

Jahresbericht 2024

Ein halbes Jahrhundert Forschung,
Innovation und Vorausschau



Abbildung 1: Prof. Dr. Dr. Michael Lauster, Institutsleiter des Fraunhofer INT

Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

betrachtet man unsere Gegenwart, scheint das obige Zitat von Charles Dickens auch nach mehr als 160 Jahren nichts an Aktualität eingebüßt zu haben. Umweltkatastrophen, Kriege, Demokratieschwund und vieles mehr: wie es scheint, reißt die Folge der Krisen nicht ab. Obwohl uns technologische Möglichkeiten wie nie zuvor zur Verfügung stehen, die den Menschen ein goldenes Zeitalter bescheren könnten, scheinen uns Unvernunft und Überheblichkeit immer wieder zurückzuwerfen.

Einstein hat es auf den Punkt gebracht: »Das Universum und die menschliche Dummheit sind unendlich, beim Universum bin ich mir aber noch nicht sicher«.

Ein Anzeichen dafür, dass die menschliche Dummheit – wie das Universum – vielleicht (hoffentlich!) doch nicht unendlich ist, könnten die Anstrengungen im Bereich der Sicherheits- und Verteidigungsforschung sein. Hier schlägt sich die Erkenntnis nieder, dass eine nicht-kooperative Umwelt und menschliche Unvernunft vermutlich nur mit Hilfe der Wissenschaft eingegregt und in ihren schlimmsten Auswirkungen begrenzt werden können. Und vielleicht ist die (jahrtausendealte) Einsicht, dass, wer nicht kämpfen möchte, kämpfen können sollte, um nicht kämpfen zu müssen, sogar ein kleines Körnchen Weisheit.

Was für den Bereich der inneren Sicherheit und des Katastrophenschutzes schon immer unbestritten war, kommt jetzt – über dreißig Jahre nach Ende des Kalten Krieges – auch für die Verteidigungsforschung wieder auf die Tagesordnung. Sicherheit ist nicht selbstverständlich; sie muss stetig hinterfragt und immer wieder neu erarbeitet werden. Die öffentlichen Diskussionen über Dual-Use-Forschung, Zivilklauseln und erhöhte Ausgaben für Sicherheit nehmen stark zu. Sie sind ein Indikator dafür, dass das Thema »äußere Sicherheit« auch für die breite Öffentlichkeit wieder in den Fokus rückt. Gleichzeitig mit dem zunehmenden Interesse an Sicherheitsforschung steigen aber auch die Bedenken bezüglich der Sicherheit der Forschung. Nicht immer freundlich gesonnene Mächte versuchen mit steigender Anstrengung, sich der Erkenntnisse aus deutscher Forschung zu bemächtigen, auch, um sie dann gegen Deutschland zu verwenden. Die täglichen Angriffe im Cyberraum sprechen eine deutliche Sprache.

Seit mehr als 50 Jahren forschen das Fraunhofer INT und seine Vorläufer erfolgreich in den Bereichen der inneren und äußeren Sicherheit. Es ist ein starker Partner für zivile und militärische Institutionen sowie die private Wirtschaft. 2024 hat das Institut sein 50-jähriges Bestehen gefeiert.

Begleiten Sie uns auch in unserem Jubiläumsjahr wieder bei unseren Forschungen. Eine kleine Auswahl der Ergebnisse ist im Jahresbericht 2024 niedergelegt.



Es war die beste aller Zeiten, es war die schlimmste aller Zeiten,
es war das Zeitalter der Weisheit, es war das Zeitalter der
Dummheit«

Charles Dickens, Eine Geschichte aus zwei Städten, 1859

Wie Sie vermutlich der Presse und den Verlautbarungen von Fraunhofer entnommen haben, wird das Fraunhofer INT zum 1. Januar 2026 in das Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie FKIE integriert und seine eigenständige Existenz beenden. Nach der Verkündung des Vorstandsbeschlusses im April 2024 laufen nun die Vorbereitungen für die Integration in beiden Instituten auf Hochtouren, damit das ambitionierte Vorhaben zeitgerecht umgesetzt werden kann. Dieser Jahresbericht ist folgerichtig vermutlich der letzte, den das Institut herausgibt, der nächste erscheint dann im Rahmen des Jahresberichts des Fraunhofer FKIE.

Der Standort Euskirchen mit seinen Mitarbeitenden und seinen Forschungsrichtungen bleibt auch nach dem 1. Januar 2026 erhalten. Die Integration eröffnet den beiden Instituten die Möglichkeit, durch Kombination ihrer einzigartigen Fähigkeiten die kommenden herausfordernden Jahre erfolgreicher zu meistern und stabiler zu überstehen als sie das einzeln könnten. Unseren Kunden und Partnern werden wir in Zukunft dadurch noch umfassendere Angebote zu ihrer Unterstützung machen können.

Für mich persönlich ist dieser Jahresbericht noch aus einem anderen Grund besonders: ich werde mit Ablauf des Septembers 2025 emeritiert und gebe die Leitung des Fraunhofer INT dann ab. Dies ist ein weiterer Grund, weshalb es das letzte Vorwort zu einem Jahresbericht des Fraunhofer INT ist, dass ich schreiben werde.

Ich durfte mehr als 13 Jahre der Leiter dieses Instituts sein. Zahlreiche schöne Momente, aber auch dramatische Ereignisse, wie die Erftflut im Juli 2021, haben diese Zeit begleitet.

Ich wünsche dem Institut und seinen Mitarbeitenden – in neuer Umgebung und unter neuer Leitung – stets alles Gute, viel Erfolg und die Möglichkeit, auch weiterhin spannende Forschungen für die Sicherheit unseres Landes zu betreiben.

Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, wünsche ich nun viel Vergnügen bei der Lektüre dieses besonderen Jahresberichts.

Herzlichst, Ihr

Prof. Dr. Dr. Michael Lauster

Inhalt

Vorwort	2
Die Geschäftsfelder und Gruppen des Fraunhofer INT	6
Jubiläumsjahr 2024: 50 Jahre Fraunhofer INT – Zukunft seit 1974	8
Technologievorausschau und strategische Planung	
NATO Science for Peace & Security	14
Gutachter in der Independent Scientific Evaluation Group	15
Forschungs- und Innovationsstrategie der Bundeswehr	16
Radlogistik in ländlichen Räumen	17
Neue öffentliche Projekte	18
Zukünfte aus der Maschine?	22
Die Entstehung interdisziplinärer Forschungsfelder	24
Methodenentwicklung in Kooperation mit Hochschulen	25
Identifizierung von Technologie-Spin-In Möglichkeiten	26
Forschungsaufenthalt in Cambridge	28
Die Fraunhofer INT Technologiegalaxie	32
Zuverlässigkeit von Strahlungseffekten in Elektronik	
Neue Testmöglichkeiten für Single Event Effects mittels Lasern	38
Unkonventionelle Bedrohungen erfordern Anpassungen bei Einsatzkräften	40
Neue Test- und Messmöglichkeiten für Hochleistungselektromagnetik	41
Integration des HPEM-Detektionssystems FORDES als Fahrzeugsensor	42
NeT pionier – NewSpace Teststraße	44
Sonstiges	
Kurz notiert	48
Allianzen, Verbünde, Netzwerke	52
Die Fraunhofer-Gesellschaft	54
Fraunhofer INT im Profil	55
Fraunhofer INT in Zahlen	56
Anhang	58
Impressum	64





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 62-63.

Betriebswirtschaft und Zentrale Dienste (BZD)

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

Jubiläumsjahr 2024: 50 Jahre Fraunhofer INT – Zukunft seit 1974

Ein halbes Jahrhundert Forschung, Innovation und Vorausschau für Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft

Im Jahr 2024 feierte das Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT sein 50-jähriges Bestehen. Seit seiner Gründung im Jahr 1974 hat sich das Institut als eine der führenden Einrichtungen in den Bereichen Technologievorausschau, Strahlungs- und Sicherheitsforschung etabliert. Das Jubiläum bot Anlass, sowohl auf die bewegte Geschichte des Instituts zurückzublicken als auch einen Ausblick auf zukünftige Herausforderungen und Forschungsfelder zu wagen.

Historischer Rückblick: Die Anfänge des Fraunhofer INT

Das Fraunhofer INT hat seinen Ursprung in einer Arbeitsgruppe am Institut für Reine und Angewandte Kernphysik der Universität Kiel, die sich mit dem Nachweis und der Wirkung von durch Kernwaffen verursachter Strahlung beschäftigte. Diese Arbeitsgruppe wurde in das Institut für Strahlenschutz (IfS) überführt, wo eine Abteilung »Trendanalysen und Prognosen« gegründet wurde, um das zuständige Referat des Bundesministeriums für Verteidigung zu unterstützen. Nachdem das IfS 1974 unter dem neuen Namen »Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT« in die Fraunhofer-Gesellschaft aufgenommen wurde, zog es kurze Zeit später nach Euskirchen um und sah sich der Herausforderung gegenüber, die durch den Umzug geschrumpften Personalressourcen wieder aufzufüllen. Das Institut übernahm die Verantwortung für die Erstellung der »Wehrtechnischen Vorausschau« und baute seine experimentellen Möglichkeiten zur Untersuchung von Strahlungseffekten weiter aus, was besonders im Kontext des Reaktorunfalls in Tschernobyl von großer Bedeutung war.

Forschungsschwerpunkte im Wandel der Zeit

Im Laufe der Jahrzehnte passte das Fraunhofer INT seine Forschungsschwerpunkte kontinuierlich an die sich verändernden globalen Herausforderungen an. Neben der klassischen Technologievorausschau gewannen Themen wie Strahlungsforschung, elektromagnetische Effekte und Bedrohungen sowie die öffentliche Technologie- und Innovationsplanung an Bedeutung. Mit der Gründung und dem Beitritt zum Fraunhofer-Verbund Verteidigungs- und Sicherheitsforschung intensivierte das Institut seine Aktivitäten in diesen Bereichen. Das Thema Raumfahrt wurde immer präsenter, was zur Initiierung der Workshop-Reihe »Herausforderung Weltraum« und der Gründung der Fraunhofer-Allianz Space führte. Das Fraunhofer INT erweiterte seine Infrastruktur durch den Bau einer neuen Experimentierhalle und die Modernisierung der experimentellen Einrichtungen im Rahmen eines Investitionsprogramms mit dem Bundesministerium der Verteidigung. Diese Initiativen wurden jedoch durch die Flutkatastrophe im Jahr 2021 vorübergehend unterbrochen, bevor der Wiederaufbau schließlich aufgenommen wurde. Durch die Diversifizierung seiner Forschung konnte das Institut seine Expertise in verschiedenen Bereichen ausbauen und sich als verlässlicher Partner für Industrie und Politik etablieren.

Technologievorausschau: Blick in die Zukunft

Ein zentrales Element der Arbeit des Fraunhofer INT ist die Technologievorausschau. Durch systematisches Monitoring und die Analyse von Technologietrends unterstützt das Institut Entscheidungsträger dabei, zukünftige Entwicklungen frühzeitig zu erkennen und strategisch zu planen. Dabei kommen



Abbildung 1: Prof. Dr. Holger Hanselka, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, auf dem Festakt in Euskirchen

verschiedene Methoden wie Szenarioanalysen, Delphi-Studien und Technologieradare zum Einsatz, die eine fundierte Basis für Innovationsprozesse bieten.

»Die Gegenwart enthält die aus der Vergangenheit akkumulierten Potentiale für alle möglichen Zukünfte; um sie zu erkennen, reist man – zumindest virtuell – in die Zukunft, schaut zurück und fragt sich, welche Entscheidungen in der Gegenwart notwendig waren, um wünschenswerte Entwicklungen zu befördern und unliebsame zu vermeiden. Dieser Aufgabe widmet sich das Fraunhofer INT seit 50 Jahren und hilft so staatlichen und privatwirtschaftlichen Institutionen, informierte Entscheidungen zu treffen und die Zukunft möglichst positiv zu beeinflussen.«

Prof. Dr. Dr. Michael Lauster

Strahlungsforschung: Sicherheit im Fokus

Ein weiterer Schwerpunkt des Fraunhofer INT liegt in der Strahlungsforschung. Das Institut untersucht mithilfe modernster Messtechnik die Auswirkungen ionisierender und elektromagnetischer Strahlung auf elektronische Bauteile sowie verschiedene Detektionsmethoden. Diese Forschung ist essenziell für die Sicherheit in Bereichen wie der Luft- und Raumfahrt und der Kerntechnik. Durch umfangreiche Testreihen und Simulationen trägt das Fraunhofer INT dazu bei, die Strahlenresistenz von Materialien zu verbessern und die Zuverlässigkeit technischer Systeme zu erhöhen.

Sicherheitsforschung: Schutz vor neuen Bedrohungen

In einer zunehmend vernetzten Welt gewinnen Fragen der Sicherheit an Bedeutung. Das Fraunhofer INT widmet sich der Erforschung und Abwehr elektromagnetischer Bedrohungen, wie sie beispielsweise durch den nuklearen elektromagnetischen Puls (NEMP) oder durch den Einsatz von Hochleistungs-Mikrowellen (HPEM) entstehen können. Ziel ist es, Schutzmaßnahmen zu entwickeln, die kritischen Infrastrukturen vor solchen Bedrohungen zu bewahren und somit die Funktionsfähigkeit moderner Gesellschaften sicherzustellen.

Festakt in Euskirchen

Am 10. Oktober 2024 fand im Office Park Euskirchen der offizielle Festakt zum 50-jährigen Jubiläum des Fraunhofer INT statt. Rund 120 geladene Gäste aus Forschung, Politik, Wirtschaft und Gesellschaft kamen zusammen, um die



Abbildung 2: Die Redner beim Festakt zum 50-jährigen Jubiläum



Abbildung 3: Einblick in das Symposium »Future Space«

Erfolgsgeschichte des Instituts zu würdigen. Ein zentraler Programmpunkt der Veranstaltung war der Festvortrag von Prof. Dr. Hanselka, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft. In seinem Vortrag hob er die Bedeutung der Verteidigungs- und Sicherheitsforschung hervor und unterstrich deren hohe Relevanz in der heutigen Zeit. Dabei stellte er die besondere Rolle des Fraunhofer INT sowie dessen entscheidenden Beitrag in diesem Forschungsfeld heraus. Im Foyer des Office Parks Euskirchen begleitete eine Ausstellung die Vorträge und Grußworte.

Symposium »Future Space«: Blick in die Weiten des Alls

Im Rahmen der Jubiläumsfeierlichkeiten veranstaltete das Fraunhofer INT am 30. Oktober 2024 außerdem das Symposium »Future Space« in der Ideenfabrik Nachhaltige Wirtschaft in Euskirchen. Expertinnen und Experten aus Wissenschaft und Industrie diskutierten über die zukünftige Entwicklung der Raumfahrt und die damit verbundenen technologischen Herausforderungen. Themen wie Weltraumforschung, Satellitentechnologie und die Sicherheit im All standen im Mittelpunkt der Veranstaltung. Das Symposium bot eine Plattform für den Austausch neuester Erkenntnisse und förderte die Vernetzung der Fachcommunity.

Podcast »INTo Science«: Wissenschaft zum Hören

Anlässlich des Jubiläums wurde der Podcast »INTo Science – Von Technologievorausschau bis Strahlungsforschung« ins Leben gerufen. Die Podcast-Reihe bietet Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern des Instituts eine Plattform, um ihre Forschungsthemen vorzustellen und ihre Expertise zu teilen. In jeder Episode diskutieren die Fachleute aktuelle Themen und Herausforderungen aus ihren jeweiligen Fachgebieten, sei es in der Technologievorausschau, Strahlungsforschung oder anderen relevanten Bereichen. Der Podcast richtet sich sowohl an ein Fachpublikum, als auch an interessierte Laien, die sich für wissenschaftliche Fragestellungen begeistern. Durch die verständliche Aufbereitung komplexer Themen wird es einer breiteren Öffentlichkeit ermöglicht, die innovativen und bedeutenden Arbeiten des Fraunhofer INT zu verstehen.

Der Forschungsalltag am Fraunhofer INT

Im Rahmen einer Instagram-Kampagne wurden die Mitarbeitenden des Fraunhofer INT in ihrem täglichen Arbeitsumfeld begleitet. Diese Kampagne bot den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern die Möglichkeit,



Abbildung 4: Prof. Dr. Peter Martini, Institutsleiter des Fraunhofer FKIE, und Prof. Dr. Michael Lauster auf dem Festakt

einen Einblick in ihre vielseitigen Tätigkeiten zu gewähren. Mit persönlichen Geschichten, Bildern und Videos teilten die Mitarbeitenden ihre Erfahrungen und Herausforderungen, die sie in der Forschung und Entwicklung meistern. Dadurch konnten die Zuschauenden nicht nur die Projekte und den Arbeitsalltag am Institut kennenlernen, sondern auch die Leidenschaft und das Engagement, das hinter der Arbeit am Fraunhofer INT steht.

Ausblick: Die nächsten 50 Jahre

Mit dem Blick nach vorn stellt sich das Fraunhofer INT in den kommenden Jahren einigen Herausforderungen aber auch Chancen.

»Ich sehe der Zukunft des Fraunhofer INT begeistert und ausgesprochen positiv entgegen. Die Möglichkeiten, die sich ergeben, wenn sich zwei Partner finden, die komplementäre Kompetenzen haben, schaffen eine Grundlage für Innovation und nachhaltigen Erfolg. Zusammen können das Fraunhofer INT und das Fraunhofer FKIE als ein starkes FKIE ihre Aufgaben gegenüber dem BMVg und anderen Auftraggebern noch besser wahrnehmen.«

Prof. Dr. Hanselka über die Integration des

Fraunhofer INT in das Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie FKIE im Jahr 2026.

Fazit: Eine Erfolgsgeschichte mit Zukunft

Das 50-jährige Jubiläum des Fraunhofer INT ist nicht nur Anlass zur Rückschau, sondern auch ein Startpunkt für zukünftige Entwicklungen. Mit seiner breiten Expertise und der Fähigkeit, sich an wandelnde Bedingungen anzupassen, bleibt das Institut ein zentraler Akteur in der Forschungslandschaft.

Ein solcher Erfolg wäre ohne das Engagement und die Expertise der (ehemaligen) Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Instituts nicht möglich gewesen. Ihr unermüdlicher Einsatz hat das Fraunhofer INT zu dem gemacht, was es heute ist: ein Leuchtturm der angewandten Forschung, der auch in den kommenden Jahrzehnten innovative Lösungen für die Herausforderungen der Zukunft entwickeln wird – ab 2026 unter dem Namen Fraunhofer FKIE.

Jubiläumswebsite



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.«

NATO Science for Peace & Security

Forschungsprogramm zur Förderung von technologischen Innovationen

Schlüsselprioritäten

- Umwelt, Klimawandel und Sicherheit
- Energiesicherheit
- Innovation und disruptive Zukunftstechnologien
- Terrorismusabwehr
- Chemische, biologische, radiologische, nukleare und Explosionsgefahren
- Abwehr hybrider Bedrohungen
- Resilienz
- Kritische Unterwasser-Infrastrukturen
- Cyber-Abwehr
- Bewertung und Bewältigung der von der Russischen Föderation ausgehenden Bedrohungen
- Strategische Vorausschau
- Menschliche und soziale Aspekte der Sicherheit
- Operative Unterstützung
- Sonstiges

NATO Science for Peace and Security (SPS) ist ein seit 1958 bestehendes Forschungsprogramm, das die Kooperation von NATO-Mitgliedsstaaten und Partnerationen im Bereich wissenschaftlicher Forschung und technologischer Innovation fördert. Dabei werden zivile Forschungsaktivitäten unterstützt, die den strategischen Zielen der NATO dienen. Die adressierten Schlüsselprioritäten werden immer wieder den sicherheitspolitischen Rahmenbedingungen angepasst.

Die wissenschaftliche Zusammenarbeit erfolgt bei SPS in unterschiedlichen Mechanismen. Den Hauptteil der Aktivitäten machen Forschungsprojekte (»Multi-Year Projects«) aus. Des Weiteren gibt es Workshops, bei denen sich Expertinnen, Experten, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus verschiedenen Ländern zu sicherheitsrelevanten Themen austauschen (»Advanced Research Workshops«). Außerdem gibt es zwei Varianten von Lehrgängen: in »Advanced Study Institutes« werden einem Publikum die neuesten Entwicklungen von Themen aus dem Bereich der Schlüsselprioritäten vermittelt. In »Advanced Training Courses« werden interaktiv praxisrelevantes Wissen und Fertigkeiten vor allem an Teilnehmende aus Partnerationen vermittelt.

Für alle SPS-Aktivitäten gilt, dass der Antrag von mindestens einem zivilen Beteiligten aus einem NATO-Mitgliedsstaat und einem Partnerland eingereicht wird. Diese durchlaufen einen mehrstufigen Auswahlprozess. Im ersten Schritt wird im SPS-Büro der NATO die grundsätzliche Förderfähigkeit des Antrags überprüft. Im zweiten, zentralen

Schritt werden die Anträge durch Mitglieder der Independent Scientific Evaluation Group (ISEG) bewertet. Dieses Gremium besteht aus Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, die von den NATO-Mitgliedsstaaten benannt und auf der Grundlage ihres Fachwissens sowie ihrer Erfahrung ausgewählt werden. Nach ihrer Ernennung durch das Partnerships and Cooperative Security Committee (PCSC) vertreten die ISEG-Mitglieder nicht ihre jeweiligen Staaten. Ihre Hauptaufgabe besteht darin, den wissenschaftlichen und technischen Wert aller Anträge im Rahmen eines Peer-Review zu bewerten. Von der ISEG positiv bewertete Anträge werden im dritten Schritt noch im PCSC nach politischen Gesichtspunkten bewertet und die Finanzierung genehmigt. Die Projekte werden über die gesamte Laufzeit von einzelnen Mitgliedern der ISEG gutachterlich betreut.

Gutachter in der Independent Scientific Evaluation Group

Interview mit Dr. Ulrik Neupert

Mit welchen Themen beschäftigst Du Dich am Fraunhofer INT?

Am Fraunhofer INT leite ich zusammen mit meinem Kollegen Hans-Martin Pastuszka das Geschäftsfeld Wehrtechnische Zukunftsanalyse (WZA). Wir beobachten in unserem großen Team die Forschungslandschaft und analysieren in der »Wehrtechnischen Vorausschau«, für die ich verantwortlich bin, neu aufkommende Technologien – vor allem in Bezug auf ihren zukünftigen Nutzen für die Streitkräfte. Neben einer Reihe anderer Aktivitäten ist dies der Kern unserer Arbeit, mit der wir das Bundesministerium der Verteidigung (BMVg) und dessen nachgeordnete Amtsbereiche bei der wehrtechnischen Forschungs- und Technologieplanung unterstützen.

Ich selbst habe Chemie studiert, wobei ich auch viele Berührungspunkte zu Physik, Strahlenschutz und Mineralogie hatte, und beschäftige mich derzeit im Schwerpunkt mit Themen aus den Bereichen Energie und maritime Technologien, bin aber auch in alle anderen Themenfelder eingebunden.

Wann und aus welchen Gründen wurdest du zum Gutachter in der Independent Scientific Evaluation Group (ISEG) ernannt?

Ich wurde das erste Mal Ende des Jahres 2015 vom deutschen Vertreter im NATO Partnerships and Cooperative Security Committee (PCSC) nominiert und von diesem Gremium bestätigt, sodass ich von 2016 bis 2018

Mitglied der ISEG wurde. Ich kann nur annehmen, dass man mit meiner Arbeit zufrieden ist, denn inzwischen wurde das Mandat drei Mal verlängert bis derzeit zum Jahr 2027. Sicherlich hat das auch etwas mit meinem interdisziplinären Hintergrund zu tun, der mir beim Umgang mit der Themenvielfalt bei NATO SPS hilft.

Welche konkreten Aufgaben und Verantwortlichkeiten hast du als Gutachter in der ISEG?

In der ISEG evaluiere ich im Rahmen eines Peer-Review-Prozesses eingereichte Forschungsanträge – etwa 50 pro Jahr – mit Blick auf ihren wissenschaftlichen und technischen Wert. Darüber hinaus begleite ich immer noch ein paar laufende Projekte, lese und kommentiere dort die Zwischen- und Endberichte.

Wie kommt es, dass du bereits so viele Jahre in der ISEG tätig bist? Was motiviert Dich persönlich, dich für die Arbeit zu engagieren?

Im Rahmen von NATO SPS wird sehr vielfältige sicherheitsrelevante Forschung gefördert. Hier arbeiten Forschende aus NATO-Staaten und vielen Partnerationen eng und vertrauensvoll zusammen, wobei ein besonderer Fokus auf der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses liegt. Dass ich als Wissenschaftler zu diesem Friedensprojekt beitragen kann, ist Motivation genug für den nicht zu unterschätzenden Arbeitsaufwand.

NATO SPS



Kontakt

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

Forschungs- und Innovationsstrategie der Bundeswehr

Wissenschaftliche Begleitung des Forschungs- und Innovationshubs des BMVg

Kontakt

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

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

Mit der Reorganisation des Bundesministeriums der Verteidigung (BMVg) zum 1. Februar 2024 wurde das neue Stabselement »Forschungs- und Innovationshub« (FIH) in der Abteilung Planung des BMVg eingerichtet. Der FIH soll der hohen Bedeutung und Interdependenz von Forschung, Innovation und Zukunftsentwicklung für die Bundeswehr Rechnung tragen. Dieser neue Aufgabenzuschnitt und insbesondere die damit verbundene Betonung von Innovation für die Bundeswehr wird vom FIH im Rahmen einer Strategieentwicklung in bereits bestehende Struktur- und Organisationselemente für Forschung und Innovation eingepasst und weiterentwickelt.

Die Abteilung Technologieanalysen und Strategische Planung (TASP) des Fraunhofer INT unterstützt den FIH bei diesem Prozess, indem sie ihn insbesondere bei der Beantwortung aufkommender, wissenschaftlicher Fragestellungen begleitet wie beispielsweise: Was ist Innovation? Wie hängen Forschung und Innovation zusammen? Welche Modelle gibt es für Innovationsprozesse und welche Innovationspfade hin zu neuen Fähigkeiten der Bundeswehr sind zu gestalten? Unsere wissenschaftliche Begleitung erstreckt sich über das Jahr 2025, in dem absehbar die neue »Forschungs- und Innovationsstrategie der Bundeswehr« in Kraft gesetzt werden wird.

Radlogistik in ländlichen Räumen

Anwendungspotenziale und Hemmnisse zum Einsatz von Lastenrädern außerhalb von Großstädten

Die Forschungsfelder Radlogistik sowie Mobilität und Logistik in ländlichen Räumen wurden bislang nur selten gemeinsam betrachtet. Genau diese Lücke greift das Projekt RADLÄR auf und untersucht mögliche Einsatzfelder von Radlogistik-Lösungen in ländlichen Räumen. Dabei versucht es, Potenziale und Hemmnisse gleichermaßen herauszuarbeiten. Das Fraunhofer INT koordiniert das dreijährige Projekt, unterstützt von Logistik-Expert*innen der Hochschule Fulda und Radforscher*innen der Frankfurt University of Applied Sciences.

In der ersten Phase des Projekts leitet das Fraunhofer INT einen Prozess, der Potenziale und Hemmnisse in sechs Modellregionen (Hofstetten, Havixbeck, Bad Soden Salmünster, Emsland, Hochsauerlandkreis und Herzberg Elster) ermitteln soll. Dabei wird eng mit den Verwaltungen der sechs Regionen zusammengearbeitet. Zunächst werden Interviews mit Politik, Wirtschaft und mit Bürger*innen geführt, um herauszuarbeiten, wo Lastenräder künftig Transportaufgaben übernehmen könnten. Anschließend werden die Potenziale und Hemmnisse vor Ort mit den Menschen aus den Modellregionen anhand eines eigens entwickelten Brettspiels diskutiert.

In einer zweiten Phase leitet die Hochschule Fulda aus diesen Erkenntnissen innovative Geschäftsmodelle ab, die in den Modellregionen zum Einsatz kommen können. Die Frankfurt University of Applied Sciences validiert die so aufgezeigten Modelle parallel durch eine Simulationsstudie. Der assoziierte Partner Hermes Germany GmbH wird Daten zur Ausgestaltung der Simulationsstudie bereitstellen.

In der abschließenden Phase kehrt das Fraunhofer INT schließlich zurück in die Modellregionen, um mit den Beteiligten über die gewonnenen Erkenntnisse und die entwickelten Modelle zu diskutieren. Gleichzeitig arbeiten die Partner in enger Abstimmung mit dem Expert*innen-Beirat daran, aus dem gewonnenen Wissen über die Regionen allgemeine Maßnahmen abzuleiten. Diese Ableitungen werden in einem finalen Whitepaper und weiteren wissenschaftlichen Publikationen publiziert.

Das Projekt wird vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) aus Mitteln zur Umsetzung des Nationalen Radverkehrsplans 3.0 gefördert. Projektträger ist das Bundesamt für Logistik und Mobilität (BALM).



Map data: © BKG 2022 - Created with Datawrapper

Abbildung 1: RADLÄR Modellregionen



Projektwebsite



Kontakt

Sascha Düerkop
sascha.dueerkop@
int.fraunhofer.de

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Modellvorhaben
NICHT-INVESTIV
Radverkehrsförderung des Bundes

Emissionsarme Stromversorgung für Notunterkünfte und Einsatzzentralen für die Katastrophenhilfe

Start von Projekt »POWERBASE«



Projektwebsite



Kontakt
Björn Hoog
bjoern.hoog@
int.fraunhofer.de

Während Umweltkatastrophen sind kritische Infrastrukturen häufig beschädigt und Einsatzkräfte somit auf wenig umweltfreundliche mobile Dieselgeneratoren angewiesen.

Das im Oktober 2024 gestartete Projekt »POWERBASE« hat das Ziel, eine Grundlage für die zukünftige Beschaffung grüner, mobiler Energieversorgung für Einsatzkräfte zu schaffen. Dabei wird aus der Perspektive der Endnutzenden untersucht, welche Anforderungen in verschiedenen Katastrophensituationen bestehen. Das Projekt wird die verfügbaren Technologien sowie potenziell relevante Innovationen analysieren, um den Katastrophenhilfsorganisationen zu helfen, alternative Energieversorgungssysteme zu beschaffen.

Das Fraunhofer INT koordinierte die ersten Schritte des Arbeitspakets »Capability Gap Analysis« zur Untersuchung von drei unterschiedlichen Katastrophenszenarien, um ein möglichst breites Spektrum von Umweltbedingungen zu berücksichtigen. Dabei wurden jeweils eine Basis der Organisation sowie eine Notunterkunft betrachtet. In der zweiten Phase wurden die ersten Bedarfe und Anforderungen von zehn Katastrophenhilfsorganisationen des Projektkonsortiums in einem Online-Workshop erfasst. Gleichzeitig begann das Fraunhofer INT mit der Analyse von Technologien, die als Komponenten für eine grünere Alternative genutzt werden könnten.

Der Fokus liegt dabei auf marktverfügbaren Technologien. Zudem wird angestrebt, während des Projekts auch relevante aufkommende Technologien in der Entwicklung und deren Potenzial zu untersuchen.

Im Anschluss werden die Mindestanforderungen identifiziert und die Bedarfe der Katastrophenhilfsorganisationen priorisiert. Basierend auf den Ergebnissen werden diese mit der Performanz der Technologien und Systeme verglichen, um potenzielle Fähigkeitslücken zu identifizieren. Abschließend fließen die Ergebnisse in Berichte zum »Stand der Technik« sowie in einen »Bedarfskatalog« ein. Diese dienen als Grundlage für ein mögliches Anschlussprojekt zur präkommerziellen Auftragsvergabe.

Das Projekt »POWERBASE« wird von der Europäischen Union im Rahmen des Horizon Europe Forschungs- und Innovationsprogramms mit einer Million Euro gefördert und läuft bis September 2025.



Entwicklung einer Forschungsstrategie für das Deutsche Zentrum für Schienenverkehrsforschung (DZSF)

Start von Projekt mit dem DZSF

Im Februar 2024 ist am Fraunhofer INT ein neues Forschungsprojekt angelaufen. Ziel ist es, das Deutsche Zentrum für Schienenverkehrsforschung (DZSF) bei der Entwicklung, Dokumentation und Kommunikation einer mittelfristigen Forschungsstrategie zu unterstützen. Innerhalb des Projekts sollen die Bedarfe aller relevanten Akteure im Schienenverkehr identifiziert werden, um die Herausforderungen der kommenden Jahre gezielt anzugehen.

Im Rahmen einer Delphi-Studie wurden Expert*innen aus verschiedenen Akteursgruppen eingebunden, darunter Wissenschaft und Technik, Eisenbahnverkehrsunternehmen, Eisenbahninfrastrukturunternehmen, Politik, Behörden sowie verschiedene gesellschaftliche Verbände. In einem mehrstufigen Prozess aus Interviews und Umfragen wurden über 100 zukunftsgerichtete Forschungsthemen aus

einer Vielzahl von Themenfeldern identifiziert. Diese reichen von neuen Technologien und Innovationen, über Verkehrsmanagement und betriebliche Nachhaltigkeit, bis hin zu verschiedenen politischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Aspekten. Die identifizierten Themen wurden im Rahmen einer groß angelegten Umfrage mit über 800 Teilnehmenden validiert.

Die bisherigen Ergebnisse des Projekts wurden auf dem 8. Workshop Bahnforschung am 14. November 2024 in Berlin präsentiert. Das Projekt endet im März 2025.

Kontakt

Dr. Sonja Grigoleit
sonja.grigoleit@
int.fraunhofer.de

Nachhaltige fähigkeitsbasierte und messbare Resilienzerhöhung von Staat und Verwaltung

Start von Projekt »RESKON«



Kontakt

Dr. Maike Vollmer
maike.vollmer@
int.fraunhofer.de

Unter Federführung des Fraunhofer INT ist im Oktober 2024 das vom Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) geförderte Projekt »RESKON« gestartet. Ziel ist eine nachhaltige Resilienzerhöhung von Staat und Verwaltung. Dafür wird ein modularer Werkzeugkoffer erarbeitet, dessen Module universell für jede Behörde einsetzbar sein sollen und auch einzeln und unabhängig voneinander verwendet werden können. Die einzelnen Module umfassen:

1. Ein Fähigkeitsmodell, um Resilienz qualitativ systematisch zu untersuchen und Ziele zu setzen
2. Eine Methode zur Resilienzquantifizierung, um die Resilienzleistung von Behörden quantitativ zu messen
3. Einen Methodenkatalog, um geeignete Methoden zur Resilienzsteigerung zu identifizieren
4. Ein Kooperationskonzept zur Erfassung und Optimierung der behördlichen Zusammenarbeit
5. Einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess zur erfolgreichen und nachhaltigen Integration und Umsetzung passender Verbesserungsmaßnahmen
6. Trainingskonzepte

Neben dem Fraunhofer INT als Verbundkoordinator ist auch das Fraunhofer EMI an dem Projekt beteiligt, außerdem das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK), das Technische Hilfswerk (THW), die Technische Hochschule Wildau, Compleneo Consulting und die Feuerwehr der Stadt Dortmund. Das Projekt hat ein Gesamtbudget von drei Millionen Euro und endet im September 2027.

Mehr Resilienz durch Interaktion von Bevölkerung und Katastrophenschutz

Abschluss des EU-Projekts »RiskPACC«

Im Projekt »RiskPACC – Integrating Risk Perception and Action to enhance Civil protection-Citizen interaction« haben sich 19 Partner aus 9 europäischen Ländern drei Jahre lang damit beschäftigt, Lösungsansätze zur Schließung des sogenannten »Risk Perception-Action Gap« (RPAG) zu erarbeiten. Das bedeutet, dass es häufig Unterschiede darin gibt, wie Risiken von Behörden und der Öffentlichkeit wahrgenommen werden und wie auf sie reagiert wird. So zeigt sich oft, dass die Einschätzung von Risiken und die Maßnahmen des Katastrophenschutzes nicht immer mit den Erwartungen und Wahrnehmungen der Bevölkerung übereinstimmen. Zudem führt auch eine Risikowahrnehmung von Bürger*innen nicht immer zu den entsprechenden Maßnahmen zur Selbstvorsorge. Um in der Gesellschaft Resilienz gegenüber Gefahren und Katastrophen aufzubauen, muss diese Lücke geschlossen werden.

Innerhalb des vom Fraunhofer INT koordinierten Projekts wurden sechs Fallstudien zu verschiedenen Gefahren (z. B. Waldbrände, Überschwemmungen, Erdbeben etc.) durchgeführt. Innerhalb dieser fanden wiederum mehrere ko-kreative Workshops statt, in denen mit Bürger*innen und Katastrophenschutzbehörden gemeinsam Bedarfe identifiziert, mögliche Lösungen diskutiert und anschließend vielversprechende Ansätze entwickelt und getestet wurden.

Die im Projekt entwickelten Apps und webbasierten Anwendungen ermöglichen eine bidirektionale Kommunikation zwischen Bürger*innen und Behörden. Die Bevölkerung

kann so nicht nur Warnungen, Informationen oder Schulungen empfangen, sondern auch aktiv aktuelle Informationen aus ihrer Umgebung an Behörden weitergeben.

Das Projekt brachte zudem den »RiskPACC Collaborative Framework« hervor – einen Handlungsleitfaden zur Förderung einer stärkeren Zusammenarbeit zwischen Bevölkerung und Behörden.

Außerdem wurde unter Federführung des Fraunhofer INT ein Brettspiel entwickelt, das Gemeinden dabei unterstützt, ihre dringlichen Bedarfe im Kontext ihrer Resilienz, insbesondere des RPAG, zu identifizieren und selbstständig Lösungen zu entwickeln, um diese Bedarfe zu decken. Das Spiel hilft dabei, alle relevanten Stakeholder einer Gemeinde an einem Tisch zu versammeln und eine gemeinsame, zielgerichtete Diskussion der wichtigsten Aspekte zu ermöglichen.



Abbildung 1: Das unter Federführung des Fraunhofer INT entwickelte RiskPACC Game

Projektwebsite



Kontakt

Dr. Maïke Vollmer
maïke.vollmer@
int.fraunhofer.de

Zukünfte aus der Maschine?

Kann eine KI wie ChatGPT die Zukunft vorhersagen?

KATI®-Website



Am 30. November 2022 wurde ein Boom losgetreten, der bis heute anhält. OpenAI veröffentlichte ChatGPT 3.5, ein sogenanntes Large Language Model. Die einfach gehaltene Oberfläche ermöglicht es den Nutzer*innen frei formulierte Fragen zu stellen und auf diese Weise in eine Art Dialog mit ChatGPT zu treten. Damit lassen sich vielfältige Aufgaben adressieren. Man kann einen Brief schreiben, Programmierprobleme lösen oder ChatGPT auch nach der Zukunft befragen, wer beispielsweise die UEFA Championsleague in diesem Jahr gewinnen wird.

Die Auswirkungen dieser Technik auf den Wissenschaftsbetrieb sind schon jetzt nicht mehr zu übersehen, was die folgenden Zahlen verdeutlichen, die aus dem KATI®-System des Fraunhofer INT extrahiert wurden:

- In den letzten zwei Jahren seit der Bereitstellung sind mehr als 7.300 Publikationen veröffentlicht worden, die sich mit ChatGPT befassen. Zwischen 2023 und 2024 hat sich der wissenschaftliche Output mehr als verdoppelt. Normalerweise dauert es etwa 15 bis 18 Jahre, bis sich der gesamte wissenschaftliche Output eines Jahres verdoppelt.
- In mehr als 1.600 Publikationen wird ChatGPT in der Danksagung zu einer Publikation erwähnt. Damit zeigen die Autor*innen an, dass sie das Programm genutzt haben, während sie ein Paper erarbeitet

haben. Die Dunkelziffer dürfte jedoch deutlich größer sein.

- Außerdem finden sich immerhin acht Publikationen, in denen ChatGPT sogar als Ko-Autor aufgeführt wird.

ChatGPT hat aber noch weitere Spuren in Publikationen hinterlassen. So zeigt sich, dass bestimmte Worte besonders gerne von ChatGPT genutzt werden, die sonst im wissenschaftlichen Kontext nicht so häufig genutzt werden. Auch das kann mittels des KATI®-Systems näher analysiert werden. Hierzu wurden die drei Worte, die offenbar sehr gerne von ChatGPT genutzt werden – intricate, meticulously sowie delve – ausgewählt und Synonyme identifiziert. Dann wurde analysiert, in wie vielen Publikationen diese Worte im Abstract genutzt werden, und zwar in den Jahren 2022 – also bevor ChatGPT verfügbar gemacht wurde – und 2024, ein Jahr danach. Die Ergebnisse dieser Analyse sind in Abbildung 1 dargestellt.

Es ist deutlich zu erkennen, dass ChatGPT offenbar die Sprache im wissenschaftlichen Diskurs beeinflusst, indem die genannten exemplarischen Worte häufiger auftauchen als andere und dieser Anstieg zeitlich mit der Einführung von ChatGPT zusammenfällt. Wie diese Entwicklung insgesamt zu bewerten ist, wird die Debatte in den kommenden Jahren zeigen. Immerhin ist nur für einen Bruchteil

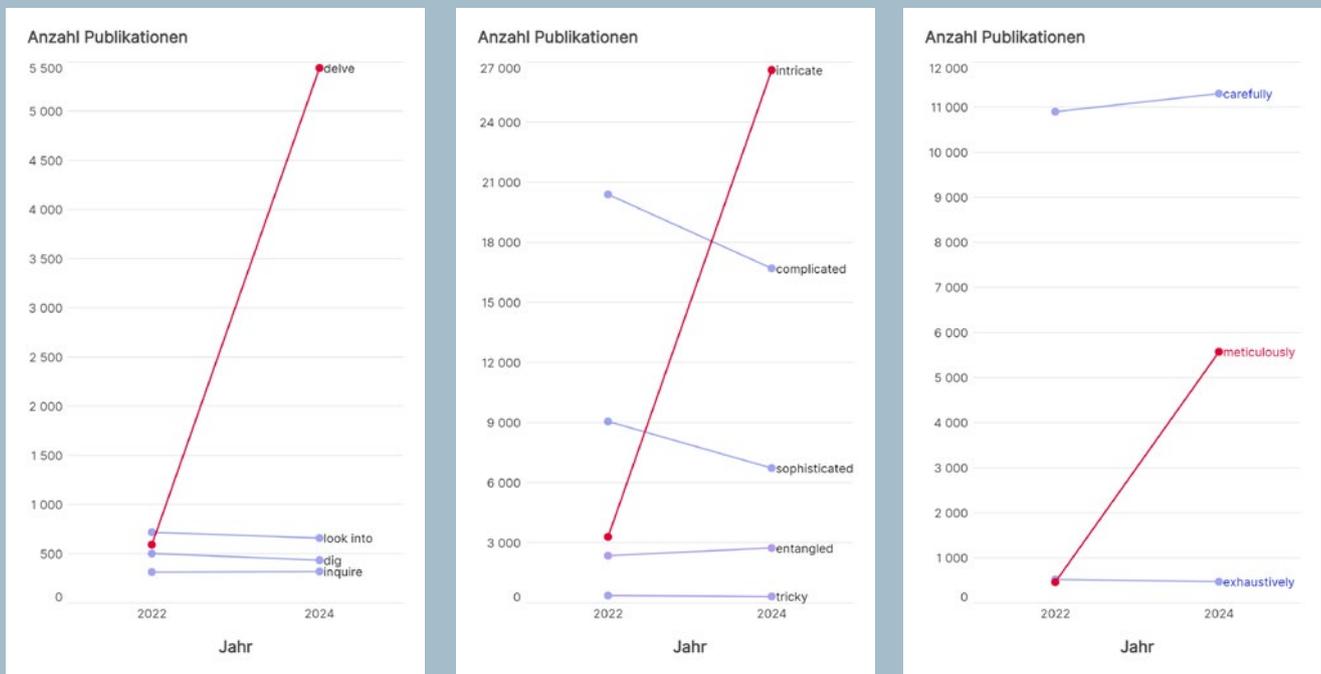


Abbildung 1: Einfluss von ChatGPT auf das Vokabular, welches in wissenschaftlichen Publikationen genutzt wird. In Rot sind jene Worte dargestellt, die besonders gerne von ChatGPT genutzt werden.

der Wissenschaftler*innen Englisch die Muttersprache. Somit könnte ChatGPT dabei helfen, Barrieren im Wissenschaftsbetrieb abzubauen.

ChatGPT beeinflusst nicht nur die Sprache, mit der über wissenschaftliche Erkenntnisse geschrieben wird. Es beeinflusst zunehmend auch die Frage, wie Wissenschaft von Wissenschaftler*innen betrieben wird. Es gibt kaum eine wissenschaftliche Disziplin, in der nicht bereits Large Language Modelle genutzt werden, um neue wissenschaftliche Erkenntnisse zu generieren. Es liegt also die Frage nahe, ob und wie man künstliche Intelligenz in der Zukunftsforschung nutzen könnte und welche Konsequenzen das für das Fach hat. Dabei ist diese Frage gar nicht so neu, sondern wurde bereits 2014 in einem Artikel von Randall Mayes im Magazin »The Futurist« das erste Mal im wissenschaftlichen Diskurs gestellt. Was damals noch als Utopie erschien, ist mittlerweile in den Fokus der Debatte gerückt, bei der sich drei Schwerpunkte unterscheiden lassen.

Zunächst ist da die pragmatische Frage, wie man Large Language Modelle, Künstliche

Intelligenz und Algorithmen der KI im Kontext der Zukunftsforschung nutzen kann. Hier werden am Fraunhofer INT verschiedene Ansätze verfolgt. So könnte man diese Verfahren nutzen, um einfacher und schneller bessere Suchanfragen für die Recherche im KATI®-System zu erarbeiten. Auch die Zusammenfassung von mehreren Publikationen ist ein möglicher und wichtiger Use Case. Durchaus nutzbar ist ChatGPT beispielsweise auch im Rahmen der Datenbereinigung und der Beschreibung von Grafiken. Nicht so gute Ergebnisse liefert dieser Ansatz jedoch, wenn es um deren Interpretation geht.

Zum Zweiten hält KI der Zukunftsforschung gleichsam den Spiegel vor und beleuchtet durch die Frage, welche Aufgaben von einer KI übernommen werden können und wofür nach wie vor menschliche Intelligenz und Kreativität notwendig sind, die Grundlagen der Zukunftsforschung. Daran schließt sich gleich der dritte Schwerpunkt an, nämlich die Frage, was gute Zukunftsforschung ausmacht und wie man diese evaluieren kann. An all diesen Debatten beteiligt sich das Fraunhofer INT im Rahmen des KATI® IV Projekts aktiv.

Kontakt

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

Die Entstehung interdisziplinärer Forschungsfelder

Wie die Synthetische Biologie aus der Konvergenz unterschiedlicher wissenschaftlicher Disziplinen entstand und heute unser Leben beeinflusst

Kontakt

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

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

Interdisziplinäre Forschungsfelder wie die Synthetische Biologie sind häufig Quelle und Motor für die Entstehung von Technologien und Innovationen, die unsere Gesellschaft bei der Bewältigung großer Herausforderungen unterstützen. Die Genschere CRISPR-Cas9 ist ein eindrucksvolles Beispiel: Sie revolutioniert nicht nur die Medizin, sondern könnte auch die Art und Weise, wie Lebensmittelproduktion und Landwirtschaft betrieben werden, verändern. Doch wie entstehen solche Forschungsfelder und wie lässt sich ihre Entwicklung gezielt fördern, um weitere technologische Durchbrüche zu ermöglichen?

In einer 2024 im Journal Research Policy veröffentlichten Studie untersuchten Forschende des Fraunhofer INT gemeinsam mit Dr. Michael Rennings und Prof. Stefanie Bröring von der Ruhr-Universität Bochum, wie interdisziplinäre wissenschaftliche Felder entstehen und welchen Einfluss sogenannte »Science Convergence«-Prozesse darauf haben. Die Publikation trägt den Titel »On the emergence of interdisciplinary scientific fields: (how) does it relate to science convergence?« und analysiert die evolutionären Entwicklungspfade von Feldern wie der Synthetischen Biologie, Bioinformatik und Neurowissenschaften.

Die Ergebnisse zeigen, dass diese Felder an den Schnittstellen bestehender Disziplinen entstehen und dabei spezifische Phasen durchlaufen: von der Differenzierung über die Mobilisierung bis hin zur Legitimität. Science

Convergence, also die zunehmende Überschneidung und Integration von Wissens- und Forschungsansätzen aus verschiedenen Disziplinen, spielt hierbei eine zentrale Rolle. Frühzeitige interdisziplinäre Forschungstätigkeiten, wie sie etwa in der Synthetischen Biologie beobachtet werden, fördern die Entwicklung neuer Felder und tragen zur Entstehung von Technologien bei.

Die Studie liefert eine Typologie der Entwicklungspfade interdisziplinärer Felder und betont die Bedeutung gezielter Fördermaßnahmen. So könnten beispielsweise politische Entscheidungsträger*innen durch angepasste Förderinstrumente und interdisziplinäre Förderprogramme die Entstehung und Entwicklung dieser Felder unterstützen, um ihr Innovationspotential auszuschöpfen.

Zur Publikation



Methodenentwicklung in Kooperation mit Hochschulen

Gemeinsam den Blick in Zukünfte gestalten

»Die Zukünfte, unendliche Weiten...« diese etwas abgewandelte Einführung einer bekannten Science-Fiction-Serie trifft die Arbeit der Wissenschaftler*innen des Fraunhofer INT besonders gut, die Zukunftsforschung betreiben. Genauer gesagt: an unserem Institut beschäftigen wir uns mit der sogenannten Technologievorausschau, also möglichen technologischen Entwicklungen, ihren potentiellen Vor- und Nachteilen sowie Konsequenzen. In diesem Zusammenhang sprechen wir nicht von der einen Zukunft, die vor uns liegt, sondern von mehreren möglichen Zukünften. Unendliche Weiten, in der Tat.

Wie erforscht man diese »unendlichen Weiten«? Die Zukunftsforschung bietet eine Reihe von Methoden im quantitativen und qualitativen Bereich, zum Beispiel die Analyse von wissenschaftlichen Publikationen (Bibliometrie) oder die Nutzung von bestimmten Umfrage- oder Workshopmethoden (z. B. World Café). Ganz aktuell sind Fragestellungen zur Nutzung von künstlicher Intelligenz für die Zukunftsforschung im Allgemeinen und die Technologievorausschau im Speziellen. Die Methodik der Zukunftsforschung ist somit einem stetigen Wandel unterworfen.

Wir entwickeln die Methodik jedoch nicht alleine weiter, sondern gemeinsam mit deutschen Hochschulen. Die Zusammenarbeit nimmt dabei verschiedene Formen an.

Da wäre zunächst die Lehre: Zahlreiche Wissenschaftler*innen des Fraunhofer INT lehren an verschiedenen Hochschulen, hier seien

stellvertretend die Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, die RWTH Aachen, die Ruhr-Universität Bochum sowie die FU Berlin genannt. Im Rahmen von Lehrveranstaltungen vermitteln unsere Wissenschaftler*innen methodisches Wissen und arbeiten mit Studierenden an der Weiterentwicklung entsprechender Methoden. In einem Seminar an der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg werden beispielsweise regelmäßig potentielle Zukunftstechnologien tiefer betrachtet und analysiert.

Eine weitere Form der Kooperation sind Abschlussarbeiten: Unsere Wissenschaftler*innen betreuen Bachelor-, Master- und Doktorarbeiten an unseren Partnerhochschulen. Die Abschlussarbeiten weisen typischerweise einen zukunftsorientierten technologischen Anteil auf (z. B. die Beschäftigung mit autonomen Drohnen) und einen methodischen Anteil (z. B. eine Analyse der Patentlandschaft) und dienen so ebenfalls der methodischen Weiterentwicklung.

Im Rahmen der Kooperationen werden außerdem gemeinsame Projekte durchgeführt, beispielsweise im Kontext des europäischen Forschungsprogramms Horizon Europe. Teil der verschiedenen Kooperationsformen kann auch das Publizieren gewonnener Erkenntnisse sein.

Die Vielfalt der Kooperationen spiegelt wider, dass man die unendlichen Weiten der verschiedenen möglichen Zukünfte am besten gemeinsam erkundet und so auch einen gemeinsamen Beitrag für die Zukunftsforschung leistet.

Kontakt

Dr. Miloš Jovanović
milos.jovanovic@int.fraunhofer.de

Dr. Silke Römer
silke.roemer@int.fraunhofer.de

Identifizierung von Technologie-Spin-In Möglichkeiten

Auf der Suche nach Technologien für zukunftsfähige Satellitenkommunikation

Satellitenkommunikation nimmt eine immer wichtigere Rolle in unserer Gesellschaft ein - beispielsweise, um Hochgeschwindigkeitsinternet in abgelegenen Gebieten zu ermöglichen, Konnektivität in Notfällen bereitzustellen oder der Landwirtschaft oder Logistik die Möglichkeit zu geben, Internet of Things (IoT)-Anwendungen nutzen. Satellitenkommunikation verbindet uns, unabhängig davon, wo genau wir uns befinden.

Sogenannte »Spin-In«-Technologien, also Technologien, die nicht ursprünglich für die Satellitenkommunikation entwickelt wurden, können hier einen wichtigen Beitrag leisten. Sie spielen eine wichtige Rolle, damit Satellitenkommunikation auch in Zukunft schneller, zuverlässiger, flexibler und sicherer wird und der stetig steigende, globale Bedarf an Konnektivität gerecht werden kann. So sind in den letzten Jahren beispielsweise Technologien wie 5G, IoT und Software-Defined Radios (SDR) zu festen Bestandteilen der Satellitenkommunikation geworden.

Das Projekt im Überblick

Das Projekt »Identification of Technology Spin-In Opportunities« ist Teil des ESA-Programms »ARTES« und beschäftigt sich mit der Frage, welche weiteren Technologien anderer Branchen für die Weiterentwicklung

der Satellitenkommunikation von Bedeutung sein können. Es wird von der Geschäftsstelle SPACE von Fraunhofer AVIATION & SPACE geleitet, zudem sind das Fraunhofer IIS und Fraunhofer INT am Projekt beteiligt.

Die Herausforderung: aus einem großen Pool an innovativen Technologien genau die Technologien zu identifizieren, die den größten Nutzen für die Satellitenkommunikationsbranche bieten, gleichzeitig aber auch die Machbarkeit in der absehbaren Zukunft gewährleisten. Entscheidend dafür ist, welche Vorteile und Nutzen die Technologie bietet, aber auch, wie wirtschaftlich rentabel sie ist.

Neue Technologien für die Satellitenkommunikation: Chancen, Nutzen und Machbarkeit

Aus diesem Grund gilt es im Projekt Technologien, aber auch Techniken, Arbeitsverfahren und Lösungen zu identifizieren und definieren, die nicht ursprünglich für die Satellitenkommunikation entwickelt wurden, allerdings das Potential haben, in die Branche übertragen werden können. Durch eine Charakterisierung und Quantifizierung der identifizierten Technologien wird die kommerzielle Durchführbarkeit, der potentielle Nutzen sowie der Wert für relevante Marktsektoren innerhalb der Satellitenkommunikation erfasst und

Projektwebsite





relevante Anwendungsfälle, mögliche Anwendungen und neue Geschäftsmöglichkeiten festgehalten. Ebenso relevant ist hierbei die Ausarbeitung eines wirtschaftlichen Modells mit ROM-Schätzungen der wiederkehrenden und nicht-wiederkehrenden Entwicklungskosten, die notwendig sind, um eine erfolgreiche und effektive Integration in die Branche zu gewährleisten. Die Entwicklung einer vorläufigen Roadmap sorgt zudem dafür, die wichtigsten technischen und nicht-technischen Probleme festzuhalten und entscheidende Entwicklungen zu definieren, die notwendig sind, um eine erfolgreiche Integration der vorgeschlagenen Technologien erfolgreich umzusetzen. Dabei werden ebenfalls Faktoren wie beispielsweise die regulatorischen Rahmenbedingungen, Standardisierungsproblematiken oder auch Enabler-Technologien hervorgehoben.

Mithilfe von systematischen Umfragen und gemeinsamen Brainstorming-Sessions entwickelt die Geschäftsstelle SPACE von Fraunhofer AVIATION & SPACE gemeinsam mit dem Fraunhofer IIS und dem Fraunhofer INT in enger Absprache mit dem Projektgeber mögliche Use Cases in der sogenannten

»Exploration Phase«. In einer anschließenden »Consolidation Phase« werden die gemeinsam mit der ESA priorisierten Technologien tiefgehend verfeinert und anschließend in Form der Spin-In-Strategie zusammengefasst.

Das Hauptaugenmerk für Fraunhofer INT und die Geschäftsstelle SPACE liegen in der Analyse potentieller Spin-In-Technologien und der Abschätzung von Technology-Readiness-Leveln im Non-Space-Sektor. Hierzu werden neben eigener Desktop-Research-Analysen auch Expertinnen und Experten innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft zu Rate gezogen. Entsprechende Use Cases werden mit dem Fraunhofer IIS und möglichen Kunden diskutiert. Dabei helfen die Durchsicht und Bewertung von Marktanalysen.

Kontakt

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

Anne Drepper
anne.drepper@int.fraunhofer.de

Forschungsaufenthalt in Cambridge

Interview mit Melanie Martini



Abbildung 1: Melanie Martini vor dem »Institute for Manufacturing (IfM)«

Kontakt

Melanie Martini
melanie.martini@
int.fraunhofer.de

Mit welchen Themen beschäftigst Du Dich am Fraunhofer INT?

Ich arbeite in der Gruppe KATI® Lab, welche ein Tool namens KATI® für die datengestützte Analyse zukünftiger Technologien entwickelt. Mit meinem Hintergrund in der Informatik arbeite ich vor allem im Bereich Data Science. Spezialisiert habe ich mich auf die Analyse von Patentdaten, darüber schreibe ich auch gerade meine Dissertation.

Letztes Jahr warst Du im Rahmen Deiner Arbeit zwei Monate in Cambridge. Wie kam es dazu?

Genau, im Rahmen meiner Promotion und meiner TALENTA*-Förderung hatte ich die Möglichkeit, aus meinem gewohnten Umfeld heraus zu kommen und von einem anderen Standort aus zu forschen. Für Cambridge habe ich mich entschieden, weil die Forschung dort thematisch sehr gut zu meiner Arbeit am Fraunhofer INT passt. Nach ein paar Meetings mit dem dort zuständigen Prof. Frank Tietze und einem bewilligten Stipendium der Heinrich-Hertz-Stiftung, habe ich mich am 1. Januar 2024 auf den Weg in das Vereinigte Königreich gemacht. Ich hatte eine tolle Zeit an der University of Cambridge, genauer gesagt in der Forschungsgruppe »Innovation and Intellectual Property Management (IIPM)« am »Institute for Manufacturing (IfM)«.

Warum hast Du Dich für den Forschungsaufenthalt entschieden?

Ein gewisser Grad an Fernweh hat natürlich eine Rolle gespielt, vor allem hat es mich aber interessiert, wie das Leben an so einer alten und renommierten Universität abläuft. Ich hatte gehofft, Inspiration für meine Forschung zu finden und neue Kontakte zu knüpfen. Gerade in so einem interdisziplinären Feld wie der Technologievorausschau ist das wichtig. Mein Plan ist jedenfalls aufgegangen. Ich habe viele inspirierende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler getroffen, zu denen ich weiterhin Kontakt habe und die zwei Monate haben mich sehr bereichert.

Was hast Du während deines Forschungsaufenthalts genau gemacht?

Prof. Tietze und ich haben zusammen mit einer kleinen Gruppe an Forschenden an der Identifikation von potenziell disruptiven Innovationen mittels Patenten geforscht. Also daran, ob und wie man Patentdaten analysieren kann, um frühzeitig Innovationen zu erkennen, die das Potenzial haben, etablierte Märkte aufzurütteln. Dadurch, dass ich vor Ort war, konnten wir sehr effizient zusammenarbeiten und auch regelmäßig Feedback von Kolleginnen und Kollegen aus dem IIPM einholen.



Abbildung 2: Melanie Martini vor dem »Institute for Manufacturing (IfM)«

Wie hat sich dieses Forschungsthema nach deiner Zeit in Cambridge weiterentwickelt?

Aus meinem Forschungsaufenthalt ist ein Konferenzbeitrag entstanden, welchen ich bei der International Society for Professional Innovation Management (ISPIM) Konferenz im Sommer 2024 vorgestellt habe. Das waren aber nur vorläufige Ergebnisse, aktuell forschen wir weiter an dem Thema, da es wirklich komplex aber auch sehr relevant ist.

Was hat Dir an Deinem Forschungsaufenthalt am besten gefallen?

Es war einfach toll, so viele interessante Leute kennenzulernen! Die University of Cambridge ist wirklich ein inspirierender Ort. Dort kommen so viele Ideen und Fähigkeiten zusammen, dass alles möglich scheint. Hinzu kommen die beeindruckenden, alten Gebäude – ganz besonders die Colleges – die die kleine aber feine Stadt zu etwas ganz Besonderem machen, und das Uni-Leben, welches sich stark an den dazu gehörigen Traditionen orientiert.

Hast Du noch einen Tipp für unsere Leser und Leserinnen, was man in Cambridge gesehen oder gemacht haben muss?

Man kann Cambridge sehr gut in einem Tag zu Fuß erkunden. Manche der schönsten Ecken sieht man allerdings nur vom Fluss, der Cam, aus. Daher empfehle ich eine Punting-Tour, eine einzigartige Art sich mit dem Boot fortzubewegen. Außerdem gibt es in den (sehr großen) Kapellen der Colleges (zum Beispiel im King's College) täglich Gottesdienste, die für alle offen sind. Das ist die perfekte Chance, die jeweiligen Innenhöfe zu besuchen, die sonst für Besuchende geschlossen sind. Für das leibliche Wohl ist ein Eis bei Jack's Gelato, direkt neben dem berühmten Eagle Pub, unverzichtbar.

Fraunhofer TALENTA*:
Karriereprogramm für Wissenschaftlerinnen und weibliche Führungskräfte

Fraunhofer setzt sich gezielt dafür ein, mehr Frauen in der angewandten Forschung zu gewinnen, zu fördern und langfristig zu binden. Mit dem maßgeschneiderten Karriere- und Entwicklungsprogramm »Fraunhofer TALENTA« bietet Fraunhofer Wissenschaftlerinnen und weiblichen Führungskräften den idealen Rahmen, um Ihre Karriere voranzutreiben – unabhängig davon, ob Sie gerade erst einsteigen oder bereits ein Team führen.

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.

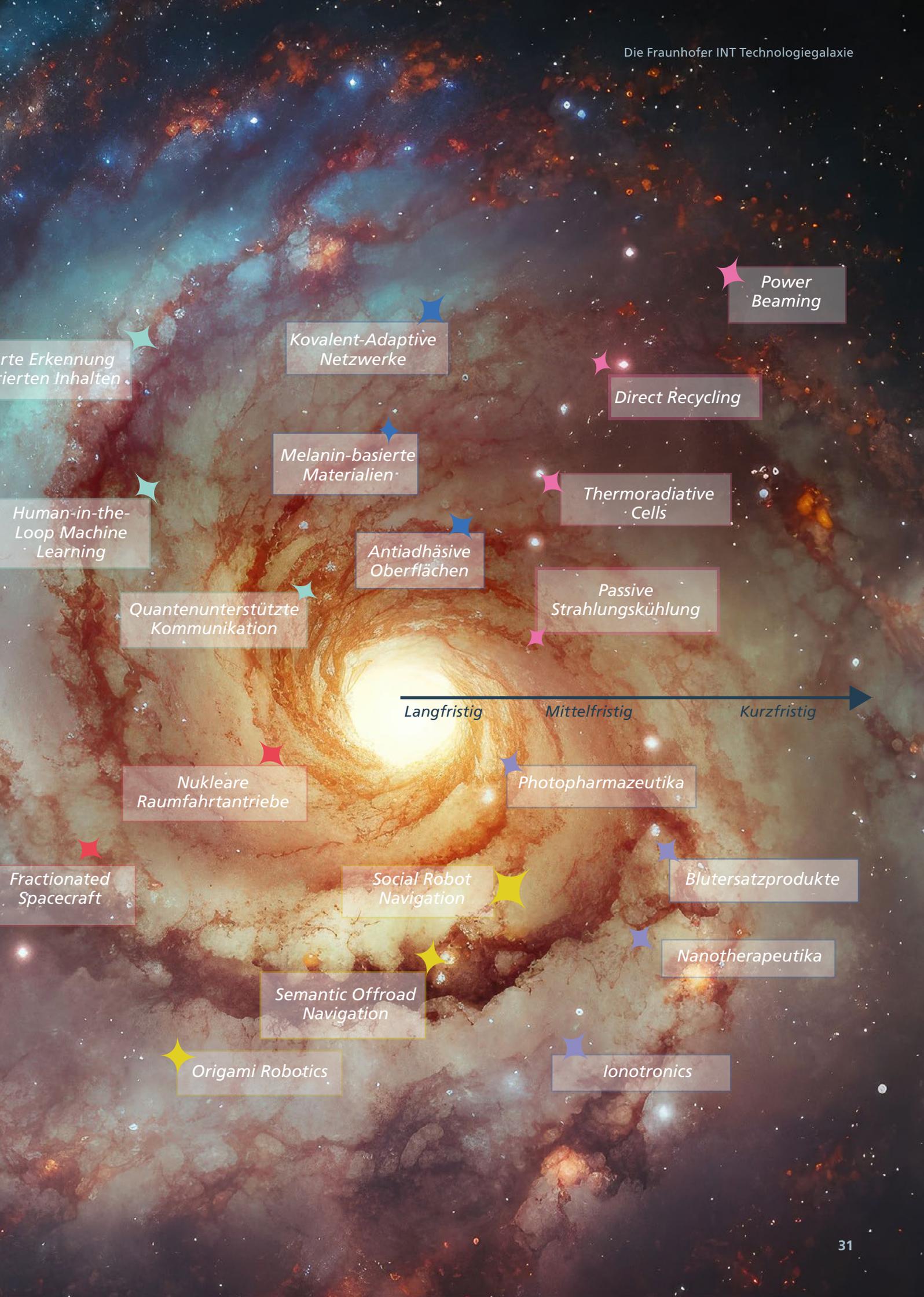
Kontakt

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

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

Automatisierung
von KI-generierten

NTN – Non Terrestrial
Networks



Erweiterte Erkennung
von strukturierten Inhalten

Kovalent-Adaptive
Netzwerke

Power
Beaming

Direct Recycling

Human-in-the-
Loop Machine
Learning

Melanin-basierte
Materialien

Thermoradiative
Cells

Antiadhäsive
Oberflächen

Passive
Strahlungskühlung

Quantenunterstützte
Kommunikation

Langfristig Mittelfristig Kurzfristig

Nukleare
Raumfahrtantriebe

Photopharmazeutika

Fractionated
Spacecraft

Social Robot
Navigation

Blutersatzprodukte

Semantic Offroad
Navigation

Nanotherapeutika

Origami Robotics

Ionotronics

Die Fraunhofer INT Technologiegalerie

Was war »in« in 2024?

Informationstechnologie

Quantenunterstützte Kommunikation

Wer kommunizieren kann, ohne dass die eigenen Aussendungen detektiert beziehungsweise aufgeklärt werden können, ist auf dem informations-dominierten Gefechtsfeld der Zukunft klar im Vorteil (sog. verdeckte Kommunikation). Quantenressourcen in Form von zwischen den Kommunikationsendpunkten vorverteilter sog. Quantenverschränkung können genau dies ermöglichen. Die Nutzung solcher Methoden der sog. verschränkungsunterstützten Kommunikation (Entanglement-Assisted Communication) erlaubt es nicht nur, die pro Zeiteinheit über herkömmliche Kommunikationskanäle fehlerfrei übertragbare Menge an klassischer Information signifikant zu erhöhen, sondern andererseits auch die Einschränkungen zu umgehen, welche die klassische Physik herkömmlichen Systemen zur verdeckten Kommunikation auferlegt. Dies ermöglicht prinzipiell eine verdeckte und quantensichere, also praktisch nicht abhör- und aufklärbare drahtlose Kommunikation im Radiofrequenz- und Mikrowellenbereich. Solche Kommunikationssysteme sind außerdem dem gegenwärtig diskutierten Quantenradarkonzept sehr ähnlich.

Human-in-the-Loop Machine Learning

Human-in-the-Loop Machine Learning ist ein maschinelles Lernverfahren, bei dem Menschen aktiv in den Entscheidungsprozess eingebunden werden. Durch menschliches Feedback lernt die KI, relevantere und genauere Vorhersagen zu treffen und sich zu korrigieren. Die KI lernt sich in Echtzeit an dynamische Umgebungen anzupassen. Durch die Kombination von menschlichem Wissen und KI werden bessere Entscheidungen bei Kontextabhängigkeit und Komplexität möglich. Zudem

wird durch die menschliche Interaktion die KI transparenter, da Menschen im Prozess involviert sind und direkt Einfluss nehmen.

Automatisierte Erkennung von KI-generierten Inhalten

Mit Hilfe von Verfahren aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz (KI) lassen sich mittlerweile sehr realistisch wirkende Inhalte, wie z. B. Bilder, Videos oder Texte, künstlich erzeugen. Beispielsweise sind inzwischen sog. Large Language Models, die z. B. die Grundlage für den Chatbot ChatGPT bilden, häufig in der Lage, Texte zu verfassen, die den Eindruck erwecken, sie wären von einem Menschen geschrieben worden. Generell könnten von KI-Systemen generierte Inhalte von einem Gegner unter anderem dazu genutzt werden, um die öffentliche Meinung durch gezielte Falschinformationen zu manipulieren und dadurch z. B. den Ausgang militärischer Konflikte zu beeinflussen. Beispielsweise könnten mit Hilfe von KI in einem deutlich größeren Umfang als bisher Falschinformationen in Form von Beiträgen für soziale Medien erzeugt werden. Die automatisierte Erkennung von derartigen KI-generierten Inhalten ist daher von großer Bedeutung.

Werkstoffe

Antiadhäsive Oberflächen

An antiadhäsiven Oberflächen wird das Aneinanderhaften von Grenzflächen minimiert oder verhindert. Dabei umfasst Antiadhäsion zusätzlich zu flüssigkeitsabweisenden Eigenschaften auch die Reduktion von Feststoff-Feststoff-Interaktionen. Auch unter trockenen Bedingungen eröffnen sich so vielseitige

Anwendungspotenziale. Oberflächen mit einem antiadhäsiven Charakter sorgen beispielsweise für Reibungs- und Verschleißminderung oder dienen dem Schutz vor Verunreinigungen an sensiblen Bauteilen, z. B. in der Elektronik, Optik oder Sensorik. Im militärischen Kontext könnten sich antiadhäsive Oberflächen zum einen positiv auf die Leistung und Energieeffizienz sowie die Lebensdauer mechanischer Systeme wie Lager, Getriebe und Motoren auswirken oder aber auf die Erhaltung funktionaler Eigenschaften von optischen, medizin- oder mikrosystemtechnischen Komponenten, für die eine hohe Oberflächengüte Voraussetzung ist.

Melanin-basierte Materialien

Melanine sind seit langer Zeit bekannte, bei fast allen Lebewesen vorkommende Pigmente, welche unter anderem für die Färbung der Haut und der Haare verantwortlich sind. Melanin findet aufgrund seiner für biologische Polymere einzigartigen Eigenschaften, wie unter anderem Paramagnetismus, Radikalfänger-Eigenschaften, Breitbandabsorption und elektrische Leitfähigkeit, Anwendung in vielen unterschiedlichen Bereichen. In den letzten Jahren gab es wichtige Fortschritte und Erkenntnisse bezüglich der Melanin-Partikel-Synthese und speziell des supramolekularen Aufbaus der Partikel, dem die diversen Eigenschaften zugeschrieben werden. Melanin-basierte Materialien können sowohl im medizinischen Bereich (z. B. antibakterielle Wirkung, Strahlenschutz) als auch in den Materialwissenschaften, beispielsweise für zukünftige funktionelle Polymermaterialien, in organischer Elektronik oder für Funktionskleidung, Anwendung finden. Militärisch interessant sind sie im Bereich der Wehrmedizin und zukünftig eventuell unter anderem in Bereichen wie EMP-Abschirmung, Dämpfung von Radarsignaturen oder Strahlungsschutz.

Kovalent-Adaptive Netzwerke

Kovalent-adaptive Netzwerke (Covalent-adaptive networks, CANs) sind eine Art von Polymermaterial, das duroplastischen Polymeren (Duroplasten) sehr ähnlich ist. Sie unterscheiden sich jedoch von Duroplasten durch den Einbau einer dynamischen kovalenten Chemie in das Polymernetzwerk. Wenn ein Reiz (z. B. Wärme, Licht, pH-Wert usw.) auf das Material einwirkt, werden diese dynamischen Bindungen aktiv und können gebrochen oder durch andere anhängige funktionelle Gruppen ersetzt werden, so dass das Polymernetzwerk seine Topologie ändern kann. Dies ermöglicht die Umformung,

(Wieder-)Verarbeitung und das Recycling zu duroplastähnlichen Materialien.

Energie

Passive Strahlungskühlung

Bei der passiven Strahlungskühlung werden Objektoberflächen unter die Umgebungstemperatur ohne zusätzlichen Energieeinsatz abgekühlt. Dazu wird die natürliche Wärmeabstrahlung von Objekten im Infrarotbereich ausgenutzt, z. B. durch die Abstrahlung von Wärme im sogenannten atmosphärischen Fenster, also die Nutzung des kühlen Weltalls als Wärmesenke. Neue Schichtaufbauten von Materialien ermöglichen nun auch eine Nutzung dieser Technologie tagsüber unter Sonneneinstrahlung. Dazu werden unterschiedliche Materialien kombiniert, die einerseits möglichst viel Sonnenlicht reflektieren und andererseits sehr effektiv Wärme abstrahlen.

Thermoradiative Cells

Bei den thermoradiative Cells handelt es sich in gewisser Weise um »umgekehrt funktionierende Solarzellen«. Die Stromerzeugung erfolgt durch Emission statt durch Absorption von Strahlung. Dabei ist eine Ausrichtung auf eine kältere Umgebung nötig, um insgesamt mehr Wärmestrahlung aussenden als aufnehmen zu können. Eine Montage auf dem Boden oder Dächern mit Ausrichtung ins Weltall kann theoretisch ein Zehntel der Leistung gleich großer Solarzellen erreichen. Durch die Nutzung von Abwärme (Motoren, Generatoren, Brennstoffzellen etc.) können Leistungsdichten vergleichbar mit Solarzellen erreicht werden.

Direct Recycling

Angesichts des bevorstehenden großen Entsorgungsproblems für verbrauchte Lithium-Ionen-Batterien (LIBs) ist die Entwicklung von Recyclingtechnologien für diese Batterien von entscheidender Bedeutung. Das direkte Recycling zielt darauf ab, die Batteriematerialien zu »reparieren«, anstatt sie zu zerlegen und wertvolle Produkte aus ihren Komponenten zu gewinnen. Um dieses Ziel zu erreichen, ist ein tiefgreifendes Verständnis der Versagensmechanismen von verbrauchten LIB-Elektrodenmaterialien unerlässlich.

Power Beaming

Power Beaming ist eine vielversprechende Technologie zur drahtlosen Energieübertragung durch gerichtete elektromagnetische Strahlung, wie Laserstrahlung oder Mikrowellen, von einem Sender zu einem Empfänger über große Entfernungen. Das Interesse an einer Umsetzung des Power Beaming nimmt durch das Potenzial einer flexiblen Energieversorgung batteriebetriebener mobiler Systeme zur Erhöhung ihrer Reichweite und schwer zugänglicher Ortschaften immer weiter zu. Eine militärische Anwendung des Power Beaming könnte insbesondere die Energieversorgung unbemannter Luftfahrzeuge oder militärischer Einrichtungen wie Kommando- und Kontrollzentren sowie Feldlager darstellen. Außerdem wäre auch eine Energieversorgung militärischer Satelliten und Raumfahrzeuge durch weltraum-gestützte Solarenergie, bekannt als Space-Based Solar Power, denkbar.

Lebenswissenschaften/Medizin

Photopharmazeutika

Bei Photopharmazeutika handelt es sich um Wirkstoffe, die sich durch Licht aktiviert und deaktiviert werden können. Durch Kopplung von photochemischen Auslösern mit den Wirkstoffen, kann die Bindungsaffinität der Moleküle durch die Bestrahlung mit Licht reguliert werden. Die Vorteile von Photopharmazeutika sind z. B. die zeitgenaue Aktivierung und Deaktivierung des Wirkstoffes. Zudem können sehr lokale Wirkungen erzielt werden, wodurch Nebenwirkungen und Resistenzen verringert werden können. Typische Einsatzgebiete sind entzündungshemmende oder schmerzlindernde Medikamente, aber auch Wirkstoffe, die z. B. zu einer zeitgenauen Leistungssteigerung führen sollen, ohne typische unerwünschte Off-Target-Effekte hervorzurufen.

Blutersatzprodukte

Viele Leben könnten durch eine schnelle präklinische Versorgung mit Blutprodukten gerettet werden. Zentrale Herausforderungen sind jedoch häufig eine entsprechende Verfügbarkeit von Blutprodukten (insbesondere für seltene Blutgruppen), Einschränkungen durch spezielle Lageranforderungen (Spendersblut besitzt nur eine begrenzte Haltbarkeit) aber auch eine sinkende Spendenbereitschaft und der demographische Wandel, was zu Engpässen in der Versorgung führt.

Eine Lösung könnten hier die synthetische Herstellung von Blutbestandteilen, die Modifikation von zellulären Blutbestandteilen (zur Vermeidung der Notwendigkeit einer Blutgruppenkompatibilität) sowie die spenderunabhängige Gewinnung von Erythrozyten und Thrombozyten im Labor («Blood Pharming») sein. Des Weiteren sind Methoden zur Verlängerung der Haltbarkeit von Blut- und Blutersatzprodukten von Interesse.

Nanotherapeutika

Die Gefahr durch multiresistente Keime und Pandemien mit neuartigen Viren steigt stetig an. Nanomaterial-basierte Therapeutika besitzen Vorteile gegenüber herkömmlichen Medikamenten und insbesondere Antibiotika. So können sie beispielsweise direkt ins Zellinnere eindringen, zudem sind sie breiter einsetzbar und sind sowohl gegen Bakterien als auch gegen Viren nutzbar. Interessant sind sie auch als therapeutische Maßnahmen gegen multiresistente Keime und in der Impfstoffentwicklung. Des Weiteren könnten sie als blutstillende oder entzündungshemmende Medikamente und zur Beschleunigung der Wundheilung angewendet werden. Darreichungsformen umfassen Nanocarrier, Nanoschwämme und Nanozyme.

Ionotronics

In ionotronischen Systemen werden elektrische Ströme von gerichteten Ionenbewegungen getragen. Im Fokus der Forschung stehen sogenannte Ionogele, die sich durch eine gute Leitfähigkeit, eine hohe Elastizität und Verformbarkeit, Selbstheilungsvermögen, Transparenz und Biokompatibilität auszeichnen. Das Leitungsprinzip ähnelt der Erregungsleitung in biologischen Systemen.

Robotik

Social Robot Navigation

Die Navigation von Robotern und anderen unbemannten Systemen ist einerseits ein physisches Problem (Kollisionsvermeidung). Andererseits ist sie im öffentlichen Raum aber auch ein Problem sozialer Interaktion zwischen Menschen und Maschinen untereinander. Socially Aware Navigation bzw. Social Robot Navigation befasst sich daher mit Mensch-Roboter-Interaktion, Roboter-Design, Psychologie und Soziologie

(Crowd-Robot Interaction, Crowd-Robot Navigation). Unbemannte Systeme und Roboter sollen so gestaltet werden, dass sie bei der Bahnplanung menschliches Verhalten und akzeptierte Interaktionsformen berücksichtigen (z. B. Social Force Model).

Semantic Offroad Navigation

Die autonome Navigation in strukturierter/urbaner Umgebung (Straßen, Gebäude usw.) ist heute bereits gut darstellbar. Hierbei nutzen die Systeme eine digitale Karte und Methoden zur Selbstlokalisierung. Im Offroad-Bereich ist das in Echtzeit so nicht möglich. Daher müssen autonome Offroad Systeme eine Beurteilung der Befahrbarkeit durch geometrische und semantische Analysen eigener Sensordaten (Semantic Mapping, Visual Navigation, Experiential Learning) vornehmen. Typische Probleme sind dabei nachgiebige Böden und Objekte (hohes Gras, auskragende Objekte) oder verdeckte Gräben.

Origami Robotics

Bei Origami-Robotics wird das Prinzip von Origami- bzw. Kirigami-Mechanismen für das Design von Robotern genutzt. Dadurch können sowohl die Produktion als auch der Transport vereinfacht werden. Origami-Mechanismen erlauben außerdem eine weitgehende Automatisierung der Produktion, was die Kosten zusätzlich reduziert. Zudem ist kein Expertenwissen für die Produktion notwendig. Da die Roboter im Anschluss an die Fertigung in kompakter, z. B. planarer oder Würfel-Form vorliegen, kann der Transport extrem optimiert werden. Die so erhaltenen Roboter sind zudem an bestimmte Situationen anpassbar und können beispielsweise bei unvorhergesehenen Ereignissen oder neuen Anforderungen ihre Form verändern.

Raumfahrt

Nukleare Raumfahrtantriebe

Bei nuklearen Raumfahrtantrieben handelt es sich um Antriebslösungen für Raumfahrzeuge, die Kernenergie als primäre Energiequelle zur Erzeugung des Schubs von Raketentriebwerken nutzen. Solche Raketentriebwerke basieren auf einem Kernreaktor als Wärmequelle, um entweder direkt die erzeugte Wärme zur Expansion eines Treibstoffs zu nutzen oder sie in elektrische Energie zur Schuberzeugung (z. B. Ionenantrieb)

umzuwandeln. Grundsätzlich kommen für diesen Prozess sowohl die Kernspaltung als auch die Kernfusion in Frage. Sie sind interessant, da sie enorme Reichweiten bzw. Ausdauern (Wochen, Monate) ermöglichen, die mit anderen Triebwerken so nicht zu erreichen sind, und erhebliche Verkürzungen von Flugzeiten ermöglichen (mindestens zweifache Leistungssteigerung im Vergleich zu chemischen Antrieben).

Fractionated Spacecraft

Das Konzept der Fractionated Spacecraft erlaubt die Aufteilung von Funktionen einer herkömmlichen, monolithischen Satellitenarchitektur auf mehrere, räumlich separierte Module. Jedes Modul innerhalb des Netzwerks besitzt dabei eine spezifische Funktion, wie z. B. Energieversorgung, Kommunikation, Navigation oder Sensorik. Das Interesse für das Konzept steigt durch die Umsetzung von Megakonstellationen aus Kleinsatelliten. Besondere Vorteile solcher Systeme wären, dass die Konfigurationen flexibel an spezifische Anforderungen der Mission angepasst werden können, eine erhöhte Leistungsfähigkeit und Ausfallsicherheit durch Redundanzen sowie eine effiziente Skalierbarkeit und Kostenminimierung von der Entwicklung bis hin zum Betrieb.

NTN – Non Terrestrial Networks

Nicht-terrestrische Netze (NTN) sind drahtlose Kommunikationssysteme, die oberhalb der Erdoberfläche betrieben werden und Satelliten in einer niedrigen Erdumlaufbahn (LEO), einer mittleren Erdumlaufbahn (MEO) und einer geostationären Umlaufbahn (GEO), hoch gelegene Plattformen (HAPS) und Drohnen umfassen. Im Gegensatz zu herkömmlichen terrestrischen Netzen, die sich auf eine bodengestützte Infrastruktur stützen, nutzen NTN weltraumgestützte und luftgestützte Ressourcen, um Konnektivität zu bieten, insbesondere in abgelegenen und unterversorgten Gebieten. Sie spielen eine entscheidende Rolle bei der Verbesserung der globalen Kommunikationsabdeckung und sind ein wesentlicher Bestandteil des 5G- und künftigen 6G-Ökosystems, das eine breite Palette von Anwendungen vom Internetzugang bis zur kritischen Kommunikation unterstützt.

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 militärische 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 Testmöglichkeiten für Single Event Effects mittels Lasern

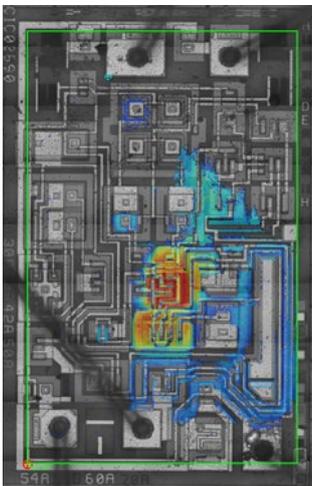


Abbildung 1: Erste Laser-SEE Ergebnisse mit dem neuen System am Fraunhofer INT. Ein Stromsensor-Chip wurde in Gänze mittels Laser-SEE mit $5\ \mu\text{m} \times 5\ \mu\text{m}$ Rasterung untersucht. Die lokal auftretenden Effekte werden hier farb-kodiert gemäß ihrer Größe dem Kamerabild des Chips überlagert.

Am Fraunhofer INT werden die Effekte durch im Weltall übliche hochenergetische Partikel wie Protonen oder Schwerionen auf elektronische Bauteile untersucht. Sehr kurzfristige Effekte, die von einem einzelnen hochenergetischen Teilchen herrühren, werden Einzelteilcheneffekte (SEE, Single Event Effects) genannt. Diese können zu kurzfristigen Störungen oder zu dauerhaften Effekten bis hin zur Zerstörung des Bauteils führen.

SEE-Tests werden traditionell an Hochenergiebeschleunigern mit Schwerionen oder Protonen durchgeführt. In Europa gibt es seit Jahren deutlich weniger verfügbare Strahlzeit, als für solche Tests benötigt wird. Dadurch entsteht eine Versorgungslücke, da die Nachfrage stetig steigt. Ohne die Möglichkeit die Effekte im Labor zu simulieren, besteht das Risiko, nicht alle Fehlerfälle der Bauteile abzudecken.

Als Alternative zu Tests mit Teilchenbeschleunigern gewinnen Lasersysteme zunehmend an Bedeutung, insbesondere im NewSpace-Sektor. Dabei werden hochfokussierte ($\sim 1\ \mu\text{m}$) und Kurzzeit-gepulste Laserstrahlen (Dauer: 450 Femtosekunden bis 30 Pikosekunden) genutzt, um die Auswirkungen hochenergetischer Teilchen der Weltraumstrahlung zu simulieren. Die Wellenlänge des Lasers variiert je nach Verfahren: Für die Einzelphotonenabsorption liegt sie im Bereich 1030-1060 nm, für die Zweiphotonenabsorption bei 1500-1550 nm. Laserlicht mit Wellenlängen knapp unterhalb der Siliziumbandlücke (1.12 eV entsprechend 1100 nm) ruft Ionisation in Silizium hervor und erzeugt Ionisation entlang des Strahlengangs durch das Substrat zum

empfindlichen Volumen. Durch systematische Abrasterung der Testobjekte und Injektion eines Laserpulses an jeder Koordinate erlaubt dies eine 2D-Kartierung des Bauteils, durch die man die Verteilung der Effekte über das Bauteil hinweg feststellen kann. Dadurch lässt sich identifizieren, welche funktionalen Blöcke in Abhängigkeit der Pulsenergie des Lasers besonders empfindlich und damit anfällig für SEE sind. Die exakte Rekonstruktion der Ergebnisse aus Beschleunigertests mit den Mitteln der Laser-SEE ist noch immer ein aktiver Forschungsgegenstand. Hier kann das Fraunhofer INT zur Etablierung dieser Methode beitragen.

Licht größerer Wellenlänge (niedrigerer Energie) als der Bandlücke des Halbleiters erzeugt normalerweise keine Ionisation in Silizium. Mit Hilfe eines nicht-linearen quantenmechanischen Effektes, der Zweiphotonenabsorption (TPA), können SEE bei größerer Wellenlänge und deutlich geringerer Pulsdauer dennoch erzeugt werden, die Wechselwirkung erfolgt dann ausschließlich im Fokuspunkt. Damit erlaubt dies eine 3D-Kartierung des Bauteils in der Tiefe.

Moderne Leistungs- oder Hochfrequenzelektronik wird häufig nicht mehr aus Silizium, sondern aus Materialien mit größerer Bandlücke (WBG, wie z. B. Galliumnitrid (GaN) oder Siliciumcarbid (SiC)) hergestellt. Hier können diese Effekte mittels Zweiphotonenabsorption von Licht geringerer Wellenlänge (höherer Energie) erzeugt werden. Die Erforschung der Laserinduzierten SEE in WBG-Materialien ist ein sehr aktueller Forschungsgegenstand.

Mehr zur Forschung im Bereich nuklearer Effekte





Abbildung 2: Steuereinheit des PULSYS-RAD Systems

Mit der Unterstützung des strategischen Investitionsfonds und der BMVg-Grundfinanzierung konnten nun zwei schlüsselfertige Testsysteme, das PULSYS-RAD System der Firma Pulscan und das SEREEL2 der Firma Radtest beschafft werden. Diese erlauben ein vollständig automatisiertes genaues Abrastern von Bauteilen. Dabei werden bei jedem Punkt des Rasters ein Laserpuls auf das Bauteil emittiert und die auftretenden SEE registriert. Beide Systeme unterstützen Untersuchungen an Silizium-Bauteilen mittels Einzelphotonen- und Zweiphotonenabsorption. Zusätzlich ermöglicht das PULSYS-RAD auch Untersuchungen an EEE-Bauteilen aus »Wide Band-gap« Materialien wie SiC und GaN.

Die Erforschung von SEE mit Beschleunigerionen oder Lasern erfordern einen Zugang zum Silizium und damit eine Entfernung des Bauteilpackages. Die aufwändige Präparation der Bauteile erfordert Spezialeinrichtungen zur zerstörungsfreien Bauteilöffnung und

Inspektion, welche alle am Fraunhofer INT zur Verfügung stehen: ein Röntgen-CT zur zerstörungsfreien Durchleuchtung, ein Säure- und ein Plasmadekapsulator zur Entfernung der Plastikpackages der Bauteile sowie eine Präzisionsfräse zum Herunterdünnen der Silizium-Substrate.

Zudem können die Systeme zur Verifikation der SEE-Testaufbauten vor Beschleunigertests mit Schwerionen verwendet werden und hier sicherstellen, dass auch statistisch seltene Ereignisse vom Aufbau erfasst werden können.

Von den Vorbereitungen der Tests und Präparation der Bauteile bis zur Durchführung und Analyse der Experimente kann das Geschäftsfeld NEO am Fraunhofer INT die meisten Fragestellungen der SEE bearbeiten und ist mit Hilfe des neuen Systems auch unabhängiger von externen Einrichtungen.

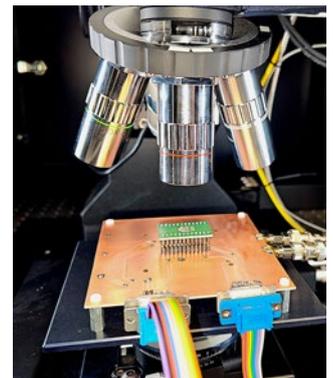


Abbildung 3: Testchip und Testboard auf XYZ-Tisch unter der Laser-Optik

Kontakt
 Michael Steffens
 michael.steffens@int.fraunhofer.de
 +49 2251 18-187

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

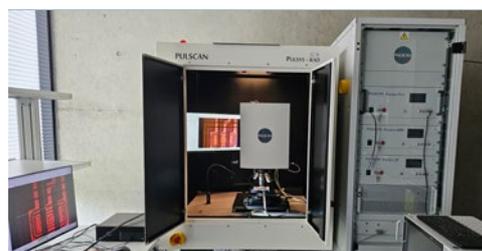


Abbildung 4: Laser-SEE-Setups am Fraunhofer INT

Unkonventionelle Bedrohungen erfordern Anpassungen bei Einsatzkräften

Das EU-Projekt »TeamUP« hilft Einsatzkräften in Gefahrenlagen mit chemischen, biologischen oder radiologischen Stoffen



In der gegenwärtigen Weltlage spielen Bedrohungen durch chemische, biologische oder radiologische Gefahrstoffe eine immer größere Rolle. Seien es Anschläge oder Unfälle – Polizei, Feuerwehr und Rettungsdienste müssen spontan mit derartigen Ereignissen umgehen können, auch ohne sofort Spezialisten am Einsatzort zu haben.

Mit dieser Problemstellung befasst sich das Anfang 2024 gestartete EU-Projekt »TeamUP«: ein Zusammenschluss von 23 europäischen Partnern aus 7 Ländern, darunter Hochschulen, Forschungseinrichtungen, Sicherheitsbehörden und Rettungsdienste. Mit dabei ist das Fraunhofer INT in einer abteilungsübergreifenden Zusammenarbeit der Geschäftsfelder TIP und NSD.

Im ersten Projektjahr wurden umfangreiche Schadensfall-Übungen in Deutschland, Belgien und Frankreich durchgeführt, um das vorhandene Potential der Einsatzkräfte zu analysieren und den Bedarf an Hilfsmitteln, etwa zur Gefahrstofferkennung oder Dekontamination, zu ermitteln und zu spezifizieren. In zwei vom Fraunhofer INT entwickelten Co-Creation-Workshops erarbeiteten Endanwender und Technologieentwickler gemeinsam Visionen und identifizierten konkrete Anforderungen. Dem Fraunhofer INT oblag außerdem die Konzeption und Implementierung einer Evaluationsmethodik zur Bewertung der neuen Lösungen. Im zweiten Projektjahr werden nun umfangreiche Labor- und später auch Feld-Tests durchgeführt.

Kontakt

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



Dieses Projekt wurde aus dem Forschungs- und Innovationsprogramm Horizont Europa der Europäischen Union im Rahmen der Finanzierungsvereinbarung Nr. 101121167 gefördert



Abbildung 1: Simulation eines Zugunglücks mit Gefahrstoff-Freisetzung: Übung am Miniaturmodell im Ausbildungszentrum der Feuerwehr Dortmund im Rahmen des Projekts TeamUP © Feuerwehr Dortmund

Neue Test- und Messmöglichkeiten für Hochleistungselektromagnetik

Modernisierung und Erweiterung der Test- und Messmöglichkeiten aus Mitteln des BMVg-Investitionsprogramms

Im Jahr 2022 wurde eine Modernisierung und Erweiterung der bestehenden Hochfrequenzquellen gestartet, welche zum Ende des Jahres 2024 weitestgehend abgeschlossen werden konnte. Auf Grund von Obsoleszenzen bei Ersatzteilen der bisher verwendeten Leistungsoszillatoren mussten diese durch moderne Halbleiterverstärker ersetzt werden. Hierbei konnte nicht nur der reine Ersatz der Quellen, sondern auch eine Erweiterung der Fähigkeiten realisiert werden. Insbesondere wurden die Parameterräume der erzeugbaren Signale deutlich verbessert. Die Abbildung 1 zeigt eine Übersicht über die Erfolge der Modernisierung der Hochfrequenzquellen. Neben dem in Blau dargestellten Ausgangspunkt (Status quo) aus dem Jahr 2022 ist in Grün die Fähigkeitserweiterung nach der Modernisierung im Jahr 2024 dargestellt.

Neben der Modernisierung der Hochfrequenzquellen wurde auch der Frequenzbereich 18–40 GHz mit Messtechnik neu erschlossen. In diesem Bereich stehen nun leistungsstarke Halbleiterquellen, arbiträre Signalgeneratoren und Leistungsmessgeräte zur Verfügung. Darüber hinaus wurden die Messmöglichkeiten im Bereich der Netzwerkanalyse mit vier Messatoren bis 43 GHz sowie der Spektralanalyse bis 85 GHz erweitert.

Kontakt
 Dr. Marian Lanzrath
 marian.lanzrath@
 int.fraunhofer.de

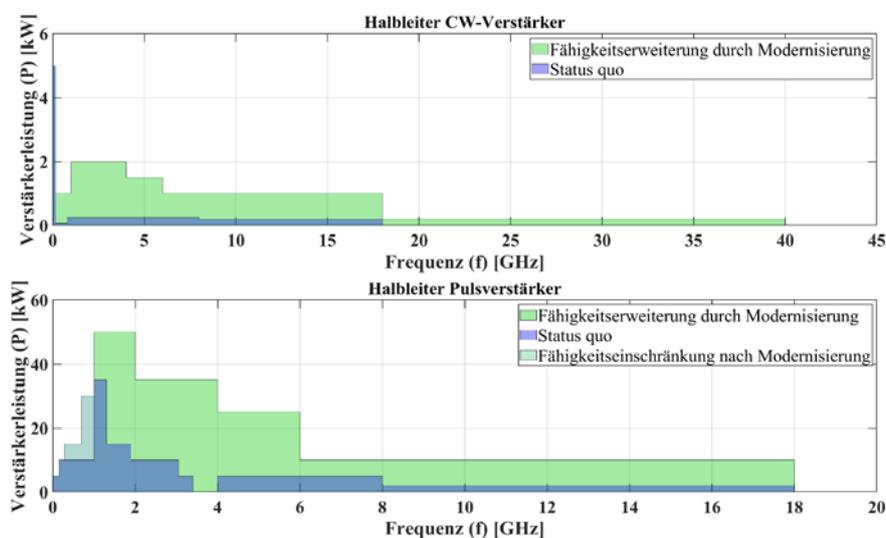


Abbildung 1: Übersicht zur Modernisierung der Hochfrequenzquellen

Integration des HPEM-Detektionssystems FORDES als Fahrzeugsensor

Mobiles Detektionssystem für elektromagnetische Hochleistungsstörungen wird zu Sensor in militärischem Landfahrzeug weiterentwickelt

Kontakt

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

Risiken durch elektromagnetische Hochleistungsstörungen

Wenn in elektronische Geräte und Systeme von außen zusätzliche Spannungen und Ströme auf die inneren Leiterbahnen und Baugruppen wirken, können bei zunehmender Stärke Funktionsstörungen, Abstürze und Totalausfälle auftreten. Durch einen solchen Einsatz von »High Power Electromagnetics« (HPEM) besteht die Möglichkeit der wiederholten, diskreten Ferneinwirkung, was insbesondere für kritische Systeme ein erhebliches Sicherheitsrisiko darstellen kann.

Detektion als Teil eines Schutzkonzepts

In vielen Fällen können technische, bauliche und organisatorische Maßnahmen teilweise Abhilfe schaffen. Allerdings wird nicht jedes System gleichermaßen robust entworfen oder nachträglich ertüchtigt, um gegen alle erwartbaren Störeinwirkungen gewappnet zu sein. Besonders herausfordernd ist es, Fehler durch bewusste Störversuche von üblichen Hard- und Softwareproblemen ursächlich abzugrenzen. So kann erst durch eine geeignete Messvorrichtung zuverlässig Aufschluss über sich anbahnende oder bereits erfolgreiche elektromagnetische Störversuche gewonnen werden.

Am Fraunhofer INT wird im Rahmen einer jahrzehntelangen Historie der Laborforschung zum Thema HPEM bereits über mehrere Iterationen die Hardwareentwicklung solcher

Detektionslösungen vorangetrieben. Zu Beginn des Jahrzehnts entstand dabei der Prototyp eines forensischen Detektionssystems (FORDES) für Hochleistungsmikrowellen.

Insbesondere im militärischen Bereich kommt zunehmend komplexe Elektronik und Sensorik zum Einsatz, die hohe Anforderungen an die Verfügbarkeit stellt. Feste Installationen der Informations- und Kommunikationstechnologien können ebenso zum Ziel von HPEM werden wie mobile Einsatzrüstung oder Fahrzeuge. Um den entsprechenden Informationsbedarf abzudecken, wird in einem aktuellen Forschungsprojekt untersucht, wie der entwickelte Detektor-Prototyp als Sensor in ein militärisches Landfahrzeug integriert werden kann.

Anpassungen für eine Fahrzeugintegration

Im Gegensatz zum autarken Betrieb müssen für die Integration in ein Fahrzeug geeignete Anpassungen am Detektorsystem vorgenommen werden. Hardwareseitig bedingt der neue Montageort andere Rahmenbedingungen für die Ausbreitung von Funkwellen, was die Empfangscharakteristik des Systems beeinflusst. Unterstützt durch numerische Simulationen werden Konzepte zur Anpassung der verbauten Antennenvorrichtungen entwickelt. Bei Strom- und Netzwerkanschluss müssen die speziellen Anforderungen für den Fahrzeugeinsatz berücksichtigt werden, ebenso wie die mechanische Befestigung.

Mehr zu der Forschung
im Bereich HPEM





Abbildung 1: Joint Operational Demonstrator for Advanced Applications, JODAA

Um den neuen Sensor direkt im Verbund mit standardisierten IT-Lösungen betreiben zu können, werden in Kooperation mit dem Fraunhofer FKIE Anpassungen an der Datenschnittstelle vorgenommen. Anstatt wie bisher mit einem Webinterface zu kommunizieren, werden alle Kontrollvorgänge sowie die relevanten Messdaten über das Bordnetzwerk des Zielfahrzeugs mit einem Führungsinformationssystem ausgetauscht. Das Datenmanagement orientiert sich dabei an der standardisierten NATO Generic Vehicle Architecture (NGVA), in die ein neues Template für einen HPEM-Sensor eingeführt wird.

Für die Nutzerschnittstelle wurde bereits eine vorläufige Implementierung eines Sensor-Plugins für das künftig in der Bundeswehr relevante System »Sitaware Frontline« vorgenommen. Informationen wie die Stärke und Einfallsrichtung der Störsignale werden im dargestellten Kartenausschnitt grafisch visualisiert, ergänzt durch ein Ausklappmenü mit weiteren Informationen.

Weiterentwicklung bis zur Einsatztauglichkeit

Als Zielplattform für die Einbindung wurde ein Radpanzer vom Typ Boxer, der für die Erprobung von Zukunftssystemen aus dem Bundeswehrfuhrpark (Joint Operational Demonstrator

for Advanced Applications, JODAA) ausgerüstet ist, identifiziert. Ende letzten Jahres wurde zudem in einem Workshop der Bedarf des Endnutzers systematisch erhoben, unter anderem mit Simulationsfahrten in einer virtuellen Einsatzumgebung. Eine Schlüsselanforderung besteht darin, dass essentielle Sensorinformationen im Sinne der Missionsdurchführung unmissverständlich zur Kenntnis gebracht werden, insbesondere unter erschwerten Einsatzbedingungen.

Die gesammelten Erfahrungswerte fließen in die Weiterentwicklung der Nutzerschnittstelle ein, während gleichzeitig die notwendigen weiteren Änderungen an Hardware und Datenarchitektur vorgenommen werden. Zum Projektende 2026 soll das System dann unter einsatzartigen Bedingungen vorgeführt werden.

»Erst durch eine Detektionslösung kann die ansonsten unsichtbare äußere Störeinwirkung erfasst werden.«

Dr. Marian Lanzrath

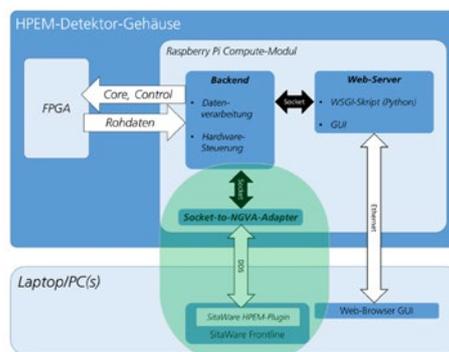


Abbildung 2: Schematischer Überblick des Systemkonzepts mit Erweiterung für den Fahrzeugbetrieb

NeT pionier – NewSpace Teststraße

Neues Projekt zur Digitalisierung von Testverfahren für NewSpace

Kontakt

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

Im Zuge der zunehmenden Kommerzialisierung der Raumfahrt ist die fortgeschrittene Automatisierung von Tests und Betriebsinfrastrukturen sowie -prozessen ein Schlüsselfaktor für den NewSpace-Sektor. Eine verstärkte Testautomatisierung ist von entscheidender Bedeutung, um frühzeitige und kontinuierliche Funktionstests im Rahmen schneller Entwurfs-, Integrations- und Testzyklen zu ermöglichen.

Neue digitalisierte und standardisierte Ansätze können sowohl die Effizienz von Testverfahren erhöhen als auch die Auswertung und Dokumentation erleichtern sowie die Effektivität, Reproduzierbarkeit und Nutzung der Infrastruktur optimieren.

Im August 2024 ist hierfür das Projekt »NeT pionier« gestartet. Ziel des Projekts ist es, die Entwicklung und Umsetzung digitalisierter, automatisierter und standardisierter Testmöglichkeiten für NewSpace-Technologien in Deutschland voranzutreiben und damit die globale Wettbewerbsfähigkeit zu stärken. »NeT pionier« ist von der Deutschen Raumfahrtagentur im DLR und dem Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz gefördert, um noch fehlende, schnelle Testinfrastrukturen in Deutschland zu schaffen.

Die Projektleitung liegt bei der Geschäftsstelle SPACE von Fraunhofer AVIATION & SPACE und dem Fraunhofer EMI. Stephan Busch (Fraunhofer EMI, Außenstelle Würzburg) und Nadya Ben Bekhti-Winkel (Fraunhofer AVIATION & SPACE) haben die Projektleitung des leistungsstarken »NeT pionier«-Konsortiums mit den Instituten Fraunhofer EMI, Fraunhofer

IIS, Fraunhofer INT, Fraunhofer IOF, Fraunhofer IPM, Fraunhofer ISC sowie den Industriepartnern Astos Solutions, GSSE und LEOspace übernommen.

Effizientes Testen im NewSpace

»NeT pionier« zielt darauf ab, zukünftig die Entwicklung und Produktion von NewSpace-Technologien effizienter, schneller und kostengünstiger zu gestalten. Dafür sollen innovative technische Ansätze und Testmethoden untersucht werden im Hinblick auf Chancen und Herausforderungen, die sich durch die Verwendung moderner Ansätze bezüglich Digitalisierung, Standardisierung, Automatisierung und Remoteassistenz ergeben. Angesichts der wachsenden Entwicklung des NewSpace-Sektors und der derzeitigen Position Deutschlands hinter führenden Nationen adressiert dieses Projekt eine kritische Lücke in den vorhandenen Testfähigkeiten und -kapazitäten. Durch die Optimierung der Testumgebungen und die Anpassung an neue Marktanforderungen soll nicht nur die Qualität und Zuverlässigkeit zukünftiger Satelliten des NewSpace-Sektors verbessert werden, sondern auch die Grundlage für eine führende Rolle Deutschlands in der zukünftigen Raumfahrtindustrie gelegt werden.

Fraunhofer AVIATION &
SPACE





Abbildung 1: Infografik zum Projekt NeT pioneer

Ein Projekt in drei Phasen

In der ersten Phase soll ein gemeinsames Grundkonzept erarbeitet werden, an dem sich die parallel laufenden Arbeitspakete der verschiedenen Fraunhofer-Institute zur Untersuchung konkreter Optimierungspotentiale im Hinblick auf Digitalisierung, Standardisierung, Automatisierung und Remoteassistenz orientieren.

In der zweiten Phase sollen mehrere parallel laufende Konzeptuntersuchungen zu unterschiedlichen potentiellen Anwendungsbereichen von Digitalisierung, Standardisierung, Automatisierung und Fernunterstützung in Bezug auf verschiedene typische Fraunhofer-interne Testeinrichtungen und Methoden durchgeführt werden. Die Analysen umfassen unter anderem technische und organisatorische Konzepte zur Kostensenkung und Effizienzsteigerung typischer Testszenarien, die entsprechende Spezifikation der Schnittstellen, Optimierungschancen und technische Herausforderungen sowie den potenziellen Einsatz von KI.

In einer abschließenden Homogenisierungsphase sollen die in den parallelen Konzeptuntersuchungen erbrachten Forschungs- und Entwicklungsergebnisse zusammengefasst und vereinheitlicht werden.

Am Fraunhofer INT wird zurzeit zusätzlich das Projekt »NE goes digital« zur Labordigitalisierung durchgeführt. Dieses dient der Effizienzsteigerung durch automatisierte Testzyklen, einer QM-konformen Standardisierung von Mess- bzw. Testverfahren sowie der Flexibilisierung der Arbeitsabläufe durch Verknüpfung moderner Arbeitskonzepte wie beispielsweise mobiles Arbeiten mit ortsgebundenen Tätigkeiten.

Für das Fraunhofer INT ergeben sich aus der Kombination der Projekte »NeT pioneer« und »NE goes digital« wertvolle Erkenntnisse, um das erfolgreiche F&E-Geschäftsmodell weiter zu optimieren.



Abbildung 2: Kick-Off Meeting zum Projektstart

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Sonstiges

Kurz notiert

Allianzen, Verbände, Netzwerke

Die Fraunhofer-Gesellschaft

Fraunhofer INT im Profil

Fraunhofer INT in Zahlen



Das Fraunhofer INT auf der Hannover Messe

Energizing a sustainable industry

Vom 22. bis 26. April 2024 fand die jährliche Hannover Messe statt. Unter dem Motto 75 Years of Innovation war die Fraunhofer-Gesellschaft erneut mit einem Gemeinschaftsstand in Halle 2 vertreten.

Neben den bewährten 3D-Modellen mit Analysen zu Zukunftstechnologien aus dem KATI@-System stellte das Fraunhofer INT eine überarbeitete Version des letztjährigen Umfrage-Exponats vor. Diesmal wurden die Besucher*innen vor Ort gefragt, welches Thema sie aktuell in den Bereichen Energie, Mobilität und Sicherheit für das wichtigste halten. Je nach Präferenz konnten sie einen Tischtennisball in eine der drei thematischen zugeordneten Röhren werfen. Die Abstimmungsergebnisse der einzelnen Messetage sind im #HM24-Highlight auf unserem Instagram-Account einsehbar.

In diesem Jahr präsentierten 18 Institute der Fraunhofer-Gesellschaft auf dem Gemeinschaftsstand wegweisende Exponate aus den Bereichen Adaption, Materialwissenschaften und Produktion. Die innovativen Konzepte konzentrierten sich auf zukunftsweisende Themen wie Energie und Kreislaufwirtschaft, Produktionstechnologien, Künstliche Intelligenz, Sicherheit und digitale Transformation sowie smarte Strukturen und Leichtbau. Die Hannover Messe gilt als die weltweit bedeutendste Industriemesse für neue Technologien und industrielle Transformation.



Abbildung 1: Die Kolleg*innen des Fraunhofer INT am Stand

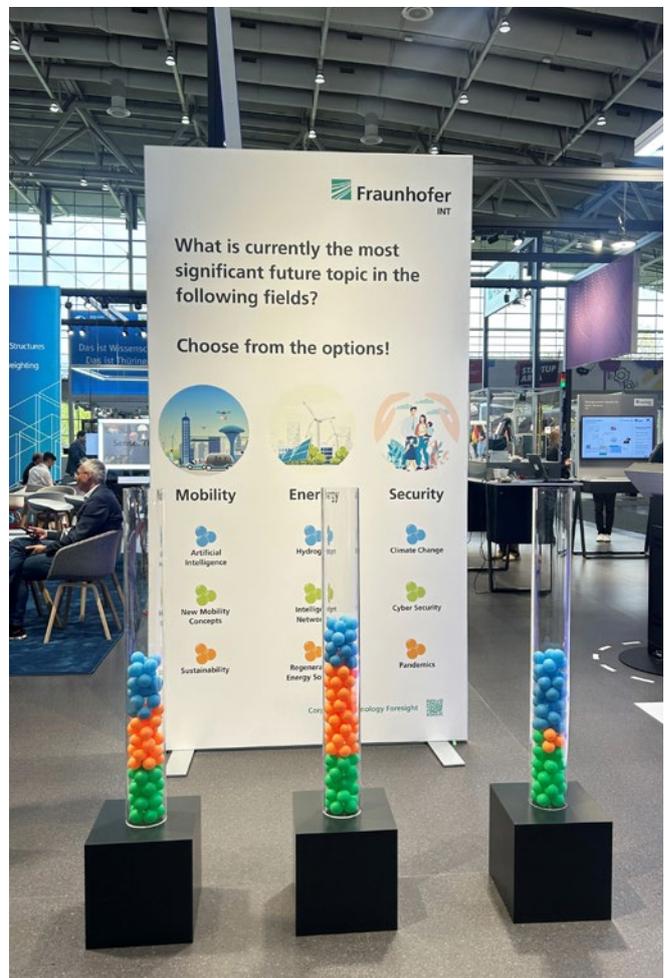


Abbildung 2: Das Umfrage-Exponat

Workshop »Immersive Technology Foresight«

Zukunftsszenarien erlebbar machen

In Kooperation mit der Ideenfabrik Nachhaltige Wirtschaft in Euskirchen hat das Foresight Cube-Team des Fraunhofer INT Mitte des Jahres einen eintägigen Workshop durchgeführt, um potenziellen Kund*innen die Idee des immersiven Foresight-Prozesses vorzustellen und Feedback einzuholen. Dabei wurden sowohl die grundlegenden Ideen und Ansätze des Foresight Cubes vorgestellt und diskutiert, als auch einzelne Schritte eines Foresight-Prozesses anhand praxisnaher Beispiele konkret durchgespielt. Ein besonderer Schwerpunkt des Workshops lag darauf, die Bedarfe kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) mit dem geplanten Angebot des Foresight Cubes abzugleichen und gleichzeitig die Vorteile immersiver Umgebungen und Technologien im Foresight-Prozess aufzuzeigen. Erstmals kamen VR-Brillen zum Einsatz, um die Teilnehmenden direkt in mögliche Zukunftsszenarien zu versetzen und ihr kreatives Potenzial voll auszuschöpfen. Der Workshop lieferte zahlreiche entscheidende Erkenntnisse für die Weiterentwicklung innovativer Methoden im Rahmen des Projekts Foresight Cube.



Abbildung 1: Einsatz der VR-Brille auf dem Workshop

»I'm a Scientist, Get me out of here!«

Fraunhofer INT-Mitarbeiter zum »Lieblingsscientist« gewählt

Das Onlineangebot »I'm a Scientist, Get me out of here!« ermöglicht Schüler*innen (ab der 5. Klasse) einen direkten Austausch mit Wissenschaftler*innen. Jährlich finden mehrere Runden zu verschiedenen Themen statt, wie zum Beispiel »Demokratie und Künstliche Intelligenz (KI)« oder »KI kreativ«. Die Fragen werden auf der Webseite von I'm a Scientist (imascientist.de/) oder in 30-minütigen Livechats gestellt. In diesen Livechats trifft eine Schulklasse auf eine Gruppe von Wissenschaftler*innen.

Nach den Sommerferien 2024 stand das Thema KI im Mittelpunkt. Die Schüler*innen stellten Fragen wie: »Wie lange dauert es, ein KI-Programm wie ChatGPT zu programmieren?« oder »Könnten die Filme, in denen KI die Weltherrschaft übernimmt, tatsächlich irgendwann wahr werden?«. Im Anschluss an den Livechat hatten die Schüler*innen die Möglichkeit, abzustimmen, welche*r der Wissenschaftler*innen sie am meisten beeindruckt hat. In dieser Themenrunde wurde Dr. Miloš Jovanović vom Fraunhofer INT zum »Lieblingsscientist« gewählt.

Das Preisgeld von 500 € wird für ein Wissenschaftskommunikationsprojekt mit dem Gymnasium Bayreuther Str. in Wuppertal verwendet. In dem Workshop soll den Schüler*innen die Arbeit des Fraunhofer INT nähergebracht werden, um ihr Interesse an einem wissenschaftlichen Werdegang zu wecken. So leistet das Institut einen Beitrag zur frühzeitigen Förderung junger Talente.



DWT F&T-Tagung

Angewandte Forschung für Verteidigung und Sicherheit in Deutschland

Vom 19. bis 21. März 2024 hat das Fraunhofer INT erneut an der Konferenzreihe »Angewandte Forschung für Verteidigung und Sicherheit in Deutschland« der Deutschen Gesellschaft für Wehrtechnik e. V. (DWT) im Maritim Hotel in Bonn teilgenommen. Neben dem Vortragsprogramm bestehend aus Panel- und Poster-Sessions gab es auch wieder eine begleitende Ausstellung.

Dort war das Fraunhofer INT auf dem Gemeinschaftsstand des Fraunhofer-Leistungsbereichs Verteidigung, Vorbeugung und Sicherheit (VVS) in diesem Jahr mit gleich drei Exponaten vertreten. Zum wiederholten Mal wurde das KATI-System, mit dem Publikationsdaten analysiert und so bei der Technologievorausschau unterstützt werden kann, vorgeführt. Die Besucher*innen konnten das System live testen, eigene Suchanfragen durchführen und mit den Wissenschaftler*innen des Fraunhofer INT die Ergebnisse diskutieren. Ebenfalls präsentiert wurde ein HPEM-Detektor, mit welchem Hochleistungsmikrowellen detektiert werden können, um kritische Infrastrukturen vor Angriffen durch elektromagnetische Strahlung zu schützen. Zum ersten Mal dabei waren mehrere 3D-gedruckte Exponate des Foresight Cubes, einem laufenden Forschungsvorhaben, bei dem Zukunftsthemen durch einen immersiv eingerichteten Raum erlebbar gemacht werden.

Zudem war das Fraunhofer INT mit den Vorträgen »Postfossile Bundeswehr« von Jürgen Kohlhoff und »Forensisches Detektionssystem für Intentional Electromagnetic Interference (IEMI)« von Dr. Thorsten Pusch in zwei Sessions vertreten.

Die Konferenz fand 2024 bereits zum sechsten Mal statt. Es handelt sich um die deutschlandweit größte wehr- und sicherheitstechnische Tagung im Bereich Forschung und Technologie und findet turnusmäßig alle zwei Jahre statt. Zu den Organisatoren gehörten neben der DWT auch der Fraunhofer VVS, die Bundeswehr, das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und der F&T Ausschuss der Bundesvereinigung Deutscher Stahlrecycling- und Entsorgungsunternehmen e. V. (BDSV).



Abbildung 1: Dr. Sebastian Wagner und Daniel Richter auf der Angewandte Forschung für Verteidigung und Sicherheit in Deutschland

Fotoshooting für die Fraunhofer-Arbeitgebermarke

Für mehr Inklusion bei Fraunhofer – Veränderung startet mit uns

Am 23. Februar 2024 fand am Fraunhofer INT ein Fotoshooting für die Inklusionskampagne der neuen Fraunhofer-Arbeitgebermarke statt. Kolleginnen aus der Zentrale der Fraunhofer-Gesellschaft und ein Fotografen-Team arbeiteten gemeinsam an diesem Projekt. Abgelichtet wurden die Fraunhofer INT-Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter Preeti Sarin, Dr. Claudia Berchtold (Beauftragte für Chancengleichheit) sowie Dr. Marcus John (Schwerbehindertenvertretung).

Der Tag begann mit einem Briefing und einem Touch-up durch eine Visagistin. Parallel dazu wurde der Raum für das Fotoshooting sorgfältig vom Fotografen-Team ausgeleuchtet und Utensilien wie die KATI 3D-Modelle auf dem Tisch platziert, um eine authentische Besprechungssituation darzustellen. Nachdem die Blusen und Hemden noch einmal glattgebügelt wurden, startete das eigentliche Shooting, das nach zwei Stunden erfolgreich abgeschlossen wurde.

Die Entscheidung von Preeti, Claudia und Marcus, an dieser Inklusionskampagne mitzuwirken, ist ein klares Bekenntnis zur Vielfalt und Offenheit von Fraunhofer. Sie möchten aktiv Menschen ermutigen, sich bei Fraunhofer zu bewerben – unabhängig von ihrer Herkunft, sexueller Orientierung oder Behinderung. Es ist ihnen ein wichtiges Anliegen, dass jede und jeder Einzelne die Chance haben sollte, Teil der Fraunhofer-Gemeinschaft zu werden. Dieses Engagement für Inklusion und Gleichstellung ist ein zentraler Bestandteil der Unternehmenskultur von Fraunhofer und trägt zu einem positiven Arbeitsumfeld bei, in dem Vielfalt als Stärke angesehen wird.



Abbildung 1: Die fertige Fotografie für die Fraunhofer-Arbeitgebermarke

Kidsbox

Vereinbarkeit von Beruf und Familie

2024 hat das Fraunhofer INT eine »Kidsbox« erhalten, die speziell für den Aufenthalt von Kindern unter acht Jahren im Büro konzipiert ist. Dieser praktische Container enthält diverses Spielzeug, eine Spielmatte, einen kleinen Tisch und sogar ein Babybett. Mit der Einführung der Kidsbox möchte das Fraunhofer INT die Arbeit mit Kindern im Büro erleichtern und unterstützen. Sie bietet nicht nur eine sichere und ansprechende Umgebung für die Kleinen, sondern ermöglicht es den Mitarbeitenden auch, Beruf und Familie besser zu vereinbaren.



Abbildung 1: Die Kidsbox

Fraunhofer AVIATION & SPACE

Was macht die Geschäftsstelle SPACE?

Unter dem Dach von Fraunhofer AVIATION & SPACE verbinden 37 Fraunhofer-Institute ihre Kompetenzen auf dem Gebiet der industriellen Luft- und Raumfahrttechnik, um Verbänden wie dem Bundesverband der Deutschen Luft- und Raumfahrtindustrie (BDLI), dem Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) und Zuwendungsgebern wie der Europäischen Weltraumorganisation (ESA), der Deutschen Raumfahrtagentur im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR RfA) oder der Europäischen Kommission einen zentralen Ansprechpartner zu bieten. Ziel von Fraunhofer AVIATION & SPACE ist die Zusammenarbeit mit Industrieunternehmen und wissenschaftlichen Partnern aus den Bereichen Luft- und Raumfahrt.

Durch die thematische Zweiteilung hat Fraunhofer AVIATION & SPACE zwei Sprecher sowie zwei Geschäftsstellen. Prof. Dr. Frank Schäfer, stellvertretender Institutsleiter des Fraunhofer-Instituts für Kurzzeitdynamik EMI, ist der Sprecher für SPACE. Die Geschäftsstelle SPACE ist am Fraunhofer INT beheimatet. Sie leitet und beteiligt sich an zahlreichen institutsübergreifenden Projekten, beispielsweise im Auftrag der ESA oder der DLR RfA. Darüber hinaus vertritt sie die gemeinsamen Interessen in Gremien wie dem DG DEFIS, der Europäischen Kommission und der European Association of Space Technology Research Organisations (EASTRO).

Zudem organisiert die Geschäftsstelle Aktivitäten für die Mitgliedsinstitute, baut Netzwerke mit KMUs und Start-Ups auf und sorgt für einen sichtbaren und einheitlichen Auftritt nach außen, um Kund*innen und Kooperationspartner*innen eine zentrale Anlaufstelle für raumfahrtbezogene Fragestellungen bei Fraunhofer zu bieten.

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« ist es das Ziel des Verbunds, Innovationssysteme und deren Wandel zu verstehen und interdisziplinäres Wissen weiterzugeben. Dazu arbeiten rund 1600 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus den fünf Fraunhofer-Instituten IAO, ISI, INT, IRB und IIS-SCS zusammen. Das Fraunhofer ISI wird nun um den Standort Leipzig erweitert, mit den Abteilungen Regionale Transformation und Innovationspolitik sowie Wissens- und Technologietransfer. Zuvor waren diese Abteilungen Teil des Fraunhofer IMW, das Ende März 2025 geschlossen wurde. Ihr Wissen und ihre Expertise fließen nun in die Forschungsaktivitäten des Fraunhofer ISI ein.

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) bietet Konzepte für umfassende Sicherheit: Der Fraunhofer VVS forscht für Schutz und Sicherheit gegenüber militärischer, technischer, terroristischer, natürlicher und krimineller Bedrohung. Er 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 zwölf Fraunhofer-Institute zusammengeschlossen, um auf nationaler und internationaler Ebene mit umfassender Expertise und Forschung für praxistaugliche Lösungen und Einsatzunterstützung zu sorgen. Er bündelt die Interessen und Aktivitäten der Mitgliedsinstitute und vertritt diese nach außen und innen.

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 machen 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.

Lehrstuhl für Technologieanalysen und -vorausschau auf dem Gebiet der Sicherheitsforschung

Ergänzung im Bereich der Ingenieurwissenschaften

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 (Vorlesungen) 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 »Angewandte Zukunftsforschung«, »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. Seit ihrer Gründung als gemeinnütziger Verein im Jahr 1949 nimmt sie eine einzigartige Position im Wissenschafts- und Innovationssystem ein. Mit knapp 32 000 Mitarbeitenden betreibt Fraunhofer 75 Institute und selbstständige Forschungseinrichtungen in Deutschland. Im Innovationsprozess spielt Fraunhofer 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.

Die zentrale Kundengruppe stellen große und mittelständische Unternehmen dar. Sie nutzen die Expertise von Fraunhofer, um mit neuen Technologien ihre Wettbewerbsfähigkeit auszubauen. Seit Jahren zählt Fraunhofer zu den aktivsten Patentanmeldern in Deutschland und Europa. Ein internationales Patentportfolio bildet die Grundlage für den Technologietransfer durch Forschungsprojekte, Ausgründungen und Lizenzierung. Darüber hinaus adressiert Fraunhofer gesamtgesellschaftliche Ziele in wichtigen Technologiebereichen durch interdisziplinäre und internationale Kooperationen im konkreten Marktumfeld. Beispiele sind Entwicklungen für die Sektoren Mikroelektronik, KI und Quanten, Gesundheit, Kreislaufwirtschaft und neue Materialien sowie für Energie, die Sicherheit kritischer Infrastrukturen und den Verteidigungssektor.

Im Bereich öffentlich geförderte Konsortialvorhaben mit Industriepartnern ist Fraunhofer ein attraktiver und etablierter Akteur. Darüber hinaus trägt die Fraunhofer-Gesellschaft maßgeblich zur Stärkung und Zukunftsfähigkeit des Innovations- und Wirtschaftsstandorts Deutschland bei. Durch ihre Aktivitäten entstehen Arbeitsplätze in Deutschland, Investitionseffekte in der Wirtschaft erhöhen sich, Unternehmen erlangen Wettbewerbsvorteile 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.

Das jährliche Finanzvolumen der Fraunhofer-Gesellschaft beträgt 3,6 Mrd. €. Davon entfallen 3,1 Mrd. € auf das zentrale Geschäftsmodell von Fraunhofer, die Vertragsforschung. Im Vergleich zu anderen öffentlichen Forschungseinrichtungen bildet die Grundfinanzierung durch Bund und Länder lediglich das Fundament des jährlichen Forschungshaushalts. Sie ist die Basis für wegweisende Vorlaufforschung, die in den kommenden Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft bedeutend wird. Das entscheidende Alleinstellungsmerkmal ist der hohe Anteil an Wirtschaftserträgen, der Garant ist für die enge Zusammenarbeit mit Wirtschaft und Industrie und die stetige Marktorientierung der Fraunhofer-Forschung: 2024 beliefen sich die Wirtschaftserträge auf 867 Mio. € des laufenden Haushalts. Ergänzt wird das Forschungsportfolio durch im Wettbewerb eingeworbene öffentliche Projektmittel, wobei eine ausgewogene Balance zwischen öffentlichen und wirtschaftlichen Erträgen angestrebt wird.

Hoch motivierte Mitarbeitende sind der wichtigste Erfolgsfaktor für Fraunhofer. Daher öffnet die Wissenschaftsorganisation Freiräume für eigenverantwortliches, gestaltendes und zielorientiertes Arbeiten. Durch gezielte Förderung der fachlichen und persönlichen Entwicklung unterstützt Fraunhofer Karrierechancen in der Wissenschaft wie auch in der Wirtschaft.

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. Sein Erbe prägt den Innovationsgeist der Organisation bis heute.

Stand der Zahlen: April 2025
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**
BMFTR 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

*24. Sitzung des
Fraunhofer INT Kuratoriums
Euskirchen, 04. Juni 2024*

Fraunhofer INT in Zahlen

Daten und Fakten

Personal

Wir beschäftigten im Jahr 2024 147 Mitarbeitende mit 118,8 Vollzeitäquivalenten, darunter 78 Wissenschaftler*innen (70,2 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.

Personalentwicklung

	2022		2023		2024	
	besetzte Stellen	Personen	besetzte Stellen	Personen	besetzte Stellen	Personen
Wissenschaftler*innen	63,7	70	64,8	78	70,2	78
Graduierte	28,5	30	30,5	35	26,4	32
Techniker*innen, Sonstige	18,1	21	17,5	24	16,7	17
Hilfskräfte, Auszubildende	7,0	13	5,3	12	5,5	20
Summe	117,3	134	118,1	149	118,8	147

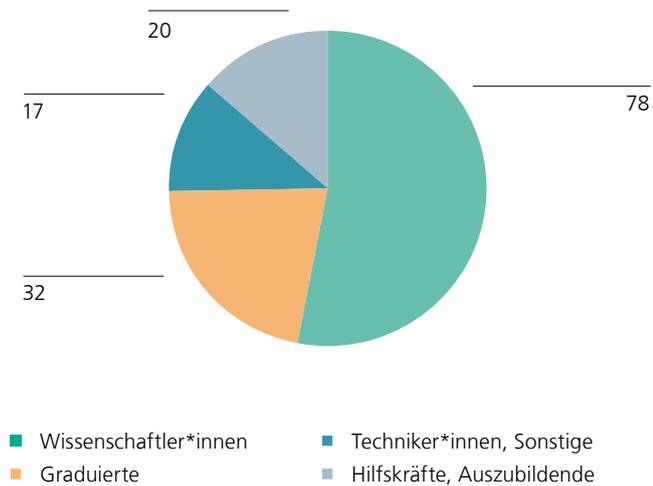
Haushalt in 1.000 €

	2022	2023	2024
Betriebshaushalt	12.693,1	12.986,8	14.366,0
- davon Personal	9.651,2	10.287,1	11.066,7
- davon Sachaufwand	3.041,9	2.699,7	3.299,3
Investitionshaushalt	4.299,5	5.813,7	6.137,9
Gesamt	16.992,6	18.800,5	20.503,9

Finanzierung in 1.000 €

	2022	2023	2024
Grundfinanzierung	11.155,9	10.900,6	13.442,8
Auftragsforschung	5.836,7	7.899,9	7.061,1
Gesamt	16.992,6	18.800,5	20.503,9

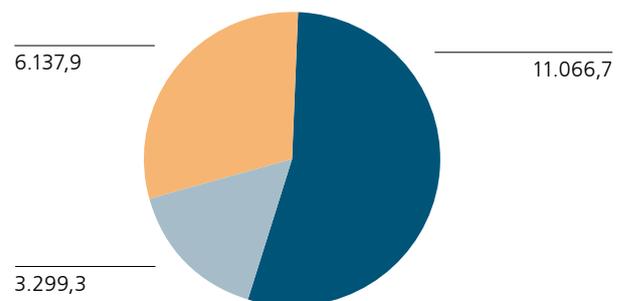
Personal



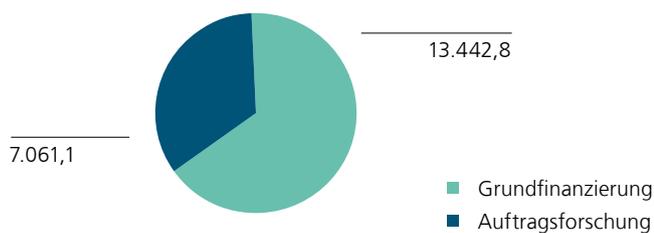
Haushalt

Der Betriebshaushalt ist im Jahr 2024 auf 14,4 Mio. € gestiegen. Wir konnten ein dreijähriges Sonderinvestitionsprogramm erfolgreich abschließen und erreichten dadurch einen Investitionshaushalt von 6,1 Mio. €. Mit diesem Investitionsprogramm wurde die experimentelle Ausstattung des Instituts umfassend modernisiert und die Zukunftsfähigkeit unserer Forschung nachhaltig gesichert.

Haushalt 2024 in 1.000 €



Finanzierung 2024 in 1.000 €



- Investitionen
- Personalkosten
- Sachaufwand

Anhang

Lehrveranstaltung

Baaden, P.: Vorlesung und Übung »Exploratory Methods in Entrepreneurship Research«, Masterstudiengang »Management & Economics«, Ruhr-Universität Bochum, Wintersemester 2024/2025

Bantes, R.: Seminar »Sicherheitsforschung und Zukunftsforschung«, Bachelor- und Masterstudiengang »Maschinenbau«, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Sommersemester 2024

Chmel, S.: Vorlesung und Übung »Physics«, Bachelorstudiengang »Naturwissenschaftliche Forensik«, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, Sommersemester 2024

Chmel, S.: Vorlesung und Übung »Measuring Techniques«, Bachelorstudiengang »Naturwissenschaftliche Forensik«, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, Wintersemester 2024/2025

Frick, C.; Jovanović, M.: Seminar »Informetrie, Bibliometrie, Szientometrie«, Bachelorstudiengang, »Bibliothek und digitale Kommunikation« und »Data and Information Science«, Technische Hochschule Köln, Sommersemester 2024

Hemmers, C.; Kohlhoff, J.: Projektarbeit »Technologiefrüherkennung und Zukunftsforschung«, Masterstudiengang, »Technik Management & Optimierung«, Hochschule Ravensburg-Weingarten, Sommersemester 2024

John, M.: Seminar »Data Driven Foresight«, Bachelor- und Masterstudiengang »Maschinenbau«, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Wintersemester 2024

Jovanović, M.: Seminar »Project Technology Application (Applied Technology Foresight)«, Masterstudiengang »Global Foresight and Technology Management«, Technische Hochschule Ingolstadt, Wintersemester 2023/2024

Lauster, M.: Vorlesung »Methoden der Zukunftsforschung - Technologieanalyse«, Bachelor- und Masterstudiengang »Maschinenbau«, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Sommersemester 2024

Lauster, M.: Vorlesung »Methoden der Zukunftsforschung - Technologievorausschau«, Bachelor- und Masterstudiengang

»Maschinenbau«, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Wintersemester 2024

Lauster, M.: Vorlesung »Technologiefrüherkennung und Zukunftsforschung«, Masterstudiengang, »Technik Management & Optimierung«, Hochschule Ravensburg-Weingarten, Sommersemester 2024/2025

Lauster, M.: Seminar »Ethik für Ingenieure«, Bachelor- und Masterstudiengang »Maschinenbau«, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Sommersemester 2024

Lauster, M.: Seminar »Wissenschafts- und Erkenntnistheorie«, Bachelor- und Masterstudiengang »Maschinenbau«, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Wintersemester 2024/2025

Metzger, S.: Vorlesung »Experimental Techniques in Particle Physics«, Masterstudiengang »Physik«, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Wintersemester 2024/2025

Römer, S.; Wagner, S.: »Research Methods and Tools (Focus Technology Foresight)«, Masterstudiengang, »Strategy and International Security«, Universität Bonn, Sommersemester 2024

Abschlussarbeiten

Sarin, P.: Masterarbeit »Natural Language Processing and Topic Modeling for Exploring Trends in Human-Robot Interaction«, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, 2024

Sturm, F.: Dissertation »Vorgehensmodell zur Einführung der Leistungsmessung für wissensintensive industrielle Dienstleistungen«, Universität Stuttgart, 2024

Wallraff-Alsdorf, S.: Masterarbeit »Forschungsdatenmanagement im Kontext von Patenten am Beispiel der Fraunhofer-Gesellschaft«, Technische Hochschule Köln, 2024

Wölk, D.: Dissertation »Neutron Induced Single-Event-Effects in Gallium-Nitride High Electron Mobility Transistors«, Universität zu Köln, Institut für Kernphysik, 2018-2024

Betreute Abschlussarbeiten

Hemmers, C.; Zink, B.: Masterarbeit »Konzeption eines Selektionsverfahrens für eine anforderungsorientierte Auswahl von strategischen Planungs- und Vorausschamethoden für KMU«, RWTH Aachen Universität, 2024

John, M.; Reymann, C.: Masterarbeit »Big Data und KI in Horizon Scanning Prozessen - eine explorative Studie über Möglichkeiten, Herausforderungen und Zukunftspotenziale«, Freie Universität Berlin, 2024

John, M.; Fischer, M.: Masterarbeit »Zukünftige Chancen und Risiken digitaler Technologien für Protest«, Freie Universität Berlin, 2024

John, M.; Martini, M.; Sarin, P.: Masterarbeit »Natural Language Processing and Topic Modeling for Exploring Trends in Human-Robot Interaction«, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, 2024

John, M.; Schindhelm, J.: Masterarbeit »Technologiechancenanalyse: Eine systematische Untersuchung des methodischen Frameworks«, SRH Fernhochschule, 2024

John, M.; Enßlen, M.: Masterarbeit »Author Name Disambiguation«, Technische Hochschule Wildau, 2024

John, M.; Borchert, L.: Masterarbeit »Nichtwissen und Technologiefrühaufklärung: Identifizierung und Transformation technischen Nichtwissens mittels datengetriebener Ansätze«, Technische Universität Darmstadt, 2024

Jovanović, M.; May, N.: Masterarbeit, »Unternehmenspodcasts. Eine Untersuchung des aktuellen Entwicklungsstandes, hinsichtlich der Konzeption und Produktion von Seiten der Kommunikatoren«, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, 2024

Jovanović, M.; Obele, M.: Masterarbeit, »Eine Darstellung von Szenarien über die potenzielle Entwicklung von On-Orbit Services in der New Space Ära mit Fokus auf die orbitale Produktion«, Universität Stuttgart, 2024

Lanzrath, M.; Chlouchi, I.: Bachelorarbeit »Entwicklung einer Python-basierten GUI für die Ansteuerung einer HF-Schaltmatrix mit abschließender Vermessung und Bewertung der HF-Schaltmatrix«, Technische Hochschule Köln, 2024

Gremien und Netzwerke

Adami, C.: Obmann »NA140-00-19AA Erstellung der VG-Normen VG96900-96907, NEMP- und Blitzschutz«

Adami, C.: Mitglied »NA140-00-20-02UA Erstellung der VG-Normen VG95370 ff., Elektromagnetische Verträglichkeit«

Adami, C.: Mitglied »WG6, E3AT NATO Susceptibility Test Procedures Against Radio Frequency Directed Energy Systems«

Adami, Ch.; Lanzrath, M.: Mitglieder »NATO SCI-294 Demonstration and Research of Effects of RF Directed Energy Weapons on Electronically Controlled Vehicles, Vessels and UAVs – E3 Action Team for HPM RF systems«

Adami, Ch.; Lanzrath, M.; Pusch, T.: Mitglieder »NATO SCI-ET-061 on High Power Microwaves and Directed Energy Weapons«

Baaden, P.; Jovanović, M.; Richter, D.: Mitglieder und Arbeitsgruppensprecher, »Kompetenznetzwerk Bibliometrie«

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

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«

Grigoleit, S.: Mitarbeit in der Steuerungsgruppe »Digitale Medizin.NRW.«

Grüne, M.: Mitglied »Netzwerk Zukunftsforschung e.V.«

Lanzrath, M.: Reviewer »IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility«

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

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

Linde-Frech, I.; Overmeyer, M.; Schlierkamp, J.; Vollmer, M.: Mitglieder im »Forschungsnetzwerk deutscher Anwender ForA«

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

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

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)

Metzger, S.: Mitglied im Beratungsgremium des EU-Projekts »High-Energy Accelerators for Radiation Testing and Shielding« (HEARTS)

Pusch, T.: Mitglied »GAK 767.3/4.4 TEM-Wellenleiter / Reverberation Chamber, DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE«

Pusch, T.: Mitglied »DKE AK 767.13.19 Reverberation Chamber, DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE«

Pusch, T., Lanzrath, M.: Mitglieder »ETN Marie Curie Pan-European Training, research and education network on In-Situ Monitoring of Electromagnetic Interference – iSense«

Steffens, M.: Mitglied im Preisverleihungskomitee der RADECS 2025

Steffens, M.: Reviewer »IEEE Transactions on Nuclear Science«

Suhrke, M.: Nationaler Vertreter »Joint Working Group Reverberation Chamber der IEC«

Suhrke, M.: Reviewer »IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility«

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«

Vollmer, M.: Mitglied der »Expertenkommission Starkregen«

Vollmer, M.: Mitglied im »Societal Resilience Cluster of Horizon Europe Projects«

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



X



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 Kuhnenn
Telefon +49 2251 18-200
jochen.kuhnenn@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, Angelique Makome, Gina Frederick
pr@int.fraunhofer.de

Bei Abdruck ist die Einwilligung der Redaktion erforderlich.
© Fraunhofer-Gesellschaft, Euskirchen 2025

Bildnachweise

- S. 1 Titelbild (Collage):
Fotos von Jens Howorka, Tobias Vollmer sowie von
Mitarbeitenden des Fraunhofer INT
- S. 2 Jens Howorka/Blendfabrik
- S. 4-5 Tobias Vollmer
- S. 7 Tobias Vollmer
- S. 12-13 Greenbutterfly/Shutterstock.com
- S. 17 Datawrapper
- S. 26-27 Gorodenkoff/Shutterstock
- S. 30-35 Robert Herhold/Stock.adobe.com
- S. 36-37 Jurik Peter/Shutterstock.com
- S. 40 Feuerwehr Dortmund
- S. 43 Bundeswehr
- S. 45 Stephan Busch/Fraunhofer AVIATION & SPACE
- S. 46-47 Tobias Vollmer

