingenieurwissenschaften«, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, 2023

Schlierkamp, J.; Ribbeck, B.: Bachelorarbeit »Analyse von Science Policy Interfaces in Bezug auf den Einfluss von Lobbygruppen am Beispiel Textilbeton«, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, 2023

Umschlag, E.: Bachelorarbeit »Eine inhaltsanalytische Untersuchung von Data Storytelling und dessen Integrationsmöglichkeiten in einen Foresight-Prozess«, Hochschule Bonn Rhein-Sieg Sankt Augustin, 2023

Wirtz, H.; Wemhöner, P.: Bachelorarbeit »Verbesserung der Beschaffungsprozesse in einem mittelständischen Unternehmen am Beispiel der Wemhöner Surface Technologies«, Hochschule Fresenius, 2023

Gremien und Netzwerke

Ben Bekhti-Winkel, N.: Fraunhofer Vertreterin in der DG DEFIS

Ben Bekhti-Winkel, N.: Fraunhofer Vertreterin bei EASTRO

Ben Bekhti-Winkel, N.: Mitglied im ESA Zero Debris Charter Netzwerk

Ben Bekhti-Winkel, N.: Mitglied bei der BDI New Space Initiative

Chmel, S.: Koordinator »Fraunhofer EU-Netzwerk«

Chmel, S.: Leitung »AG Management« des Fraunhofer-EU-Netzwerkes

Chmel, S.: Mitglied »Beirat des Instituts für Detektionstechnologie der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg«

Grigoleit, S.: Mitarbeit im Arbeitsgremium des DIN-Normenausschusses Ergonomie (NAErG) »NA 023-00-07 AA Alternde Gesellschaften«

Grigoleit, S.: Mitarbeit im Arbeitsgremium der ISO/TC 314/WG7 »Intelligente Mehrgenerationen-Viertel«

Jovanović, M.; Baaden, P.; Richter, D.; Martini, M.; Fritsche, F.; John, Marcus.: Mitglieder »Kompetenznetzwerk Bibliometrie«

Lauster, M.: Mitglied im Gutachterausschuss »Interne Programme« der Fraunhofer-Gesellschaft; ab Frühjahr 2023 Übernahme des Vorsitzes des Gutachterausschusses

Linde-Frech, I.: Mitglied im »Expertenkreis Sicherheitsforschung« des BMBF

Linde-Frech, I.; Pastuszka, H.-M.: Mitglieder in der Expertengruppe zum Thema »Strengthened Security Research and Innovation (SSRI)« unter der von DG HOME geleiteten »Community for European Research and Innovation for Security« (CERIS)

Linde-Frech, I.; Vollmer, M.; Berchtold, C.; Overmeyer, M.; Schlierkamp, J.: Mitglieder des »Bonner Netzwerks Internationaler Katastrophenschutz und Risikomanagement«

Linde-Frech, I.; Vollmer, M.; Overmeyer, M.; Schlierkamp, J.: Mitglieder im BMBF geförderten »Forschungsnetzwerk deutscher Anwender ForA« unter der Koordination des Technischen Hilfswerks THW

Linde-Frech, I., Vollmer, M.: Co-Chair der Gruppe und Vertretung des Fraunhofer VVS in der »Working Group Security and Defense Research« der European Association of Research and Technology Organisations (EARTO)

Thorleuchter, D.: Sprecher »Fachgruppe Betrieb von Informations- und Kommunikationssystemen der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)«

Thorleuchter, D.: Mitglied des Redaktionsausschusses »Advances in Engineering: an International Journal (ADEIJ)«

Thorleuchter, D.: Mitglied des Redaktionsausschusses »International Journal of Information Science«

Thorleuchter, D.: Mitglied des Redaktionsausschusses »Journal of Information Systems Engineering & Management«

Thorleuchter, D.: Mitglied Gutachterausschuss »Information«

Vollmer, M.: Mitglied der »Expertenkommission Starkregen«

Vollmer, M.; Linde-Frech, I.: Mitglieder im »Innovations-Cluster Zivile Sicherheitsforschung InCluSiF«

Vollmer, M.: Mitglied im »Societal Resilience Cluster of Horizon Europe Projects«, als Koordinatorin des RiskPACC-Projekts

Weimert, B.: Mitglied des Koordinationsteams »Netzwerk Technikfolgenabschätzung«

Weimert, B.: Mitherausgeberin und Redakteurin »Zeitschrift für Zukunftsforschung«

Publikationen



Bleiben Sie auf dem Laufenden

Newsletter

Unsere Trend-NEWS informieren Sie über aktuelle Forschungsergebnisse aus dem Bereich der Technologievorausschau, neue technologische Trends und Entwicklungen, die aktuell in Grundlagen- und angewandter Forschung vorbereitet werden oder kurz vor der Marktreife stehen. Verschaffen Sie sich einen Informationsvorsprung und melden sich jetzt an.

Trend-NEWS



Folgen Sie uns in den sozialen Medien!

Auf unseren Kanälen in den sozialen Medien finden Sie Neuigkeiten aus dem Forschungsalltag, interessante Forschungsergebnisse, Vorträge, Veranstaltungen und aktuelle Stellenausschreibungen.

YouTube



LinkedIn



Instagram



Twitter



Arbeitsgebiete und Ansprechpersonen

Institutsleitung

Leitung

Prof. Dr. Dr. Michael Lauster
Telefon +49 2251 18-117 / -217
michael.lauster@int.fraunhofer.de

Stellvertretung

Dr. Stefan Metzger
Telefon +49 2251 18-214
stefan.metzger@int.fraunhofer.de

Kaufmännische Leitung

Prof. Dr. Harald Wirtz
Telefon +49 2251 18-237
harald.wirtz@int.fraunhofer.de

Abteilung Technologieanalysen und Strategische Planung (TASP)

Leitung

Dr. René Bantes
Telefon +49 2251 18-185
rene.bantes@int.fraunhofer.de

Stellvertretung

Hans-Martin Pastuszka
Telefon +49 2251 18-298
hans-martin.pastuszka@int.fraunhofer.de

Abteilung Nukleare und Elektromagnetische Effekte (NE)

Leitung

Dr. Stefan Metzger
Telefon +49 2251 18-214
stefan.metzger@int.fraunhofer.de

Stellvertretung

Dr. Jochen Kuhnhenh
Telefon +49 2251 18-200
jochen.kuhnhenh@int.fraunhofer.de

Abteilung Betriebswirtschaft und zentrale Dienste (BZD)

Leitung

Prof. Dr. Harald Wirtz
Telefon +49 2251 18-237
harald.wirtz@int.fraunhofer.de

Stellvertretung

Sabrina Langemann
Telefon +49 2251 18-226
sabrina.langemann@int.fraunhofer.de

Weitere Ansprechpersonen

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Gina Frederick
Telefon +49 2251 18-125
gina.frederick@int.fraunhofer.de

Bibliotheks- und Fachinformationsdienste

René Bennemann
Telefon +49 2251 18-170
rene.bennemann@int.fraunhofer.de

Zentrale Informationstechnik und Informationssicherheit

Christoph Schemoschek
Telefon +49 2251 18-252
christoph.schemoschek@int.fraunhofer.de

CTF

Dr. Anna Julia Schulte-Loosen
Telefon +49 2251 18-379
anna.schulte-loosen@int.fraunhofer.de

Dr. Diana Freudendahl
Telefon +49 2251 18-373
diana.freudendahl@int.fraunhofer.de

WZA

Hans-Martin Pastuszka
Telefon +49 2251 18-298
hans-martin.pastuszka@int.fraunhofer.de

Dr. Ulrik Neupert
Telefon +49 2251 18-224
ulrik.neupert@int.fraunhofer.de

TIP

Isabelle Linde-Frech
Telefon +49 2251 18-367
isabelle.linde-frech@int.fraunhofer.de

Dr. Sonja Grigoleit
Telefon +49 2251 18-309
sonja.grigoleit@int.fraunhofer.de

TFU

Dr. Miloš Jovanović
Telefon +49 2251 18-265
milos.jovanovic@int.fraunhofer.de

Dr. Silke Römer
Telefon +49 2251 18-313
silke.roemer@int.fraunhofer.de

KATI Lab

Dr. Marcus John
Telefon +49 2251 18-231
marcus.john@int.fraunhofer.de

Frank Fritsche
Telefon +49 2251 18-332
frank.fritsche@int.fraunhofer.de

WTI

Sven Ruge
Telefon +49 2251 18-344
sven.ruge@int.fraunhofer.de

Oliver Ley
Telefon +49 2251 18-157
oliver.ley@int.fraunhofer.de

EME

Dr. Marian Lanzrath
Telefon +49 2251 18-184
marian.lanzrath@int.fraunhofer.de

Christian Adami
Telefon +49 2251 18-312
christian.adami@int.fraunhofer.de

NEO

Dr. Jochen Kuhnenn
Telefon +49 2251 18-200
jochen.kuhnenn@int.fraunhofer.de

Dr. Stefan Höffgen
Telefon +49 2251 18-301
stefan.hoeffgen@int.fraunhofer.de

NSD

Dr. Theo Köble
Telefon +49 2251 18-271
theo.koebble@int.fraunhofer.de

Dr. Monika Risse
Telefon +49 2251 18-253
monika.risse@int.fraunhofer.de

Impressum

Herausgeber

Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische
Trendanalysen INT
Appelsgarten 2
53879 Euskirchen
Tel.: +49 2251 18-0
www.int.fraunhofer.de

Institutsleitung

Prof. Dr. Dr. Michael Lauster

Redaktion und Produktion

Angela Haberlach, Angélique Makome, Gina Frederick
pr@int.fraunhofer.de

Druck

Fraunhofer Verlag – Mediendienstleistungen

Bei Abdruck ist die Einwilligung der Redaktion erforderlich.
© Fraunhofer-Gesellschaft, Euskirchen 2024

Bildnachweise

S. 1 Illus_man/Shutterstock.com
S. 2 Jens Howorka/Blendfabrik
S. 4-5 Tobias Vollmer
S. 7 Tobias Vollmer
S. 9 Fraunhofer IIS
S. 10-11 Greenbutterfly/Shutterstock.com
S. 13 Production Perig/Stock.adobe.com
S. 15 Puhhha/Shutterstock.com
S. 19 FoxPictures/Shutterstock.com
S. 21 Anibal/Stock.adobe.com
S. 23 Petovarga/Shutterstock.com
S. 27 Konzeptbüro Horst Schneider
S. 28-31 Robert Herhold/Stock.adobe.com
S. 32-33 Jurik Peter/Shutterstock.com
S. 40-41 Tobias Vollmer

