



**JAHRESBERICHT**  
**2018**

# JAHRESBERICHT 2018

# VORWORT

Liebe Leserinnen und Leser,

Digitalisierung, Künstliche Intelligenz, Genetic Engineering, Human Enhancement und einige andere technologische Schlagworte, die in den Medien immer wieder prominent vertreten sind, haben auch 2018 die Diskussionen über die Weiterentwicklung von Technologie und Gesellschaft maßgeblich bestimmt.

Das Spektrum geäußerter Meinungen erstreckt sich dabei von glückseligen Utopien, in denen Technologie paradiesische Zustände ermöglicht, bis hin zu dystopischen Vorstellungen, in denen die Menschheit durch die entfesselten Produkte ihrer technologischen Entwicklungen unterjocht wird.

Wie in allen solchen Fällen liegt die Wahrheit wohl eher zwischen diesen beiden Extremen. Egal, um welche konkrete Technologie es sich handelt, kann zumindest so viel gesagt werden: nichts bricht einfach über uns herein, nichts von alledem ist naturgegeben. Und vor allem: Technologien sind nicht unsere Götter, sondern unsere Werkzeuge; sie werden dazu geschaffen, dem Menschen zu dienen, das Leben besser, sicherer, angenehmer zu machen.

Das bedeutet auch, dass Technologien uns und unser Leben nur insoweit dominieren, wie wir das zulassen. Die zur Zeit intensiv diskutierten Künstlichen Intelligenzen etwa, die – völlig unbestritten – in bestimmten Bereichen, wie etwa der Mustererkennung, der numerischen Lösung komplexer Aufgaben oder der kontinuierlichen Überwachung von Messwerten über lange Zeiträume hinweg, dem Menschen überlegen sind, werden ausschließlich diejenigen Entscheidungen übernehmen, die wir ihnen überlassen. An dieser Stelle muss sorgfältig überlegt werden, wie viel Autonomie wir bereit sind aufzugeben, was wir dabei gewinnen und welchen Preis wir dafür zahlen.

Aus diesem Aspekt gesehen, besteht also zunächst wenig Anlass für dystopischen Alarmismus. Es ist eher ein rational reflektierter Optimismus angebracht, dass Technologien uns helfen werden, die drängenden Probleme einer ständig steigenden Weltbevölkerung, der Klimaveränderungen und der durch Menschen verursachten Eingriffe in die Ökosysteme zu lösen.

Dabei bleibt aber völlig unbenommen, dass jede neue Entwicklung auch negative Seiten mit sich bringt, die tunlichst vor ihrem Eintreten erkannt und bewertet werden müssen. Es zeigt sich, dass gerade die »neuen« Technologien Potenziale bergen, die in relativ kurzer Zeit globale Wirkungen erzielen können. Die unkontrollierte Freisetzung von Nanopartikeln in die Umwelt oder die Veränderung der Evolution durch Eingriffe in die Keimbahn könnten erhebliche Folgen zeitigen, die tatsächlich existentiell sein können.



Auch dazu lässt sich eine grundsätzliche Bemerkung machen: es gibt keinen naturgegebenen Masterplan, innerhalb dessen wir eine bestimmte Technologie entwickeln müssen. Wir sollten (müssen!) uns die Zeit nehmen, über die Auswirkungen neuer Entwicklungen nachzudenken und Mechanismen zu etablieren, die deren negative Begleiterscheinungen abfangen. Als Maßstab kann dazu nur das Wohl des Menschen dienen – und zwar in globalem Umfang. Um es in Anlehnung an Kant als kategorischen Imperativ zu formulieren: Entwickle stets nur jene Technologien, von denen Du auch möchtest, dass andere sie entwickeln könnten.

Die Risiken werden sich dadurch nicht vollständig beseitigen lassen, aber zumindest der Versuch einer Minimierung ist alle Anstrengungen wert.

Seit mehr als 40 Jahren arbeitet das Fraunhofer INT dafür, auf wissenschaftlicher Grundlage Aussagen über die Entwicklung und Auswirkung fortgeschrittener Technologien zu liefern. Wie jedes Jahr, haben wir versucht, in diesem Jahresbericht einen Ausschnitt aus unseren Arbeiten zusammenzustellen, der Ihnen einen Überblick über das umfangreiche Forschungsportfolio des Instituts gestatten soll.

Ich wünsche Ihnen beim Lesen viel Spaß, Anregung und eine gute Portion Optimismus für Ihren eigenen Blick in die (technologische) Zukunft.

Mit den besten Wünschen,

Ihr

Prof. Dr. Dr. Michael Lauster

# INHALT

## JAHRESBERICHT 2018

- 02 Vorwort
- 06 Fraunhofer INT im Profil
- 07 Organigramm
- 08 Fraunhofer INT in Zahlen
- 10 Kuratorium
- 11 Fraunhofer-Gesellschaft
- 12 Fraunhofer-Verbund Verteidigungs- und Sicherheitsforschung VVS
- 14 Innovation im Jahr 2030  
– offen, systemisch und digital

## FACHABTEILUNGEN UND GESCHÄFTSFELDER

16 WEHRTECHNISCHE  
ZUKUNFTSANALYSE

18 ÖFFENTLICHE TECHNOLOGIE-  
UND INNOVATIONSPLANUNG

20 CORPORATE TECHNOLOGY  
FORESIGHT

22 GRUPPE  
TOOLS UND METHODEN

24 NUKLEARE SICHERHEITSPOLITIK  
UND DETEKTIONSVERFAHREN

26 ELEKTROMAGNETISCHE EFFEKTE  
UND BEDROHUNGEN

28 NUKLEARE EFFEKTE  
IN ELEKTRONIK UND OPTIK

30 WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE  
INFRASTRUKTUR

31 ABTEILUNG BETRIEBSWIRTSCHAFT  
UND ZENTRALE DIENSTE

32 FORSCHUNGS-HIGHLIGHTBERICHTE  
AUS DEM JAHR 2018

34 EU Horizont-2020-Projekt C-BORD:  
Containerkontrolle an Grenzstationen und in Häfen

36 »Horizonte erweitern!« – Bedarfsorientierte  
Technologievorausschau für ländliche Regionen

38 Drohnenabwehr durch High Power Electromagnetics  
(HPEM)

40 FRAME  
(Fraunhofer Microelectronics Innovation Enhancement)

42 RAPRO

44 1. F&T-Zukunftskonferenz 2018

46 SONSTIGES

47 Allianz Space

48 Lehrstuhl der RWTH Aachen University

49 Kurz notiert

52 ANHANG

52 Lehrveranstaltungen und sonstige Vorträge

53 Internationale Zusammenarbeit

55 Internationale Review-Tätigkeiten

56 Mitarbeit in Gremien

57 Teilnahme an Normungsarbeiten

58 Vorträge

62 Publikationen

68 Sonstige Berichte

69 Personalien

70 Sonstige Veranstaltungen

71 Pressemitteilungen

72 Institutsseminar

75 Arbeitsgebiete und Ansprechpartner

78 Anfahrt

79 Impressum

# FRAUNHOFER INT IM PROFIL

Das Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT bietet wissenschaftlich fundierte Urteils- und Beratungsfähigkeit über das gesamte Spektrum technologischer Entwicklungen. Auf dieser Basis betreibt das Institut Technologievorausschau und ermöglicht dadurch langfristige strategische Forschungsplanung. Das Fraunhofer INT setzt diese Kompetenzen in für den Kunden 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 Strahlungsdetektion. 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 40 Jahren ist das INT ein verlässlicher Partner für das Bundesministerium der Verteidigung, berät dieses in enger Zusammenarbeit und führt Forschungsvorhaben in den Bereichen Technologieanalysen und Strategische Planung sowie Strahlungseffekte durch. Zudem forscht das INT für und berät erfolgreich auch andere, zivile öffentliche Auftraggeber und Unternehmen, national wie international, vom mittelständischen Unternehmen bis zum DAX30-Konzern.

## DIE GESCHÄFTSFELDER IN DIESEM JAHRESBERICHT:

**GESCHÄFTSFELD**  
WEHRTECHNISCHE ZUKUNFTSANALYSE

**GESCHÄFTSFELD**  
ÖFFENTLICHE TECHNOLOGIE- UND INNOVATIONSPLANUNG

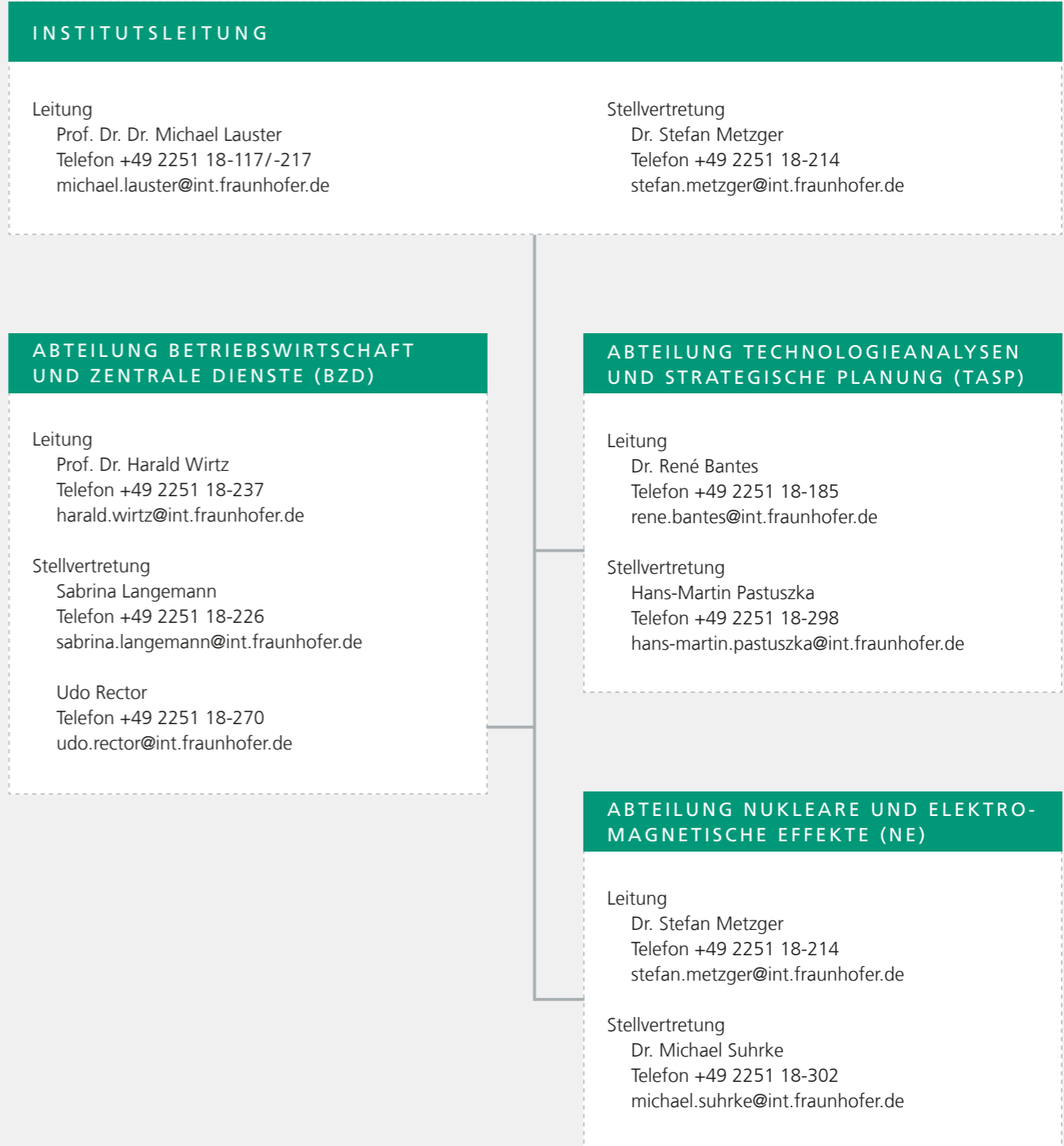
**GESCHÄFTSFELD**  
CORPORATE TECHNOLOGY FORESIGHT

**GESCHÄFTSFELD**  
NUKLEARE SICHERHEITSPOLITIK UND DETEKTIONSVERFAHREN

**GESCHÄFTSFELD**  
ELEKTROMAGNETISCHE EFFEKTE UND BEDROHUNGEN

**GESCHÄFTSFELD**  
NUKLEARE EFFEKTE IN ELEKTRONIK UND OPTIK

# ORGANIGRAMM



# FRAUNHOFER INT IN ZAHLEN

## Personal

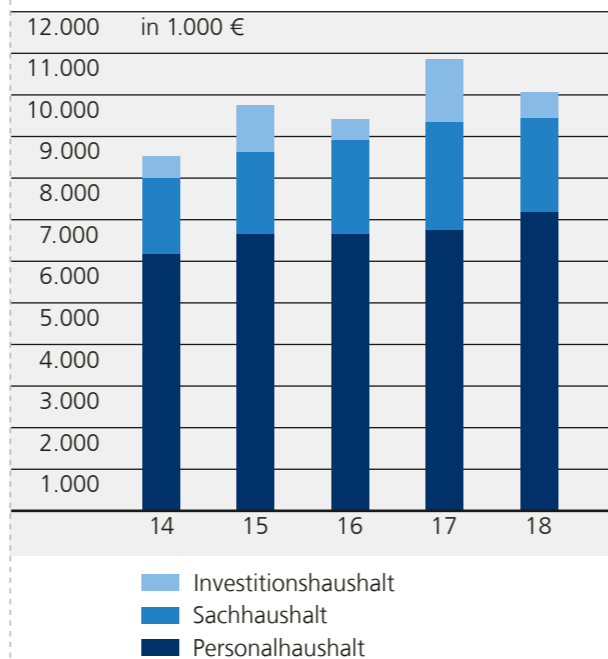
Die Personalkapazität des INT lag im Jahr 2018 etwa auf dem Stand der Vorjahre. Zum Jahresende beschäftigten wir 109 Personen mit 99,4 Vollzeitäquivalenten, davon 59 Wissenschaftler (55,5 Vollzeitäquivalente). Wir decken damit eine breite Palette der Natur- und Ingenieurwissenschaften, aber auch der Wirtschafts-, Sozial- und Gesellschaftswissenschaften ab. Unterstützt werden die Forscher von graduierten Ingenieuren, Technikern und administrativem Fachpersonal. Hinzu kommen studentische und wissenschaftliche Hilfskräfte sowie Auszubildende. Darüber hinaus verfügt das INT über ein Netzwerk an freiberuflich tätigen Wissenschaftlern, die regelmäßig in die Institutsarbeit eingebunden werden.

## Haushalt

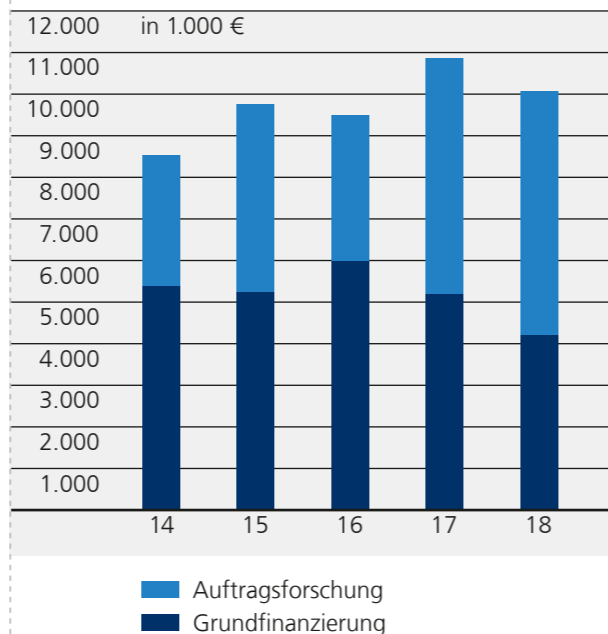
Die Fraunhofer-Gesellschaft unterscheidet zwischen dem Betriebshaushalt und dem Investitionshaushalt. Der Betriebshaushalt umfasst die Personal- und Sachausgaben, der Investitionshaushalt die Anschaffung von Investitionsgütern, wie wissenschaftliche Geräte und technische Institutsausstattung. Der Betriebshaushalt ist im Jahr 2018 nur gering auf 9,5 Mio. € gestiegen. Hinzu kommen Investitionen in Höhe von 562.000 €, sodass sich ein Gesamthaushalt von gut 10 Mio. € ergibt. Derzeit befindet sich eine neue Experimentierhalle mit einem Investitionsvolumen von ca. 1,5 Mio. im Bau. Damit wird das Institut seine experimentellen Möglichkeiten noch einmal deutlich erweitern.

Neben einer Grundfinanzierung durch das Bundesministerium der Verteidigung (BMVg), welche die Durchführung eines abgestimmten Forschungsprogramms ermöglicht, erhält das Institut auch eine Regelgrundfinanzierung aus Bund-Länder-Mitteln, die innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft nach erfolgsabhängigen Kriterien vergeben wird. Den restlichen Teil der notwendigen Finanzierung des Haushalts erwirtschaftet das

Der Haushalt im Zeitraum von 2014 – 2018



Die Finanzentwicklung im Zeitraum von 2014 – 2018



Personal	2016		2017		2018	
	besetzte Stellen	Personen	besetzte Stellen	Personen	besetzte Stellen	Personen
Wissenschaftler	53,0	56	53,3	60	55,5	59
Graduierte	23,8	24	24,0	24	24,0	25
Techniker, Sonstige	14,8	18	14,0	17	16,0	18
Hilfskräfte, Auszubildende	4,6	20	6,6	15	3,9	7
<b>Gesamt</b>	<b>96,2</b>	<b>118</b>	<b>100,9</b>	<b>116</b>	<b>99,4</b>	<b>109</b>

Institut durch die Bearbeitung einer Vielzahl von Vertragsforschungsprojekten. Projektauftraggeber sind neben der öffentlichen Hand Unternehmen aus verschiedenen Industriezweigen, vom mittelständischen Unternehmen bis hin zu DAX-30-Konzernen, sowie Verbände und internationale Organisationen.

Im öffentlichen Bereich wird das Bundesministerium der Verteidigung seit 40 Jahren umfassend vom Fraunhofer INT in

Fragen der Forschungs- und Technologieplanung beraten und ist zugleich größter Auftraggeber für die Forschungseinrichtung in Euskirchen.

Daneben werden auch Forschungsaufträge für andere Ministerien und sonstige öffentliche Einrichtungen durchgeführt. Einen großen Anteil an den Erträgen haben auch EU-Projekte, die gemeinsam mit Partnern aus einer Vielzahl von europäischen Ländern erfolgen.

Haushalt	in 1.000 €	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Ausgaben Haushalt</b>						
Betriebshaushalt		8.027,6	8.643,4	8.914,7	9.312,3	9.509,3
davon Personal		6.189,4	6.660,5	6.760,7	6.858,3	7.231,5
davon Sachhaushalt		1.838,2	1.982,9	2.154,0	2.454,0	2.277,8
Investitionshaushalt		514,2	1.116,2	549,4	1.515,5	561,9
<b>Gesamt</b>		<b>8.541,8</b>	<b>9.759,6</b>	<b>9.496,1</b>	<b>10.826,8</b>	<b>10.071,2</b>
<b>Finanzierung</b>						
Grundfinanzierung		5.405,8	5.233,6	6.004,9	5.151,9	5.862,3
Auftragsforschung		3.136,0	4.526,0	3.459,2	5.674,9	4.208,9

# KURATORIUM



Das Institut wird durch ein Kuratorium beraten, das sich aus Persönlichkeiten aus Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Verwaltung zusammensetzt.

## Vorsitz

Prof. Dr. Horst Geschka; Geschka & Partner Unternehmensberatung Innovarium

## Mitglieder

- Herr Udo Becker, Vorstand Kreissparkasse Euskirchen
- Herr Kuno Blank, Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft
- Herr Klaus Burmeister; foresightlab
- Herr Dr.-Ing. Karsten Deiseroth; IABG mbH
- Herr Prof. Dr. Horst Geschka; Geschka & Partner Unternehmensberatung Innovarium
- Herr Dr. Wolf Junker, Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

- Frau Dr. Vera Kamp, Plath GmbH
- Herr Erster Direktor BAAINBw Dipl.-Ing. Rainer Krug; Bundesamt für Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung der Bundeswehr
- Frau Cornelia Reimoser, Institutsbetreuerin seitens der Fraunhofer-Gesellschaft
- Herr Dir. Prof. Dr. Winfried Schuh; Wehrwissenschaftliches Institut für Schutztechnologien – ABC-Schutz (WIS)
- Frau Prof. Dr. Katharina Seuser, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg
- Herr MinR. Dipl.-Ing. Norbert Michael Weber; Bundesministerium der Verteidigung (BMVg)
- Herr Dr.-Ing. Thomas Weise; Rheinmetall AG
- Herr Dr. rer. pol. Hans-Ulrich Wiese; ehemals Fraunhofer-Vorstand
- Herr Prof. Dr. Dr. Axel Zweck; VDI Technologiezentrum

1 Treffen des Kuratoriums  
am 14. 6. 2018

# FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

Forschen für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsorganisation betreibt anwendungsorientierte Forschung zum Nutzen der Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit 72 Institute und Forschungseinrichtungen. Mehr als 26 600 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von mehr als 2,5 Milliarden €. Davon fallen mehr als 2,1 Milliarden € auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Rund 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Rund 30 Prozent werden von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen entwickeln können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Zugang zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Mit ihrer klaren Ausrichtung auf die angewandte Forschung und ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien spielt die Fraunhofer-Gesellschaft eine zentrale Rolle im Innovationsprozess Deutschlands und Europas. Die Wirkung der angewandten Forschung geht über den direkten Nutzen für die Kunden hinaus: Mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Leistungsfähigkeit, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen für Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft die Möglichkeit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen in ihren Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft. Studierenden eröffnen sich aufgrund der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung an Fraunhofer-Instituten hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

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

# FRAUNHOFER-VERBUND VERTEIDIGUNGS- UND SICHERHEITSFORSCHUNG VVS



Der Fraunhofer VVS steht für Forschung und Entwicklung auf den Gebieten Verteidigung und Zivile Sicherheit. Durch unsere vielfältigen Kompetenzen und Forschungsleistungen überzeugen wir mit anwendungsnahen Lösungen bis hin zur operativen Unterstützung – sowohl auf nationaler als auch internationaler Ebene.

Der Verbund wurde 2002 unter der Leitung von Prof. Dr. Klaus Thoma gegründet. Das Gesamtbudget des Fraunhofer-Verbunds beträgt rund 470 Millionen Euro pro Jahr und mehr als 3.800 Mitarbeiter arbeiten für die neun Mitgliedsinstitute.

## Veröffentlichung des Positionspapiers zum Thema »Seven Grand Defense-Technological Challenges for Europe post-2020«

Angelehnt an die »grand societal challenges for Europe« aus dem EU-Forschungsprogramm Horizont 2020 schlägt der Fraunhofer-Verbund für Verteidigung und Sicherheit (VVS) vor, EU-weit sogenannte »grand defense-technological challenges post 2020« zu identifizieren.

Aus Fraunhofer VVS-Sicht werden diese Herausforderungen in absehbarer Zeit zu wesentlichen Treibern für strategische Autonomie und technologische Souveränität von Europa.

In dem im November 2018 veröffentlichten Papier schlägt der Fraunhofer VVS vor, die folgenden sieben »Grand Defense-Technological Challenges« als Prioritäten der EU-Verteidigungsforschung nach 2020 zu setzen:

1. Artificial Intelligence and Autonomy
2. Digital Battlefield
3. Quantum Technologies for Defense Applications
4. Advanced Radar Technologies
5. Power Supply and Efficiency
6. Next-Generation Effectors
7. Human Performance Enhancement

Das Positionspapier steht auf der Website des Verbunds zum Download zur Verfügung: [www.ws.fraunhofer.de](http://www.ws.fraunhofer.de)

## Ansprechpartner

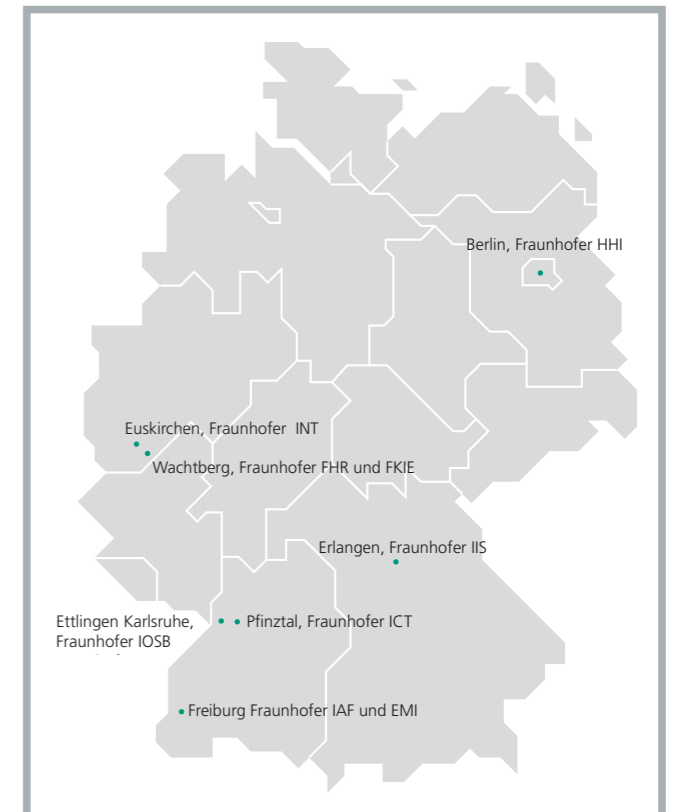
- |                   |  |
|-------------------|--|
| Vorsitzender      | Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyerer, Fraunhofer IOSB   |
| Stv. Vorsitzender | Prof. Dr. Peter Martini, Fraunhofer FKIE   |
| Geschäftsführung  | Caroline Schweitzer, Fraunhofer IOSB<br><a href="mailto:caroline.schweitzer@iosb.fraunhofer.de">caroline.schweitzer@iosb.fraunhofer.de</a> |

## Mitgliedsinstitute

- Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF
- Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT
- Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR
- Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie FKIE
- Fraunhofer-Institut für Kurzzeiddynamik, Ernst-Mach-Institut, EMI
- Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT
- Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB

## Gastmitglieder

- Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS
- Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut, HHI



<sup>1</sup> *Verbundvorsitzender*  
*Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyerer,*  
*Fraunhofer IOSB*



# FRAUNHOFER VERBUND INNOVATIONSFORSCHUNG



Wie werden wir in Zukunft forschen? Mit dieser Frage hat sich der Fraunhofer-Verbund Innovationsforschung, bestehend aus fünf Instituten – Fraunhofer IAO, IMW, INT, IRB und ISI – beschäftigt. Seine Ergebnisse hat der Verbund zu fünf Thesen verdichtet und im Fraunhofer Impulspapier »Wandel verstehen – Zukunft gestalten – Impulse für die Zukunft der Innovation« publiziert. Es wurde am 30. Mai 2018 Vertreterinnen und Vertretern aus Wirtschaft, Politik, Wissenschaft und Gesellschaft vorgestellt. Der Prognose nach werde Innovation künftig verstärkt im Verbund möglich sein. Komplexe Wertschöpfungsketten und Digitalisierung stellten dabei die größten Herausforderungen dar. Wissen werde frei verfügbar sein, doch müsse eine breite Bevölkerung an Innovationsprozessen teilhaben. Europa werde sich in Sachen Datenschutz und Datensouveränität eine weltweit führende Rolle erarbeitet haben.

Im Rahmen der Veranstaltung machte Prof. Reimund Neugebauer, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, auf die komplexen Herausforderungen aufmerksam: »Es gilt, branchenübergreifende Anwendungskontexte zu entwickeln und neue Geschäftsmodelle von der Bedarfsseite her zu denken. Wir stehen vor der gesamtgesellschaftlichen Aufgabe, Inhalt, Qualität und Intensität der Beziehungen aller Akteure des Innovationssystems gezielt zu gestalten«.

Prof. Wilhelm Bauer, geschäftsführender Institutsleiter des Fraunhofer IAO, ergänzte: »Aus den fünf Thesen zu innovationssystem-relevanten Trends haben wir in unserem Impulspapier konkrete Aufgaben für Wirtschaft, Politik, Wissenschaft und Gesellschaft abgeleitet. So sollte jedes Unternehmen bereits heute einen digitalen Handlungsrahmen schaffen«. Spannend sei auch die Frage, wie Unternehmen von frei zugänglichem Wissen und offenen Standards profitieren könnten.

Fünf Thesen zu Innovation im Jahr 2030 im Überblick:

- 1. »2030 sind Offenheit, Lernfähigkeit und Kooperation die Leitbilder von Innovation.«**  
Komplexe Wandlungsprozesse schließen soziale, technische und ökonomische Aspekte mit ein. Deshalb kann Innovation 2030 kaum in voneinander isolierten Forschungs- und Entwicklungsabteilungen entstehen. Sie muss über die Grenzen von Institutionen und Disziplinen hinaus offen, lernfähig und kooperativ sein.
- 2. »2030 stehen integrierte Lösungen im Mittelpunkt des Innovationsgeschehens.«**  
2030 werden Technologie- und Nutzerfunktionen von Innovationen vielfach in frühen Entwicklungsphasen aufeinander abgestimmt. Dies können einzelne Unternehmen kaum leisten, weil sie in komplexe Wertschöpfungsnetzwerke eingebunden sind. Nur wenn Innovation innerhalb eines solchen nutzwertorientierten Wertschöpfungssystems stattfindet, kann sie auf Dauer wirtschaftlich erfolgreich sein.
- 3. »2030 sind Innovationsprozesse durchgängig digitalisiert.«**  
Der Mensch bleibt auch in Zukunft der zentrale Antrieb von Innovationsprozessen. Zugleich werden die Fähigkeiten künstlicher Intelligenz 2030 weit über den heutigen Stand hinausgehen.  
Für die Entwicklung von Produkten, Dienstleistungen, Prozessen und Geschäftsmodellen wird es deshalb darauf ankommen, menschliche Kreativität und maschinelle Rechenleistung optimal miteinander zu verknüpfen.

- 4. »2030 steht Wissen allen offen – es kommt nur darauf an, es nutzbringend anzuwenden.«**  
»Open Science« statt Elfenbeinturm: 2030 werden Publikationen, Forschungsdaten und Software bis auf wenige Ausnahmen frei zugänglich sein. Mit der Verbreitung von Wissen lässt sich Innovation beschleunigen, wenn relevantes Wissen für jedermann zielgerichtet auffindbar ist – und wenn eine breite Basis an Akteuren sich aktiv daran beteiligt, ganzheitliche Lösungen für die großen gesellschaftlichen Herausforderungen zu finden.
- 5. »2030 verfügt Europa mit Blick auf Datensicherheit und -souveränität über ein Alleinstellungsmerkmal im globalen Wettbewerb.«**  
2030 hat die digitale Transformation zu tiefgreifenden strukturellen Veränderungen von Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft geführt. Europa hat die Chancen dieser Transformation genutzt und sich zum weltweit führenden Standort in puncto Datensicherheit und -souveränität entwickelt.

## Ansprechpartner

Vorsitzender Prof. Dr. Wilhelm Bauer, Fraunhofer IAO  
Geschäftsführung Dr. Sven Schimpf, Fraunhofer IAO  
sven.schimpf@innovation.fraunhofer.de

## Mitgliedsinstitute

- Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO
- Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI
- Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT
- Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB
- Fraunhofer-Zentrum für Internationales Management und Wissensökonomie
- Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB

## Gastmitglieder

- Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS
- Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS



## GESCHÄFTSFELD »WEHRTECHNISCHE ZUKUNFTSANALYSE – WZA«

Hans-Martin Pastuszka

Das Geschäftsfeld Wehrtechnische Zukunftsanalyse (WZA) betreibt langfristig ausgerichtete, technologieorientierte Zukunftsforschung (Technologiefrühaufklärung) für öffentliche Auftraggeber im Bereich Verteidigung. Es hat den institutionellen Auftrag, das Technologieradar für das BMVg und die Bundeswehr zu betreiben und evidenzbasierte, technologieorientierte Entscheidungsunterstützung für strategische Planungsprozesse der Auftraggeber bereitzustellen. WZA ist darüber hinaus ein wichtiger Informationsvermittler für das BMVg und die Bundeswehr zu Erkenntnissen aus der technologieorientierten Zukunftsforschung und stellt diesbezüglich einen kontinuierlichen Wissenstransfer sicher. Darüber hinaus erbringt es Dienstleistungen auch für internationale Auftraggeber wie die European Defence Agency und die NATO.

Die interdisziplinäre Zukunftsforschung des Geschäftsfeldes trägt bei den Auftraggebern zur Sicherstellung eines verlässlichen Orientierungs- und Entscheidungswissens über wahrscheinliche Zukunftsentwicklungen in Naturwissenschaft und Technik und deren potenzielle militärische Implikationen bei. Dazu gehören insbesondere die Früherkennung neuer technologischer Entwicklungen und die Bewertung von Technologien hinsichtlich ihrer Chancen und Risiken für die Verteidigung. WZA leistet damit seinen Beitrag für die Sicherstellung einer breiten Analyse- und Bewertungsfähigkeit der Auftraggeber zu langfristigen technologischen Entwicklungen und deren potenzieller wehrtechnischer Relevanz weltweit.

Kernprodukt des Geschäftsfeldes WZA ist die »Wehrtechnische Vorausschau« (WTV), welche vierteljährlich im Auftrag des BMVg und der Bundeswehr erarbeitet wird. Auch im Jahr 2018 lag hier die wesentliche Leistung des Geschäftsfeldes, das insgesamt 13 WTV-Analysen und -Updates zu ausgewählten Technologiethematen bzw. langfristigen Systemkonzepten erarbeitet sowie halbjährlich je ein Workshop zu den jeweiligen Ergebnissen und Empfehlungen mit dem Auftraggeber durchgeführt hat.

Darüber hinaus hat sich auch der zivile Nutzerkreis der WTV erneut erweitert. Neben dem Bundeskriminalamt, dem Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe und der Bundesgesellschaft BWI GmbH erhält nun auch die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung die WTV in einer gesonderten Version. Ebenso bezieht auch das niederländische Heer die WTV im Rahmen einer bilateralen Vereinbarung über das BMVg.

Die WTV als das Dokument des Auftraggebers für die langfristige Technologievorausschau war auch ein wesentlicher Ausgangspunkt und Themengeber für eine Aktivität unter der Überschrift »F&T-Vorausschau«. Mit diesem Auftrag des BMVg sollen breitestmöglich alle aktuell erkannten, langfristigen Zukunftsthemen in den verschiedensten Organisationsbereichen des BMVg und der Bundeswehr einschließlich der BMVg-grundfinanzierten Forschungsinstitute aufgefasst und jährlich zu einem »F&T-Zukunftslagebild« (Zukunftslagebild Forschung und Technologie) für das BMVg zusammengefasst werden.

Dies erfolgte in der 1. F&T-Zukunftslagekonferenz, die am 27./28. Februar 2018 im Auftrag und unter Vorsitz des Forschungsdirektors im BMVg am Fraunhofer INT mit 70 Teilnehmern durchgeführt wurde (siehe hierzu die ausführliche Darstellung ab S. 44).

Außerdem wurden im vergangenen Jahr im Rahmen der fortgesetzten Beauftragung durch die Swedish Defence Materiel Administration (FMV) Technologiekurzanalysen zu ausgewählten Einzelthemen durchgeführt sowie im Auftrag des BAANBw eine begleitende Technologieanalyse zum Lenkflugkörper METEOR begonnen. Geschäftsfeldübergreifend wurden zudem wesentliche Beiträge zur Zukunftsstudie »Raumfahrt 2040« unter Federführung des Geschäftsfeldes CTF erbracht.

Die Lehr- und Gremienaktivitäten des Geschäftsfeldes WZA umfassen insbesondere die fachliche Unterstützung der Führungsakademie der Bundeswehr. Im fünften Jahr in Folge hat WZA zum Vertiefungsmodul »Methoden der Zukunftsanalyse«

mit Vorträgen zur Wehrtechnischen Zukunftsanalyse und zur WTV sowie zur Methode des »Disruptive Technology Assessment Game« beigetragen. Darüber hinaus wurden Vorträge zu WZA und zur WTV auch im Vertiefungsmodul »Zukunftsentwicklung« sowie im nationalen Generalstabslehrgang nachgefragt. Weitere Lehraktivitäten betreffen die fachliche Ausgestaltung von Lehrveranstaltungen an den Hochschulen Bonn-Rhein-Sieg und Ravensburg-Weingarten zu »Methoden der Zukunftsanalyse«.

Darüber hinaus wurde auch die Mitgestaltung des NATO-Programms »Science for Peace and Security« durch Gutachter-tätigkeiten in dessen »Independent Scientific Evaluation Group« fortgeführt, wobei insgesamt über 30 Forschungsanträge begutachtet wurden.



## GESCHÄFTSFELD »TECHNOLOGIE- UND INNOVATIONSPLANUNG FÜR ÖFFENTLICHE AUFTRAGGEBER – TIP«

Dr. Sonja Grigoleit

Das Geschäftsfeld Öffentliche Technologie- und Innovationsplanung (TIP) gestaltet die strategische Forschungs- und Innovationsplanung von öffentlichen Auftraggebern, wie z. B. den europäischen Institutionen und Behörden sowie nationalen öffentlichen Organisationen. Die Leistungen reichen von der Beratung zu Forschungsagenden auf staatlicher/europäischer Ebene bis hin zur strategischen Planung der Fähigkeitsentwicklung auf Behörden-/Organisationsebene.

Der thematische Schwerpunkt des Geschäftsfeldes ist die Technologie- und Innovationsplanung in unterschiedlichen Anwendungsgebieten – neben der Sicherheitsforschung, spielen auch andere Themengebiete eine immer größere Rolle.

Das Geschäftsfeld bietet dazu seinen Kunden und Auftraggebern eine breite Palette von Methoden des Innovations- und Technologiemanagements an:

- Bedarfsermittlung mit Hilfe von partizipativen Methoden
- Analyse von möglichen (zukünftigen) technologischen und nicht-technologischen Lösungen
  - Technologiescreening
  - Berücksichtigung von organisatorischen, gesellschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen
- Entwicklung von Forschungsroadmaps für politische Entscheidungsträger

- Erarbeitung von Innovationsroadmaps für Endanwender
- Entwicklung von kritischen Erfolgsfaktoren und Leistungskennzahlen zur Evaluierung von neuen Technologien in Tests und Demonstrationen
- Weiterentwicklung und Anpassung von Methoden des Wissenstransfers zum Aufbau von Kooperationen und Netzwerken.

Das Hauptarbeitsgebiet von TIP ist der Sicherheitsforschungsbereich. Hier entwickelt TIP mit seinen europäischen Partnerorganisationen innovative Lösungen im Bereich länderübergreifendes Krisenmanagement, Innovationsplanung sowie Resilienz-Management:

Im EU-Projekt **IN-PREP** (An INtegrated next generation PREParedness programme for improving effective inter-organisational response capacity in complex environments of disasters and causes of crises, Laufzeit 2017 – 2020) ist das Geschäftsfeld

unter anderem für die Bedarfsfeststellung bei den End-Anwendern, die Evaluation der Tests und Demonstrationen der zu entwickelnden Plattform sowie für die Erstellung eines Handbuchs zur grenzüberschreitenden Zusammenarbeit in Krisenfällen verantwortlich.

Innerhalb des *Fire & Rescue Innovation Network* **FIRE-IN** (Laufzeit 2017 – 2022) unterstützt TIP ein internationales Netzwerk von Feuerwehren und anderen Ersthelfern methodisch bei der Innovationsplanung.

**SmartResilience** (Laufzeit 2016 – 2019) beschäftigt sich mit dem Thema Resilienz kritischer Infrastrukturen in Smart Cities, d. h. in Städten, die bereits einen hohen Digitalisierungs- und Vernetzungsgrad ihrer Infrastrukturen erreicht haben. Die Rolle von TIP ist hier die Analyse existierender Ansätze zur Messung von Resilienz, die Erfassung von rechtlichen und organisatorischen Rahmenbedingungen, sowie die Leitung eines Arbeitspakets zu Herausforderungen smarterer Technologien und Infrastrukturen.

Das Projekt **ResiStand** (*Increasing disaster Resilience by establishing a sustainable process to support Standardisation of technologies and services* (Laufzeit 2016 – 2018) hat es sich zur Aufgabe gemacht, Standardisierung und Innovationen im Bereich Resilienz voranzutreiben, indem es neue Standards vorschlägt, das Potential von Standardisierung besser erklärt und einen nachhaltigen Prozess für effektive Standardisierung neuer Resilienz-Lösungen entwickelt.

Für DG ECHO implementiert TIP zusammen mit dem Beratungsunternehmen Ecorys ein **Peer Review** Verfahren der Krisenmanagementsysteme in 6 Staaten, die sich am Katastrophenschutzverfahren der Union beteiligen. 2018 waren dies bereits die frühere jugoslawische Republik Mazedonien, Zypern und Tunesien. TIP ist für die wissenschaftliche Begleitung des Verfahrens verantwortlich.

Im nationalen Sicherheitsforschungsbereich arbeitet TIP mit dem **Technischen Hilfswerk** (THW) zusammen, um einen Forschungs- und Innovationsplanungsprozess für die Behörde in einem ersten Schritt konzeptionell aufzusetzen und dann in der Zukunft zu implementieren.

Querschnittlich zu diesen Hauptaktivitäten widmet sich TIP auch gesellschaftlichen Aspekten im Themenbereich Sicherheit und neue Technologien. Hier ist das *Network of Excellence* **SOURCE** – *Virtual centre of excellence for research support and coordination on societal security* (Laufzeit 2014 – 2018) zu nennen, für das TIP Methoden des Wissenstransfers analysiert und testet.

Außerhalb der Sicherheitsforschung ist besonders das BMBF-Projekt, **Horizonte erweitern – Perspektiven ändern** (Laufzeit 2017 – 2020) zu erwähnen, das sich mit der Entwicklung von Strategien zur Förderung des Transfers wissenschaftlicher Forschungsergebnisse in ländliche Räume beschäftigt. Hierbei ist TIP für eine bedarfsorientierte Technologievorausschau verantwortlich: u. a. Mithilfe einer Erhebung der Bedarfe von Akteuren im ländlichen Raum, einem Scouting passgenauer Technologielösungen für ländliche Räume und der Ableitung von Transferstrategien und Maßnahmenbündel.

Das Geschäftsfeld stellt außerdem einen Gutachter für das NATO Science for Peace and Security Programm und repräsentiert den Fraunhofer-Verbund für Verteidigungs- und Sicherheitsforschung (VVS) bei der Working Group Security and Defense Research der *European Association for Research and Technology Organizations* (EARTO). Außerdem ist TIP im Fraunhofer EU-Netzwerk, im Fraunhofer Verbund für Innovationsforschung, im Innovationscluster Zivile Sicherheitsforschung (InCluSiF), im Innovationsnetzwerk »LAND: LEBEN: ZUKUNFT« und als Berater für größere Forschungsprojekte aktiv.



# GESCHÄFTSFELD »CORPORATE TECHNOLOGY FORESIGHT – CTF«

Dr. Anna Schulte

Verfahren der strategischen Vorausschau, die von einer eindeutig prognostizierten Zukunft ausgehen, reichen nicht mehr aus, um technologieintensive Organisationen – im Hinblick auf eine ungewisse Zukunft – resilient aufzustellen. Zu komplex sind die Beziehungen verschiedenster technologischer, gesellschaftlicher, wirtschaftlicher oder politischer Einflussbereiche. Gleichzeitig steigt die Informationsflut sowohl in der wissenschaftlichen Landschaft als auch in den Medien immer stärker an. Für eine solide Vorbereitung auf die Zukunft bedarf es daher einer systematischen, wissenschaftlich fundierten Analyse der verschiedenen Einflussbereiche, kombiniert mit einer umfassenden und strukturierten Erfassung und Auswertung relevanter technologischer Informationen. Das Geschäftsfeld Corporate Technology Foresight (CTF) unterstützt auf dieser Grundlage Organisationen bei der Beantwortung strategischer Fragestellungen.

Unser Schwerpunkt liegt dabei auf der technologieorientierten Zukunfts- und Innovationsforschung. Dabei blicken wir u. a. auf langjährige Erfahrungen im Bereich der Technologiefrühaufklärung und der strategischen Planung zurück. Für den Einbezug weiterer relevanter Aspekte, z. B. aus den Bereichen Wirtschaft oder Gesellschaft, kooperieren wir mit exzellenten Partnern. Anhand kundenspezifischer Analysen und Methoden der technologieorientierten Zukunftsforschung wird die oftmals schon in den Unternehmen vorhandene Kurzfristperspektive (3–5 Jahre) durch eine Langfristperspektive (5–20 Jahre) erweitert. Im Rahmen dieser Analysen können beispielsweise unternehmensrelevante Zukunftstechnologien identifiziert und bewertet,

technologische White-Spots herausgestellt oder komplexe Technologiefelder und deren Implikationen unternehmensspezifisch aufgeschlüsselt werden. Diese Informationen können damit z. B. eine wissenschaftliche Basis zur Entwicklung langfristiger Technologiestrategien legen.

## Projekte

### Zukunftsvorausschau Raumfahrt 2040

Im Rahmen des Projektes »Zukunftsvorausschau Raumfahrt 2040« haben das Fraunhofer INT und IMW für das DLR-Raum-

fahrtmanagement, gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), ein neuartiges Vorgehen für eine Zukunftsvorausschau entwickelt und angewendet. Das Vorgehen umfasste u. a. die Erstellung von Szenarien und Backcasting-Methoden, eine technologische Vorausschau, sozialwissenschaftliche Analysen sowie verschiedene Gruppendiskussionsformate.

Das einjährige Projekt adressierte die Kernfragen:

1. Welche gesellschaftlichen und ökonomischen Entwicklungen und Trends können die Entwicklung der Raumfahrt in Deutschland bis zum Jahr 2040 beeinflussen?
2. Welche technologischen Trends und Entwicklungen sowohl innerhalb als auch außerhalb der Raumfahrtbranche sind bis zum Jahr 2040 zu erwarten?
3. Welche Szenarien lassen sich ableiten? Welche zukünftigen Rollen der Raumfahrt in Deutschland ergeben sich in diesen Szenarien?
4. Welche mittel- und langfristigen Zielsetzungen können daraus abgeleitet werden?
5. Welche möglichst szenario-robusten Handlungsoptionen ergeben sich für das DLR-Raumfahrtmanagement?

Der Prozess ermöglichte die Ableitung umfangreicher strategischer Handlungsoptionen und unterstützt dadurch das Raumfahrtmanagement bei der eigenen Strategieentwicklung.

### Forschungsprojekt »Berliner Stadtreinigungsbetriebe (BSR) 2030+«

Wie sieht Berlin im Jahr 2030 und darüber hinaus aus? Welche Aufgaben, Möglichkeiten und Herausforderungen bestehen darin für die BSR als kommunales Unternehmen? Welche Vorbereitungen und Aktivitäten kann die BSR bereits heute auf den Weg bringen? Im Zusammenhang mit diesen Fragen konzipierten das Fraunhofer INT und das Fraunhofer IAO|CeRRI einen partizipativen Entwicklungsprozess zur langfristigen Positionierung der BSR mit dem Zeithorizont 2030+. Darin wurde von Seiten des Fraunhofer INT ein Technologie-Foresight Prozess durchgeführt, um relevante technologische Entwicklungen und Veränderungen

für den Kontext der BSR zu identifizieren. Dabei wurde untersucht, welchen Einfluss eine Technologie auf die Tätigkeiten der BSR haben wird, wann die Technologie für die BSR auf dem Markt verfügbar sein wird und welche Akteure die Entwicklung vorantreiben. Zudem wurde vom Fraunhofer INT eine Empfehlung zur weiteren Befassung mit der Technologie an die BSR abgegeben.

Als Ergebnis konnte anhand dieser Kriterien ein priorisiertes Technologieportfolio abgeleitet werden, welches die BSR bei ihrer strategischen Produkt- und Technologieplanung unterstützt.

### Beratungsprojekt »Zukünftige Geschäftsfelder und strategische Marktausrichtung der ELIN GmbH«

Das Unternehmen ELIN verkauft individuelle Lösungen rund um die Elektrotechnik, mit dem Fokus auf der Stromversorgung von Gebäuden und Infrastrukturen (z.B. Flughäfen, Krankenhäuser, Shopping Center, Hotels, Sportstadien ...). Das Leistungsspektrum reicht hierbei von der individuellen Planung und Konzeption, über die Beschaffung bis hin zur Montage und Inbetriebnahme der jeweiligen Lösung inkl. der technischen Betreuung in der Nutzungsphase.

Im Zuge der geplanten Ausweitung des Leistungsspektrums und des Eintritts in neue Märkte – speziell in den Industriebereich – stellte sich die Frage, in welchen Branchen sich ELIN in Zukunft verstärkt engagieren möchte. In der Industrieautomatisierung sind beispielsweise höhere Anforderungen an die Ausfallsicherheit zu erwarten, als im derzeitigen Kerngeschäft, zudem muss Know-how hinsichtlich branchenspezifischer Anforderungen aufgebaut werden, was wiederum entsprechende Investitionen voraussetzt. Auf Basis einer systematischen Recherche und Analyse einer Vielzahl öffentlicher und nicht-öffentlicher Quellen hat das Fraunhofer INT die vielversprechendsten Branchen vorbewertet und so mit Hilfe von Methoden der multikriteriellen Entscheidungsfindung den Entscheidungsprozess des erweiterten Vorstandes der ELIN vorbereitet. Die Ergebnisse wurden dem ELIN-Vorstand im Rahmen eines Workshops vorgestellt, damit dieser die erarbeiteten Informationen zur weiteren Konkretisierung seiner strategischen Marktausrichtung heranziehen kann.

## GRUPPE »TOOLS UND METHODEN«

Dr. Miloš Jovanović

Der Psychologe Abraham Maslow schrieb 1966 in seinem Buch »The Psychology of Science: A Reconnaissance«, dass es verlockend sei, alles wie einen Nagel zu behandeln, wenn das einzige vorhandene Werkzeug ein Hammer sei. Diese gedankliche Sackgasse zu vermeiden ist der Grundgedanke der Gruppe Tools und Methoden (TM): Die Sichtung und Entwicklung verschiedener Werkzeuge (nicht nur Hämmer), um der Abteilung TASP das Einschlagen von Nägeln, aber auch die Lösung anderer Herausforderungen, zu ermöglichen. Hier und da sind es auch TM-Mitglieder selbst, die den »Hammer« in Forschungsprojekten schwingen.

Natürlich sind die »Hämmer« und »Nägel« nur symbolisch zu verstehen. »Hämmer«, beziehungsweise Werkzeuge, stellen die namensgebenden »Tools und Methoden« dar, während die »Nägel« verschiedene Aufgaben und Herausforderungen sind, welche in Forschungsprojekten gelöst und gemeistert werden müssen.

Um ihre Aufgabe zu erfüllen, beteiligen sich Mitglieder von TM **an Forschungsprojekten der Geschäftsfelder**, sichten die Literatur über Methoden und Tools und **entwickeln aktiv eigene IT-Tools** weiter. Außerdem werden Workshops und andere Formate von TM-Mitgliedern organisiert und durchgeführt, um den Abteilungs- und Institutskolleginnen und -kollegen die Nutzung neuer Tools und Methoden näher zu bringen und diese zu diskutieren.

Im Folgenden werden einige Highlights beschrieben, die im Laufe des vergangenen Jahres in der Gruppe TM und in Kooperation mit den Geschäftsfeldern entstanden sind.

### Beispielhafte Projekte mit Beteiligung von TM-Mitgliedern

Zur täglichen Arbeit von TM gehört die Teilnahme an verschiedenen Projekten aus den Geschäftsfeldern. Diese Zusammenarbeit kommt entweder durch Anfrage aus den Geschäftsfeldern oder auf Vorschlag durch TM zustande. TM-Mitglieder unterstützen dabei nicht nur methodisch, sondern auch fachlich wo es passt und sinnvoll ist.

Am Projekt Fraunhofer Microelectronics Innovation Enhancement (**FRAME**) waren mehrere TM-Mitglieder beteiligt. Aktuell liegt die Leitung des Moduls »Foresight und Roadmaps« bei der Gruppe. Weitere Details finden sich in dem Artikel zum FRAME-Projekt in diesem Jahresbericht.

Für das Projekt »**Foresight Fraunhofer**« wurden innerhalb von TM mehrere Beiträge geleistet. Im Projekt, welches gemeinsam mit anderen Fraunhofer Instituten durchgeführt wird, wurde in 2018 eine Liste von 51 Zukunftsthemen (sogenannten »Spotlights«) zusammengestellt und durch ca. 400 Fraunhofer Experten aus der gesamten Fraunhofer Gesellschaft bewertet. TM sammelte hierbei die am Institut bereits in früheren Projekten erarbeiteten Themen und wählte sie gemeinsam mit den anderen Institutsvertretern aus. Außerdem wurde damit fortgefahren, die Themen systematisch in der internen Informationsplattform »Neue Technologien« (IPNT) abzulegen, um das Wiederauffinden für zukünftige Projekte zu erleichtern.

Für das Geschäftsfeld WZA wurden weiter die sogenannten **Länderberichte** erstellt. Methodisch wurden hier Quellensammlung und -analyse angewandt. Im Jahr 2018 wurde jeweils ein Bericht für Frankreich und Australien fertiggestellt.

### Eigenentwicklungen von TM

Die Informationsplattform »Neue Technologien« (IPNT) wurde im vergangenen Jahr von der Abteilung TASP weiter befüllt, während in TM Vorarbeiten geleistet wurden, um die Performance, Systematik und Effizienz des Systems zu verbessern. Geplant ist auch die Implementierung neuer Features, wie zum Beispiel aussagekräftige Visualisierungen und weitere Analysemöglichkeiten.

Ein wichtiger Schwerpunkt der Gruppe TM war auch im vergangenen Jahr, das Recherche- und Analysetools **KATI – Knowledge Analytics for Technology & Innovation** – weiter zu entwickeln. Im Rahmen dieses noch bis Ende 2019

geförderten Projektes wurden etwa alle zwei Monate neue Analyse- und Visualisierungsmöglichkeiten implementiert, wie beispielsweise die Analyse von Kooperationsnetzwerken auf Länderebene. Einen anderen Schwerpunkt stellte die Erschließung weiterer Datenquellen dar. Dazu zählen die ökonomischen Daten der Weltbank.

Von zentraler Bedeutung war, dass 2018 zusammen mit der Zentralen IT der Umzug des Systems auf neue, leistungsfähige Server bewerkstelligt werden konnte. Parallel dazu wurde mit Elasticsearch eine neue, noch leistungsfähigere Suchmaschine in das System integriert. Beides hat zu einer deutlich verbesserten Leistungsfähigkeit von KATI geführt.

### Weitere Tätigkeiten der Gruppe TM

Auch in diesem Jahr gehörte es zu den Daueraufgaben von TM, die Betreuung der institutsinternen Wikis aufrechtzuerhalten. Diese Wikis werden zu verschiedenen Zwecken genutzt, zum Beispiel Dokumentation, Kommunikation und Projektmanagement. Ebenfalls dazu gehörte die Aktualisierung der Wikisoftware und die Pflege der Benutzerkonten, aber auch das regelmäßige »Aufräumen« und Neu-Strukturieren der einzelnen Bereiche. Die Wikis stellen außerdem eine wichtige Säule im **Wissensmanagement** der Abteilung dar.

Das **Methodenforum**, welches gemeinsam mit der Stabstelle »Ausbildung und Methodik« ausgerichtet wird, fand 2018 dreimal statt. Die Themen lauteten »Quantitative und qualitative Methoden der Sozialforschung«, »Methoden aus Führungskräfte-seminaren« sowie »Data Driven Foresight – Technologiefrühaufklärung im Zeitalter von Big und Linked Data. Ein Werkstattbericht«. Die Titel illustrieren die Breite der Tools und Methoden, mit denen sich die Gruppe beschäftigt. Das Methodenforum stellt einen wichtigen Kommunikationskanal in die Geschäftsfelder dar, um neue Methoden zu diskutieren und auszuprobieren.



## GESCHÄFTSFELD »NUKLEARE SICHERHEITSPOLITIK UND DETEKTIONSVERFAHREN – NSD«

Dr. Theo Köble

In dem Geschäftsfeld »Nukleare Sicherheitspolitik und Detektionsverfahren« (NSD) wird theoretische und experimentelle Forschung und Entwicklung auf den Gebieten der nuklearen Sicherheitspolitik und der nuklearen Detektionsverfahren durchgeführt. Neben grundlegenden Untersuchungen werden Forschungsprojekte für industrielle und öffentliche Auftraggeber bearbeitet. Ferner wird die nationale Urteilsfähigkeit auf dem Gebiet nuklearer und radiologischer Waffen und den damit verbundenen asymmetrischen Bedrohungen vertieft und ausgebaut.

Das Geschäftsfeld stützt sich bei seiner Arbeit auf eine hochmoderne technische Ausstattung. Zur Simulation physikalischer Vorgänge steht ein Linuxcluster mit insgesamt 64 Prozessorkernen zur Verfügung. Neben gekoppelten Neutronen- und Gammatransportrechnungen werden auch gekoppelte Neutronen- und Hydrodynamikrechnungen durchgeführt. Zur Durchführung experimenteller Untersuchungen werden mehrere Neutronengeneratoren (14 MeV und 2,5 MeV) sowie zwei Isotopenlabore betrieben. Eine Vielzahl von verschiedenen Messgeräten für radioaktive Strahlung, insbesondere solche für Vor-Ort-Messungen, steht für Tests und Vergleiche zur Verfügung.

Auf dem Sektor nukleare Abrüstung und mögliche Proliferation werden kontinuierlich politische und vor allem technische Entwicklungen unter physikalisch-technischen Gesichtspunkten

verfolgt. Hier arbeitet das Geschäftsfeld bei ESARDA (European Safeguards Research and Development Association) und INMM (Institute of Nuclear Materials Management) mit und beteiligt sich an der technischen Vorbereitung des Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty (CTBT) und ist Partner in internationalen Projekten zur CBRN(E)-Thematik.

### Highlights

Im EU-Horizon-2020-Projekt C-BORD hat das Institut mit einer Vielzahl von europäischen Partnern verbesserte Strategien und Geräte zur effizienten Kontrolle von Containern entwickelt, in denen Massenfracht transportiert wird. Von den Konsortialpartnern innerhalb dieses großen EU-Projekts wurden verschiedene Inspektionssysteme für die erste und die zweite

Inspektionslinie entwickelt bzw. weiterentwickelt, in ein Gesamtsystem integriert und im Rahmen von Feldtests verifiziert. Dabei wurden sowohl die Anforderungen großer Seehäfen als auch die kleineren und mittleren Containerterminals wie z. B. in Binnenhäfen berücksichtigt. Das Geschäftsfeld beteiligte sich an mehreren Arbeitspaketen und leitete das Arbeitspaket zur detaillierten Bewertung der technologischen Lösungen und des Gesamtsystems (siehe Seite 34).

Im Rahmen des EU-DG-Home Projekts ITRAP+10 Phase 2 wurde ein Referenzlabor für die Qualifizierung von Strahlungsmessgeräten zur Verhinderung des illegalen Transports von radioaktiven und nuklearen Stoffen am Fraunhofer INT aufgebaut. Innerhalb dieses Projekts wurden sowohl ein Prüfsystem für statische Messungen als auch eines für dynamische Messungen entwickelt und aufgebaut. Das Institut beteiligte sich damit an einem Round-Robin Versuch mit mehreren europäischen Partnern, in dem verschiedene Messgeräte nach gemeinsamen Standards unter Einsatz dieser Prüfeinrichtungen getestet wurden.

Im Rahmen des Förderkonzepts FORKA des BMBF zur Forschung für den Rückbau kerntechnischer Anlagen beteiligt sich das Geschäftsfeld NSD im Projekt QUANTOM an einem Konsortium zur Entwicklung einer Fassmessanlage zur stofflichen Beschreibung von radioaktiven Abfällen in 200-l-Abfallfässern. Das Geschäftsfeld kooperiert hierzu mit den Verbundpartnern Framatome GmbH und Aachen Institute for Nuclear Training GmbH. Schwerpunkt des Geschäftsfelds NSD innerhalb des Projekts sind online- und offline-Neutronenmessungen. Innerhalb dieses Projekts soll die Fassmessanlage entwickelt, aufgebaut und erprobt werden.

Die Untersuchungen zu alternativen Materialien zur Neutronendetektion wurden fortgeführt. Hierbei wurde unter anderem für einen neuartigen Neutronendetektor, der ein Alternativmaterial zu dem gewöhnlich eingesetzten Helium-3 als Neutronendetektionsmaterial verwendet, seine grundsätzliche Eignung für vor-Ort-Messungen festgestellt.

Zu Detektorsystemen mit neuartigen Detektionsmaterialien werden darüber hinaus grundlegende Untersuchungen im Rahmen einer laufenden Doktorarbeit durchgeführt.

Das Geschäftsfeld NSD hat sich mit einem Ausstellungsstand, einem Vortrag und der Präsentation des Messfahrzeugs DeGeN am 4. Internationalen Symposium zur Entwicklung von CBRN-Schutz-Fähigkeiten der Deutschen Gesellschaft für Wehrtechnik (DWT) vom 03. bis zum 05. September 2018 beteiligt. Auf dem Ausstellungsstand wurde der Messaufbau für statische Prüfungen, der im Rahmen des ITRAP+10 Phase 2-Projektes entwickelt wurde, demonstriert. Auch der Vortrag behandelte die Qualifizierungsmöglichkeiten von Messsystemen nach Normen. Auf der Sonderausstellung zur Veranstaltung wurden außerdem die Fähigkeiten des Messfahrzeugs des Fraunhofer INT zur hochempfindlichen Detektion von Neutronen- und Gammastrahlung präsentiert.

Das Geschäftsfeld war auch wieder an Aktivitäten der Internationalen Atomenergiebehörde (IAEA) beteiligt. So wurde beim IAEA »Technical Meeting on Modern Neutron Detection« über die Möglichkeiten des Ersatzes von Helium-3 in Neutronendetektionssystemen durch andere Detektionsmaterialien berichtet. Außerdem war ein Mitarbeiter des Geschäftsfelds als Experte bei der Revision des Dokuments »IAEA Nuclear Security Series No. 1«, Technical Guidance, »Technical and Functional Specifications for Border Monitoring Equipment« beteiligt.

Das Geschäftsfeld beteiligt sich weiterhin an Normungsaktivitäten zu Strahlungsmessgeräten, national im DIN/VDE und international im entsprechenden IEC Gremium. Hierbei werden speziell die Normen zu illicit trafficking betreut, die die Anforderungen an Strahlendetektionssysteme an Grenzübergängen beziehungsweise vergleichbaren Kontrollstellen festlegen.



## GESCHÄFTSFELD »ELEKTROMAGNETISCHE EFFEKTE UND BEDROHUNGEN – EME«

Dr. Michael Suhrke

Das Geschäftsfeld Elektromagnetische Effekte und Bedrohungen (EME) hat im Rahmen der Grundfinanzierung durch das Bundesministerium der Verteidigung (BMVg) die Aufgabe, Beiträge zur Schaffung der Urteilsfähigkeit auf dem Gebiet Elektromagnetische Effekte hinsichtlich militärischer Bedrohung zu leisten. Da diese Aufgabe im BMVg selbst nur in einem gewissen Umfang bearbeitet wird, betreibt das Geschäftsfeld hierfür, in Absprache mit der Amtsseite und in Zusammenarbeit mit auf dem Verteidigungsgebiet tätigen Firmen, eigene theoretische und experimentelle Forschung einschließlich der Weiterentwicklung der Messtechnik. Über die grundfinanzierte Forschung und Auftragsforschungsprojekte für das BMVg hinaus haben auch Arbeiten für Auftraggeber außerhalb des Verteidigungsbereichs (zivile Sicherheitsforschung) und Industrieprojekte Bedeutung.

Die experimentellen Arbeiten des Geschäftsfeldes zur elektromagnetischen Bedrohung, insbesondere durch Hochleistungsmikrowellen (HPM), umfassen Untersuchungen zur Einkopplung elektromagnetischer Felder in Strukturen und konkrete Systeme sowie zur Verwundbarkeit von Elektronik durch Felder hoher Intensität (High Power Electromagnetics, HPEM). Die Testobjekte reichen von IT-Geräten und -Systemen auf der Basis derzeitiger IT-Technik und insbesondere auch leitungsgebundener und drahtloser Datenübertragungstechnik (Netzwerktechnik) bis zu ziviler Kommunikationstechnik und Komponenten kritischer Infrastrukturen. Weiterhin werden grundsätzliche Untersuchungen und experimentelle Arbeiten zu Detektionsverfahren für

elektromagnetische Bedrohungen insbesondere durch HPM weitergeführt.

Das Geschäftsfeld verfügt über einen selbst entwickelten TEM-Wellenleiter (Transverse Electromagnetic Mode) in einer abgeschirmten Halle für Frequenzen bis zu einigen Gigahertz. Hier können in einem weiten Frequenzbereich lineare Einkopplungsmessungen zur Bestimmung von Transferfunktionen und Untersuchungen zur Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) durchgeführt werden. Darüber hinaus können Störfähigkeitsuntersuchungen mit konstanten und gepulsten Feldern mit Feldstärken bis zu mehreren Kilovolt pro Meter

(kV/m) an Objekten mit Abmessungen bis zu mehreren Metern erfolgen. Für Messaufgaben außerhalb des Instituts verfügt das Geschäftsfeld über eine ebenfalls selbst entwickelte mobile HPM-Bestrahlungsanlage, mit der durch die Abstrahlung über verschiedene Antennen ebenfalls in einem weiten Frequenzbereich Feldstärken von einigen kV/m erzeugt werden können. Ergänzt werden diese Anlagen durch eine mit Hochleistungsquellen bestückte Modenverwirbelungskammer zur Erzeugung von noch höheren Feldstärken im Gigahertzbereich, um der wachsenden Zahl von Anwendungen der modernen Sensor- und Kommunikationstechnik bei diesen Frequenzen Rechnung zu tragen. Zusätzlich betreibt das Geschäftsfeld einen kleinen Absorberraum und umfangreiche Hochfrequenz- und Mikrowellenmesstechnik.

Im Rahmen der Forschung für das BMVg wurden 2018 in einem durch das Wehrwissenschaftliche Institut für Schutztechnologien – ABC-Schutz (WIS) in Munster beauftragten Projekt Arbeiten zur Weiterentwicklung eines HPEM-Detektors fortgeführt. Weiterhin wurden in diesem Projekt Untersuchungen zur Generationsabhängigkeit der HPEM-Verwundbarkeit von Elektronik sowie zur HPEM-Störfähigkeit von Sensorik fortgesetzt. Im Rahmen eines Technical Agreement »Development of High Power Microwave Test Methodology and Procedures« wurde 2018 eine Kooperation mit dem FOI in Schweden zur Methodik von HPEM-Tests weitergeführt. Ein weiteres durch das WIS Munster beauftragtes Projekt zur Beschaffung einer schmalbandigen Magnetonquelle mit Pulsleistungen im Megawattbereich für Freifelduntersuchungen wurde abgeschlossen.

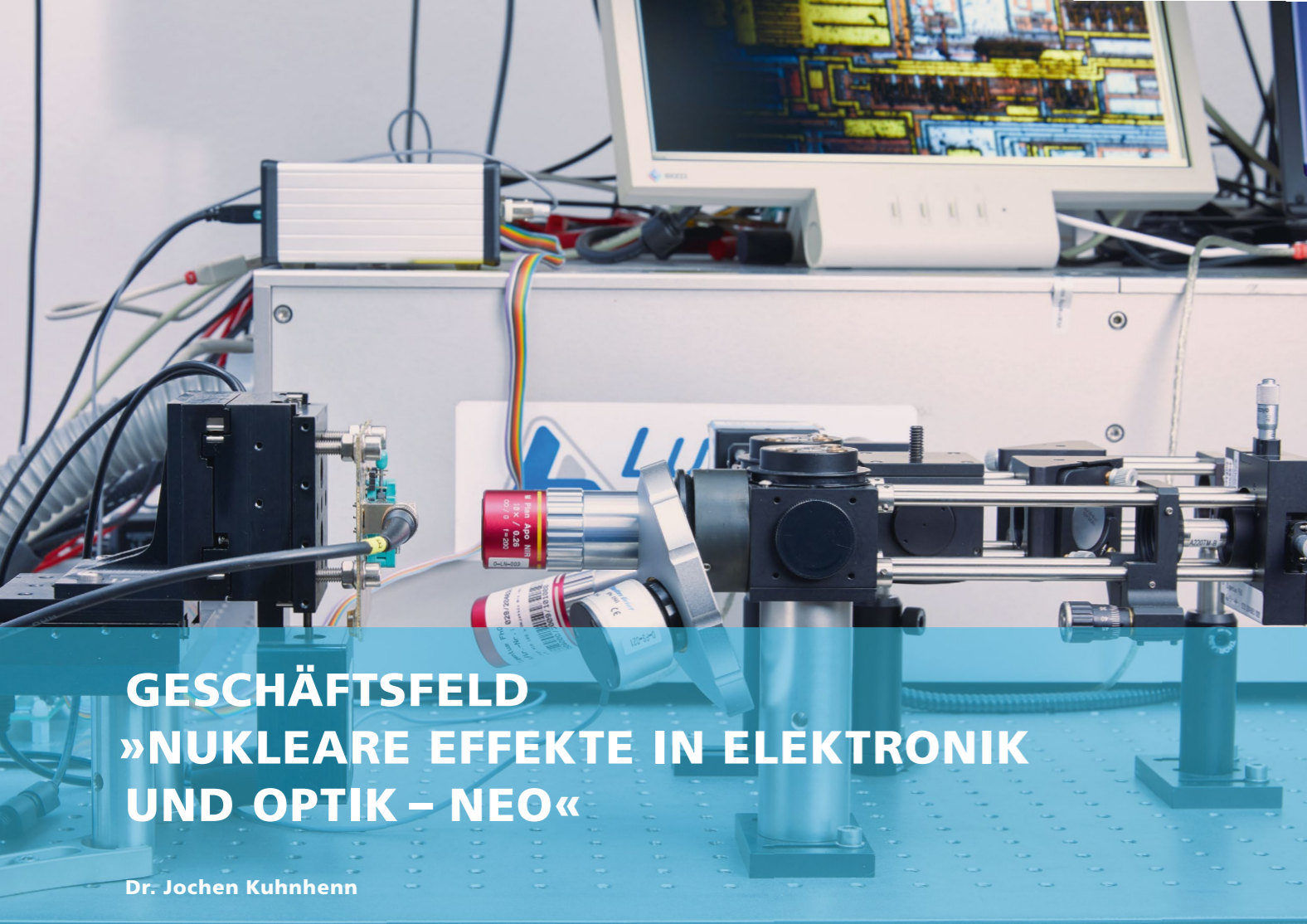
Im Jahr 2018 wurden ebenfalls die Arbeiten in der NATO STO SCI-294 Task Group »Demonstration and research of effects of RF Directed Energy Weapons on electronically controlled vehicles, vessels, and UAVs« fortgeführt. Hier beteiligt sich das Geschäftsfeld insbesondere an HPEM-Verwundbarkeitsuntersuchungen von Unmanned Aerial Vehicles bzw. Systems (UAV / UAS). Außerdem erfolgten Vorbereitungen zur 2019 RF-DEW Capability Demonstration in der NATO Missile Firing Installation (NAMFI) auf Kreta.

Counter-UAS-Untersuchungen mit HPEM-Wirkmitteln gemeinsam mit dem WIS Munster fanden Eingang in den Jahresbericht Wehrwissenschaftliche Forschung 2017 und wurden auf dem Symposium EME 2018 in Greding vorgestellt.

Im Themenfeld der zivilen Sicherheitsforschung ist das Geschäftsfeld im Sicherheitsforschungsprogramm Horizont 2020 der Europäischen Kommission Partner im 2016 begonnenen Forschungsprojekt SmartResilience zum Thema »Smart Resilience Indicators for Smart Critical Infrastructures« mit 20 Projektpartnern. 2018 bewilligte die EU-Kommission die Finanzierung des Projekts ETN Marie Curie »Pan-European Training, research and education network on Electromagnetic Risk management – PETER«, in dem das Geschäftsfeld einer von 19 Projektpartnern ist.

Das Geschäftsfeld betreibt umfangreiche Normungsaktivitäten. Diese umfassen die DIN-Arbeitskreise TEM-Wellenleiter und Reverb-Chamber, die VG-Normenkreise zu NEMP- und Blitzschutz und zur Elektromagnetischen Verträglichkeit ebenso wie die Beteiligung als Nationaler Vertreter an der Joint Working Group Reverberation Chamber der IEC. Die Weiterentwicklung der HPEM-Normung mit dem Ziel eines NATO HPEM Protection Guide ist auch wie bereits in der Vorgängerguppe wieder Gegenstand der NATO STO SCI-294 Task Group.

Im vergangenen Jahr wurde innerhalb des Geschäftsfeldes eine Promotion zum Thema HPEM-Verwundbarkeit des Smart Grid fortgesetzt. Ergebnisse zur HPEM-Empfindlichkeit von verschiedenen Schutzgeräten und Kommunikationseinheiten zur Automatisierung von Schaltanlagen im Energienetz wurden auf der Konferenz EMC Europe 2018 in Amsterdam vorgestellt.



## GESCHÄFTSFELD »NUKLEARE EFFEKTE IN ELEKTRONIK UND OPTIK – NEO«

Dr. Jochen Kuhnhehn

Das Geschäftsfeld Nukleare Effekte in Elektronik und Optik (NEO) des Fraunhofer INT ist spezialisiert auf dem Gebiet der Wirkung ionisierender Strahlung auf elektronische, optoelektronische und optische Komponenten und Systeme. NEO führt an diesen Bestrahlungstests nach anerkannten Standards durch und berät Unternehmen bei der Strahlungsqualifizierung und -härtung beispielsweise für Satelliten oder Beschleuniger. Die gewonnenen Erkenntnisse werden darüber hinaus auch zur Entwicklung von Strahlungssensoren verwendet. Das INT führt die Bestrahlungstests hauptsächlich an eigenen Bestrahlungsanlagen, aber auch in externen Einrichtungen durch. Es verfügt hierbei über eine in Europa einzigartige Ausstattung von Bestrahlungsmöglichkeiten, um alle für z. B. Satelliten relevanten Strahlungsarten und die von ihnen induzierten Effekte im Labor nachzustellen. Daneben steht dem Geschäftsfeld modernste Messtechnik zur Verfügung, um auch kleinste Änderungen charakteristischer Kenngrößen zu messen.

Ein Schwerpunkt der Arbeiten in 2018 lag bei Themen im Bereich der Einzelteilchen-Effekte (Single-Event-Effects, SEE). Ausgebaut wurde dabei die Untersuchung von Neutronen-induzierten SEE in Leistungsbauteilen, beispielsweise wurden verschiedene Effekte an internationalen Neutronenquellen gemessen, um effiziente und zuverlässige Testmethoden zu entwickeln.

Weitere Projekte im Bereich der SEE-Untersuchungen waren Tests sowohl am INT mit Neutronen als auch mit hochenerge-

tischen Protonen am Paul-Scherrer-Institut in der Schweiz und Schwerionen an der Université catholique de Louvain in Belgien. Hier wurden komplexe kommerzielle Elektroniksysteme für den Einsatz im Weltraum qualifiziert.

Im Bereich der akkumulierten Wirkung von Strahlungseffekten wurden in 2018 für verschiedene internationale Partner Untersuchungen durchgeführt. Ein Beispiel sind mehrere Laserdioden hoher Leistung, für die neue Messstände entwickelt wurden, die eine weitgehend automatisierte Erfassung von optischen

und elektrischen Parametern während der Charakterisierung erlauben. Aufbauend auf den Untersuchungen zur Wirkung von Strahlung auf Lichtwellenleiter bei extrem tiefen Temperaturen wurden erstmals auch elektronische Komponenten bei weniger als 20 K während der Bestrahlung vermessen.

In 2018 trat NEO auf mehreren internationalen Konferenzen und Messen mit eigenen Ständen auf, teilweise mit Unterstützung der Fraunhofer Allianz Space. Auf dem »International Astronautical Congress« (IAC) war NEO auf dem Gemeinschaftsstand der Allianz Space sowie mit zwei Konferenz-Vorträgen vertreten. Auch auf der »International Conference for Space Optics« (ICSO) wurden Vorträge gehalten und mit einem Ausstellungsstand das Geschäftsfeld vorgestellt.

Weitere Auftritte fanden auf der »Internationalen Luft- und Raumfahrtausstellung« (ILA) in Berlin sowie der Konferenz »Radiation Effects on Components and Systems« (RADECS) statt. Zum ersten Mal stellte sich das Geschäftsfeld 2018 auch auf den Industry Space Days der ESA mit einem Stand vor.

In Kooperation mit dem Institut für Kernphysik der Universität zu Köln wurde eine Promotion begonnen, in deren Rahmen neue Untersuchungsmethoden von Einzelteilcheneffekten in speziellen Leistungsbauteilen entwickelt werden. Der Fokus liegt dabei auf der Beschäftigung mit modernen Gallium-Nitrit (GaN) Bauteilen. An Beschleunigern in England, der Schweiz und Frankreich wurden in 2018 mehrere Kampagnen dazu durchgeführt.

Wichtig ist hierbei insbesondere der Vergleich von verschiedenen Teilchenarten und Energien an den verschiedenen Beschleunigern. Um zukünftig eine effiziente Qualifizierung von Bauteilen zur Empfindlichkeit gegenüber atmosphärischen Neutronen durchführen zu können, ist es notwendig zu verstehen, wie man Testergebnisse, die an Spallationsquellen gewonnen wurden, mit solchen an monoenergetischen Beschleunigern vergleichen kann.

Diese Spallationsquellen bilden das Spektrum der Neutronen nach und ermöglichen somit eine hervorragende Simulation der Wirkung, allerdings gibt es weltweit nur wenige Anlagen dieser Art. Wenn es gelingt, eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit konventionellen Beschleunigern herzustellen, wäre eine wesentlich größere Anzahl von Testeinrichtungen einsetzbar.

Eine der Gamma-Bestrahlungsanlagen des Fraunhofer INT wurde in 2018 nach neun Jahren mit einem neuen Strahler beladen, sodass der Bereich von verfügbaren Dosisleistungen deutlich vergrößert werden konnte und somit insbesondere die Bedingungen zur Bestrahlung von ausgedehnten Objekten bzw. zum Erreichen von sehr hohen Dosiswerten verbessert werden konnten.



# WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE INFRASTRUKTUR

Peter Clemens, Dr. Monika Risse

Die Abteilung Nukleare und Elektromagnetische Effekte (NE) verfügt über eine umfassende wissenschaftlich-technische Infrastruktur, die die experimentellen Arbeiten in den drei Geschäftsfeldern unterstützt. Zum Bereich WTI – Wissenschaftlich Technische Infrastruktur gehört eine feinmechanische Werkstatt, in der spezielle Teile der Mechanik für die Experimentieranlagen hergestellt werden und eine Elektronik-Werkstatt, welche die Herstellung spezieller Elektronik, sowie die Wartung und die Reparatur der Experimentier-Elektronik übernimmt.

## Entwicklung und Bau eines Quellen-Wagens

Zur Überwachung von Außengrenzen und Flughäfen werden zum Schutz vor Schmuggel radioaktiven Materials Portalmonitore und andere Messeinrichtungen eingesetzt. Im Rahmen des Programms »Illicit Trafficking Radiation Detection Assessment Program + 10« (ITRAP+10, »This project has received funding from the European Union under grant agreement No HOME/2015/ISFP/AG/CBRN/4000008453«) sind hierzu Testvorschriften erstellt worden, um die Messsysteme zu qualifizieren. Diese Messvorschriften basieren auf ANSI und IEC Standards. Ziel der Phase II des Programms war es Labore in Europa für derartige Qualifizierungsmessungen zu qualifizieren. In diesem Rahmen sind auch die Labore des Fraunhofer INT ertüchtigt worden.

Einen Teil der Qualifizierungsmessungen stellen dynamische Messungen dar. Hierbei wird ein ferngesteuertes Fahrzeug benötigt, welches Quellen mit und ohne Abschirmung in unterschiedlichen Höhen mit vorgegebenen Geschwindigkeiten an einem zu qualifizierenden Messsystem vorbeifährt. Die Entwicklung dieses Quellenwagens ist von der Arbeitsgruppe WTI für und in Zusammenarbeit mit dem Geschäftsfeld Nukleare Sicherheitspolitik und Detektionsverfahren NSD entwickelt worden.

Die Mechanik des Fahrzeugs wurde in der Mechanischen-Werkstatt (WTI) konstruiert und aufgebaut. Ebenso sind dort verschiedene Quellenhalter für die unterschiedlichen radioaktiven Quellen konzipiert und hergestellt worden. Die Elektronik-Werkstatt (WTI) war für die Entwicklung und den Bau der Steuerung zuständig. Die Software zur Bedienung, zur Fernsteuerung inklusive der Überwachung und Fernanzeige lieferte das Geschäftsfeld NSD selbst.

Durch intensive Zusammenarbeit und Abstimmung konnte das Projekt erfolgreich abgeschlossen werden. Der Prozess der Zusammenarbeit wurde im Rahmen des Audits (QM – ISO9001) vorgestellt und erfolgreich geprüft.

## Das Sekretariat unterstützt die Abteilung NE:

- Mit der organisatorische Begleitung von Projekten,
  - bei der Berichterstellung zu experimentellen Untersuchungen,
  - im Strahlenschutz,
  - durch Mitarbeit bei der Vorbereitung und der Durchführung von Workshops
- sowie
- bei der Erstellung von Fragebögen (auch online).

# ABTEILUNG BETRIEBSWIRTSCHAFT UND ZENTRALE DIENSTE

Prof. Dr. Harald Wirtz

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

Die Abteilung ist in die beiden Untergruppen Finanzen, Personal und Recht (FPR) sowie Zentrale Infrastrukturdienste (ZI) unterteilt. Dazu kommen die eigenständigen Bereiche Bibliotheks- und Fachinformationsdienste sowie Marketing und Öffentlichkeitsarbeit.

Die Gruppe **Finanzen, Personal und Recht** bearbeitet die Aufgabengebiete Einkauf, Buchhaltung, Rechnungswesen, Controlling, Personal, Reisemanagement und Veranstaltungsmanagement. Im abgelaufenen Jahr wurden die kaufmännischen Prozesse im Hinblick auf die Einführung eines Qualitätsmanagementsystems evaluiert, verbessert und dokumentiert.

Die Gruppe **Zentrale Infrastruktur** betreut die Sachgebiete Facility Management/Innerer Dienst und Zentrale IT-Dienste. Das Facility Management spielt nach wie vor eine wichtige Rolle bei der Koordination der verschiedenen Baumaßnahmen auf dem Institutsgelände. Im Bereich der zentralen IT-Dienste wird die gesamte IT-Infrastruktur des Institutes betrieben. Hier wird der 1st-Level-Support für die Benutzer geleistet.

Im Bereich **Marketing und Öffentlichkeitsarbeit** werden alle zentralen Maßnahmen zur Kommunikation und Vermarktung der Arbeitsergebnisse aus den verschiedenen Geschäftsfeldern des Instituts durchgeführt. In den letzten Jahren wurden zunehmend Auftritte auf wichtigen Fach- und Industriemessen organisiert und koordiniert, z. B. auf der Hannover-Messe.

Im Vordergrund der Arbeit der **Bibliotheks- und Fachinformationsdienste** steht die Beschaffung und Verwaltung von, für die Institutsarbeit benötigten, Medien und die Unterstützung der Wissenschaftler bei Recherche und Informationsbeschaffung. Je nach Projektbedarf werden zusätzliche Fachdatenbanken und weitere Informationsquellen lizenziert und bereitgestellt. Darüber hinaus werden die Projektbeteiligten im Umfeld ihrer Publikationstätigkeit bei der Umsetzung der neuen Anforderungen öffentlicher Förderer beraten und unterstützt.

# FORSCHUNGS-HIGHLIGHTBERICHTE AUS DEM JAHR 2018

## DROHNENABWEHR DURCH HIGH POWER ELECTROMAGNETICS (HPEM)

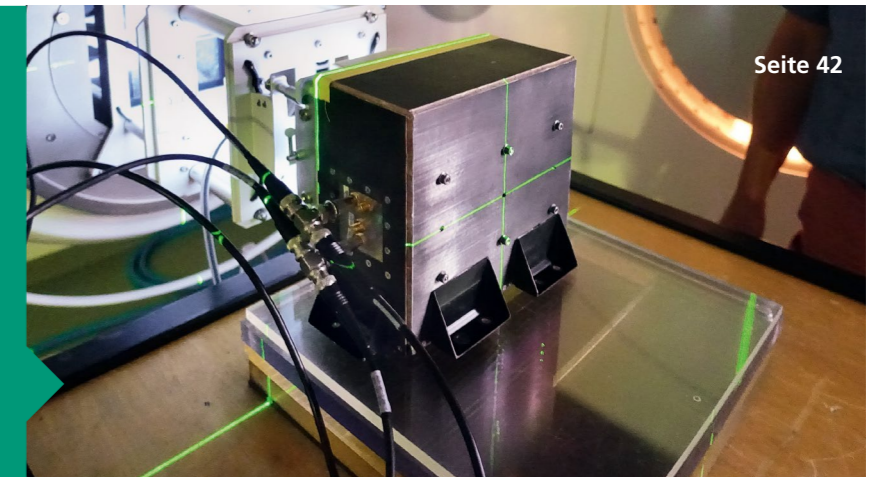
Unbemannte Flugsysteme stellen eine Bedrohung für militärische und zivile Einrichtungen dar. High Power Electromagnetics könnten sich als eine erfolgreiche Alternative zu anderen Abwehrmaßnahmen erweisen.



Seite 38

## RAPRO

Im Projekt RAPRO wurden im Auftrag der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) mehrere neuartige Mehrschichtsysteme zum Schutz von Elektronik entworfen, konstruiert und getestet.



Seite 42

Seite 36

## HORIZONTE ERWEITERN

Das BMBF-Verbundprojekt »Horizonte erweitern – Perspektiven ändern« beschäftigt sich mit dem Zukunftsbild ländlicher Regionen mit Strategien und Maßnahmen für einen erfolgreichen Technologietransfer und neuen Forschungsfeldern für die Wissenschaft.



Seite 40

## FRAME

Das Projekt FRAME unterstützt die Leitung der Forschungsfabrik Mikroelektronik (FMD) beim Aufbau der FMD-Geschäftsstelle und trägt durch methodische und personelle Unterstützung dazu bei, dass sie zum Erfolgsmodell wird.



## C-BORD: CONTAINERKONTROLLE AN GRENZSTATIONEN UND IN HÄFEN

Das Fraunhofer INT war gemeinsam mit 17 Partnern aus 9 europäischen Ländern daran beteiligt, ein komplexes System für eine verbesserte Containerkontrolle zu entwickeln.



Seite 34

## 1. F&T-ZUKUNFTSLAGE- KONFERENZ 2018

Die F&T-Zukunftslagekonferenz vereint alle Akteure innerhalb und im unmittelbaren Umfeld der Bundeswehr sowie des BMVg, die sich mit der Identifikation und der Bewertung von zukünftigen Technologien beschäftigen.

## F&T-Zukunftslagekonferenz

Euskirchen, 27. - 28. Februar 2018

Seite 44

Fraunhofer  
INT

Bundesministerium  
der Verteidigung

Abteilung Ausrüstung

# EU HORIZONT-2020-PROJEKT C-BORD: CONTAINERKONTROLLE AN GRENZSTATIONEN UND IN HÄFEN

Prof. Dr. Sebastian Chmel

Frachtcontainer spielen eine zentrale Rolle im globalen Handel. Jedes Jahr passieren Millionen davon die Grenzen Europas, sowohl zu Lande als auch zu Wasser, und die Kontrolle dieses Warenstroms ist eine immense Herausforderung. Illegale oder gar gefährliche Güter müssen identifiziert werden. Insbesondere der vor dem Hintergrund der jüngsten allgegenwärtigen terroristischen Aktivitäten ist klar: Schmuggel von Waffen, Explosivstoffen, biologischen oder chemischen Schadstoffen oder gar nuklearem Material kann zu unabsehbaren, katastrophalen Folgen führen. Andererseits erfordert die Wirtschaft einen flüssigen Warenverkehr. Daher arbeiten Zollbehörden weltweit beständig daran, die Inspektionsprozesse zu verbessern, sowohl mit technischen als auch organisatorischen Neuerungen.

Diesem Ziel diente auch das europäische Verbundprojekt C-BORD – Effective Container inspection at BORDer control points. Dieses Projekt wurde von der Europäischen Kommission nach einer entsprechenden Ausschreibung im Themenbereich »Sichere Gesellschaften« des Forschungsrahmenprogrammes »Horizon 2020« gefördert und im Dezember 2018 erfolgreich abgeschlossen. Das Fraunhofer INT war hier gemeinsam mit 17 Partnern aus 9 europäischen Ländern – darunter auch die Hochschule Bonn-Rhein-Sieg – daran beteiligt, ein komplexes System für eine verbesserte Containerkontrolle zu entwickeln. Die Praxisnähe des Projektes spiegelt sich unter anderem in der Tatsache, dass neben Universitäten und Forschungsinstituten auch Zollbehörden als Konsortialpartner eine wichtige Rolle spielten. In dreieinhalbjähriger Arbeit wurden einzelne Technologien zur zerstörungsfreien Detektion weiter entwickelt, getestet und schließlich zu einem Gesamtsystem verbunden, das es ermöglicht, die Daten kombiniert auszuwerten und über Datenfusion mehr Informationen zu erhalten als es eine separate Analyse – wie bislang üblich – erlaubt. Bedienen lässt sich das Ganze über eine spezielle graphische Benutzeroberfläche, in die auch Elemente zur Entscheidungsunterstützung integriert wurden.

Die Basis des Systems C-BORD bildeten Weiterentwicklungen auf fünf Technologiefeldern:

## 1. Passive Detektion von Radioaktivität mit Portalmonitoren

Eine verbesserte Detektion und vor allem Identifikation von radioaktivem Material war Ziel bei der Weiterentwicklung von Portalmonitoren mit unterschiedlichen Nachweistechiken. So konnten flexible, ad hoc einsetzbare, dabei zugleich effiziente und kostengünstige Lösungen gefunden werden. Der Identifikation kam hier große Bedeutung bei der Reduzierung von Fehlalarmen aufgrund von natürlicherweise radioaktiven Materialien wie Keramik oder Dünger zu.

## 2. Verbesserte Röntgenbildgebung

Auch im Bereich der klassischen Analyse per Röntgendurchleuchtung wurden deutliche Verbesserungen erzielt. So konnten Bildverzerrungen reduziert werden, die sich im sogenannten »Mobile Mode« ergeben, wenn die Röntgenapparatur anstelle des Containers bewegt wird, um ein Bild zu scannen. Des Weiteren wurden Verbesserungen im Bereich der Materialklassifizierung erreicht. Mit dieser können hintereinander stehende – und damit auf dem Röntgenbild überlagerte – Objekte besser differenziert werden.

## 3. Transportable Neutroneninterrogation mit spezifizierten Neutronen

(Rapid Re-locatable Tagged Neutron Interrogation System)  
Bei dieser speziellen Neutroneninterrogation handelt es sich um ein etwas zeitaufwändigeres Verfahren, das bei bestimmtem Verdacht zusätzlich als »Second Line«-Inspektion eingesetzt werden soll. Hierbei wird der Container mit Neutronen bestrahlt und aus der resultierenden Gammastrahlung auf die Zusammensetzung der Fracht geschlossen – das Verhältnis von Kohlenstoff, Stickstoff und Sauerstoff kann etwa Explosivstoffe anzeigen, oder auch Drogen und Zigaretten. Neue Algorithmen zur Materialklassifikation wurden entwickelt und erfolgreich getestet.

## 4. Photofission

Wie die Neutroneninterrogation wurde auch die Photofissionstechnik als »Second Line«-Inspektion konzipiert. Das Verfahren nutzt praktischerweise denselben Linearbeschleuniger wie ein Hoch-Energie-Röntgenscanner. Anders als bei der Röntgenbildzeugung werden aber nur kleine (verdächtige) Bereiche des Containers bestrahlt, und dann die als Folge der Bestrahlung emittierten Teilchen detektiert und analysiert. So lässt sich spezielles nukleares Material entdecken, selbst wenn dies hinter Abschirmungen versteckt ist.

## 5. Luftproben-Analyse

Mit einem speziell entwickelten Probenentnahmesystem werden bei diesen Verfahren Luftproben aus den Containern gesaugt, die dann auf flüchtige organische Komponenten hin untersucht werden. Über Maschinenlernen kann das System trainiert werden, bestimmte Muster von Spurenteilchen zu erkennen und soll so etwa Drogen oder Explosivstoffe identifizieren.

Dem Fraunhofer INT kam im C-BORD-Konsortium die Rolle zu, das Arbeitspaket »Standards, Technologie-Assessment und Systemvalidierung« zu koordinieren und sich fachlich insbesondere in den Bereichen der Detektion von Radioaktivität und der Neutroneninterrogation einzubringen. Hier wirkten Wissenschaftler des Fraunhofer INT unter anderem in Labortests mit, erschlossen über Fragebögen, Post-Trial-Replays und Interviews Rückmeldungen von Endnutzern, erarbeiteten Empfehlungen für künftige Standardisierungen und analysierten die Ergebnisse, die in groß angelegten Feldversuchen erzielt wurden. So konnte eine fundierte Bewertung der einzelnen technologischen Entwicklungen und des Gesamtsystems erreicht werden.

Drei jeweils zwei- bis dreiwöchige Feldversuche im Jahr 2018 bildeten den Höhepunkt des Projektes. Sie fanden in drei Ländern in unterschiedlichen Umgebungen statt: Am Grenzübergang Röszke in Ungarn, am Deep Water Container Terminal (DCT) in Gdansk, Polen, und am Rotterdamer Containerhafen in den Niederlanden. Hier konnten C-BORD-Entwicklungen

sogar in einen bestehenden Tunnel integriert werden, der der Inspektion mit Röntgenaufnahmen dient. Mit speziell präparierten Containern, in denen zum Beispiel radioaktive Quellen versteckt waren, sowie mit kommerziellen Containern aus dem laufenden Betrieb wurde die Detektoren und das Gesamtsystem C-BORD realistischen Bedingungen ausgesetzt.

Nicht alle Technologien konnten als ausgereift überzeugen, aber große Fortschritte und teils erstaunlich gute Ergebnisse wurden in fast allen Bereichen erzielt. Auch bereits etablierte Techniken wie die Detektion von Gamma- und Neutronenstrahlung ließen deutliche Verbesserungen erkennen. Eine bedeutsame Leistung des Projekts liegt in der Integration der Daten in ein System und in der übersichtlichen Darstellung der verschiedenen Detektionsergebnisse in einer vereinheitlichten graphischen Benutzeroberfläche. Der Mehrwert durch Datenfusion wurde insbesondere anhand der Überlagerung von Röntgenbildern und wärmebildartigen Darstellungen radioaktiver Quellen sichtbar, die eine rasche Lokalisierung von problematischen Containerinhalten ermöglichen – was gerade auch von den Endnutzern sehr positiv bewertet wurde. Bei einem neu entwickelten, Threat-Lensing genannten Verfahren, konnten sogar die Ergebnisse der Gammastrahlungsmessung mit Hilfe von Informationen aus dem Röntgenbild verbessert werden.

Die Resultate der Projektarbeit und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen wurden im Oktober 2018 in einem Abschluss-Workshop in Rotterdam einem breiteren Fachpublikum vorgestellt und mit viel positiver Resonanz gewürdigt.

# »HORIZONTE ERWEITERN!« – BEDARFS-ORIENTIERTE TECHNOLOGIEVORAUSSCHAU FÜR LÄNDLICHE REGIONEN

Larissa Müller

Wie soll das Leben im ländlichen Raum künftig aussehen? Was brauchen die Menschen vor Ort, und wie kann man der Politik helfen, auf diese Bedarfe einzugehen? Mit diesen Fragen beschäftigen sich Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen des Fraunhofer INT im BMBF-Verbundprojekt »Horizonte erweitern – Perspektiven ändern«.

Durch den Fokus auf ländliche Räume als aktive Innovationstreiber erschließen sich neue Forschungsfelder für die Wissenschaft wie auch neue Maßnahmen und Strategien für einen erfolgreichen Technologietransfer aus der Wissenschaft in die ländlichen Räume.

Das Verbundprojekt läuft von März 2017 bis Februar 2020 und wird vom Center for Responsible Research and Innovation (CeRRI) des Fraunhofer IAO koordiniert. Auftraggeber ist das Bundesministerium für Bildung und Forschung. Weitere Projektpartner sind die Humboldt-Universität zu Berlin, das Institut für Sozialinnovation e. V. (ISInova) und das Leibniz-Institut für Länderkunde (IfL).

## Folgende Fragestellungen beschäftigten das Team des Fraunhofer INT:

*Welche Technologien können bei der Umsetzung der gewünschten Zukunftsbilder unterstützen?*

*Und wie können auf dieser Grundlage neue Strategien und Maßnahmen für Innovationsprozesse in ländlichen Räumen abgeleitet werden?*

## Neue Technologien für ländliche Räume

In einem ersten Schritt wurde vom Fraunhofer CeRRI ein Vordenker-Workshop veranstaltet, aus dem für die Menschen im ländlichen Raum wünschenswerte Zukunftsbilder abgeleitet wurden. Seitens des Fraunhofer INTs wurden basierend auf diesen Zukunftsbildern Technologien identifiziert, die die Regionen bei der Umsetzung der Zukunftsbilder in die Realität

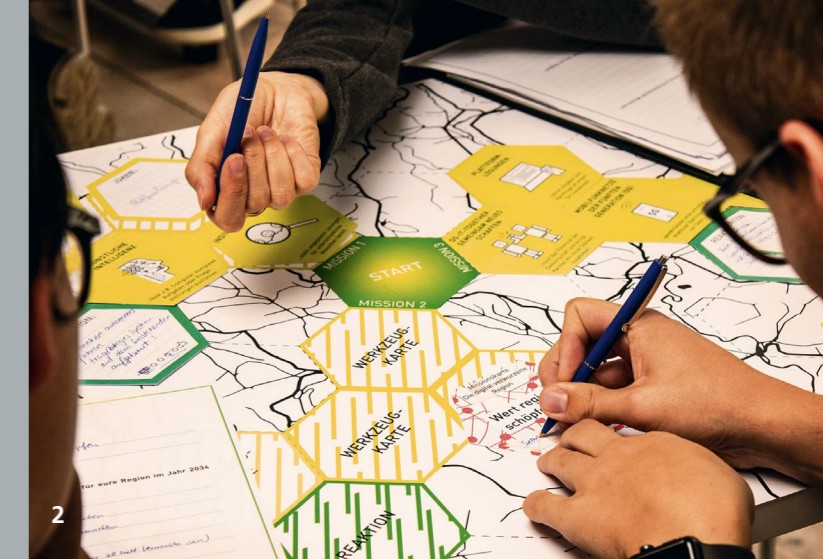
unterstützen können. Das Fraunhofer INT hat dazu Technologieoptionen und Themenfelder identifiziert, welche dann mithilfe von Interviews mit Experten der Fraunhofer-Gesellschaft priorisiert wurden.

Die Technologieoptionen dienten der Vorbereitung von Workshops in drei unterschiedlichen Modellregionen in ganz Deutschland. Um den Teilnehmenden einen spielerischen Zugang zu den Technologien zu ermöglichen, wurde ein kooperatives und spielebasiertes Format zur Ermittlung von Technologiebedarfen der BewohnerInnen entwickelt.

## Ablauf der Workshops in den Modellregionen

Die Workshops wurden gemeinsam mit dem Fraunhofer CeRRI in drei ausgewählten Regionen durchgeführt: Im Ilzer Land, Eiderstedt und dem Werra-Meißner-Kreis. Die Teilnehmenden konnten in einem interaktiven, spielerischen Setting bekannte Umgebungen mit Zukunftsbildern überblenden. Dieser Prozess wurde durch designbasierte Methoden unterstützt, um Zukunftsperspektiven der Regionen mit den Ansprüchen an Innovation und technologischen Entwicklungen zu vereinbaren.

An Tag 1 bewegten sich die Workshop-Teilnehmenden durch drei Zukunftsparcours mit je vier Stationen in ihrer Region, die die Zukunftsszenarien erleb- und verhandelbar machten. Die Teilnehmenden erkundeten die Visionen durch sogenannte »spekulative Artefakte« in ihrem alltäglichen Umfeld (s. Abb. 1) und setzten sich unterstützt durch einen Fragenkatalog und moderiert in kleinen Gruppen direkt vor Ort mit diesen auseinander. Die drei Zukunftsszenarien beschäftigten sich mit vielfältigen Themen – von adaptiven Wohnformen über neue Lern- und Bildungskulturen sowie Logistik neu gedacht bis hin zu innovativen Arbeitsmodellen. An jeder Station begegneten den Teilnehmenden unterschiedliche Lösungsansätze und sie diskutierten dabei beispielsweise über eine intelligente Verwaltung, das Schöpfen regionaler Werte oder neue Gemeinschaftsorte.



An Tag 2 widmeten sich die Teilnehmenden in einem »Zukunftsspiel« in Kleingruppen ihren Lieblingsideen des Vortages. Gemeinsam wählten sie Themen, die sie durch den Parcours an Tag 1 kennengelernt hatten und machten sie zu Missionen für das Spiel. Mit den Missionen sollten die Teams die Frage beantworten, wie das Leben vor Ort im Jahr 2034 aussehen soll. So wurden die Teilnehmenden spielerisch zu Gestaltern der Zukunft ihrer Region (s. Abb. 2). Hier kam den verschiedenen Perspektiven der Teilnehmenden eine besondere Rolle zu. Was wird gebraucht, um die Mission vor Ort erfolgreich zu gestalten? Die Teams diskutierten so konkrete Anforderungen und Ideen für Innovationen und entwickelten eigene Zukunftsvisionen für ihre Regionen. Auf diese Weise identifizierten sie spielerisch Maßnahmen, und artikulierten reflektiert fehlende Lösungen.

Zum Abschluss des Workshops präsentierten die Teams die von ihnen erarbeiteten Zukunftsvisionen in einem kleinen Rollenspiel. Mithilfe eigens erstellter Requisiten, lebensnah und einer großen Prise Humor brachten sie so ihre Ideen und Vorstellungen den anderen Teilnehmenden und Vertretern aus Politik und Gesellschaft nahe.

## Lösungen für den Technologietransfer zwischen Stadt und Land

Um passgenaue Maßnahmen und Technologien für ländliche Regionen zu erhalten, werden in einem nächsten Schritt zunächst die Workshops ausgewertet. Daraus erstellt das Fraunhofer INT eine auf den Bedarfen und Wünschen der ländlichen Regionen für das Jahr 2034 basierende Technologielliste. Im nächsten Schritt werden mit Expertenteams die kritischen Technologien für die Anwendungsbedarfe identifiziert. Abschließend werden Maßnahmenbündel für Entscheidungstragende aus der Politik, Regionalentwickelnden, Forschungsstrategen und Führungskräfte in außeruniversitären Forschungseinrichtungen abgeleitet. So soll das ursprüngliche Ziel des Projekts erreicht werden,

nämlich eine Verbesserung des Technologietransfers zwischen urbanen und ländlichen Regionen und die Positionierung ländlicher Regionen als Treiber von Innovationen.

1 Eine Station des Zukunftsparcours

2 Die Teilnehmenden gestalten mithilfe des Zukunftsspiels gestalterisch die Zukunft ihrer Region

# DROHNENABWEHR DURCH HIGH POWER ELECTROMAGNETICS (HPEM)

Marian Lanzrath, Christian Adami, Thorsten Pusch



Durch ihre Aufklärungs- und Zuladungsfähigkeit (z. B. Explosivkörper) stellen unbemannte Flugsysteme (UAS – Unmanned Aircraft System) eine Bedrohung für militärische und zivile Einrichtungen dar. Effektoren auf Basis von Quellen starker elektromagnetischer Strahlung (HPEM) könnten sich angesichts einer zunehmenden Autonomie der UAS als eine vielversprechende Alternative zu anderen Abwehrmaßnahmen erweisen.

Die Elektronik der vorwiegend für den zivilen Markt entwickelten Systeme ist nur für die im öffentlichen Raum zulässige elektromagnetische Hintergrundbelastung ausgelegt. Technische Wirksysteme, welche elektromagnetische Felder weit oberhalb dieses gesetzlichen Schutzrahmens erzeugen, können direkt auf Prozesse innerhalb der Bordelektronik störend einwirken.

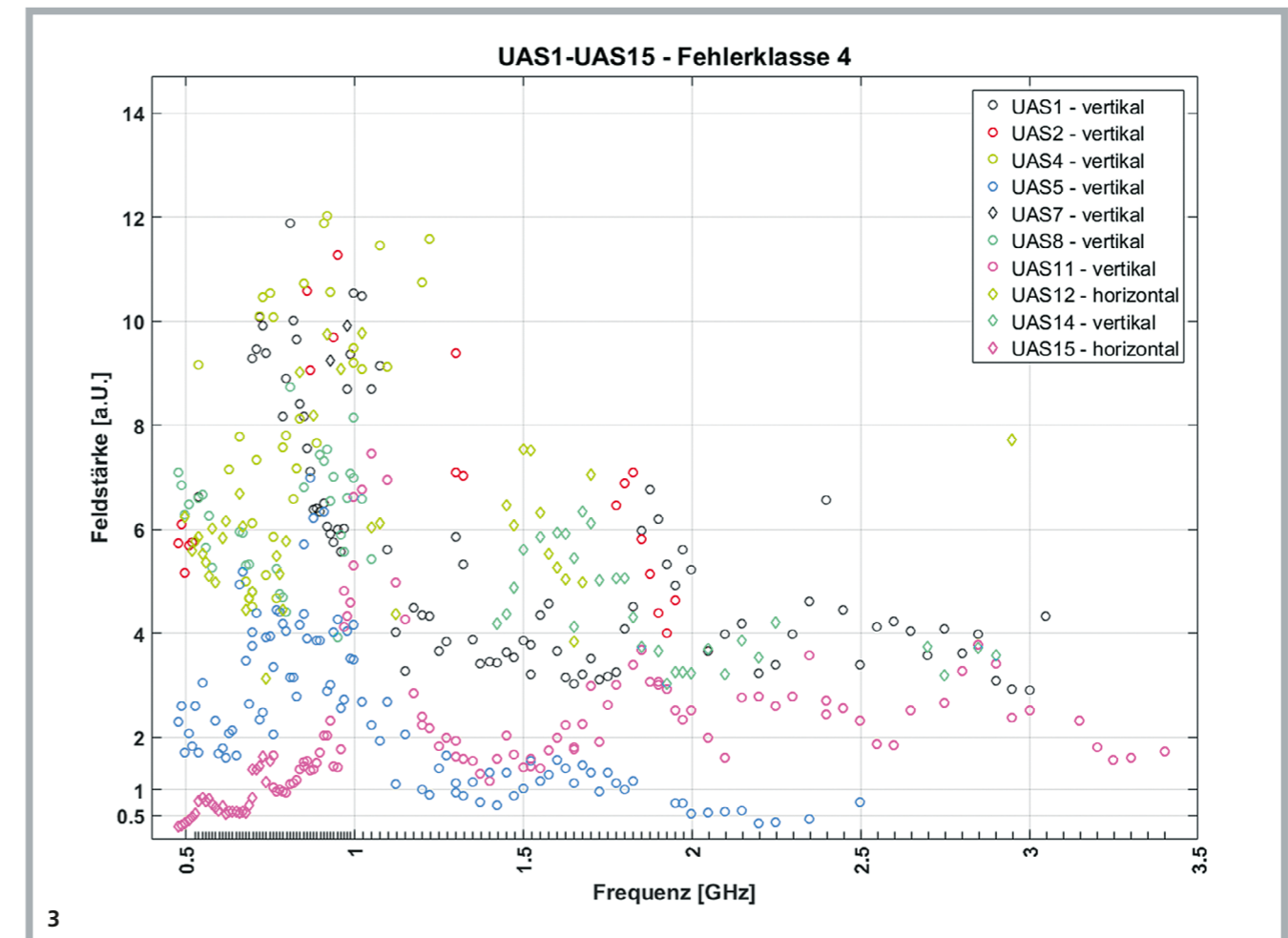
Der Markt für unbemannte Fluggeräte mit mehreren Rotoren (z. B. Quadrocopter) hat in den letzten Jahren einen massiven Aufschwung erfahren. Gerade Produkte in der Gewichtsklasse unter zwanzig Kilogramm Fluggewicht haben Einzug in den Massenmarkt gefunden. Zudem hat die Beherrschbarkeit für den ungeübten Benutzer in den letzten Jahren stetig zugenommen. Automaten übernehmen die Einhaltung von Flughöhe und Position sowie die Kollisionsvermeidung. Zunehmend werden auch Assistenzsysteme zur automatischen Durchführung von Flugmanövern implementiert, wodurch der Funkkontakt zur Fernbedienung nicht mehr zwingend erforderlich ist.

Die Kombination aus hoher Zugänglichkeit für den Laien, Transportfähigkeit größerer Lasten sowie hoher Bewegungsfreiheit durch Erschließung des Luftraums ermöglicht den Einsatz von UAS in diversen Bedrohungsszenarien. Im Rahmen eines vom Wehrwissenschaftlichen Institut für Schutztechnologien – ABC-Schutz (WIS) initiierten Forschungsvorhabens wurde am Fraunhofer INT eine Auswahl von 14 verschiedenen UAS im Labor hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit gegen elektromagnetische Störsignale untersucht (Abb. 1), um geeignete Ansätze für Gegenmaßnahmen auf Basis von HPEM zu finden. Zusätzlich erfolgten Untersuchungen am WIS unter Freifeldbedingungen mit gepulsten Hochleistungs-Magnetronquellen,

die eine Basis für Effektoren mit realistischen Einsatzreichweiten bilden können (Abb. 2).

Für die Untersuchungen im Labor zur Empfindlichkeit der UAS gegenüber HPEM wurden ein Prüfstand mit Videoüberwachung sowie ein System zur Auswertung der Rotordrehzahlen entwickelt. Dabei wurden die Testgeräte entweder im Bereitschaftsmodus mechanisch fixiert oder, durch Halteseile und Fangnetz gesichert, im Flugbetrieb untersucht. So konnten im Rahmen der Tests Störungen in den Betriebsabläufen der Flugsysteme über einen weiten Bereich an einzeln angesteuerten Störfrequenzen akkurat erfasst werden.

Die ausgewählten UAS zeigten Verwundbarkeiten gegenüber gepulsten oder kontinuierlichen Mikrowellensignalen im gesamten untersuchten Frequenzbereich, wie in Abb. 3 ersichtlich. Die ermittelten Empfindlichkeitsschwellen, also diejenigen elektrischen Feldstärkewerte, bei denen es unter Flugbedingungen zu einem Absturz des UAS kommen würde, hingen von der Polarisation der Wellen, Signalparametern wie dem Puls-Pause-Verhältnis sowie der Frequenz ab. In Freifeldversuchen am WIS konnte die Wirkung von HPEM durch Einbrüche in der Flugstabilität bis hin zu Abstürzen nachgewiesen werden. Auf dieser Grundlage können erste Ansätze für die Auslegung eines Wirksystems erarbeitet werden. Die niedrigsten Störschwellen wurden bei den Tests mit Dauerstrichsignalen ermittelt. Für ein mobiles Wirkmittel mit hoher Reichweite sind jedoch gepulste Mikrowellensignale aufgrund der höheren Ausgangsleistung bei gleichem Energiebedarf interessanter.



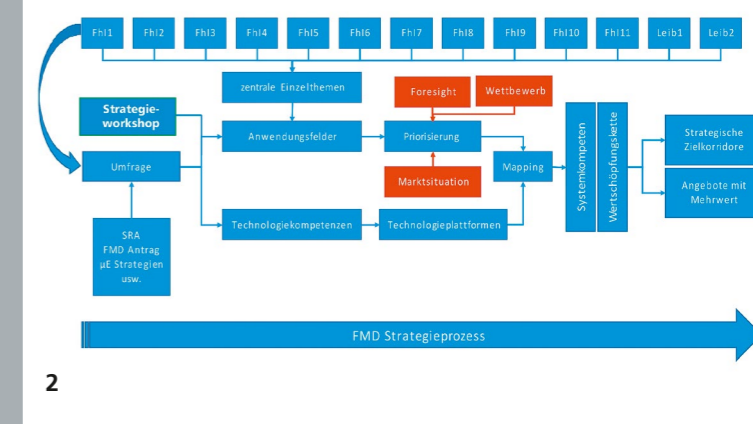
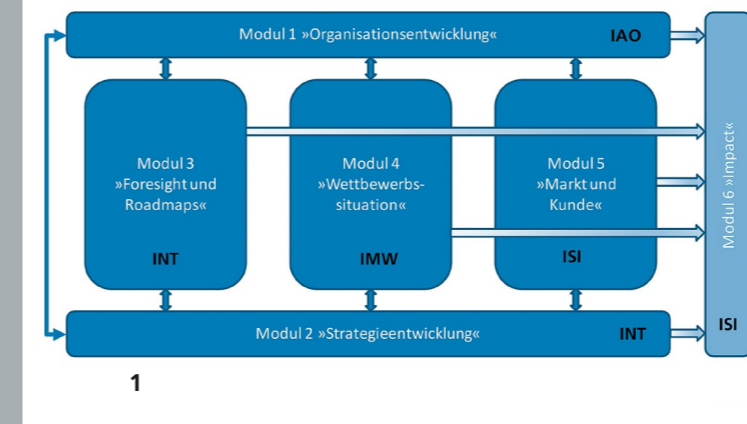
1 Testaufbau im Labor des Fraunhofer INT

2 Untersuchung eines mobilen Wirksystems hoher Reichweite unter Freifeldbedingungen am WIS (Quelle: Wehrwissenschaftlichen Institut für Schutztechnologien – ABC-Schutz (WIS))

3 Wechselwirkungsergebnisse aller UAS für höchste Fehlerklasse

# FRAME (FRAUNHOFER MICROELECTRONICS INNOVATION ENHANCEMENT)

Dr. Kay Suwelack, Flavius Sturm, Dr. Miloš Jovanović



Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt werden von Beginn des 21. Jahrhunderts an durch tiefgreifende Transformationsprozesse, wie den demographischen Wandel, neue Mobilitätsbedarfe, die Entwicklung zur Zero-Carbon-Ökonomie oder eine weitreichende Digitalisierung geprägt. Die Digitalisierung ist einer der aktuell umfassendsten Transformationsprozesse, der das gesamte Innovationssystem durchdringt und erhebliche Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands und Europas hat. Mikro- und Nanoelektronik bilden die zentrale Technologiebasis für die Digitalisierung, die weltweit durch große Unternehmen und politische Initiativen insbesondere in asiatischen Ländern forciert wird.

Die Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD) greift diese Herausforderungen auf und will mit einem völlig neuen Konzept die Position der europäischen Halbleiter- und Elektronikindustrie im globalen Wettbewerb stärken. Im Rahmen der FMD bündeln erstmalig elf Institute des Fraunhofer-Verbunds Mikroelektronik sowie zwei Leibniz-Institute gemeinsam ihre Expertise unter der Schirmherrschaft des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF), um eine neue Qualität in Erforschung, Entwicklung und (Pilot-)Fertigung von halbleiterbasierten Mikro- und Nanosystemen zu erreichen und auszubauen.

Im Rahmen des Begleitforschungsprojektes FRAME (Fraunhofer Microelectronics Innovation Enhancement) hat das Präsidium der Fraunhofer Gesellschaft der FMD den Verbund für Innovationsforschung zur Seite gestellt. Der Verbund soll die Entwicklung der FMD als virtuelle Organisationsplattform für Forschung und Entwicklung unterstützen. FRAME unterstützt die Leitung der FMD beim Aufbau der FMD-Geschäftsstelle und trägt durch methodische und personelle Unterstützung dazu bei, dass die FMD zum Erfolgsmodell wird.

Konkret unterstützt FRAME die FMD in den folgenden Bereichen:

1. Business Development
  - a. Strategieentwicklung
  - b. Organisationsentwicklung

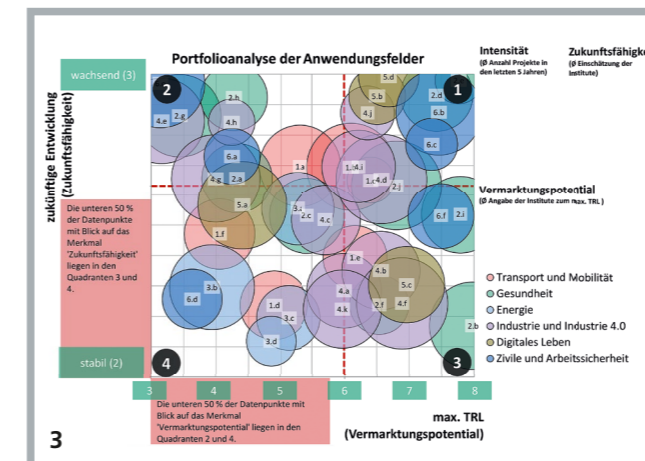
2. Methodische Unterstützung
  - a. Benchmarking & Best Practice
  - b. Methodischer Support im Strategieprozess
  - c. Fragebogenentwicklung/-auswertung und Umfragedurchführung
3. Innovationsanalysen
  - a. Analyse des Umfeldes der FMD (Wettbewerb, Foresight)
  - b. Bestimmung von Marktpotentialen
  - c. Ableiten von Handlungsempfehlungen

Dabei ist das FRAME-Projekt in verschiedene Module zum Zwecke der Arbeitsteilung zwischen den Instituten des Fraunhofer Innovationsverbundes strukturiert (siehe Abb. 1). Die Gesamtkoordination des Projektes liegt beim Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI.

## Das Modul »Strategieentwicklung«

Im Rahmen des Moduls Strategieentwicklung hat das Fraunhofer INT die FMD in 2018 bei der Konzeptionierung und Ausarbeitung ihres »Strategischen Forschungs- und Innovationsplans 2018« unterstützt. Wie in Abbildung 2 dargestellt wurde hierzu eine systematische Erhebung und Analyse gemeinsamer Technologiekompetenzen und Anwendungsfelder aller 13 FMD-Institute durchgeführt. Ziel dieser Maßnahme ist es gemeinsame Tätigkeitsfelder als strategische Zielkorridore zu identifizieren und so die Möglichkeiten zukünftiger FMD-Angebote mit Mehrwert durch Kooperation (horizontale und vertikale Integration) offenzulegen (Portfolioanalyse – Beispiel siehe Abb. 3). Die Strukturierung der schriftlichen Umfrage erfolgte dabei analog zur Strategic Research Agenda (SRA) for Electronic Components and Systems 2018, um eine internationale Anschlussfähigkeit der ausgearbeiteten Strategie zu gewährleisten. Die Datenerhebung konnte sehr erfolgreich (mit einem Rücklauf von 100 %) sowohl bei Fraunhofer als auch bei Leibniz abgeschlossen werden.

Die Analyseergebnisse der Strategiebefragung wurden mit den Ergebnissen systematisch durchgeführter Markt- und Wettbewerbsanalysen der entsprechenden FRAME-Module kombiniert



und im »Strategischen Forschungs- und Innovationsplans 2018« der FMD verschriftlicht. Das Dokument wurde dem BMBF Ende 2018 im Zuge der Zwischenevaluation der FMD als Initialstrategie der FMD vorgelegt und dort wie auch von der FMD selbst äußerst positiv bewertet.

Für das Jahr 2019 ist im Strategiemodul die weitere Vertiefung der Analyse der Umfragedaten, die Durchführung von Strategiewerkshops an allen 13 FMD-Instituten, die Ausarbeitung eines Strategie-Updates und eine White-Spot-Analyse der FMD geplant.

## Das Modul »Foresight und Roadmaps«

Der Auftrag des Moduls »Foresight und Roadmaps« lautet das technologische und soziale Umfeld der FMD zu sichten und zu analysieren. Als Zeithorizont wurde eine Perspektive von ca. fünf bis zehn Jahren und darüber hinaus gewählt. Ziel ist es die FMD auf zukünftige Herausforderungen in den Bereichen Technologie und Gesellschaft vorzubereiten. Für das Fraunhofer INT bedeutet dies, dass in der Abteilung Technologieanalysen und Strategische Planung TASP mehrere Experten Literatur zum Thema Mikroelektronik im Hinblick auf mögliche Technologietrends bewertet haben. Hinzugezogen und aktualisiert wurden außerdem in der Vergangenheit in anderen Projekten bereits erarbeitete Technologiethemen. In einem mehrstufigen Auswahlprozess wurde dann eine Longlist mit über

60 Trends erstellt. Diese Longlist wurde dann in internen Workshops auf ca. 30 Trends gekürzt, welche eine Grundlage für die weiteren Arbeiten für das Jahr 2019 darstellt. Für jeden dieser Technologietrends wurde eine Technologiekarte erstellt mit einer allgemeinen Beschreibung des Themas, der Relevanz für die FMD sowie aktuellen Entwicklungen. Es wurden außerdem die Voraussetzungen geschaffen, um die Technologiekarten in Zukunft erweitern zu können, zum Beispiel um bibliometrische Analysen und mögliche Handlungsempfehlungen. Flankierend wurde eine Literaturdatenbank erstellt, welche die relevanten wissenschaftlichen Artikel und Planungsdokumente beinhaltet, welche für die Technologietrends genutzt wurden. Parallel zu der Arbeit an den technologischen Trends wurden am Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI Gesellschaftstrends betrachtet und ausgewählt. Gemeinsam wurden die technologischen und gesellschaftlichen Trends zu Trendclustern zusammengefasst. Diese dienen der FMD ebenfalls als Grundlage, um sich strategisch und systematisch auf Zukunftsthemen vorbereiten zu können.

Als nächster großer Schritt wird in 2019 ein Workshop organisiert, bei dem Analysten des INT und ISI gemeinsam mit FMD-Experten die gefundenen sozialen und technologischen Trends gemeinsam diskutieren und bewerten. Dabei sollen die Trends aus unterschiedlichen Perspektiven geclustert werden, so zum Beispiel auf einer zeitlichen Skala, nach Anwendungsfeldern und FMD-Technologieparks. Grundlage dieses Workshops werden die oben genannten Technologiekarten und -cluster sein. Auf Basis der Ergebnisse dieses Workshops können dann Herausforderungen für die FMD herausgearbeitet werden.

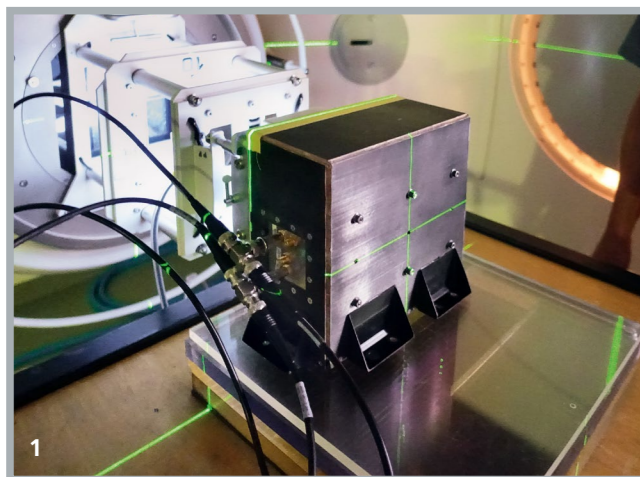
- 1 Struktur des FRAME-Projektes
- 2 Übersicht des FMD-Strategieprozesses
- 3 Exemplarische Portfolioanalyse für die Anwendungsfelder anhand von Beispieldaten

# RAPRO

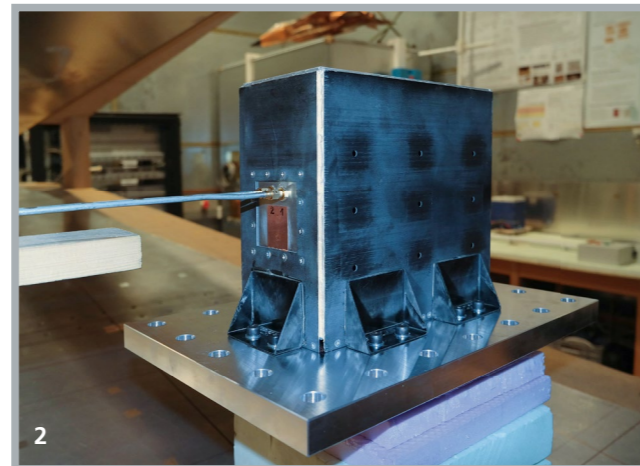
Dr. Michael Steffens, Dr. Ing. Lars Tiedemann (HPS GmbH)

Elektronische Komponenten können durch die im Weltraum anwesende Umgebungsstrahlung (z. B. Elektronen, Protonen, kosmische Höhenstrahlung) empfindlich beeinträchtigt oder gar zerstört werden. Um dies zu verhindern, muss die Strahlung bestmöglich abgeschirmt werden. Den größten Beitrag zur Strahlungsabschirmung im Satelliteninneren übernehmen die mechanische Struktur und die ohnehin an Bord befindlichen Systeme. Ist dies für empfindliche Komponenten nicht genug, so wird häufig ein zusätzliches massives Schild verwendet, für größere Bereiche meist aus Aluminium oder lokale Schilde aus Tantal (sogenannte Spotshields) für Einzelkomponenten.

Ein Ansatz diese Schilde effizienter zu gestalten und insbesondere leichter zu machen, ist die Verwendung eines Systems aus mehreren Schichten unterschiedlicher Materialien. Unter Ausnutzung sekundärer Effekte beim Strahlungstransport durch die Materialien ist dann ein maßgeschneidertes Optimum der Abschirmwirkung für eine bestimmte Satellitenmission möglich.



Im Projekt RAPRO (Evaluation of Lighter and More Efficient **RA**diation **PRO**tection for Electronic and Sensitive Parts) unter der Leitung der HPS GmbH und in enger Zusammenarbeit mit OHB München wurden im Auftrag der ESA mehrere neuartige Mehrschichtsysteme zum Schutz von Elektronik entworfen,



konstruiert und getestet. Aus den besten Kandidaten wurde danach ein Elektronikgehäuse und ein Spotshield zum Einsatz in Weltraummissionen als Engineering Model konstruiert und getestet.

Mögliche Missionsszenarien und die sich daraus ergebenden Anforderungen wurden in einem Expertenworkshop, organisiert und geleitet von der HPS GmbH, erarbeitet und ausgewählt.

In der zweiten Phase wurde eine Vielzahl möglicher Materialkombinationen z. B. hinsichtlich der Machbarkeit, Prozesssicherheit und Wirtschaftlichkeit der Herstellung, der erwarteten Abschirmwirkung auf Teilchen- und elektromagnetische Strahlung und vieler weiterer Faktoren untersucht.

Das Geschäftsfeld NEO lieferte hier zu allen Materialien und Kombinationen Monte-Carlo-Simulationen zur Abschirmwirkung der Teilchenstrahlung [1].

Aus den vier vielversprechendsten Materialkombinationen wurden von der HPS GmbH Muster hergestellt und diese u. a. mechanischen, thermischen und Strahlungstests unterzogen. Die Strahlungstests in dieser Phase führte das Geschäftsfeld NEO an einem Elektronenbeschleuniger der PTB Braunschweig und an dem Protonenzyklotron JULIC des FZ Jülich durch. Zusätzlich wurde ein »Alterungstest« an den Co-60 Anlagen des Fraunhofer INT durchgeführt.

Für die Konstruktion der Engineering Models wurden daraus zwei Schichtsysteme für die Herstellung von Demonstratoren ausgewählt: Ein Material wurde für die Herstellung eines Elektronikgehäuses in Standardbauform verwendet, ein anderes für ein lokales Spotshield zum Schutz empfindlicher Einzelkomponenten. Hergestellt wurden die Demonstratoren von HPS, teils unter Anwendung eigens hierfür entwickelter Fertigungsprozesse.

Beide Demonstratoren wurden einem Thermalvakuumtest und weiteren Strahlungstests mit Elektronen (siehe Abb. 1) und Protonen ausgesetzt. Zusätzlich wurde das Abschirmverhalten des Gehäuses gegenüber elektromagnetischer Strahlung vom Geschäftsfeld EME am Fraunhofer INT in Zusammenarbeit mit OHB München getestet. Die Tests zeigten, dass die gewählten Mehrschichtmaterialien eine höhere Abschirmeffektivität verglichen mit vergleichbar schweren Aluminiumgehäusen haben. Die elektromagnetischen Tests zeigten ein gleichwertiges oder teils deutlich besseres Abschirmverhalten als eine Aluminiumbox gleichen Aufbaus.

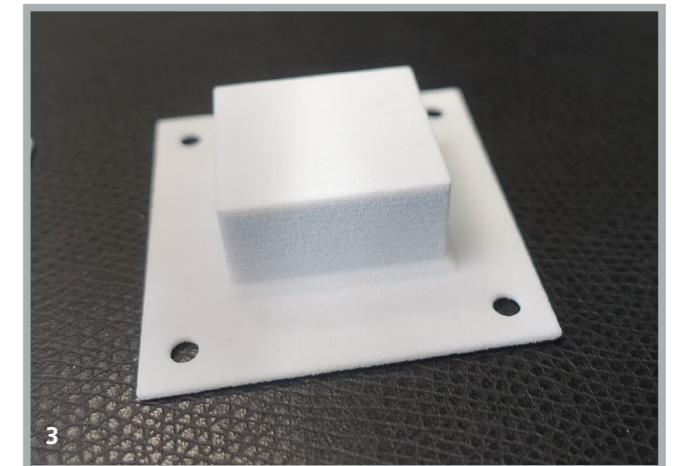
Je nach betrachtetem Missionsszenario zeigen die verwendeten Abschirmmaterialien eine um 25 % bis 69 % gesteigerte Abschirmeffektivität verglichen mit massenäquivalentem Aluminium. Mit diesen Materialien lässt sich die für die Abschirmung benötigte Masse also signifikant reduzieren oder kostengünstige kommerzielle Bauteile (Commercial off the shelf: COTS) in Strahlungsumgebungen realisieren.

[1] Steffens et. al., »Characterization of Novel Lightweight Radiation Shielding Materials for Space Applications«, IEEE TNS, vol. 64, issue 8, 2325-2332, 2017

1 *Bestrahlung des RAPRO-Elektronikgehäuses an der PTB, Braunschweig*

2 *RAPRO-Spotshield*

3 *RAPRO-Elektronikgehäuse*



# 1. F&T-ZUKUNFTSLAGEKONFERENZ 2018

Dr. Matthias Grüne , Hans-Martin Pastuszka



Die technologiebezogene Zukunftsforschung am Fraunhofer INT im Geschäftsfeld Wehrtechnische Zukunftsanalyse WZA erstellt nach wissenschaftlichen Maßstäben Orientierungs- und Zukunftswissen über die erwartbare langfristige Technologieentwicklung sowie deren Implikationen für militärische Anwendungen und Fähigkeiten. Das zentrale Produkt ist die Wehrtechnische Vorausschau (WTV), in deren Rahmen Auftrag des Bundesamtes für Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung der Bundeswehr (BAAINBw) vierteljährlich Technologie- und Systemkonzeptanalysen erstellt werden. Die WTV leistet damit Beiträge zur Analyse- und Bewertungsfähigkeit des BMVg und der Bundeswehr bezüglich neuer Technologien bzw. der technologiegetriebenen militärischen Fähigkeitsentwicklung.

Damit ist die WTV ein wichtiges Element in der technologieorientierten, langfristigen Strategischen Vorausschau des Geschäftsbereichs BMVg. Die Identifikation, Analyse und Bewertung technologischer Zukunftsthemen insgesamt wird im Geschäftsbereich des BMVg an verschiedenen Stellen in den Ressortforschungsbereichen vorgenommen. Dazu zählen insbesondere das BAAINBw mit seinen Wehrtechnischen und Wehrwissenschaftlichen Dienststellen, weitere Ressort-

forschungseinrichtungen des BMVg, je nach fachlicher Ausrichtung (z. B. im Bereich der Wehrmedizin), die beiden Universitäten der Bundeswehr, die BMVg-grundfinanzierten Forschungsinstitute des DLR und des Fraunhofer-Verbunds für Verteidigungs- und Sicherheitsforschung VVS sowie das Deutsch-Französische Forschungsinstitut Saint-Louis (ISL).

Das Geschäftsfeld Wehrtechnische Zukunftsanalyse war im Jahr 2017 beauftragt worden, ein Konzept für einen jährlichen Prozess zur Zusammenführung der verschiedenen zukunfts-technologiebezogenen Aktivitäten im Geschäftsbereich des BMVg zu erarbeiten. Dieser Prozess sollte folgende Anforderungen erfüllen:

- Breitest mögliches Auffassen von potenziell für die Bundeswehr relevanten technologiebezogenen Zukunftsthemen, mit Fokus auf langfristigen Entwicklungen,
- Schaffung und Pflege einer Community aller mit der Identifikation und Bewertung von Zukunftstechnologien befassten Akteure im Geschäftsbereich des BMVg,
- Erarbeitung eines hochverdichteten »technologisches Zukunftslagebildes« als eine Wissensgrundlage für die strategische Steuerung von Forschung und Technologie.

Nach Billigung des vom Fraunhofer INT ausgearbeiteten und vorgeschlagenen Konzepts durch das BMVg wurde die 1. F&T-Zukunftslagekonferenz am 27./28. Februar 2018 unter Vorsitz des Forschungsdirektors BMVg, Ministerialdirigent Ralf Schnurr, mit 70 Teilnehmenden im Fraunhofer INT durchgeführt. Damit wurde die Plattform für das Zusammenführen und den Austausch aller in der Bundeswehr mit wehrtechnischer Forschung und Technologiebefassten Akteure geschaffen.

Für die Aufgabenstellung der Konferenz war die Betrachtung sowohl von militärisch als auch von zivil getriebenen Technologien und technologischen Entwicklungen relevant. Im Vorfeld der Konferenz wurden von den genannten Institutionen und Einrichtungen insgesamt 70 Zukunftsthemen unterschiedlichster Granularität identifiziert und nach einem einheitlichen Schema in Form von Technologiesteckbriefen bewertet und eingebracht. Darunter waren beispielsweise Blockchain, Quantentechnologien für hochauflösende Magnetometrie oder der Schutz von Welt- rauminfrastrukturen.

Ergänzend wurden durch das Fraunhofer INT die elf WTV-Themen des Jahres 2018 eingebracht. In der Konferenz wurden zunächst relevante ministerielle Rahmenbedingungen, langfristige Zielsetzungen und prozedurale Einbettungen der BMVg-Organisationsbereiche Ausrüstung, Cyber / IT und Planung vorgestellt und diskutiert. Vor diesem Hintergrund wurden dann die eingebrachten Zukunftsthemen beleuchtet.

Die in Form von Themensteckbriefen in die Konferenz eingebrachten Zukunftsthemen adressierten u.a.

- eine Kurzbeschreibung des Themas,
- Kriterien zur Themenbewertung, wie des eingeschätzten militärischen Anwendungs- und auch möglichen Bedrohungspotenzials der einzelnen Technologiethemen,
- die Zeit bis zur voraussichtlichen Marktverfügbarkeit,
- daraus abgeleitete Empfehlungen der Experten zum Umgang mit diesen Themen in wehrtechnischer Forschung und Technologie.

Die Themensteckbriefe bildeten auch die inhaltliche Hintergrundinformation für das erstmals erstellte »F&T-Zukunftslagebild 2018«. Die Einzelthemen und ihre Bewertung wurden in verschiedenen, kompakten Lagedarstellungen visualisiert und als »Dashboard« zur Information auch für die Leitungsebene des BMVg zusammengefasst und mit den Teilnehmern diskutiert.

Der Forschungsdirektor BMVg fasste zusammen, dass die Veranstaltung einen Mehrwert für die strategische Ausrichtung der wehrtechnischen Forschung und Technologie darstellt und verstetigt werden soll.



## SONSTIGES



## ALLIANZ SPACE

Angela Haberlach, Thomas Loosen



Im Jahr 2018 gab es für die Fraunhofer-Allianz mehrere erfreuliche Entwicklungen. Zum einen konnte die Allianz ein neues Mitglied begrüßen, zum anderen wurde die Allianz selber neues Mitglied in einem wichtigen internationalen Weltraumnetzwerk. Zu beidem später mehr. Davon abgesehen war die Allianz wieder bei zahlreichen Events im In- und Ausland präsent und entwickelte dazu auch neue Werkzeuge, um das breite Kompetenzspektrum der Mitgliedsinstitute abzudecken.

Zu Jahresbeginn entwickelte die Allianz eine Mission Wall und ein virtuelles Satellitenmodell, beides mit dem Ziel, auf einen Blick möglichst viele Kompetenzen der Mitgliedsinstitute darzustellen. Die Mission Wall listet alle wichtigen Raumfahrtmissionen auf, zu denen Fraunhofer Space Institute einen Beitrag geleistet haben und zeigt eindrucksvoll, dass die Flight Heritage von Fraunhofer Komponenten bis in die frühen 80er Jahre zurück reicht. In Form eines großflächigen Plots für Messewände ist sie variabel einsetzbar, aber auch online oder als Give Away Poster nutzbar.

Das Virtuelle Satellitenmodell ist ein Messeexponat, bestehend aus einem großen Touchscreen, auf dem ein fiktiver Satellit zusammen mit einigen Umgebungselementen frei erforscht werden kann. Auf dem Satelliten selbst befinden sich zahlreiche, von Fraunhofer entwickelte Komponenten aus den unterschiedlichsten Bereichen, von Solarpanelen über Sensoren bis hin zu On-Board-Prozessoren. Im Umfeld des Satelliten befindet sich zusätzlich noch die Sonne (zur Beschreibung von Strahlungseffekten), eine Wolke aus Weltraumschrott, der Kleinsatellit ERNST und schließlich die Erde, auf der wichtige Kompetenzen im Bodensegment dargestellt sind. Für Messebesucher zeigt der Virtuelle Satellit anschaulich und interaktiv, dass Fraunhofer sehr viele ganz unterschiedliche Technologien in die Raumfahrt einbringt.

Sowohl die Mission Wall als auch der Virtuelle Satellit feierten ihre Premiere auf der Internationalen Luftfahrtausstellung in Berlin, auf der die Allianz als eigener Aussteller, aber auch sieben weitere Allianz-Institute auftraten. Insgesamt verteilten sich

die Weltraum Exponate auf einem 300-m<sup>2</sup>-Stand in der Halle 4, in unmittelbarer Nachbarschaft zur ESA, zum DLR, zu OHB und zu weiteren Raumfahrtakteuren.

Im September konnte der Beitritt des Fraunhofer-Instituts für Mikrotechnik und Mikrosysteme IMM verkündet werden. Das Mainzer Institut, welches erst seit 2017 eigenständiges Mitglied der Fraunhofer-Gesellschaft ist, spezialisiert sich auf extrem kleine Strukturen und fügt somit der Allianz einen weiteren Kompetenzbereich hinzu. Im Bereich der Weltraum-anwendungen lieferte das IMM unter anderem ein Doppelschlitzspektrometer für die ENMAP-Mission.

Ein besonderes Highlight im Jahr 2018 war die Teilnahme am International Astronautical Congress (IAC), der wichtigsten internationalen Fachkonferenz für Raumfahrtthemen, auf der die wichtigsten Raumfahrtakteure aus den USA, Asien und Europa präsent sind. Der IAC fand 2018 in Bremen und damit zum ersten Mal seit 2003 wieder auf deutschem Boden statt. Diese Gelegenheit nutzte die Allianz, um mit sieben Instituten einen repräsentativen Auftritt zu realisieren. Im Laufe der Veranstaltung konnte außerdem die Mitgliedschaft der Allianz in der International Astronautical Federation verkündet werden, was für die internationale Sichtbarkeit und Vernetzung einen großen Fortschritt bedeutet.

Mit den Industry Space Days (ISD) in Noordwijk und der International Conference on Space Optics (ICSO) auf Kreta kamen im Herbst noch zwei kleinere, aber sehr fokussierte Veranstaltungen hinzu. Auf den ISD wurden die Mission Wall und der Virtuelle Satellit gezeigt und somit ein guter Gesamtüberblick über die Allianz gegeben. Auf der ICSO lag der Fokus auf den Optik-Instituten der Allianz.

**1 Gemeinschaftsstand auf dem IAC 2018**

Stephanie Hansen-Casteel

Die inhaltliche und methodische Arbeit des »Lehrstuhls für Technologieanalysen und -vorausschau auf dem Gebiet der Sicherheitsforschung« der RWTH Aachen University wurde auch im vergangenen Jahr sukzessive vorangetrieben. Ziel des Lehrstuhls ist es, den Studierenden der Hochschule quantitative und qualitative Methoden der Zukunftsforschung im Rahmen anwendungsorientierter didaktischer 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.

Der Lehrstuhl bietet im Wintersemester die Lehrveranstaltung »Methoden der Zukunftsforschung – Technologievorausschau« sowie im Sommersemester »Methoden der Zukunftsforschung – Technologieanalyse« mit stetig steigenden Teilnehmerzahlen an. Neben theoretischen Inhalten haben Studierende die Möglichkeit, in praktischen Übungen Ihre Kommunikations- und Präsentationsfähigkeiten weiter zu entwickeln.

Ein besonderer Erfolg für den Lehrstuhl war der Erhalt des Lehrpreises der Fakultät für Maschinenwesen für sehr gute didaktische Leistungen, der aufgrund sehr positiver Bewertungen der Studierenden vergeben wird.

Zum dritten Mal wurde 2018 in Kooperation zwischen dem Lehrstuhlinhaber Prof. Dr. Dr. Michael Lauster und Prof. Dr. Dr. Axel Zweck (Lehrstuhl für Soziologie der RWTH Aachen University) ein interdisziplinäres Seminar mit dem Titel: »Zukunft (inter)disziplinär – sozial- und ingenieurwissenschaftliche Perspektiven auf Technologien von morgen«, angeboten und

durchgeführt. Das Grundkonzept verfolgt die Idee, dass Studierende der Ingenieurwissenschaften gemeinsam mit Studierenden der Soziologie Themenfelder im Hinblick auf die Technikfolgenabschätzung kollaborativ bearbeiten. Ziel der Veranstaltung ist es, die unterschiedlichen Perspektiven der beiden Disziplinen zu analysieren und die Studierenden für die jeweils andere Sichtweise zu sensibilisieren.

Bereits zum wiederholten Mal bietet der Lehrstuhl ein Fortgeschrittenen-Seminar zur Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie an. Weitere Seminarangebote, z. B. aus dem Bereich der Ingenieursethik sowie eine Vorlesungsreihe zum Thema Sicherheitsforschung sind für die kommenden Semester geplant.

Ein weiterer Erfolg ist die Etablierung der Vorlesungsreihe »Methoden der Zukunftsforschung« an der Hochschule Ravensburg-Weingarten. Studierende des Studiengangs Technologiemanagement besuchen die Vorlesung unter der Leitung von Prof. Dr. Dr. Lauster und lernen anwendungsorientiert die methodischen Grundlagen der Zukunftsforschung kennen. Die Vorlesungsreihe findet einmal jährlich in Blockform in Weingarten statt und wird von den Studierenden positiv angenommen.

Außerdem betreut Prof. Dr. Dr. Lauster am Lehrstuhl eine Dissertation zum Thema »Technologieakzeptanz«, die das Ziel verfolgt, einen Indikatoren-Baukasten zur prospektiven Messung von Technologieakzeptanz durch potentielle Nutzer zu entwickeln. Darüber hinaus werden am Lehrstuhl verschiedene Master-, Bachelor- sowie Projektarbeiten angeboten, die unter anderem in Kooperation mit dem Fraunhofer INT betreut werden.

Gina Frederick, Angela Haberlach, Thomas Loosen

## Tag der Bundeswehr

Der Tag der Bundeswehr unter dem Motto »Willkommen Neugier« hat am 9. Juni 2018 an insgesamt 16 Standorten mit 220.000 Besuchern stattgefunden. In diesem Jahr hat das Bildungszentrum in Mannheim der Bundeswehr die Großveranstaltung mit ausgerichtet. Mehr als 60 Aussteller aus dem militärischen und zivilen Bereich präsentierten sich auf dem Bildungscampus in Neustheim unter dem regionalen Motto »Bundeswehr im Quadrat«. So haben unter anderem auch neun Fraunhofer-Institute aus dem Verbund Verteidigungs- und Sicherheitsforschung (VVS) (siehe S. 12) an dem Tag ihre Forschungsarbeit präsentiert.

Das Fraunhofer INT präsentierte den Besuchern zum einen das Messfahrzeug DeGeN, auf den ersten Blick ein handelsüblicher Kombi. Doch das Fahrzeug ist im Inneren mit Detektoren, Sensoren und Auswertesoftware ausgestattet, die es den Wissenschaftlern ermöglichen nukleares Material aufzuspüren. Zum anderen hat das Institut seine Tätigkeiten im Bereich der wehrtechnischen Zukunftsforschung präsentiert. Mittels Augmented Reality konnten die Besucher neue Technologien in 3D im wehrtechnischen Kontext betrachten. Zudem wurde auch das IT-Assistenzsystem KATI (Knowledge Analytics for Technology and Innovation) zur Unterstützung der Technologiefrühaufklärung am Fraunhofer INT interaktiv vorgestellt.

## Hannover Messe 2018

Auch dieses Jahr hat das Fraunhofer INT wieder an der Hannover Messe teilgenommen. Auf dem Gemeinschaftsstand der Fraunhofer-Gesellschaft wurden die neuesten Exponate und Technologien vorgestellt.

Die Fraunhofer-Gesellschaft präsentierte sich 2018 auf drei Gemeinschaftsständen mit einer Gesamtfläche von 1.054 qm mit 48 Fraunhofer-Einheiten. Die Exponate des INT waren Teil



des größten Fraunhofer Gemeinschaftsstandes in Halle 2, Forschung und Technologie.

Schon seit über 40 Jahren analysiert das Fraunhofer INT technologische Zukünfte. Seit neuestem unterstützt KATI (Knowledge Analytics for Technology and Innovation) die Wissenschaftler dabei. Das System wurde dem Publikum auf der Hannover Messe erstmals vorgestellt. KATI ist ein IT- und datenbasiertes Assistenzsystem, das im Rahmen eines Forschungsprojekts vom Fraunhofer INT entwickelt wird. Ziel von KATI ist es, Literaturrecherchen für die Technologievorausschau effizienter zu machen. Das System weckte bei den Besuchern großes Interesse und wird auch im kommenden Jahr mit neuen Funktionen wieder Teil der Ausstellung werden.

## Kontaktbüro in Ravensburg

In Zusammenarbeit mit der Hochschule Ravensburg-Weingarten, der Stadt Ravensburg und der dortigen Wirtschaftsförderung hat das Fraunhofer INT im neu entstandenen Impuls- und Technologiezentrum kup.Ravensburg ein Kontaktbüro eröffnet. Ziel ist es, die ansässigen Unternehmen und Gründer bei technologischen Fragestellungen und Technologiethemen zu beraten. Der Großteil der Betriebe in der Region Ravensburg sind kleine und mittlere Unternehmen, die oft nicht über das methodische



Wissen und die notwendigen Ressourcen verfügen, Technologietrends im Detail zu verfolgen. Durch die Beratungsmöglichkeiten des Fraunhofer INT vor Ort bekommen Unternehmen die Chance, auf technologische Trends und Veränderungen rechtzeitig reagieren und somit im Wettbewerb bestehen zu können.

Das kup.Ravensburg ist eine Plattform für innovative, technologieorientierte und kreative Unternehmen und Start-Ups. Auf 5000 m<sup>2</sup> bietet der Standort Büro- und Gewerbeflächen, einen Coworking Space, Veranstaltungsräumlichkeiten, einen Gastronomiebereich und Förderbereiche für Menschen mit Behinderung. Nach knapp zweijähriger Bauzeit wurde das Impuls- und Technologiezentrum im Juni 2018 offiziell eröffnet.

---

### Schülerwettbewerb

---

Auch 2018 betreute das Fraunhofer INT eines von acht Teams beim Schülerwettbewerb »Go-Ing & Go-Job« des zdi-Zentrum ANTalive, der kurz vor den Sommerferien stattfand. Senior Scientist Jürgen Kohlhoff betreute die Gruppe, die sich bei der anschließenden Abschlusspräsentation in der Sparkasse Düren am 9. Juli 2018 den ersten Platz des Wettbewerbs sichern konnte. Begeistert haben die Schüler die rund 60-köpfige Jury durch ihre kreative und vor allem humorvolle Präsentation.



Unter der Überschrift »Technologieberatung für Entscheidungsträger« schlüpften die Schüler in die Rolle des Assistenten eines Unternehmensvorstands: bei der nächsten Vorstandssitzung soll über ein beträchtliches Investment in die Technologieentwicklung sogenannter Personal Robots abgestimmt werden. Zur Vorbereitung dieser Sitzung sollten die Schüler eine Empfehlung erarbeiten, die Chancen und Risiken abwägt und Aspekte wie gesellschaftliche Akzeptanz und rechtliche Rahmenbedingungen einbezieht.

Der Schülerwettbewerb fand 2018 bereits zum fünften Mal statt. Dabei verbringen Schülerinnen und Schüler aus der Region Aachen sowie aus den Kreisen Euskirchen und Düren eine Woche in ausgewählten Unternehmen und bearbeiten in gemischten Kleingruppen reale Projekte und Aufgaben. Bei der Entwicklung von Lösungsansätzen können sie dabei logisches Denken und ihre Kreativität unter Beweis stellen. Der Wettbewerb soll den Schülerinnen und Schülern außerdem die so genannten MINT-Berufe näherbringen.

---

### Girls' Day

---

In diesem Jahr hat das Fraunhofer INT wieder beim deutschlandweiten Girls' Day mitgewirkt. So konnten im April zwölf Schülerinnen aus der Region einen Tag in der Forschungs-

einrichtung verbringen. Nach der Vorstellung des Instituts und der geplanten Versuche ging es in Kleingruppen zu den verschiedenen Experimenten. Hier durften die Mädchen mit einem Spektrometer verschiedene Lichtquellen identifizieren, einen Versuch zur Umweltradioaktivität durchführen, nach Anleitung eine Flip-Flop Schaltung löten sowie einen Versuch mit Mikrowellen und deren Resonanzen durchführen.

Über den Tag verteilt bestand zusätzlich die Möglichkeit sich in tiefer gehenden Gesprächen mit mehreren Forscherinnen auszutauschen – von der Ausbildung, über den Arbeitsalltag bis zur Vereinbarkeit von Privatleben und Beruf wollten die Teilnehmerinnen alles ganz genau wissen, bevor es am nächsten Tag wieder »Schulbank drücken« hieß.

# ANHANG

## Lehrveranstaltungen und sonstige Vorträge an Hochschulen

Chmel, S.: Vorlesung und Übung »Physics« im Bachelorstudiengang Naturwissenschaftliche Forensik (2. Semester) der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, SS 2018

Chmel, S.: Vorlesung und Übung »Measuring Techniques« im Bachelorstudiengang Naturwissenschaftliche Forensik (3. Semester) der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, WS 2018/2019

John, M.: »Leben und Arbeiten mit dem Cochlea Implantat – Funktionsweise, Chancen, Risiken und Erfahrungen im Hinblick auf die medizinische Rehabilitation« – Modul im Rahmen des Aufbaukurs für Rehabilitationsmedizin der Akademie für Sozialmedizin, Berlin, 29.1.2018

John, M.: »Das Cochlea Implantat: Funktionsweise, Entwicklung, Chancen, Risiken und Erfahrungen im Hinblick auf die logopädische Praxis«, IB-Medizinische Akademie, Schule für Logopädie, Berlin, 12.2., 14.2. und 16.2.2018

John, M.: »Quantitative Methoden der Zukunftsforschung. Eine sehr kurze Einführung in Data Driven Foresight«, Termin im Rahmen der Vorlesung »Methoden der Zukunftsforschung II« von Prof. Lauster an der RWTH Aachen, 12.6.2018

Jovanovic, M.: »Projektmanagement«; Blockseminar für das Institut Sprache und Information der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, 16.-18.2.2018

Jovanovic, M.: »Bibliometrische Analysen als Unterstützung der journalistischen Recherche«; Zwei Vorträge im Rahmen der Diskursreihe Technik und Gesellschaft; Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, Sankt Augustin, 11.4.2018 und 26.4.2018

Kohlhoff, J.; Hemmers, C.: Übung zum Thema »Methoden der Zukunftsforschung« im Rahmen des Masterstudiengangs »Technologiemanagement«, Hochschule Ravensburg-Weingarten, Weingarten, 18.-20.4.2018

Kuhnhenh, J., »Radiation Testing of Photonics Technologies«, Vortrag bei der RADSAGA Summer School, Universität St. Etienne, Frankreich, 13.9.2018

Lauster, M.: »Methoden der Zukunftsforschung I«, RWTH Aachen, im WS 2018/2019

Lauster, M.: »Methoden der Zukunftsforschung II«, RWTH Aachen, SS 2018

Lauster, M.: »Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie für Ingenieure«, RWTH Aachen, WS 2018/2019

Lauster, M.: Gemeinsames Seminar Ingenieure/Soziologen zur Technologiefolgenabschätzung, RWTH Aachen, SS2018

Lauster, M.: Vorlesungsveranstaltung »Methoden der Zukunftsforschung«, SS 2018, Hochschule Ravensburg-Weingarten

Metzger, S.: Vorlesung »Experimental Techniques in Particle Physics« im Masterstudiengang Physik der RWTH Aachen, WS 2018/2019

Wirtz, H.: Change- und Innovationsmanagement in Bachelorstudiengang Business Administration (berufsbegleitend), Hochschule Fresenius, WS 2017/18, SS 2018

Wirtz, H.: Qualitäts-, Change und Innovationsmanagement in Bachelorstudiengang Betriebswirtschaftslehre, Hochschule Fresenius, WS 2017/18, SS 2018, WS 2018/19

Wirtz, H.: Qualitäts-, Change und Innovationsmanagement in Bachelorstudiengang Betriebswirtschaftslehre (berufsbegleitend), Hochschule Fresenius, WS 2017/18, SS 2018, WS 2018/19

Wirtz, H.: Finanzierung und Investition im Bachelorstudiengang Automotive and Mobility Management, Hochschule Fresenius, WS 2018/19

Wirtz, H.: Controlling und Qualitätsmanagement im Bachelorstudiengang Automotive and Mobility Management, Hochschule Fresenius, WS 2018/19

## Internationale Zusammenarbeit

Baum, M., Höffgen, S., Kuhnhenh, J., Kündgen, T., Lennartz, W., Metzger, S., Paschkowski, E., Schmitz, S., Steffens, M., Weinand, U., Wolf, R., Wölk, D.:  
CERN, Genf, Schweiz

Baum, M., Höffgen, S., Kuhnhenh, J., Kündgen, T., Lennartz, W., Metzger, S., Paschkowski, E., Schmitz, S., Steffens, M., Weinand, U., Wolf, R., Wölk, D.:  
ESA-ESTEC, Noordwijk, Niederlande

Berthold, C., Grigoleit, S., Müller, L., Sendrowski, P., Vollmer, M.:  
Horizon 2020 Projekt IN-PREP (An Integrated next generation PREParedness programme for improving effective inter-organisational response capacity in complex environments of disasters and causes of crisis), 19 Projektpartner

Berky, W., Bornhöft, M. C., Chmel, S., Friedrich, H., John, M., Lieder, E., Ossowski, S.:  
Im H2020 Projekt C-BORD (Effective Container Inspection at BORDer Control Points), 18 Projektpartner

Bornhöft, M. C., Friedrich, H., Glabian, J., Köble, T., Ossowski, S., Risse, M.:  
Im DG Home Projekt ITRAP+10-phase-2 (Illicit Trafficking Radiation Assessment Program + 10 phase II Round Robin Tests), 5 Projektpartner

Grigoleit, S., Freudendahl, D.M.:  
EU-FP7-Projekt SOURCE (Virtual centre of excellence for research support and coordination on societal security), 13 Projektpartner

Höffgen, S., Metzger, S., Schmitz, S., Steffens, M., Wolf, R., Wölk, D.:  
SEE Collaboration mit Steven P. Buchner vom United States Naval Research Laboratory (NRL), USA

Köble, T., Schumann, O.:  
ESARDA VTM Working Group

Köble, T.:  
IAEA Expert Group: Revision of IAEA Nuclear Security Series No. 1, »Technical and Functions Specifications for Border Monitoring Equipment«

Kuhnenn, J., Metzger, S., Steffens, M.:  
Seibersdorf Labor GmbH, Seibersdorf, Österreich

Neupert, U., Ruhlig, K., Michael, K., Offenberg, D., Huppertz, G.:  
FMV (Försvarets Materielverk)-Projekt Teknisk Prognos 2018

Pastuszka, H.-M.:  
Panel-Moderation Final Conference H2020-Projekt ResiStand (Increasing disaster Resilience by establishing a sustainable process to support Standardisation of technologies and services), DIN e.V. Berlin, 22.3.2018

Pastuszka, H.-M., Grüne, M.:  
Europäische Verteidigungsagentur (EDA), Service Framework Contract »Technology Foresight Follow-on (TFFO)« (17.ESI.OP373), Kooperation mit Ingeniería de Sistemas para la Defensa de España (Isdefe, Spanien), 2018-2019

Pastuszka, H.-M., Ruhlig, K., Freudendahl, D.:  
trilaterales D-A-CH Expertentreffen Technologievorausschau zu den Themen WTV, Quantencomputer und Exoskelette, armasuisse, Thun 26./27.9.2018

Pusch, T., Suhrke, M.:  
EU H2020-Projekt SmartResilience («Smart Resilience Indicators for Smart Critical Infrastructures»), 20 Projektpartner

Pusch, T., Suhrke, M.:  
FOI Schweden, Technical Agreement «Development of high-power microwave test methodology and procedures«

Pusch, T., Suhrke, M.:  
ETN Marie Curie »Pan-European Training, research and education network on Electromagnetic Risk management – PETER«, 19 Projektpartner

Suhrke, M., Adami, Ch.:  
Mitarbeit in der NATO STO SCI-294 Task Group «Demonstration and Research of Effects of RF Directed Energy Weapons on Electronically Controlled Vehicles, Vessels, and UAVs», 9 Nationen

Vollmer, M., Walther, G., Jovanović, M., Pusch, T., Suhrke, M.:  
Mitarbeit im EU-H2020-Projekt SmartResilience (Smart Resilience Indicators for Smart Critical Infrastructures), 20 Projektpartner

Vollmer, M.:  
Mitarbeit im EU-H2020-Projekt ResiStand (Increasing disaster Resilience by establishing a sustainable process to support Standardisation of technologies and services), 14 Projektpartner

**Internationale Review-Tätigkeiten**

Höffgen, S., Kuhnenn, J.: RADECS 2018 Konferenz

Jovanovic, M.: ASLIB Journal of Information Management

Kuhnenn, J.: Journal of Nuclear Materials

Kuhnenn, J.: Journal of Lightwave Technology

Kuhnenn, J., Metzger, S., Steffens, M.:  
Transactions on Nuclear Science

Kuhnenn, J.:  
Journal of Selected Topics in Quantum Electronics

Kuhnenn, J.: Journal of Optics

Kuhnenn, J.:  
International Journal for Light and Electron Optics

Kuhnenn, J.: Gutachter für »Agence nationale de la recherche« (Französische Forschungsförderung)

Kuhnenn, J.: Gutachter für »Research Foundation – Flandres (FWO)« (Belgische Forschungsförderung)

Lanzrath, M.: IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility

Lubkowski, G.: PIER (Progress In Electromagnetics Research)

Suhrke, M.: IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility

Thorleuchter, D.: Algorithms

Thorleuchter, D.: Applied Sciences

Thorleuchter, D.: Electronic Commerce Research and Applications

Thorleuchter, D.: Entropy

Thorleuchter, D.: Expert Systems with Applications

Thorleuchter, D.: Futures

Thorleuchter, D.: Information

Thorleuchter, D.: Journal of Intelligent Systems

Thorleuchter, D.: Sustainability

**Mitarbeit in Gremien**

Chmel, S.: Koordinator des Fraunhofer EU-Netzwerkes

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

Chmel, S.: Mitglied im Beirat des Instituts für Detektionstechnologien der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg

Grigoleit, S.: Mitglied des Beirats für das Projekt – Enabling Innovation by Simulation (EIS) der European Academy of Technology and Innovation Assessment, Bad Neuenahr-Ahrweiler

Grüne, M.: EDA Technology-Watch Workshops, Europäische Verteidigungsagentur, Brüssel

Neupert, U., Walther, G.: Mitglieder der Independent Scientific Evaluation Group (ISEG) im NATO-Forschungsprogramm »Science for Peace and Security«

Neupert, U.: Weiterentwickler-Netzwerk A 16+ Streitkräftebasis

Römer, S.: NATO-STO Research & Technology Group SAS-123 »Futures Assessed alongside socio-Technical Evolutions (FATE)«

Suhrke, M.: Ombudsperson Fraunhofer INT

Thorleuchter, D.: Mitglied im Doktorandenkomitee der Universität zu Gent, Belgien

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

Thorleuchter, D.: Editorial Board of the International Journal of Information Science

Thorleuchter, D.: Editorial Board of the Journal of Information Systems Engineering & Management

Thorleuchter, D.: Editorial Board of the Journal of Advanced Computer Science & Technology

Thorleuchter, D.: Editorial Board of Advances in Engineering: an International Journal (ADEIJ)

Thorleuchter, D.: Program Committee of the International Conference on Intelligent Systems and Computer Vision 2018, 2.-4.4. 2018, Fez, Morocco

Vollmer, M.: EARTO Security and Defense Research Group

**Teilnahme an Normungsarbeiten**

Adami, Ch.: NA140-00-19AA, Erstellung der VG-Normen VG96900-96907, NEMP- und Blitzschutz

Adami, Ch.: NA140-00-20-02UA, Erstellung der VG-Normen VG95370 ff., Elektromagnetische Verträglichkeit

Adami, Ch.: NATO HPM Standardization (NATO STO SCI-294 Task Group)

Köble, T.: DIN und VDE DKE/GK851 »Aktivitätsmessgeräte für den Strahlenschutz«

Köble, T.: IEC/SC 45B WG 15 »Radiation protection instrumentation« – »Illicit trafficking control instrumentation using spectrometry, personal electronic dosimeter and portable dose rate instrumentation«

Kuhnhehn, J.: IEC SC86AWG1, Erstellung der Norm IEC 60793-1-54

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

Suhrke, M.: GAK 767.3/4.4, TEM-Wellenleiter / Reverberation Chamber, DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Vorträge

Bantes, R., Pastuszka, H.-M.:  
»Zukunftsthemen WTV 2018«, 1. F&T-Zukunftslagekonferenz  
BMVg A II, Fraunhofer INT Euskirchen, 27.2.2018

Berchtold, C.:  
»Success and Failure Factors in transboundary crisis management«, needs Konferenz 2018, Amsterdam Public Library (OBA),  
22.3.2018.

Berchtold, C.:  
»Success and failure factors in EU transboundary crisis management: A review«, 4th International Symposium on Development  
of CBRN Protection Capabilities, Berlin, 4.9.2018

Bornhöft, M. C.:  
»Study of neutron detection technologies using <sup>6</sup>Li as a replacement of <sup>3</sup>He«, Jahrestagung der DPG und DPG-Frühjahrstagung,  
Arbeitsgruppe Physik und Abrüstung, Erlangen, 7.3.2018

Bornhöft, M. C.:  
»Untersuchung von <sup>6</sup>Li basierten Szintillatoren zum Nachweis  
von Neutronen«, Deutsche Physikerinnentagung, Oldenburg,  
30.9.2018

Grigoleit, S.:  
»Das EU-Projekt IN-PREP«; Arbeitsgruppe »Grenzüberschreitende  
Zusammenarbeit im Katastrophenschutz«, Zwolle, 12.4.2018

Höffgen, S., Metzger, S.:  
»Gefährdung elektrischer Luftantriebe durch atmosphärische  
Neutronen«, Vortrag bei IISB Workshop, Erlangen, 17.4.2018

Höffgen, S., Kuhnenn, J., Lennartz, W., Paschkowski, E.,  
Weinand, U., Wolf, R.:  
»Bestrahlung von Glasfasern und Elektronik bei sehr tiefen  
Temperaturen«, Vortrag bei der DLR Bauteilekonferenz, Ulm,  
18.4.2018

Höffgen, S., Kuhnenn, J., Kündgen, T., Metzger, S.,  
Steffens, M.:  
»Fraunhofer On-board Radiation Sensors (FORS)«, Vortrag  
beim OHB Workshop, Bremen, 20.4.2018

Höffgen, S., Komrowski, C., Kuhnenn, J., Kündgen, T.,  
Metzger, S., Steffens, M.:  
»Fraunhofer satellite radiation sensing systems«,  
Vortrag bei IAC, Bremen, 3.10.2018

Höffgen, S., Kuhnenn, J., Metzger, S., Steffens, M.:  
»Future Radiation Testing: Adapt or Fail« Vortrag bei IAC,  
Bremen, 4.10.2018

Huppertz, G.:  
»Künstliche Intelligenz aus dem Blickwinkel der wehrtechni-  
schen Zukunftsanalyse«, 1. Workshop Digitalisierung und  
Künstliche Intelligenz, Planungsamt der Bundeswehr, BMVg  
Bonn, 30.1.2018

Huppertz, G.: »Künstliche Intelligenz und Autonome Systeme  
aus dem Blickwinkel der wehrtechnischen Zukunftsanalyse«,  
Bildungsveranstaltung Blauer Bund e.V., Donnerbergkaserne  
Eschweiler, 20.11.2018

John, M.: »Suchst Du noch oder liest Du schon? Ein Werk-  
stattbericht über das Projekt KATI«, Fraunhofer Fachforum  
Fachinformation, Karlsruhe, 10./11.10.2018

Kuhnenn, J.:  
»Wirkung von ionisierender Strahlung auf Elektronik und Optik«,  
Vortrag bei PTB Workshop, Braunschweig, 23.5.2018

Kuhnenn, J.:  
»Radiation Testing of Optical Coatings – Better Testing with  
Simulations«, Vortrag bei ICSO 2018, Chania, Griechenland,  
12.10.2018

Lanzrath, M.:  
»HPEM Vulnerability of Smart Grid Substation Secondary  
Systems«, EMC Europe 2018, Amsterdam, Niederlande,  
27.-30.8.2018

Lanzrath, M.:  
»Counter-UAS-Untersuchungen mit HPEM-Wirkmitteln«,  
Symposium Elektromagnetische Effekte 2018, WTD81  
Greding, 25.-27.9.2018

Lauster, M.:  
Zukunftsvorausschau Raumfahrt 2040, Szenarien für eine  
Weiterentwicklung der deutschen Raumfahrtspolitik, Projekt-  
vorstellung, Bonn, 19.2.2018

Lauster, M.; Beyerer, Jürgen:  
Wie disruptiv sind Technologien? DWT Veranstaltung  
»Angewandte Forschung für Sicherheit und Verteidigung  
in Deutschland«, Bonn, 20.2.2018

Lauster, M.:  
Zukunftsvorausschau Raumfahrt 2040, Steuerungskreis  
Projektbesprechung, Bonn, 13.4.2018

Lauster, M.:  
Digitalisierung – Innovation oder Disruption? Der Mittelstand  
zwischen Aufbruch und Umbruch, Wirtschaftsförderung  
Ravensburg, 19.4.2018

Lauster, M.:  
Planungsamt der Bundeswehr, Workshop Best Practices,  
»Foresight – Science or Fiction?«, Berlin, 24.5.2019

Lauster, M.:  
Zukunftsforschung: Globale Trends und strategische Implika-  
tionen, Gedanken zu den Zielen technologischer Entwicklungen,  
ein Beitrag im Rahmen der Ringvorlesung »Technik- und  
Umweltethik« an der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, 14.6.2018

Lauster, M.:  
»Langfristige technologische Trends mit wehrtechnischer Rele-  
vanz« beim Info-Lunch des Förderkreises Deutsches Heer, Berlin,  
5.7.2018

Lauster, M.:  
Info-Besuch bei BMBF Referat 522 – Sicherheitsforschung,  
Bonn, 8.8.2018

Lauster, M.:  
»Künftige Technologien und technologische Quantensprünge  
mit erwarteter Relevanz für Sicherheitspolitik und Strategie«,  
52. Sicherheitspolitische Informationstagung der Clausewitz-  
Gesellschaft, Hamburg, 22.8.2019

Lauster, M.:  
»Population Growth, Urbanization, Climate Change  
– Global Trends and their Implications on Security Research«,  
4th International Symposium on Development of CBRN  
Protection Capabilities, Berlin, 3.-5.9.2018

Lauster, M.:  
Instituts- und Allianz Space-Vorstellung, Mr. Kinaci and Col.  
Szabo (NATO), Euskirchen, 4.10.2018

Lauster, M.:  
Artificial Intelligence for Military Applications, ICOS, Bonn,  
10.10.2018

Lauster, M.:  
»Disruptive Technologies – On Some Aspects of a Buzz Word  
in the Context of European Space Flight«, Space4Inspiration  
2018, Bilbao (Spanien), 29.-31.10.2018

Lauster, M.:  
»Zukunft als Gebrauchserzählung – Narrationen in der  
Zukunftsforschung«, Ringvorlesung am Englischen Seminar  
der Albert-Ludwigs-Universität zu Freiburg, 7.11.2018

- Lauster, M.:  
»Neue Technologien mit erwarteter Relevanz für das Gefechtsfeld der Zukunft«, FOE-Workshop Planungsamt der Bundeswehr / IABG Berlin, 3.12.2018
- Lubkowski, G.:  
»Verträglichkeit mobiler Geräte gegenüber HPEM-Signalen – statistische Analyse«, Symposium Elektromagnetische Effekte 2018, WTD81 Greding, 25.-27.9.2018
- Metzger, S.:  
»Zuverlässigkeit elektronischer Komponenten und Systeme unter besonderen Bedingungen«, Vortrag bei Vorstandssitzung des Fraunhofer Verbundes Mikroelektronik, Berlin, 22.3.2018
- Metzger, S.:  
»Effects of Exo-Atmospheric Nuclear Explosions on Satellites«, Vortrag bei OHB Workshop, Bremen, 20.4.2018
- Metzger, S.:  
»Gefährdung Smarter Infrastrukturen«, Vortrag bei IHK Veranstaltung »Verletzlichkeit smarter Infrastrukturen, die unbekannte Seite der Digitalisierung«, Euskirchen, 23.4.2018
- Metzger, S.:  
»Nukleare und Elektromagnetische Effekte«, Vortrag bei Besuch des BMBF, Bonn, 8.8.2018
- Metzger, S.:  
»Effekte atmosphärischer Neutronen in Elektronik«, Vortrag bei PTB Workshop, Euskirchen, 9.8.2018
- Metzger, S.:  
»Fraunhofer Space Alliance – Applied Research for Europe's Leadership in Space«, Vortrag bei Jahrestreffen des Lenkungsausschusses »Rapid Space Capabilities«, Berlin, 7.11.2018
- Neupert, U.:  
»Defence Technology Foresight for the German MoD @ Fraunhofer INT«, NATO STO Technology Trends Workshop #1, Paris – Neuilly-sur-Seine, 27.2.2018
- Neupert, U., Huppertz, G.:  
»Long-Term Defence Technology Foresight @ Fraunhofer INT«, Royal Netherlands Army Land Warfare Centre - Tulip Time 2018, Amsterdam, 10.4.2018
- Neupert, U.:  
»Technologische Trends mit Relevanz für die Marine - ein Blick nach 2030+«, 20. DWT Marineworkshop, Linstow, 25.9.2018
- Neupert, U.:  
»Disruptive Technology Assessment Gaming (DTAG) – ein militärisches Table-top-Game zur Technologiebewertung«, Modulkurs »Methoden der Zukunftsanalyse«, Führungsakademie der Bundeswehr, Hamburg, 20.11.2018
- Neupert, U.:  
»Wehrtechnische Zukunftsanalyse – WZA«, Modulkurs »Methoden der Zukunftsanalyse«, Führungsakademie der Bundeswehr, Hamburg, 20.11.2018
- Neupert, U.:  
»Future Operating Environment – Impulsvortrag Technologie«, Workshop zum Future Operating Environment (FOE) der Bundeswehr, Berlin, 3.12.2018
- Neupert, U.:  
»Future Operating Environment – Impulsvortrag Technologie«, Workshop zum Future Operating Environment (FOE) der Bundeswehr, Berlin, 3.12.2018
- Pastuszka, H.-M.:  
»Wehrtechnische Zukunftsanalyse und Wehrtechnische Vorausschau«, Vertiefungsmodul »Zukunftsentwicklung«, FüAkBw Hamburg, 6.3.2018
- Pastuszka, H.-M., Ruhlig, K.:  
»Wehrtechnische Vorausschau am Beispiel des digitalen Gefechtsfelds der Zukunft«, Seminar »Technology Perspectives«, BWI GmbH Köln-Wahn, 23.4.2018
- Pastuszka, H.-M., Ruhlig, K.:  
»Technologische Auswirkungen der Digitalisierung auf das Gefechtsfeld«, Symposium »Weiterentwicklung der Fernmelde-truppe im System Heer«, AHEntwg Köln, 17.5.2018
- Pastuszka, H.-M.:  
»Wehrtechnische Zukunftsanalyse und Wehrtechnische Vorausschau«, Lehrgang Generalstabs-/Admiralstabsdienst National (LGAN), FüAkBw Hamburg, 5.7.2018
- Pastuszka, H.-M.:  
»Wehrtechnische Zukunftsanalyse für die Bundeswehr«, trilaterales D-A-CH Expertentreffen Technologievorausschau, armasuisse Thun (CH), 26.9.2018
- Pastuszka, H.-M.:  
»Quo vadis Quantum?«, Podiumsdiskussion »Technology Perspectives«, BWI GmbH Bonn, 10.12.2018
- Pusch, T.:  
»HPEM-Detektor zur Erfassung von elektromagnetischen Angriffen«, Symposium Elektromagnetische Effekte 2018, WTD81 Greding, 25.-27.9.2018
- Risse, M.:  
»Evaluation of measurement devices for radioactive and nuclear material«, 4. Berliner CBRN-Symposium, Berlin, 5.9.2018
- Risse, M.:  
»Qualification setup for systems for measuring nuclear and radioactive material“, 59<sup>th</sup> Annual Meeting Institute of Nuclear Materials Management INMM, Baltimore, USA, 26.7.2018
- Schumann, O.:  
»Simulation of a neutron multiplicity counter and comparison to validation experiments«, International Workshop on Numerical Modelling of NDA Instrumentation and Methods for Nuclear Safeguards, 49<sup>th</sup> ESARDA Annual Meeting, Luxemburg, Luxemburg, 16.5.2018
- Schumann, O.:  
»Alternatives to He-3 for neutron detectors«, 2<sup>nd</sup> Technical Meeting on Radiation Detection Instruments for Nuclear Security: Trends, Challenges, and Opportunities, Wien, Österreich, 18.4.2018
- Steffens, M.:  
»Wirkung von ionisierender Strahlung auf Elektronik und Optik«, Vortrag bei Verbund µE, Berlin, 2.10.2018
- Suhrke, M.:  
»Electromagnetic Immunity of Mobile Devices – Statistical Analysis«, EMC Europe 2018, Amsterdam, Niederlande, 27.-30.8.2018
- Suhrke, M.:  
»EMI Vulnerability Tests of Critical Infrastructure Components«, Tutorial »Protection of Civil Infrastructures against Intentional EMI«, EMC Europe 2018, Amsterdam, Niederlande, 27.-30.8.2018
- Vollmer, M.:  
»Collaboration between RTO and practitioners in DRS projects«, European Brokerage Event, 2019 topics: Disaster Resilience, Paris, 24.10.2018
- Weinand, U.:  
»Light-assisted monitoring of glass panels«, Vortrag beim Intersec Forum, Messe Frankfurt, 22.3.2018
- Weinand, U.:  
»Umsetzung der Norm 25422 (Aufbewahrung und Lagerung radioaktiver Stoffe) bei HRQ im Fraunhofer Institut«, Vortrag bei der Tagung Strahlenschutz in Medizin, Forschung und Industrie, Aschaffenburg, 11.12.2018



Publikationen

Bantes, René:

Longterm und Cross-Domain Foresight. Warum Trendscouting alleine nicht ausreicht um strategische Entscheidungen zu unterstützen: Vortrag gehalten auf der Veranstaltung »Disruptive Technologies & Innovation Foresight Minds«, DTIM 2018, 18.-20. Februar 2018, Berlin (Veranstaltung »Disruptive Technologies & Innovation Foresight Minds« (DTIM) <7, 2018, Berlin>), 2018, URN urn:nbn:de:0011-n-4847813

–

Bantes, René:

Was bedeutet technologische Entwicklung für den Fachkräftemangel? Gedanken zu technologischen Zukünften: Vortrag gehalten auf der Veranstaltung »Fachkräfteforum« der Wirtschaftsförderungsgesellschaft am Mittelrhein, 22. März 2018, Bendorf (Veranstaltung »Fachkräfteforum« <4, 2018, Bendorf>), 2018, URN urn:nbn:de:0011-n-4876725

Bantes, René:

Wissenstransfer 2068: Vortrag gehalten auf der Veranstaltung »Wissenschaft in der Region Koblenz trifft Wirtschaft«, Volume 1: »Zukunftsvision 2068 – Wie arbeiten Wissenschaft und Wirtschaft in 50 Jahren zusammen?«, 5.11.2018, Koblenz-Landau (Veranstaltung »Wissenschaft in der Region Koblenz trifft Wirtschaft« <1, 2018, Koblenz>), 2018, URN urn:nbn:de:0011-n-5214362

Bauer, Wilhelm; Lauster, Michael; Morszeck, Thomas H.;

Posselt, Thorsten; Weissenberger-Eibl, Marion A.;

Schimpf, Sven; Reimoser, Cornelia; Bantes, René;

Braun, Annette; Klages, Tina; Ohlhausen, Peter;

Worms, Diana; Fraunhofer Verbund Innovationsforschung:

Understanding change – shaping the future: Impulses for

the future of innovation, Stuttgart, 2018,

URN urn:nbn:de:0011-n-5098877

Bauer, Wilhelm; Lauster, Michael; Morszeck, Thomas H.;

Posselt, Thorsten; Weissenberger-Eibl, Marion A.;

Schimpf, Sven; Reimoser, Cornelia; Bantes, René;

Braun, Annette; Klages, Tina; Ohlhausen, Peter;

Worms, Diana:

Wandel verstehen – Zukunft gestalten: Impulse für die Zukunft der Innovation, Stuttgart, 2018,

URN urn:nbn:de:0011-n-4915778

Berchtold, Claudia; Müller, Larissa; Sendrowski, Philip;

Grigoleit, Sonja; Weller, Maureen (Contributor):

D2.1 Success and failure factors in responding to crises: Work Package WP 2 »User Needs and Ethical, Legal and Human Factors in System Development«, Euskirchen, 2018,

URN urn:nbn:de:0011-n-5215436

Berchtold, Claudia:

Success and failure factors in EU transboundary crisis management: A review: Presentation held at 3rd Northern European Conference on Emergency and Disaster Studies, NEEDS 2018, 22nd March 2018, Amsterdam, (Northern European Conference on Emergency and Disaster Studies (NEEDS) <3, 2018, Amsterdam>), 2018,

URN urn:nbn:de:0011-n-4879440

Berchtold, Claudia:

Success and failure factors in EU transboundary crisis management. A review: Presentation held at 4th International Symposium on Development of CBRN-Defence Capabilities, Berlin, 4th September 2018 (International Symposium on Development of CBRN Defence Capabilities <4, 2018, Berlin>), 2018,

URN urn:nbn:de:0011-n-5214707

Berky, Wolfram; Glabian, Jeannette; Köble, Theo;

Lehmacher, Thomas; Risse, Monika:

Highly efficient on-site detection of neutron sources with

the INT measurement car DeGeN

In: IEEE sensors letters, Vol.2 (2018), No.1, Art. 3500304, 4 pp.,

DOI 10.1109/LENS.2017.2786477

Beyerer, Jürgen; Lauster, Michael:

Wie disruptiv sind Technologien? Gedanken über ein Modewort im Kontext von Sicherheit und Verteidigung: Vortrag gehalten auf der Konferenz Angewandte Forschung für Sicherheit und Verteidigung in Deutschland, 20.2.2018, Bonn, (Konferenz »Angewandte Forschung für Sicherheit und Verteidigung in Deutschland«), 2018,

URN urn:nbn:de:0011-n-4847808,

URN urn:nbn:de:0011-n-484780-13

Beyerer, Jürgen (Editor); Martini, Peter (Editor) Business Unit

Defense Technology Foresight, Fraunhofer INT (Editorial Team); Fraunhofer Group for Defense and Security -VVS-:

Grand defense-technological challenges for Europe post-2020: Position paper, München: Fraunhofer-Gesellschaft, 2018,

URN urn:nbn:de:0011-n-5214712

Brandt, Heike:

Gradientenwerkstoffe

In: Europäische Sicherheit & Technik : ES & T, Vol.67 (2018),

No.11, pp.80

Brandt, Heike; Freudentahl, Diana; Langner, Ramona:

Werkstofftrends: Gradierte Massivwerkstoffe

In: Werkstoffe in der Fertigung, (2018), No.3, pp.3

Broß, Lisa; Norf, Celia; Vondermaßen, Marcel;

Berchtold, Claudia; Fekete, Alexander; Schuchardt, Agnetha;

Warnstedt, Paul; Würth, Andreas:

Integrative Sicherheitsforschung: Workshop des BMBF

Graduierten-Netzwerkes »Zivile Sicherheit«

In: Bevölkerungsschutz, (2018), No.2, pp.35-37

Freudentahl, Diana:

Soft robots

In: Europäische Sicherheit & Technik: ES & T, Vol.67 (2018),

No.6, pp.58,

URN urn:nbn:de:0011-n-5318501

Freudentahl, Diana; Brandt, Heike; Langner, Ramona:

Werkstofftrends: Superamphiphobe Oberflächen

In: Werkstoffe in der Fertigung, (2018), No.6, pp.3

Götz, Markus; Wüst, Dominik; Suwelack, Kay; Kruse, Andrea: Potenzial von Agrar- und Lebensmittelreststoffen zur Herstellung der biobasierten Plattformchemikalie 5-Hydroxymethylfurfural (HMF), (ProcessNet Jahrestagung <2018, Aachen>),

In: Chemie- Ingenieur- Technik, Vol.90 (2018), No.9, pp.1170,

DOI 10.1002/cite.201855083

Grigoleit, Sonja:

IT-Entwicklungen für Innovationen nutzen

In: Innovative Verwaltung, (2018), No.10, pp.18-20

Haberlach, Angela (Red.); Loosen, Thomas (Red.);

Frederick, Gina; Müller, Sabrina; Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen -INT-, Euskirchen: Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen. Jahresbericht 2017, Euskirchen: Fraunhofer INT, 2018

URN urn:nbn:de:0011-n-4970045

Höffgen, Stefan; Liebender, Mirko; Baum, Max;

Carl, Christopher; Felden, Olaf; Kündgen, Tobias;

Lennartz, Wilhelm; Metzger, Stefan; Plettner, Samuel;

Schön, Friedrich:

Proton testing of the NXP P4080 processor at the COSY accelerator: Paper presented at RADECS 2018 Data Workshop DW-7, Gothenburg, 16th-21st September 2018

(European Conference on RADIATION Effects on Components and Systems (RADECS) <2018, Gothenburg>), (2018),

URN urn:nbn:de:0011-n-5376119

Hollmann, Vanessa:

Genome editing

In: Europäische Sicherheit & Technik: ES & T, Vol.67 (2018),

No.3, pp.94,

URN urn:nbn:de:0011-n-4873397

- John, Marcus:  
Data driven foresight – Technologiefrühaufklärung im Zeitalter von Big and Linked Data. Ein Werkstattbericht (Symposium für Vorausschau und Technologieplanung <14, 2018, Berlin>)  
In: Gausemeier, Jürgen (Ed.) et al.: Vorausschau und Technologieplanung: 14. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, 8. und 9. November 2018, Berlin. Paderborn: Universität Paderborn, Heinz Nixdorf Institut, 2018, (HNI-Verlagsschriftenreihe 385), pp. 409-421
- John, Marcus; Langner, Ramona; Freudendahl, Diana:  
Werkstofftrends. Computerbasiertes Hochdurchsatzscreening für die Werkstoffentwicklung  
In: Werkstoffe in der Fertigung, (2018), No.4, pp.3
- Köble, Theo; Bornhöft, Charlotte; Schumann, Olaf; Berky, Wolfram:  
Study of neutron detection technologies using <sup>6</sup>Li as a replacement of <sup>3</sup>He: Presentation held at 82. Jahrestagung der DPG und DPG-Frühjahrstagung, 2018, Erlangen, 04.-09. März 2018 (Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG Jahrestagung) <82, 2018, Erlangen>), 2018  
Köble, Theo; Bornhöft, Charlotte; Schumann, Olaf; Berky, Wolfram:  
Untersuchung von <sup>6</sup>Li basierten Szintillatoren zum Nachweis von Neutronen: Vortrag gehalten auf der 22. Deutschen Physikerinnentagung, 27. bis 30. September 2018, Oldenburg, (Deutsche Physikerinnentagung (DPT) <22, 2018, Oldenburg>), 2018
- Kohlhoff, Jürgen:  
Künstliche Photosynthese  
In: Europäische Sicherheit & Technik: ES & T, Vol.67 (2018), No.4, pp.55,  
URN urn:nbn:de:0011-n-4912096
- Kuhnhenh, Jochen; Höffgen, Stefan; Metzger, Stefan; Steffens, Michael:  
Future radiation testing: Adapt or fail: Paper presented at 69th International Astronautical Congress, Bremen, Germany, October 1-5, 2018, (International Astronautical Congress (IAC) <69, 2018, Bremen>), 2018,  
URN urn:nbn:de:0011-n-5374074
- Kuhnhenh, Jochen; Höffgen, Stefan Klaus; Köhn, Otmar; Schumann, Olaf; Weinand, Udo; Wolf, Raphael:  
Irradiation tests on optical fibres below 20 K (International Conference on Space Optics (ICSO) <10, 2014, La Caleta/ Tenerife>)  
In: Sodnik, Zoran (ed.): International Conference on Space Optics, ICSO 2014: 6-10 October 2014, Tenerife, Canary Islands, Spain. Bellingham, WA: SPIE, 2018. (Proceedings of SPIE 10563), Paper 105632A, 5 pp.,  
DOI 10.1117/12.2304236
- Langner, Ramona; Brandt, Heike; Freudendahl, Diana:  
Werkstofftrends: Neuartige metallische Nanopartikel  
In: Werkstoffe in der Fertigung, (2018), No.5, pp.3
- Lanzrath, Marian; Suhrke, Michael; Hirsch, Holger:  
HPEM vulnerability of smart grid substation secondary systems (International Symposium on Electromagnetic Compatibility (EMC Europe) <2018, Amsterdam>)  
In: Institute of Electrical and Electronics Engineers -IEEE-: EMC Europe 2018, International Symposium on Electromagnetic Compatibility. Proceedings: 27-30 August 2018, Amsterdam, the Netherlands; EMC Europe 2018. Piscataway, NJ: IEEE, 2018, pp.799-804, DOI 10.1109/EMCEurope.2018.8485138,  
URN: urn:nbn:de:0011-n-5214735
- Lauster, Michael:  
Living in an uncertain world – information, truth, and alternative facts: Presentation held at 4th International Cyber Operations Symposium, ICOS Nr. 4: Resilience in the Cyber and Information Domain, October 10th, 2018, Bonn (International Cyber Operations Symposium (ICOS)–Resilience in the Cyber and Information Domain <4, 2018, Bonn>), 2018,  
URN urn:nbn:de:0011-n-5157400,  
URN urn:nbn:de:0011-n-515740-14
- Lauster, Michael; Hansen-Casteel, Stephanie:  
On some fundamental methodological aspects in foresight processes  
In: European Journal of Futures Research, Vol.6 (2018), Art. 11, 8 pp.  
DOI 10.1186/s40309-018-0140-1,  
URN urn:nbn:de:0011-n-5023083
- Lauster, Michael:  
Population growth, urbanization, climate change – global trends and their implications on security research: Presentation held at 4th International Symposium on Development of CBRN-Defence Capabilities, 3rd – 5th September 2018, Berlin (International Symposium on Development of CBRN Defence Capabilities <4, 2018, Berlin>), 2018,  
URN urn:nbn:de:0011-n-5214693
- Lubkowski, Grzegorz; Suhrke, Michael:  
Electromagnetic immunity of mobile devices – statistical analysis (International Symposium on Electromagnetic Compatibility (EMC Europe) <2018, Amsterdam>)  
In: Institute of Electrical and Electronics Engineers -IEEE-: EMC Europe 2018, International Symposium on Electromagnetic Compatibility. Proceedings: 27-30 August 2018, Amsterdam, the Netherlands; EMC Europe 2018. Piscataway, NJ: IEEE, 2018, pp. 404-407,  
DOI 10.1109/EMCEurope.2018.8484978,  
URN urn:nbn:de:0011-n-5214724
- Metzger, Stefan; Höffgen, Stefan; Komrowski, Christoph; Kuhnhenh, Jochen; Kündgen, Tobias; Steffens, Michael:  
Fraunhofer satellite radiation sensing systems: Paper presented at 69th International Astronautical Congress, Bremen, Germany, October 1-5, 2018, (International Astronautical Congress (IAC) <69, 2018, Bremen>), 2018,  
URN urn:nbn:de:0011-n-5374088
- Michael, Karsten:  
Kognitives Radar  
In: Europäische Sicherheit & Technik: ES & T, Vol.67 (2018), No.7, pp.98
- Neupert, Ulrik:  
Structural Energy Storage  
In: Europäische Sicherheit & Technik: ES & T, Vol.67 (2018), No.5, pp.84,  
URN urn:nbn:de:0011-n-5255916
- Neupert, Ulrik:  
Technologievorausschau für Verteidigung und Sicherheit  
In: Bevölkerungsschutz, (2018), No.2, pp.2-4
- Offenberg, David:  
All-optical circuits  
In: Europäische Sicherheit & Technik: ES & T, Vol.67 (2018), No.9, pp.68
- Reschke, Stefan:  
High-entropy alloys  
In: Europäische Sicherheit & Technik: ES & T, Vol.67 (2018), No.8, pp.70
- Reschke, Stefan:  
Ionische Flüssigkeiten als Werkstoffbasis  
In: Europäische Sicherheit & Technik: ES & T, Vol.67 (2018), No.2, pp.54,  
URN urn:nbn:de:0011-n-5315832

Reschke, Stefan; Freudendahl, Diana; Langner, Ramona:  
Werkstofftrends: Bionische Datenspeicher  
In: Werkstoffe in der Fertigung, (2018), No.2, pp.3

Reschke, Stefan; Freudendahl, Diana; Langner, Ramona:  
Werkstofftrends: Natrium-Ionen-Akkumulatoren  
In: Werkstoffe in der Fertigung, (2018), No.1, pp.3

Risse, Monika; Berky, Wolfram; Chmel, Sebastian;  
Friedrich, Hermann; Glabian, Jeannette; Köble, Theo;  
Ossowski, Stefan; Rosenstock, Wolfgang; Schumann, Olaf:  
Evaluation of measurement devices for radioactive and nuclear  
material: Presentation held at 4th International Symposium on  
Development of CBRN-Defence Capabilities–Berlin CBRN  
Symposium, Berlin, 3 to 5 September 2018 (International  
Symposium on Development of CBRN Defence Capabilities  
<4, 2018, Berlin>), 2018,  
URN urn:nbn:de:0011-n-5100235

Risse, Monika; Berky, Wolfram; Friedrich, Hermann;  
Glabian, Jeannette; Köble, Theo; Schumann, Olaf;  
Ossowski, Stefan:  
Qualification setup for systems for measuring nuclear and  
radioactive material: Paper presented at INMM 2018, 59th  
Annual Meeting Institute of Nuclear Materials Management,  
July 22-26, 2018, Baltimore, Maryland (Institute of Nuclear  
Materials Management (INMM Annual Meeting) <59, 2018,  
Baltimore/Md.>), 2018,  
URN urn:nbn:de:0011-n-5038518

Ruhlig, Klaus:  
Cyber reasoning systems  
In: Europäische Sicherheit & Technik: ES & T, Vol.67 (2018),  
No.10, pp.53

Schumann, Olaf; Bornhöft, Charlotte; Friedrich, Hermann;  
Köble, Theo; Risse, Monika; Rosenstock, Wolfgang:  
Alternatives to He-3 for neutron detectors: Presentation held at  
the 2nd Technical Meeting on Radiation Detection Instruments  
for Nuclear Security: Trends, Challenges, and Opportunities,  
16.-20. April 2018, Vienna, (Technical Meeting on Radiation  
Detection Instruments for Nuclear Security–Trends, Challenges,  
and Opportunities <2, 2018, Vienna>), 2018,  
URN urn:nbn:de:0011-n-4915260

Schumann, Olaf; Köble, Theo; Berky, Wolfram; Risse, Monika:  
Simulation of a neutron multiplicity counter and comparison  
to validation experiments: Paper presented at International  
Workshop on Numerical Modelling of NDA Instrumentation  
and Methods for Nuclear Safeguards, 2018, Luxembourg,  
16th-17th May 2018, co-hosted during the ESARDA 40th  
Annual Meeting (International Workshop on Numerical  
Modelling of NDA Instrumentation and Methods for Nuclear  
Safeguards <2018, Luxembourg>), 2018,  
URN urn:nbn:de:0011-n-5032995

Schütte, Julian; Fridgen, Gilbert; Prinz, Wolfgang;  
Rose, Thomas; Urbach, Nils; Hoeren, Thomas;  
Guggenberger, Nikolas; Welzel, Christian; Holly, Steffen;  
Schulte, Axel; Sprenger, Philipp; Schwede, Christian;  
Weimert, Birgit; Otto, Boris; Dalheimer, Mathias;  
Wenzel, Markus; Kreutzer, Michael; Fritz, Michael;  
Leiner, Ulrich; Nouak, Alexander; Prinz, Wolfgang (Ed.);  
Schulte, Axel T. (Ed.):  
Blockchain and smart contracts: Technologies, research issues  
and applications, München: Fraunhofer-Gesellschaft, 2018,  
URN urn:nbn:de:0011-n-4972169

Vollmer, Maike; Sendrowski, Philip; Müller, Larissa;  
Nottebaum, Pia (Contributor); Boin, Arjen (Contributor);  
Weller, Maureen (Contributor); Petersen, Katrina:  
D2.4 Recommendations on relevant organisational, policy,  
social and human factors relevant for system developments:  
Work Package WP 2 »User Needs and Ethical, Legal and  
Human Factors in System Development«, Euskirchen, 2018,  
URN urn:nbn:de:0011-n-5215448

Vollmer, Maike; Walther, Gerald:  
How to demarcate resilience? A reflection on reviews in disaster  
resilience research  
In: Fekete, Alexander (Ed.): Urban disaster resilience and security:  
Addressing risks in societies. Cham: Springer International  
Publishing, 2018, pp.413-427,  
DOI 10.1007/978-3-319-68606-6\_24

Weinand, Udo:  
Umsetzung der Norm 25422: Umsetzung der Maßnahmen  
zur sicheren Lagerung radioaktiver Stoffe nach DIN 25422 am  
Fraunhofer INT. Vortrag 2018-12-11 Strahlenschutz in Medizin,  
Forschung und Industrie (Tagung Strahlenschutz in Medizin,  
Forschung und Industrie <2018, Aschaffenburg>), 2018,  
URN urn:nbn:de:0011-n-5319956

Weller, Maureen; Grigoleit, Sonja (Contributor);  
Sendrowski, Philip (Contributor); Baroutas, George  
(Contributor); Vollmer, Maike (Contributor);  
Müller, Larissa (Contributor); Marzoli, Marcello (Contributor);  
Evangelatos, Spyros (Contributor); Berchtold, Claudia  
(Contributor):  
D2.5 Workshop Proceedings: Work Package WP 2 »User Needs  
and Ethical, Legal and Human Factors in System Development«  
Euskirchen, 2018,  
URN urn:nbn:de:0011-n-5215453

Wirtz, Harald:  
Crashkurs Innovationsmanagement: Die wichtigsten Inhalte  
im Überblick mit Fragen zur Lernkontrolle, Fallstudien und  
Quizfragen mit Lösungen, Berlin: Pro Business, 2018,  
ISBN 978-3-86460-861-2, ISBN 3-86460-861-9,  
ISBN 978-3-86460-975-6

Sonstige Berichte

Lanzrath, M, Adami, Ch., Suhrke, M., Schaarschmidt, M.:  
 »Forschungsstudie: UAS-Wechselwirkungsuntersuchungen CW  
 und LPM«, Jahresbericht Wehrwissenschaftliche Forschung  
 2017

Erschienenener Artikel, 14.1.2018:  
<http://www.all-electronics.de/anfaellige-regionen-im-elektronischen-bauteil-lokalisieren/>

Radio-Beitrag, 17.1.2018:  
<https://www1.wdr.de/mediathek/audio/wdr5/wdr5-leonardo-hintergrund/audio-weltraumstrahlung-vs-computerprogramme-100.html>

Radio-Beitrag, 9.2.2018:  
[https://wdrmedien.akamaihd.net/medp/podcast/weltweit/fsk0/157/1578100/wdr5leonardo\\_2018-02-09\\_forscherstresssportgrippewellekolpingwerk\\_wdr5.mp3](https://wdrmedien.akamaihd.net/medp/podcast/weltweit/fsk0/157/1578100/wdr5leonardo_2018-02-09_forscherstresssportgrippewellekolpingwerk_wdr5.mp3)

Fernsehbeitrag, 14.2.2018:  
 In der Lokalzeit Bonn über die Entstehungsgeschichte bis zur  
 Funktion des Smart Security Glass Systems

Glabian, J., Risse, M.:  
 »DeGeN: Das Messfahrzeug zum Nachweis von radioaktivem  
 und nuklearem Material«, Poster Tag der Bundeswehr,  
 Mannheim, 9.6.2018

Baum, M., Carl, C., Höffgen, S., Felden, O., Kündgen, T.,  
 Liebender, M., Lennartz, W., Metzger, S., Pletner, S., Schön, F.:  
 »Proton Testing of the NXP P4080 Processor at the COSY  
 Accelerator«, Poster RADECS 2018 Dataworkshop, Göteborg,  
 Schweden, 16.-21.9.2018

Personalia

Bornhöft, M. C.:  
 Promotion »Untersuchung neuartiger Detektormaterialien  
 zur gleichzeitigen effizienten Detektion und Identifikation von  
 Neutronen- und Gammastrahlung«, RWTH Aachen University,  
 2016 – läuft

Lanzrath, M.:  
 Promotion »HPEM-Verwundbarkeit moderner Energieversor-  
 gungssysteme«, Universität Duisburg-Essen, 2015 – läuft

Vollmer, M.:  
 Promotion »Increasing resilience through innovation in disaster  
 management – laws, policies, and organizational determinants«,  
 Bergische Universität Wuppertal, 2016 – läuft

Wölk, D.:  
 Promotion »Untersuchung und Entwicklung von Analyse-  
 methoden zu neutroneninduzierten SEE«, Universität zu Köln,  
 2017 – läuft

**Sonstige Veranstaltungen**

16.1.2018  
WTV-Workshop zu den Ausgaben 2017-3 und 2017-4 mit BMVg, BAAINBw, PlgABw, MilOrgBer

5.-6.2.2018  
Teilnahme am 3. Workshop des Graduiertennetzwerks »Zivile Sicherheit«, »Integrative Sicherheitsforschung – Herausforderungen und Lösungsansätze am Beispiel von Katastrophenmanagement und Kritischen Infrastrukturen«, TH Köln

20.-22.2.2018  
Messestand DWT-Tagung »Angewandte Forschung für Verteidigung und Sicherheit in Deutschland«, Bonn

21.-22.2.2018  
IN-PREP End-User Workshop, Fraunhofer Forum Berlin

27.-28.2.2018  
1. F&T-Zukunftskonferenz des Geschäftsbereichs BMVg, BMVg-F&T-Direktor (UAL A II) mit Fraunhofer INT im Fraunhofer INT, Euskirchen

27.2.-2.3.2018  
Treffen der NATO STO SCI-294 Task Group »Demonstration and Research of Effects of RF Directed Energy Weapons on Electronically Controlled Vehicles, Vessels, and UAVs«, Vilnius, Litauen

13.-15.3.2018  
Workshop »Development of High-Power Microwave Test Methodology and Procedures«, FOI Schweden, Stockholm, Schweden

23.-27.4.2018  
Messestand Hannover Messe, Hannover

25.-29.4.2018  
Messestand ILA, Berlin

9.6.2018  
Messestand: Tag der Bundeswehr, BiZBw Mannheim

20.6.2018  
WTV-Workshop zu den Ausgaben 2018-1 und 2018-2 mit BMVg, BAAINBw, PlgABw, MilOrgBer

28.6.2018  
Messestand Wachtberg-Forum 2018, Fraunhofer FHR, Wachtberg

23.-27.7.2018  
Teilnahme an der Sommerakademie der zivilen Sicherheitsforschung, Bad Pyrmont

3.-5.9.2018  
Ausstellungsstand 4. Berliner CBRN-Symposium, Berlin

17.-21.9.2018  
Messestand RADECS 2018, Göteborg

1.-5.10.2018  
Messestand IAC, Bremen

9.-12.10.2018  
Messestand ICSO, Kreta

14.11.2018  
Stand Unternehmenstag Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, Sankt Augustin

**Pressemitteilungen**

Fraunhofer INT ist Gastgeber der ersten Zukunftskonferenz Forschung und Technologie des BMVg  
1.3.2018

In Euskirchen kann man ab September Wirtschaftsinformatik studieren  
7.3.2018

Fraunhofer INT und Fraunhofer Space auf der ILA 2018: Bestrahlungstests und Satellitentechnologie  
10.04.2018

Bedrohung für autonomes und elektrisches Fliegen: Fraunhofer INT findet bei Tests mit Pikosekundenlasersystem bisher unentdeckte Einzelteilcheneffekte  
10.4.2018

Starke Partner für den Hochschulstandort  
2.5.2018

Fünf Thesen zur Zukunft der Innovation in Deutschland und Europa  
30.5.2018

**Institutsseminar**

Romeis, J. (Kdo CIR):  
Internet of Things – Chancen und Risiken im militärischen Kontext, Euskirchen, 24.1.2018

Hollmann, V. (Fraunhofer INT):  
Neuronale Karten und Plastizität sensorischer Systeme, Euskirchen, 31.1.2018

Karsten, M. (Fraunhofer INT):  
Zivile Verteidigung – Aktuelle Initiativen, Euskirchen, 18.4.2018

Neff, T. (DLR):  
Informationsgewinnung durch raumgestützte Systeme, Euskirchen, 2.5.2018

Klein, M.; Neupert, U. (Fraunhofer INT):  
Warum NATO? (Aufgaben, Strategie und aktuelle Operationen) – 60 Jahre NATO-Forschungsprogramm »Science for Peace and Security« (SPS), Euskirchen, 16.5.2018

Huppertz, G. (Fraunhofer INT):  
Mutterschiffkonzepte, Euskirchen, 6.6.2018

Göttsche, M. (RWTH Aachen):  
Nuklear-Archäologie: Verifikation von Produktionshistorien waffenfähiger spaltbarer Materialien, Euskirchen, 5.9.2018

Sturm, F. (Fraunhofer INT):  
Anwendung der Szenario-Technik als Prognose-Werkzeug: Beispiele aus den Bereichen »Rohstoffe« und »Landtechnik«, Euskirchen, 26.9.2018

Kuhnhenh, J. (Fraunhofer INT):  
Geschäftsfeld Nukleare Effekte in Elektronik und Optik (NEO) – Aktuelle Projekte, Euskirchen, 31.10.2018

Bantes, R. (Fraunhofer INT):  
»Capacity Crunch« – Wird das World-Wide-Web zum World-Wide-Wait? Euskirchen, 7.11.2018

Sturm, P. (Fraunhofer INT):  
Dilemma: Open Innovation versus Technologieschutz, Euskirchen, 21.11.2018

Burbiel, J. (DLR):  
Das EUREKA-Netzwerk zur Förderung internationaler Forschung und Entwicklung, Euskirchen, 28.11.2018

# ARBEITSGEBIETE UND ANSPRECHPARTNER



## INSTITUTSLEITUNG

### Leitung

Prof. 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 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

Udo Rector  
Telefon +49 2251 18-270  
udo.rector@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 ELEKTRO- MAGNETISCHE EFFEKTE (NE)

### Leitung

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

### Stellvertretung

Dr. Michael Suhrke  
Telefon +49 2251 18-302  
michael.suhrke@int.fraunhofer.de

GESCHÄFTSFELD

WEHRTECHNISCHE  
ZUKUNFTSANALYSE

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

GESCHÄFTSFELD

CORPORATE TECHNOLOGY  
FORESIGHT

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

GESCHÄFTSFELD

NUKLEARE SICHERHEITSPOLITIK  
UND DETEKTIONSVERFAHREN

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

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

WEITERE ANSPRECHPARTNER

**Presse- und Öffentlichkeitsarbeit**

Thomas Loosen  
Telefon +49 2251 18-308  
thomas.loosen@int.fraunhofer.de

**Bibliotheks- und Fachinformationsdienste**

Siegrid Hecht-Veenhuis  
Telefon +49 2251 18-233  
siegrid.hecht-veenhuis@int.fraunhofer.de

**Zentrale Informationstechnik  
und Informationssicherheit**

Udo Rector  
Telefon +49 2251 18-270  
udo.rector@int.fraunhofer.de

GESCHÄFTSFELD

ÖFFENTLICHE TECHNOLOGIE- UND  
INNOVATIONSPLANUNG

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

ARBEITSGRUPPE

TOOLS UND METHODEN

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

GESCHÄFTSFELD

ELEKTROMAGNETISCHE EFFEKTE  
UND BEDROHUNGEN

Dr. Michael Suhrke  
Telefon +49 2251 18-302  
michael.suhrke@int.fraunhofer.de

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

GESCHÄFTSFELD

NUKLEARE EFFEKTE IN ELEKTRONIK  
UND OPTIK

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

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



# ANFAHRT

## Auto

Autobahn A1, Ausfahrt 110 »Euskirchen«  
oder Autobahn A61, Ausfahrt 26 »Swisttal-Heimerzheim«

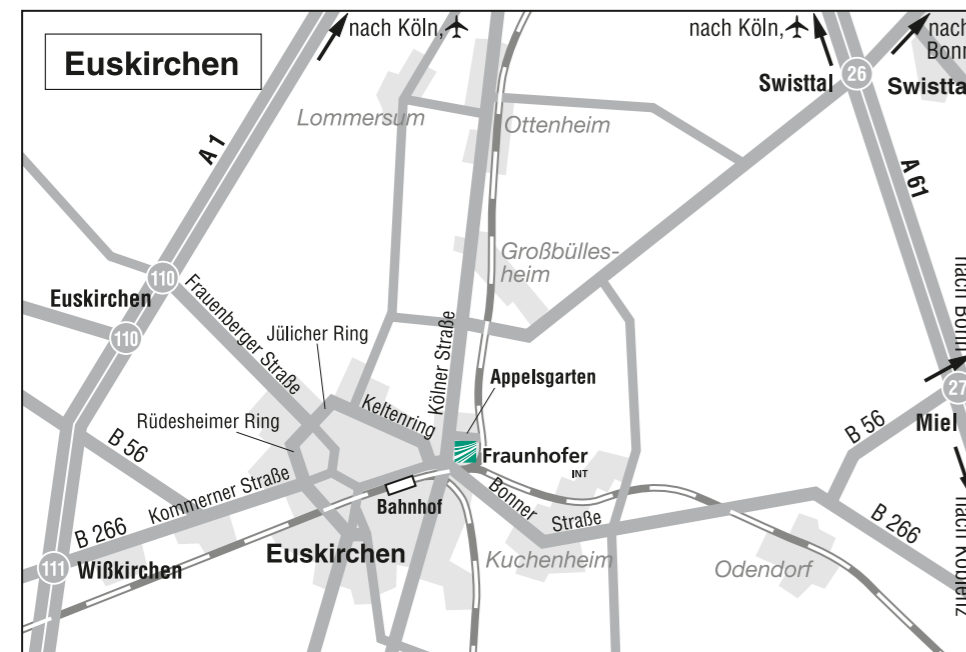
## Flugzeug

Nächste Verkehrsflughäfen:

- Köln/Bonn (60 km)
- Düsseldorf (100 km)

## Bahn

Nächste IC-Stationen:  
Bonn Hbf. und Köln Hbf.  
Von dort regelmäßige Zugverbindungen nach Euskirchen.  
Vom Bahnhof Euskirchen mit Buslinie 875 in Richtung  
Großbüllesheim-Wüschheim oder Buslinie 806 in Richtung  
Heimerzheim Fronhof; bis Haltestelle »Appelsgarten«



# IMPRESSUM

## Redaktion

Thomas Loosen, Angela Haberlach, Gina Frederick,  
Angeliqe Makome

## Gestaltung, Realisation, Produktion

Konzeptbüro Horst Schneider, Erfstadt

## Bildnachweis

- S. 15 Ulf Büschleb
- S. 18 Fraunhofer CeRRI/IAO
- S. 20 Shutterstock
- S. 22 Shutterstock
- S. 26 Wehrwissenschaftlichen Institut für Schutz-  
technologien – ABC-Schutz (WIS)
- S. 28 Jens Howorka
- S. 32/1 Pixabay
- S. 32/2 Fraunhofer CeRRI/IAO – Ilzer Land
- S. 32/3 Pixabay
- S. 33/2 Fraunhofer Gesellschaft
- S. 33/3 Getty Images/Westend61
- S. 37/1 Fraunhofer CeRRI/IAO
- S. 37/2 Fraunhofer CeRRI/IAO
- S. 39/2 Wehrwissenschaftlichen Institut für Schutz-  
technologien – ABC-Schutz (WIS)
- S. 44 Getty Images/Westend61
- S. 72 Tobias Vollmer

## Druck

Fraunhofer-Verlag,  
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB

## Anschrift der Redaktion

Fraunhofer-Gesellschaft  
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit  
Appelsgarten 2  
53879 Euskirchen

Telefon +49 2251 18-0  
Fax +49 2251 18-277

Bei Abdruck ist die Einwilligung der Redaktion erforderlich.

© Fraunhofer-Gesellschaft, Euskirchen 2019

Allgemeine Anfragen richten Sie bitte per Mail an:  
pr@int.fraunhofer.de