



**JAHRESBERICHT**  
**2017**

# JAHRESBERICHT 2017



# VORWORT

Liebe Leserinnen und Leser,

Gestern, Heute, Morgen – so lautet der Titel einer Episode der Fernsehserie »Star Trek – das nächste Jahrhundert«, in der Jean-Luc Picard, Kapitän des Raumschiffs Enterprise, durch eine höhere Macht zwischen Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft hin und her geschleudert wird. Auf seiner Zeitreise muss er erkennen, dass eine Handlung, die er in der Zukunft begehen wird (bereits begangen hat?) die Menschheit ausgelöscht hat (erst auslöschen wird?); das zwingt ihn, in seiner jeweiligen Gegenwart bereits gefasste Pläne aufgrund der durch sie entstehenden zukünftigen Konsequenzen zu modifizieren oder komplett zu verwerfen.

Es hat zunehmend den Anschein, als seien auch wir in einer ähnlich diffizilen Lage wie der Kapitän der Enterprise:

Noch vor weniger als einem Jahrhundert konnte man mit Fug und Recht behaupten, die Gegenwart sei das (ausschließliche) Produkt der Vergangenheit, und der damalige Zustand der Welt war – zumindest prinzipiell – auf die geschichtlichen Entwicklungslinien zurückzuführen. Das Auftauchen moderner Technologien, die sich im Vergleich zu früheren Erfindungen rasend schnell über die Welt verbreiten, selbst bei lokal begrenzter Anwendung globale Auswirkungen zeitigen können und bislang nicht gekannte Rückwirkungen auf unsere gesellschaftlichen Verhältnisse erzeugen, zwingt uns zu einer neuen Sichtweise.

Ein markantes Beispiel dafür aus dem vergangenen Jahrhundert war die Erfindung nuklearer Waffen in Verbindung mit Raketen transkontinentaler Reichweite. Die gesicherte gegenseitige Vernichtung, bei der als Zweiter stirbt, wer als Erster schießt, hat ein Umdenken ausgelöst: Der Blick in die Zukunft zeigte die praktisch vollständige Auslöschung der Menschheit beim Einsatz dieser Waffen. Es hat den damaligen Verantwortlichen die Einsicht beschert, dass nukleare Sprengköpfe – wenn überhaupt – höchstens als politisches Mittel, niemals jedoch zur praktischen Anwendung geeignet sind. Ein Blick auf die aktuellen Ereignisse lässt befürchten, dass so manchem politischen Führer von heute diese Einsichtsfähigkeit nicht zur Verfügung steht.

Man muss aber gar nicht an derart martialische Produkte und damit verbundene Untergangsszenarien denken. Auch die Ergebnisse »ziviler« Forschung, wie z. B. der modernen Biologie, werden unsere Zukunft entscheidend beeinflussen: vor wenigen Jahren wurde ein genetischer Mechanismus gefunden, der es erlaubt, mit bislang nicht gekannter Präzision einzelne Gene aus der DNS herauszuschneiden und sie durch andere zu ersetzen. CRISPR-Cas/9 oder einfach: CRISPR, funktioniert bei allen Lebewesen, lässt sich vielfach auf einen DNS-Strang anwenden und ist dabei extrem einfach und billig – eigentlich ein ideales Werkzeug für jeden Genetiker. Damit werden uns demnächst Dinge ermöglicht werden, die bislang nur der Evolution vorbehalten waren. Lebewesen nach Belieben zu verändern und sogar neuartige Lebewesen zu erschaffen, wird zukünftig eine Übung für Erstsemester-Studenten in Biologie sein. Da liegt der Gedanke nach einer „Verbesserung“ des Menschen sehr nahe: ein paar Krankheiten ausmerzen hier, ein paar wünschenswerte Eigenschaften verstärken dort, und schon wird aus dem homo sapiens ein durch ihn selbst konstruiertes Wesen, das sich von seiner eigenen Evolution löst, um völlig neue Wege zu gehen.



Wir als die Konstrukteure arbeiten dabei nach völlig anderen Prinzipien als die Evolution es tut: sie nutzt den Zufall als Veränderungsmechanismus und die Bewährung an den ökologischen Gegebenheiten als Auswahlkriterium, ohne teleologisch, d. h. mit einem vorherbestimmten Ziel, vorzugehen. Der konstruierende Mensch hingegen orientiert sich an einer von ihm selbst gewählten Idealvorstellung und handelt planmäßig.

Woher aber wissen wir, dass unsere heutigen Ideale auch zukünftig Bestand haben? Ob die von uns konstruierten Menschen sich wirklich so ideal vorkommen? Oder ob wir nicht durch die Wahl einer bestimmten, uns heute optimal erscheinenden Zukunft nicht irreversibel alle anderen möglichen Zukünfte vernichten?

Diese und zahlreiche weitere Fragen müssen gestellt und sorgfältig beantwortet werden. Dabei sollten wir uns beeilen, denn die Technologien sind bereits verfügbar. Tabus, wie z. B. Eingriffe in die menschliche Keimbahn auf keinen Fall zuzulassen, sind bereits gebrochen worden. Ohne alarmistisch sein zu wollen: die Zeit drängt, sich über die negativen Seiten unserer Technologien im Klaren zu werden und Verfahren zu finden, um deren Konsequenzen einzuhegen.

Nicht zu forschen ist keine Alternative, unbegrenzt alles zu erforschen vermutlich auch nicht. Zukunft ist dabei der Spiegel, an dessen Bild die Gegenwart reflektiert werden muss.

Seit mehr als 40 Jahren forscht das INT zu den Bedrohungen durch nukleare Waffen sowie zur Technologieanalyse und -vorausschau auf zahlreichen Gebieten weltweit. Das Institut bietet damit Beurteilungs- und Beratungsfähigkeit für Entscheidungsträger, die in ihrer strategischen Planung die oben gestellten Fragen berücksichtigen müssen. Der Blick unserer Wissenschaftler ist dabei stets auf den zeitlichen Horizont gerichtet, ihre Analysen spannen die Gegenwart zwischen Vergangenheit und möglichen Zukünften ein. Wie Kapitän Picard bewegen sie sich durch die Zeit auf der Suche nach Antworten für die Fragen, die die Zukunft an uns richtet.

Einige ihrer Suchergebnisse sind wieder im vorliegenden Jahresbericht dokumentiert. Begleiten Sie uns also ein Stück bei der Reise in das unbekannt Land der Zukunft getreu dem Motto der Besatzung der Enterprise: »To boldly go where no man has gone before«.

Viel Spaß beim Lesen wünscht Ihnen,

Ihr

Prof. Dr. Dr. Michael Lauster

# INHALT

## JAHRESBERICHT 2017

- 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 Fraunhofer-Verbund Innovationsforschung – INNOVATION

## FACHABTEILUNGEN UND GESCHÄFTSFELDER

### 16 TECHNOLOGIEANALYSEN UND STRATEGISCHE PLANUNG

### 18 WEHRTECHNISCHE ZUKUNFTSANALYSE

- 21 Die Wehrtechnische Vorausschau 2017

### 24 ÖFFENTLICHE TECHNOLOGIE- UND INNOVATIONSPLANUNG

- 27 H2020 Projekt »IN-PREP« – Verbesserung des landesübergreifenden Krisenmanagements
- 29 H2020 Projekt »FIRE-IN« – Fire and Rescue Innovation Network
- 31 H2020 Projekt »Smart Resilience« – Smart Resilience for Smart Critical Infrastructures

### 32 CORPORATE TECHNOLOGY FORESIGHT

- 34 Soft Robots – die weiche (R)Evolution
- 35 Energiespeicher der Zukunft wechseln die Farbe
- 36 Ionische Flüssigkeiten – das Salz in der Suppe

### 38 TOOLS UND METHODEN

- 41 Wissensmanagement
- 42 »KATI« – ein neues effizientes Recherche- und Analysetool für das Fraunhofer INT

### 44 NUKLEARE UND ELEKTRO-MAGNETISCHE EFFEKTE

### 46 NUKLEARE SICHERHEITSPOLITIK UND DETEKTIONSVERFAHREN

- 48 Alternative Materialien zum Nachweis von Neutronen

### 50 ELEKTROMAGNETISCHE EFFEKTE UND BEDROHUNGEN

- 53 Ein kompakter HPEM-Detektor für den Schutz kritischer Infrastrukturen

### 56 NUKLEARE EFFEKTE IN ELEKTRONIK UND OPTIK

- 58 Single Event Tests an Digital-Isolatoren mit Kurzzeit-Laserpulsen
- 60 Einsatz von Radio-Chromen Filmen bei Protonenbestrahlung

### 62 WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE INFRASTRUKTUR

## 64 ABTEILUNG BETRIEBSWIRTSCHAFT UND ZENTRALE DIENSTE

### 66 SONSTIGES

- 67 Allianz Space
- 68 Lehrstuhl der RWTH Aachen University
- 69 Stabsstelle Methodik und Ausbildung
- 70 Baumaßnahmen am Fraunhofer INT
- 71 Tag der offenen Tür
- 73 Kurz notiert

### 76 ANHANG

- 76 Lehrveranstaltungen und sonstige Vorträge
- 77 Internationale Zusammenarbeit
- 79 Internationale Review-Tätigkeiten
- 80 Mitarbeit in Gremien
- 81 Teilnahme an Normungsarbeiten
- 82 Vorträge
- 86 Publikationen
- 94 Sonstige Berichte / Personalien
- 95 Sonstige Veranstaltungen
- 96 Pressemitteilungen / Institutseminar
- 99 Arbeitsgebiete und Ansprechpartner
- 102 Anfahrt / 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

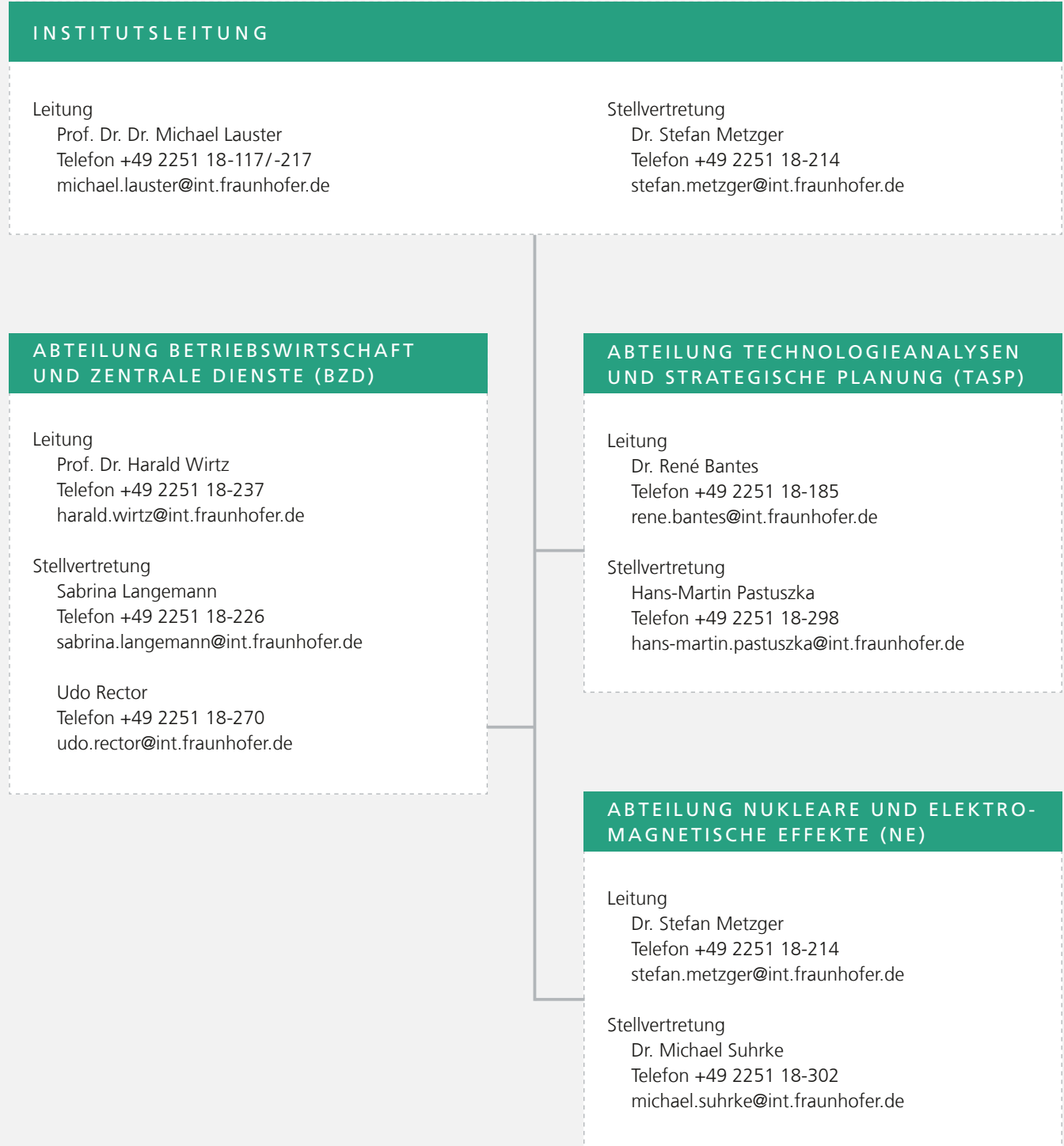
**GESCHÄFTSFELD**  
CORPORATE TECHNOLOGY FORESIGHT

**GESCHÄFTSFELD**  
NUKLEARE SICHERHEITSPOLITIK UND DETEKTIONSVERFAHREN

**GESCHÄFTSFELD**  
ELEKTROMAGNETISCHE EFFEKTE UND BEDROHUNGEN

**GESCHÄFTSFELD**  
NUKLEARE EFFEKTE IN ELEKTRONIK UND OPTIK

# ORGANIGRAMM



# FRAUNHOFER INT IN ZAHLEN

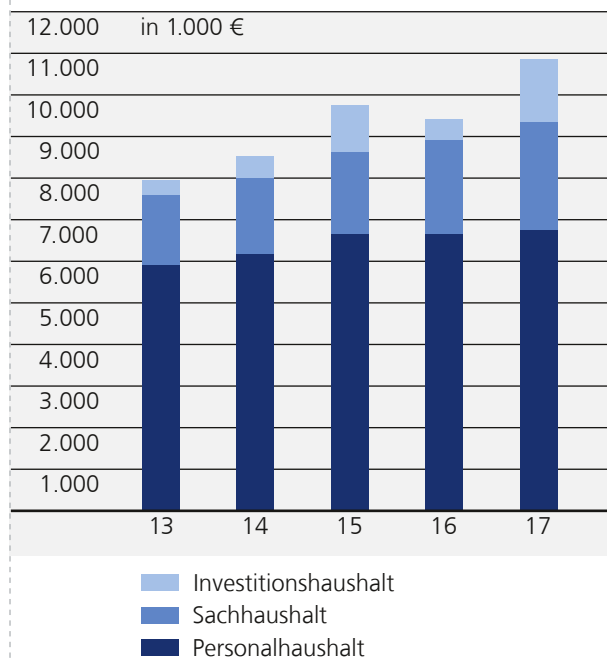
## Personal

Die Personalkapazität des INT ist im Bereich des Stammpersonals leicht angewachsen. Zum Jahresende beschäftigten wir in diesem Bereich 101 Personen mit 94,3 Vollzeitäquivalenten, davon 60 Wissenschaftler (56,3 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.

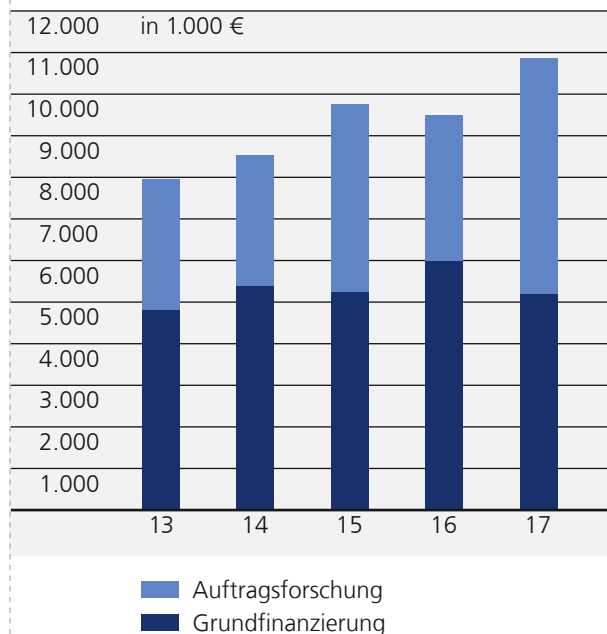
## Haushalt

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 2017 um gut 4 Prozent auf 9,3 Mio € gestiegen. Hinzu kommen Investitionen in Höhe von 1.514 T€, sodass sich ein Gesamthaushalt von 10,8 Mio € ergibt. Durch mehrere Projektfinanzierungen ist es insbesondere gelungen, unsere IT-Infrastruktur zu erneuern und zu erweitern. Dies kommt vor allem der Forschung zu kognitiven Systemen in der Abteilung TASP, aber auch den Möglichkeiten der numerischen Simulation in der Abteilung NE, zu Gute. Zu den hier ausgewiesenen Investitionen in die wissenschaftliche Infrastruktur kommen noch die Investitionsausgaben für die Renovierung und Erweiterung der Laborkapazitäten, die über den Haushalt der Zentrale abgerechnet werden. Durch diese Investitionen konnte das INT seine Möglichkeiten für experimentelle Forschung zu Strahlungseffekten noch einmal deutlich verbessern. Weitere Planungen zur Ausweitung der experimentellen Anlagen sind bereits im Gange. Neben einer Grundfinanzierung durch das Bundesministerium

Der Haushalt im Zeitraum von 2013 – 2017



Die Finanzentwicklung im Zeitraum von 2013 – 2017



Personal	2015		2016		2017	
	besetzte Stellen	Personen	besetzte Stellen	Personen	besetzte Stellen	Personen
Wissenschaftler	53,9	57	53,0	56	56,3	60
Graduierte	23	23	23,8	24	24,0	24
Techniker, Sonstige	13,8	17	14,8	18	14,0	17
Hilfskräfte, Auszubildende	4,3	18	4,6	20	6,6	15
<b>Gesamt</b>	<b>95,0</b>	<b>115</b>	<b>96,2</b>	<b>118</b>	<b>100,9</b>	<b>116</b>

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 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 €	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Ausgaben Haushalt</b>						
Betriebshaushalt		7.607,9	8.027,6	8.643,4	8.914,7	9.312,3
davon Personal		5.915,7	6.189,4	6.660,5	6.760,7	6.858,3
davon Sachhaushalt		1.692,2	1.838,2	1.982,9	2.154,0	2.454,0
Investitionshaushalt		372,0	514,2	1.116,2	549,4	1.515,5
<b>Gesamt</b>		<b>7.979,9</b>	<b>8.541,8</b>	<b>9.759,6</b>	<b>9.496,1</b>	<b>10.826,8</b>
<b>Finanzierung</b>						
Grundfinanzierung		4.820,9	5.405,8	5.233,6	6.004,9	5.151,9
Auftragsforschung		3.159,0	3.136,0	4.526,0	3.459,2	5.674,9



## 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 Schuhn; 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 22. 6. 2017

## 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 25 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,3 Milliarden €. Davon fallen knapp 2 Milliarden € auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Mehr als 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-Verbund Verteidigung und Sicherheitsforschung VVS wurde 2002 gegründet und wird aktuell von Prof. Dr. Jürgen Beyerer geleitet. Das Gesamtbudget der Institute des Verbundes beträgt jährlich ca. 430 Mio. €. Insgesamt über 3700 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind in den neun Verbundinstituten tätig.

## Zielsetzung des Verbundes

1. Die Erforschung und Entwicklung technischer Lösungen und Systeme zum Schutz des Lebens und zur Sicherung von Infrastrukturen
2. Forschung für staatliche Sicherheitsvorsorge im Verteidigungsbereich

Dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und dem Bundesministerium der Verteidigung (BMVg) verpflichtet, hat sich der Verbund inzwischen als treibende Kraft im ganzen Verteidigungs- und Sicherheitsbereich durchgesetzt.

Auch auf europäischer Ebene verkörpert der Verbund einen der Hauptakteure und ermöglicht eine intensive Vernetzung mit vielversprechenden gemeinschaftlichen Forschungsaktivitäten.

Mit Pioniergeist und durch herausragende Leistungen trägt die Fraunhofer-Gesellschaft wesentlich zur künftigen strategischen Ausrichtung des europäischen Sicherheits- und Verteidigungsforschungsprogramms bei.

## Kernkompetenzen

Die Anwendungsfelder sind zum einen der Verteidigungsforschung und zum anderen der zivilen Sicherheitsforschung zugeordnet.

Die dabei eingesetzten Kernkompetenzen sind:

- Verteidigungsforschung 5D (Land, Luft, Wasser, Weltraum und Cyber)

- Sicherheitsforschung (Schutz von Menschen und Sicherheit von Infrastrukturen, Krisenbewältigung)
- Technologieentwicklung (Mikroelektronik, Werkstoffe und Bauteile, Informations- und Kommunikationstechnologie)
- Erprobung und Bewertung des Einsatzverhaltens
- Modellierung und Simulation
- Multidimensionale Sicherheitsforschung aus technischer, sozialer, wirtschaftlicher und politischer Perspektive

## Aufgaben und Ziele

Sicherheit ist ein Thema von wachsender gesellschaftlicher Bedeutung. Bedrohungen, die von international agierendem Terrorismus, organisierter Wirtschaftskriminalität, Großunfällen oder extremen Wetterereignissen ausgehen, stellen uns vor große Herausforderungen.

Im Fraunhofer-Verbund für Verteidigungs- und Sicherheitsforschung VVS haben sich neun Fraunhofer-Institute zusammengeschlossen, um sich gemeinsam diesen Herausforderungen zu stellen. Als Exzellenzzentrum schaffen diese sowohl für die zivile Sicherheit als auch für den Bereich Verteidigung intelligente und umfassende Lösungen zum besseren Schutz der Gesellschaft gegen Bedrohungen – seien sie von Menschen oder von der Natur verursacht.

Indem die Mitgliedsinstitute ihre Kompetenzen bündeln und Forschungsaktivitäten koordinieren, entwickelt der Verbund Spitzentechnologie und begleitende methodische Konzepte, welche essentiell sind, um gegen das gesamte Spektrum potenzieller und neu entstehender Sicherheitsbedrohungen vorzugehen und angemessen zu reagieren.

Daraus ergeben sich für den Verbund folgende Aufgaben und Funktionen:

- Beratende Unterstützung nationaler und internationaler F&E-Politik
- Beratende Unterstützung des Fraunhofer-Vorstandes

- Grundlegende Bereitstellung der Urteils- und Beratungsfähigkeit in der Verteidigungsforschung
- Langfristige gemeinschaftliche Planungs- und Handlungsplattform
- Kohärente Kommunikation mit dem Markt
- Strategische Ausrichtung und Weiterentwicklung der Fraunhofer-Kompetenzen

## Leitung

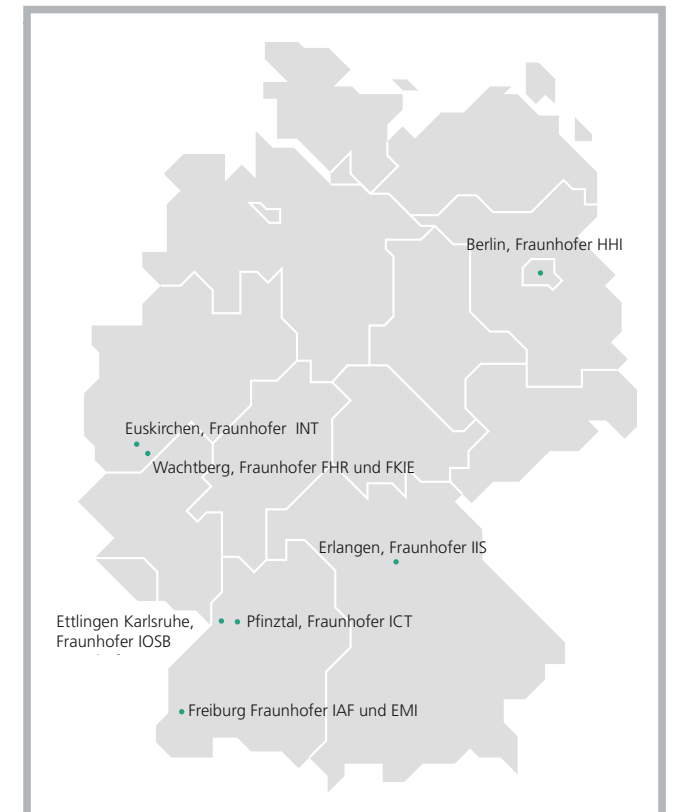
- Vorsitzender Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyerer, Fraunhofer IOSB  
Stv. Vorsitzender Prof. Dr. Peter Martini, Fraunhofer FKIE  
Geschäftsführung Caroline Schweitzer, Fraunhofer IOSB  
caroline.schweitzer@iosb.fraunhofer.de

## 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 Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut, EMI
- Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT
- Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB

## Gastinstitute

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



1 **Verbundvorsitzender**  
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyerer,  
Fraunhofer IOSB



# FRAUNHOFER-VERBUND INNOVATIONSFORSCHUNG – INNOVATION

Mit einem eigenen Verbund für Innovationsforschung stärkt die Fraunhofer-Gesellschaft künftig ihre Rolle im forschungs-, technologie- und innovationspolitischen Dialog mit Wirtschaft, Politik und Gesellschaft.

Den Verbundvorsitz hat Prof. Wilhelm Bauer, Leiter des Fraunhofer IAO.

Das Wissen um die komplexen Wirkzusammenhänge innerhalb von Innovationssystemen ist erfolgskritisch für Wirtschaft, Politik und Gesellschaft. Die Veränderung von Branchen, Märkten und Technologien muss daher frühzeitig erkannt und verstanden werden, um die langfristigen Auswirkungen in ökonomischer, technologischer, sozialer, politischer sowie kultureller Hinsicht aktiv gestalten zu können.

»Deutschland muss bei systemrelevanten Innovationen ebenso wie bei Innovationen mit disruptivem Potenzial eine Spitzenreiterposition einnehmen. Aus diesem Grund haben wir uns entschieden, einen eigenen Fraunhofer-Verbund zum Thema Innovationen mit dem Schwerpunkt der sozioökonomischen und soziotechnischen Forschung zu gründen«, erklärte Fraunhofer-Präsident Prof. Reimund Neugebauer zur Gründung am 1. Juli 2017.

## Wandel verstehen – Zukunft gestalten

Der Fraunhofer-Verbund Innovationsforschung unterstützt Akteure aus Wirtschaft, Politik und Gesellschaft mit dem Ziel, ihnen Orientierung und Positionsbestimmung zu erleichtern. Dazu analysiert der Verbund Veränderungen in der Gesellschaft, in Märkten sowie von Technologien und bietet ein einzigartiges Netzwerk mit fundierter Expertise in einem breit gefächerten Wissensspektrum.

## Erforschung und Begleitung von Innovationsprozessen

»Durch die Gründung des neuen Verbunds möchte die Fraunhofer-Gesellschaft ihre Rolle auf dem Gebiet der Erforschung und Begleitung von Innovationsprozessen und der sie bestimmenden technologischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen weiter ausbauen«, betont Verbundvorsitzender Prof. Wilhelm Bauer, zugleich Leiter des Fraunhofer IAO.

## Unternehmen bietet der Verbund ...

- Orientierungswissen zu gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und technologischen Entwicklungen
- Begleitung bei der langfristigen organisatorischen Weiterentwicklung
- Methodische Unterstützung im Hinblick auf strategische Zukunftsfragen
- Integration verschiedener Akteursgruppen in komplexen Innovationsvorhaben.

## Politischen Akteuren bietet der Verbund ...

- Unterstützung bei der Entscheidungsvorbereitung und -umsetzung
- Wissenschaftliche Expertise, um gesellschaftlichen und technologischen Wandel frühzeitig zu erkennen, zu verstehen und zu bewerten sowie Handlungsempfehlungen abzuleiten
- Erforschung und Begleitung von Innovationsprozessen.



## Mitglieder und Themenbereiche

Zum Verbund gehören derzeit fünf Fraunhofer-Institute, die mit ihren unterschiedlichen Kompetenzen und Blickwinkeln einen ganzheitlichen Blick auf Innovationssysteme ermöglichen.

- Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO
- Fraunhofer-Zentrum für Internationales Management und Wissensökonomie IMW
- Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT
- Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB
- Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI

Dank der unterschiedlichen fachlichen Expertise der Institute kann der Verbund seine Partner in einer Vielzahl an Themenbereichen unterstützen:

- Gestaltung und Identifikation von Innovationssystemen
- Sozioökonomische Dimension der Technikentwicklung
- Strategische Forschungsplanung und Foresight
- Systemoptimierung Mensch-Organisation-Technik
- Technologie- und Innovationsmanagement
- Technologievorausschau
- Transfer und Verwertung von Forschungsergebnissen

Der Fraunhofer-Verbund für Innovationsforschung ist der jüngste der acht thematisch orientierten Fraunhofer-Verbünde. Sie dienen Unternehmen, Politik und Medien als Anlaufstelle, Vermittler und Dienstleister rund um einen Forschungsbereich.

# TECHNOLOGIEANALYSEN UND STRATEGISCHE PLANUNG

Dr. René Bantes

Gesellschaftliche, technologische und ökonomische Entwicklung sind untrennbar miteinander verbunden. Entscheidungsprozesse im politischen wie im privatwirtschaftlichen Bereich, die von langer Dauer und großer Tragweite sind, benötigen daher Untermauerung durch eine systemische Analyse und Beratung. Diese erfordert eine Verankerung in einzelnen technologischen Themengebieten und die Fähigkeit die übergeordnete Bedeutung dieser Themengebiete interdisziplinär analysieren und bewerten zu können.

Die Abteilung Technologieanalysen und strategische Planung (TASP), mit rund 40 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern unterschiedlichster, vor allem naturwissenschaftlich-technischer Fachrichtungen, baut auf der Kompetenz auf, technologische Entwicklungen weltweit zu analysieren, zu bewerten und technologische Bedarfe bei ihren Kunden zu erfassen und zu strukturieren. Auf dieser Basis können Entscheidungs- und Prozessunterstützung auf einer fundierten, interessenneutralen Basis angeboten werden.

Die Ergebnisse der Abteilung bedienen sowohl die Konzeptions- als auch die Umsetzungs- und Einführungsphase von Innovationsprozessen, mit einem Schwerpunkt auf technologische Fragestellungen.

Basis des Leistungsportfolios ist ein Kompetenzprofil, das aus drei, einander ergänzenden, Feldern besteht:

- **Technology Push:**  
Durch einen flächendeckenden, systematischen und kontinuierlichen Technologiefrühaufklärungsprozess sind die Wissenschaftler in der Abteilung TASP in der Lage technologische Entwicklungen frühzeitig zu identifizieren, zu bewerten und einzuordnen sowie zukünftige Entwicklungsperspektiven einzuschätzen.
- **Capability/Market Pull:**  
Die Erfahrung in der Forschung zu nationalem- und internationalem Sicherheits- und Krisenmanagement und die Kenntnisse, insbesondere partizipativer Vorgehensweisen, in der Innovationsbegleitung erweitern diese technologische Perspektive um eine systemorientierte Sichtweise, die insbesondere den Aspekt der (Fähigkeits-) Bedarfsanalyse betont.

- **Methodische Exzellenz:**  
Durch das in TASP vorhandene und kontinuierlich erweiterte Portfolio an Verfahren und Methoden, sowohl der partizipativen und kreativen Arbeitsformate, sowie insbesondere auch der quantitativen Verfahren zur Datenanalyse und durch innovative Visualisierungstechniken, wird eine methodische Basis für ein breites Portfolio von Fragestellungen und Anwendungsfällen geschaffen.

Auf diesem Fundament werden die Auftraggeber-spezifischen Produkte von TASP abgeleitet. Diese reichen von Bewertungen des allgemeinen Zukunftspotenzials einer Technologie bis hin zur Relevanz nationaler und internationaler Akteure sowie von Planungen und Programmen in Forschung und Technologie.

Darüber hinaus werden bei Bedarf auch spezifische Studien durchgeführt, um Entscheidungsräume für die Auftraggeber zu erschließen. Hieran kann sich die Ableitung von Handlungsempfehlungen als fundierte Entscheidungsunterstützung für das strategische Forschungs- und Technologiemanagement der Auftraggeber anschließen.

Auch wenn die zugrundeliegenden Methoden im Wesentlichen generisch sind, unterscheiden sich die Formate, Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen, abhängig vom spezifischen Bedarf der Auftraggeber. Um dies optimal bedienen zu können ist die Abteilung in drei Geschäftsfelder gegliedert, die verschiedene Auftraggeber adressieren:

- Wehrtechnische Zukunftsanalyse (WZA)
- Öffentliche Technologie- und Innovationsplanung (TIP)
- Corporate Technology Foresight (CTF)

Diese Geschäftsfelder und ihre Aktivitäten im Jahr 2017 werden auf den folgenden Seiten beschrieben.

Die Gruppe Tools und Methoden (TM) unterstützt die Geschäftsfelder beim Ausbau methodischer Grundlagen für die wissenschaftliche Arbeit. In Projekten wurde gezielt Basisarbeit geleistet, auf die sich die Abteilung in den Folgejahren stützen kann.



## GESCHÄFTSFELD »WEHRTECHNISCHE ZUKUNFTSANALYSE«

Dr. René Bantes

Das Geschäftsfeld Wehrtechnische Zukunftsanalyse (WZA) fasst die Leistungen der Abteilung Technologieanalysen und Strategische Planung (TASP) des Fraunhofer INT zusammen, die für den Hauptauftraggeber, das Bundesministerium der Verteidigung (BMVg), und dessen nachgeordneten Amtsbereich, erbracht werden. Dazu zählen insbesondere das Bundesamt für Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung der Bundeswehr (BAAINBw) und seine Dienststellen sowie das Planungsamt der Bundeswehr. Darüber hinaus erbringt das Geschäftsfeld Dienstleistungen auch für internationale Auftraggeber wie z. B. die European Defence Agency (EDA) und die NATO.

Die technologieorientierte Zukunftsforschung des Geschäftsfeldes trägt zur Sicherstellung eines verlässlichen Orientierungs- und Entscheidungswissens über wahrscheinliche Zukunftsentwicklungen in Naturwissenschaft und Technik und deren potenzielle militärische Implikationen beim Auftraggeber bei. Dazu gehören insbesondere die Früherkennung neuer technologischer Entwicklungen (sogenannter Emerging Technologies) und die auftraggeberspezifische Bewertung von Technologien, z. B. hinsichtlich der Identifikation von inhärenten Chancen und Risiken für die Verteidigung. Neben der Fokussierung auf technologische Fragestellungen werden relevante internationale Forschungsplanungsprozesse und -strategien beobachtet, analysiert und hieraus Empfehlungen für die Forschungs- und Technologieplanung des Auftraggebers abgeleitet, u. a. in Form von sogenannten Länderberichten. Das Geschäftsfeld WZA leistet damit seinen Beitrag für den zukunftsorientierten Erkenntnisgewinn zu langfristigen technologischen Entwicklungen weltweit und für die diesbezügliche Sicherstellung einer breiten Analyse- und Bewertungsfähigkeit des Auftraggebers im Bereich der wehrtechnisch relevanten Forschung und Technologie (FuT).

Diese Leistungen werden von einem interdisziplinären Team von Wissenschaftlern der Abteilung TASP erbracht. Dies gewährleistet eine umfassende Fachkompetenz in relevanten naturwissenschaftlich-technischen Forschungsgebieten, welche durch eine breite Methoden- und Prozesskompetenz ergänzt wird. Die Ergebnisse werden dem Auftraggeber u. a. vierteljährlich

in Form der »Wehrtechnischen Vorausschau« (WTV), dem Kernprodukt des Geschäftsfeldes WZA, zur Verfügung gestellt. Aus der fachlich-inhaltlichen Arbeit in der Wehrtechnischen Zukunftsanalyse heraus arbeiten Kolleginnen und Kollegen aus WZA auch an anderen Projekten von abteilungsübergreifender Bedeutung mit. Dazu gehört z. B. die organisatorische und inhaltliche Betreuung der INT-Rubrik »Neue Technologien« in der Zeitschrift »Europäische Sicherheit und Technik«.

Im Jahr 2017 lag die wesentliche Leistung des Geschäftsfeldes WZA in der fortgesetzten Erarbeitung der WTV, welche durch den Auftraggeber einem breiten Empfängerkreis im BMVg, im Amtsbereich und in der Bundeswehr zugänglich gemacht wird (siehe hierzu auch der gesonderte Artikel in diesem Jahresbericht ab Seite 21). Wie in den Vorjahren auch wurden insgesamt elf WTV-Analysen zu ausgewählten Technologiethemata bzw. langfristigen Systemkonzepten erarbeitet sowie halbjährlich je ein Workshop zu den jeweiligen Ergebnissen und Empfehlungen, mit der jeweils zahlreich vertretenen Auftraggeberseite, durchgeführt. Bemerkenswert ist, dass sich der Nutzerkreis der WTV über die auftraggeberseitigen Empfänger hinaus sukzessive erweitert hat. Beginnend vor einigen Jahren mit dem Bundeskriminalamt (BKA) erhalten inzwischen, nach Maßgabe des Auftraggebers, auch das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) und die Bundesgesellschaft BWI GmbH die WTV in einer weitergabefähigen Version. Seit kurzem bezieht auch das niederländische Heer die WTV im Wege einer bilateralen Absprache über das BMVg.

Die WTV als das Dokument des Auftraggebers für die langfristige Technologievorausschau war auch ein wesentlicher Ausgangspunkt für eine im Jahr 2017 neu begonnene Aktivität unter der Überschrift »FuT-Vorausschau«. Mit dieser Aktivität sollen, dem Beispiel der WTV folgend, die Erkenntnisse aller gegenwärtigen und in der Vorbereitung befindlichen, vorausschau-ähnlichen Prozesse in der Bundeswehr zentral zusammengeführt und voraussichtlich jährlich zu einem »FuT-Zukunftslagebild« für das BMVg verdichtet werden. Das Geschäftsfeld WZA wurde hierzu federführend mit der Erarbeitung eines



# DIE WEHRTECHNISCHE VORAUSSCHAU 2017

Dr. Ulrik Neupert

Konzeptes für einen solchen »FuT-Vorausschau-Koordinationsprozess« beauftragt. Dieses wurde im vergangenen Jahr erarbeitet und prototypisch ein mögliches FuT-Zukunftsgebild am Beispiel der WTV vorgeschlagen. Auf dieser Grundlage wird nun im Frühjahr 2018 der Vorausschauprozess erstmalig implementiert, kulminierend in der 1. FuT-Zukunftsplatzkonferenz am 27./28. Februar 2018 im Fraunhofer INT, durchgeführt im Auftrag und unter Vorsitz des FuT-Direktors im BMVg.

Weitere Projekte zu ausgewählten Einzelthemen erfolgten im vergangenen Jahr im Rahmen der fortgesetzten Beauftragung von Technologiekurzanalysen durch die Swedish Defence Material Administration (FMV), im Auftrag des Planungsamtes der Bundeswehr zum Aufbau eines Trendmanagementsystems (unter Leitung der TASP-Gruppe »Tools und Methoden«) und im Auftrag des Wehrwissenschaftlichen Instituts für Werk- und Betriebsstoffe (WIWeB) zur Entschwefelung von Fahrzeugkraftstoffen für den mobilen Einsatz.

Im Rahmen der Lehr- und Gremienaktivitäten des Geschäftsfeldes WZA ist insbesondere die fachliche Unterstützung von zwei Lehrgangsmodulen an der Führungsakademie der Bundeswehr (FüAkBw) zu nennen. Im vierten Jahr in Folge hat WZA zum Vertiefungsmodul »Methoden der Zukunftsanalyse« mit zwei Einzelvorträgen zur Wehrtechnischen Zukunftsanalyse und WTV, am Beispiel Künstlicher Intelligenz, sowie zur Methode des »Disruptive Technology Assessment Game« beigetragen. Ein dritter Vortrag zu den »Quantitativen Methoden der Zukunftsforschung« wurde von der TASP-Gruppe »Tools und Methoden« bestritten. Darüber hinaus wurde erstmalig auch ein Vortrag im Vertiefungsmodul »Zukunftsentwicklung« zur Wehrtechnischen Zukunftsanalyse am INT und aktuellen, ausgewählten technologischen Einzelthemen angeboten. Weitere nennenswerte Lehraktivitäten betreffen die inhaltliche Unterstützung des emeritierten und des aktuellen Institutsleiters bei Lehrveranstaltungen an den Hochschulen Bonn-Rhein/Sieg und Ravensburg-Weingarten zu »Methoden der Zukunftsanalyse« und deren fachliche Ausgestaltung.

Fortgeführt wurde auch die Mitgestaltung des NATO-Programms »Science for Peace and Security« (SPS) über die beiden Kollegen, die in die »Independent Scientific Evaluation Group« (ISEG) berufen worden waren. Zusammen waren dort im vergangenen Jahr u. a. über 60 eingereichte Forschungsanträge zu bewerten, zu denen dann mit den weiteren Mitgliedern der ISEG eine gemeinsame Position erarbeitet wurde.

Schließlich fanden im Jahr 2017 weitere nennenswerte Veranstaltungen mit Beteiligung von WZA statt, die über die bereits erwähnten WTV-Workshops und Lehrveranstaltungen hinausgingen. Bereits im Januar 2017 fand ein vom Fraunhofer-Verbund für Verteidigungs- und Sicherheitsforschung (VVS) organisierter Workshop im Planungsamt der Bundeswehr zu ausgewählten Zukunftsthemen im Erkenntnisinteresse der Bundeswehr statt, zu dem auch mehrere Kollegen von WZA beigetragen haben. Ein »Highlight« für das Fraunhofer INT war zweifellos der im August 2017 im Institut im Auftrag des BAAINBw durchgeführte Workshop zu Hypersonischen Flugkörpern. Bei dieser Veranstaltung tauschten sich über 60 Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus allen Bereichen der Bundeswehr und der vom BMVg grundfinanzierten Forschungsinstitute von DLR und Fraunhofer-Gesellschaft über den Stand der Technik und Bedrohungspotenziale aus. Das Beschreiben zukünftiger Einsatzumgebungen der Bundeswehr in einem »Future Operating Environment« (FOE) wiederum ist das Ziel einer Workshop-Serie, die der Planungsbereich im BMVg im vergangenen Jahr initiiert hat mit der Absicht das Fähigkeitsprofil der Bundeswehr mittel- und langfristig darauf auszurichten. Auch hier ist das Geschäftsfeld WZA insbesondere bezüglich technologischer Teilaspekte involviert. Bedrohungspotenziale aus technischer Sicht hat ein WTV-Team im November 2017 in das Forum Zukunftsentwicklung Heer im Amt für Heeresentwicklung eingebracht. Zu guter Letzt erbrachte eine Besprechung im Rahmen der trilateralen FuT-Kooperation D-A-CH im Dezember 2017 ein gemeinsames Interesse an einer möglichen Vertiefung der Kooperation im Bereich Technologievorausschau, welches im Verlauf des Jahres 2018 weiter zu untersuchen sein wird.

Am Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT widmet sich das Geschäftsfeld Wehrtechnische Zukunftsanalyse (WZA) der technologieorientierten Zukunftsforschung für das Bundesministerium der Verteidigung (BMVg) und dessen nachgeordneten Amtsbereich. Der aus diesen Arbeiten resultierende Erkenntnisgewinn über wahrscheinliche Zukunftsentwicklungen in Naturwissenschaft und Technik sowie deren wehrtechnische und militärische Implikationen dient dem Auftraggeber als Entscheidungsunterstützung für die eigene Forschungs- und Technologie (FuT)-Planung. Das zentrale Projekt dieser Studienarbeit am INT ist die Wehrtechnische Vorausschau (WTV).

Diese vierteljährlich erscheinenden langfristigen Technologie- und Systemkonzept-Analysen sind ein fester Bestandteil des BMVg-FuT-Planungsprozesses, in dem sie zur Analyse- und Bewertungsfähigkeit neuer Technologien bzw. zur technologiegetriebenen militärischen Fähigkeitsentwicklung beitragen.

In der WTV werden einzelne Technologiethemen behandelt, bei denen große forschende Dynamik, erhebliche wehrtechnische Bedeutung und/oder akuter planerischer Handlungs- bzw. Beratungsbedarf erkannt wurde. Die Themenfindung beruht dabei auf dem am Fraunhofer INT stattfindenden Technologiscanning und Technologiemonitoring. Dieser Prozess wird am INT von einem interdisziplinären Team aus Naturwissenschaftlern und Ingenieuren geleistet. Sie werten dazu Schlüsselquellen wie relevante wissenschaftliche Literatur, wehrtechnische Literatur und wissenschaftliche Konferenzen aus. Aus den identifizierten Technologien wird einmal jährlich anhand verschiedener Kriterien zur Relevanz des Themas für die Bundeswehr die Liste der Themenkandidaten für die vertiefte WTV-Analyse erstellt. Die endgültige Themenauswahl für die im Jahr 2017 bearbeiteten Themen wurde gemeinsam mit dem Auftraggeber vorgenommen.

Die ausgewählten Technologiethemen wurden in einzelnen, jeweils etwa 10 bis 15 Seiten umfassenden Berichten auf ihre technologische Reife und Machbarkeit, die wehrtechnische

Anwendbarkeit, das Bedrohungspotenzial und die themenbezogenen relevanten nationalen und internationalen wehrtechnischen FuT-Planungslandschaft hin analysiert. Ergebnis der Analyse war jeweils eine unabhängige Handlungsempfehlung an die Adressen der Bedarfsdecker in der FuT-Planung (BMVg Abt. A, BAAINBw und Wehrtechnische Dienststellen) und der Fähigkeitsanalyse beim Bedarfsträger (BMVg Abt. Plg, PlgABw, MilOrgBer). Die WTV ist als »VS – Nur für den Dienstgebrauch« eingestuft und steht nur Nutzern in der Bundeswehr und im BMVg zur Verfügung.

In den ersten drei Quartalslieferungen des Jahres 2017 wurden insgesamt neun Technologiethemen nach diesem Bottom-up-Ansatz behandelt. Dabei wurde eine breite Themenstreuung angestrebt, um möglichst viele Nutzer der WTV anzusprechen. Außerdem ergibt sich so, trotz der Fokussierung auf Einzeltechnologien, in der Gesamtschau mit den seit 2011 in dieser Form herausgegebenen Analysen ein breites Gesamtlagebild über wehrtechnisch relevante basis- und system- bzw. fähigkeitsbezogene Zukunftstechnologien.

Der für viele Teilgebiete der Wehrtechnik relevante Bereich der Robotik wurde im Jahr 2017 mit zwei Artikeln adressiert. *Human-Robot / Human-Swarm Interfaces* werden als Schnittstelle zur Überwachung und Steuerung unbemannter Systeme durch den menschlichen Bediener immer wichtiger, da der Personalaufwand für den Betrieb einzelner Systeme und zukünftig verstärkt auch von Multi-Roboter-Systemen oder Schwärmen reduziert werden muss. Im Artikel zu *Soft Robots* wurden die Perspektiven bei der Entwicklung von Robotern aus weichen, nachgiebigen und deformierbaren Materialien beschrieben. Diese können z. B. missionsabhängig ihre Gestalt verändern, bei Kollisionen eine höhere passive Sicherheit gewähren oder weiches Greifen ermöglichen.

Im Bereich der Energie- und Antriebstechnik wurden ebenfalls zwei Themen bearbeitet, die allerdings nicht unterschiedlicher sein könnten. Die Analyse zu triboelektrischen Nanogeneratoren behandelt eine neue innovative Technik zur Wandlung von

mechanischer Energie aus der Umgebung in elektrische Energie für Kleinverbraucher, wie Sensoren. Dieser Artikel kann damit als Ergänzung zu dem im Jahr 2011 erschienenen Beitrag zum Energy Harvesting verstanden werden. In der Analyse zu *Hyper-schall-Antrieben* dagegen wurden luftatmende Antriebe für Flugzeuge, Raumtransportsysteme und Lenkflugkörper beschreiben, die zukünftig fünffache Schallgeschwindigkeit und mehr erreichen sollen. Aufgrund der besonderen Konsequenzen dieser Technologie z. B. für die Flugabwehr, wurde von BAANBw T1.5 im Sommer 2017 ein separater Workshop zum Thema »Hyper-sonische Flugkörper« organisiert und unter Beteiligung von Vertretern der Amtsseite und der Forschung im INT durchgeführt.

Aus dem Themenkomplex der optischen Technologien wurden *All-Optical Circuits* und das *Non-Line-of-Sight-Imaging* behandelt. Bei der Entwicklung von All-Optical Circuits geht es darum, leistungsfähigere und energiesparende Datenverarbeitungssysteme zu entwickeln, indem in bestimmten Bereichen Siliziumbasierte Schaltkreise durch vollständig Licht-basierte Ansätze ersetzt werden. Das Non-Line-of-Sight-Imaging ist ein computer-gestütztes Verfahren zur Darstellung von Objekten außerhalb des Blickfeldes einer Kamera, das auf der indirekten Beleuchtung mit kurzen Lichtimpulsen und der Auswertung des gestreuten Lichts beruht. Es könnte zur Verbesserung des Lagebewusstseins, vor allem im urbanen Bereich, dienen.

In einem Beitrag zur *Synthetischen Biologie* wurden die Nutzungspotenziale, aber auch der viel diskutierte Bedrohungsaspekt dieser jungen Wissenschaftsdisziplin beleuchtet, die das Ziel verfolgt, neue biologische Systeme mit definierten Eigenschaften und Funktionalitäten zu erschaffen, die in dieser Form nicht in der Natur vorkommen. Hier ist es in den letzten Jahren zu teilweise bahnbrechenden Fortschritten gekommen.

Aus dem schon in der Vergangenheit mit vielen Einzelthemen vertretenen querschnittlichen Bereich der Materialwissenschaften wurde in diesem Jahr die Klasse der *Gradientenwerkstoffe* betrachtet. Diese weisen einen kontinuierlichen räumlichen

Verlauf der chemischen Zusammensetzung, der Anteile einzelner Kompositbestandteile oder des strukturellen Aufbaus auf. Derzeit eröffnen neue additive Fertigungsverfahren hier neue Anwendungsperspektiven.

Einem für die Cyber-Kriegsführung relevanten Thema widmet sich der Artikel zu *Cyber Reasoning Systems*. Dabei handelt es sich um IT-Systeme, die automatisiert, d. h. ohne menschliche Unterstützung, Sicherheitslücken in Software finden und diese anschließend beseitigen. Aufgrund ihrer im Vergleich zu IT-Sicherheitsexperten potenziell deutlich höheren Geschwindigkeit könnten sie die Sicherheit von IT-Systemen gegenüber Cyber-Angriffen zukünftig erheblich verbessern.

Im vierten Quartal des Jahres 2017 wurde, wie in den Jahren zuvor, eine Umkehrung der Analyseperspektive vorgenommen. Bei diesem komplementären Top-down-Ansatz der Wehrtechnischen Vorausschau werden im weiteren Sinne visionäre langfristige Systemkonzepte auf ihre technische Realisierbarkeit in der Zukunft hin untersucht. Basis für die Themenfindung ist hier das Monitoring technologiegetriebener militärischer Fähigkeitsentwicklungen. Je nach Charakter eines Themas reicht der Zeithorizont dabei von der näheren Zukunft bis zu etwa 40 Jahren. Bei dieser Analyse von Systemkonzepten werden in einem ersten Analyseschritt die für ihre Realisierung relevanten Technologien (enabling technologies) identifiziert. Diese Einzeltechnologien werden im zweiten Analyseschritt bezüglich des derzeitigen Standes der Technik und ihrer Reife zum angenommenen Realisierungszeitpunkt des Gesamtsystems untersucht. Aus der Synopse der Prognosen zur Realisierbarkeit der Einzelkomponenten wird die Realisierbarkeit der untersuchten Systemkonzepte abgeleitet. Begleitend wird eine eigene Vorstellung in Form eines Zukunftsbildes entwickelt, das als wahrscheinlichste Ausprägung des untersuchten Systemtyps zum betrachteten Zeitpunkt erwartet werden kann. Da die WTV-Themen des vierten Quartals von sehr unterschiedlichem Charakter sind, wird die innere Logik der Technologieanalyse gegebenenfalls etwas angepasst. Das auf der Analyse der technologischen Realisierungsvoraussetzungen basierende

Zukunftsbild von militärischen Systemen soll den militärischen Planern als belastbare Diskussionsvorlage für die langfristige Zielfindung dienen.

Der erste Artikel der vierten Quartalslieferung beschäftigte sich mit der mittel- bis langfristig realisierbaren *Vision des digitalen Gefechtsfeldes*, in dem alle relevanten Informationen zum Gefechtsfeld und den darin agierenden Akteuren digital abgebildet sind. Damit ist ein deutlich verbessertes Situationsbewusstsein möglich und die Grundlage für die Erlangung der Informationsüberlegenheit gelegt. Besondere Herausforderungen entstehen hier durch die Verwundbarkeit der zugrundeliegenden Informations- und Kommunikations-Infrastruktur und den Einsatz von künstlicher Intelligenz, deren langfristige technologische Entwicklung einschließlich der daraus folgenden Konsequenzen derzeit kaum abschätzbar sind.

Im zweiten Beitrag dieses Quartals ging es um das *ressourcen-effiziente Feldlager*. Konzepte von schneller verlegbaren und flexibler an unterschiedliche Gegebenheiten anpassbaren Feldlagern, die durch höhere Autarkie in Bereichen wie Wasser- und Energieversorgung einen deutlich geringeren logistischen Aufwand mit sich bringen, sind auch mit heute verfügbaren Technologien realisierbar. Hier bedarf es vor allem des Willens zur Umsetzung und der Zusammenarbeit mit verbündeten Nationen zur Schaffung von Standards zur Sicherstellung der Kompatibilität modularer Komponenten.

Zur Operationalisierung der Ergebnisse der WTV-Analysen wurden im Jahr 2017 zwei Workshops im INT abgehalten, bei denen die Darstellungen und Empfehlungen mit der Amtsseite diskutiert und das mögliche weitere Vorgehen skizziert wurde. Dieser offene Dialog zwischen Technologen, Bedarfsdeckern und Bedarfsträgern wird von allen Seiten sehr geschätzt. Auf diese Weise bringt das INT seine Erkenntnisse in die frühen Phasen der Planungs- und Beschaffungsprozesse für Wehrmaterial ein.

Des Weiteren stellen die nunmehr 80 WTV-Analysen, die im Intranet der Bundeswehr abrufbar sind, eine wichtige Ressource

für alle Nutzer in der Bundeswehr, wie z. B. die Weiterentwickler der Teilstreitkräfte, dar. Die darin enthaltenen wissenschaftlich fundierten Aussagen und ihre nutzergerechte Aufbereitung ermöglichen einen realistischen Ausblick auf das wehrtechnische Potenzial von Zukunftstechnologien.

Mit dem im Jahr 2017 neu geschlossenen Studienvertrag ist die kontinuierliche Erstellung der WTV auch für die nächsten Jahre gesichert. Außerdem werden ab dem Jahr 2018 regelmäßig Updates zu in der Vergangenheit veröffentlichten WTV-Analysen erscheinen. Gründe für einen erneuten Untersuchungsbedarf resultieren aus der häufig hohen Entwicklungsdynamik in manchen Technologiebereichen. Das führt nicht nur zu neuen technologischen Erkenntnissen, typischerweise nimmt auch die Zahl der Forschungsakteure zu und es können sich auch interessante neue militärische Anwendungen abzeichnen. Daraus folgt, dass ein solches WTV-Artikel-Update gegebenenfalls auch eine modifizierte Empfehlung für die nationale wehrtechnische FuT-Planung enthalten kann. Auf diese Weise wird das Lagebild über, für die Streitkräfte relevante, Zukunftstechnologien stets ausreichend aktuell gehalten.

## GESCHÄFTSFELD »ÖFFENTLICHE TECHNOLOGIE- UND INNOVATIONSPLANUNG«

Dr. Merle Missoweit

Das Geschäftsfeld Öffentliche Technologie- und Innovationsplanung (TIP) bündelt die Aktivitäten der Abteilung Technologieanalysen und strategische Planung (TASP), welche für öffentliche, nicht-militärische Auftraggeber durchgeführt werden. Kunden sind die Europäische Kommission, das EU-Parlament, das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) sowie weitere nationale und internationale Organisationen und Akteure.

Forschungsschwerpunkt des Geschäftsfeldes ist die Entscheidungsunterstützung für die Forschungs- und Innovationsplanung im Bereich der Sicherheitsforschung, aber auch zunehmend in anderen Anwendungsgebieten. Dies beinhaltet vor allem Vorausschau- und Szenario-Aktivitäten, Identifizierung von Innovationsbedarf, Beobachtung der Forschungslandschaft, Technologiebewertungen, Roadmapping und Konzeptentwicklung für Forschungsvorhaben. Eine der Hauptkompetenzen dabei ist die Anwendung partizipativer Methoden zur Einbindung der relevanten Experten und Akteure. So erreicht das Geschäftsfeld konsensbasierte Ergebnisse auf dem aktuellen Stand der Forschung.

Wie schon im Jahr davor war das Geschäftsfeld auch 2017 verstärkt im Innovationsmanagement außerhalb der Sicherheitsforschung aktiv. Das EU-Projekt SONNETS (Societal Needs Analysis and Emerging Technologies in the Public Sector, Laufzeit 2016 - 2017), welches neu aufkommende IT-Technologien zur Transformation des öffentlichen Sektors identifiziert, analysiert und deren Implementierung vorangetrieben hat, wurde erfolgreich beendet. TIP leitete hier das Roadmap-Arbeitspaket, in welchem notwendige Forschungs- und Implementierungsaktivitäten erarbeitet wurden. Das BMBF-Projekt HORIZONTE ERWEITERN – PERSPEKTIVEN ÄNDERN (Laufzeit 2017 - 2020), beschäftigt sich mit der Entwicklung von Strategien zur Förderung des Transfers wissenschaftlicher Forschungsergebnisse in ländliche Räume. Die Abteilung TASP ist hier geschäftsfeldübergreifend für die Bewertung der technologischen Machbarkeit verantwortlich. TIP kümmert sich außerdem, um die Priorisierung der durch das Projekt erarbeiteten Transferstrategien.

Im Projekt FRAME (FRAunhofer Microelectronics Innovation Enhancement), dem Gründungsprojekt für den neuen Fraunhofer-Verbund Innovationsforschung, das die Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD) in deren Strategieentwicklung unterstützt, ist TIP für die Leitung des Moduls Foresight & Roadmaps verantwortlich. Aufgabe des Moduls ist die Identifikation von technologischen und gesellschaftlichen Entwicklungen sowie die Analyse der entsprechenden Auswirkungen auf die FMD.

Aber auch im Sicherheitsforschungsbereich war TIP weiterhin aktiv. So wurden zwei neue EU-Projekte akquiriert und bereits begonnen. Zum einen das Fire & Rescue Innovation Network FIRE-IN (Laufzeit 2017 - 2022), in dem TIP ein internationales Netzwerk von Feuerwehren und anderen Ersthelfern methodisch bei der Innovationsplanung unterstützt (siehe auch Seite 29). Zum anderen das 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), in dem TIP unter anderem für die Bedarfsfeststellung und die Erstellung eines Handbuchs zur grenzüberschreitenden Zusammenarbeit in Krisenfällen verantwortlich ist. Im nationalen Sicherheitsbereich arbeitet TIP seit Ende des Jahres 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. Der sogenannte »THW Innovationsradar« soll das THW in die Lage versetzen, sich strategisch auf zukünftige Aufgaben und Einsätze vorzubereiten und sich im Einklang mit gesellschaftlichen Trends weiterzuentwickeln.

Im Themenbereich Resilienz-Management wurde im letzten Jahr – mit den beiden Projekten Smart Resilience und ResiStand – neue Expertise aufgebaut. Smart Resilience (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, und dadurch unter Umständen verwundbarer



# H2020 PROJEKT »IN-PREP« – VERBESSERUNG DES LÄNDERÜBERGREIFENDEN KRISEN-MANAGEMENTS

Dr. Sonja Grigoleit

geworden sind. Die Rolle von TIP ist hier die Analyse bereits existierender Ansätze zur Messung von Resilienz. 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 Innovation 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. Neben anderen Aufgaben leitet TIP innerhalb von ResiStand das Arbeitspaket, das eine Anwender-Community aufbaut und zahlreiche Standardisierungsbedarfe von Technologie-Anwendern erhebt, anpasst und validiert. Beide Projekte stellen wichtige Schritte dar, um in naher Zukunft die Auftraggeber vermehrt im Bereich Resilienz-Management und -Planung unterstützen zu können.

Querschnittlich zu diesen drei Hauptaktivitäten wird seit einiger Zeit auch die Verbindung zu gesellschaftlichen Fragestellungen hinsichtlich der Akzeptanz von Technologien und Konzepten stärker bearbeitet. In diesem Bereich läuft beispielsweise weiterhin das europäische Network of Excellence SOURCE – Virtual centre of excellence for research support and coordination on societal security (Laufzeit 2014-2019).

Die breite Expertise des Geschäftsfeldes wird darüber hinaus nicht nur durch die Mitgliedschaft in der Horizon 2020 Protection and Security Advisory Group, sondern auch in die themenübergreifenden H2020 Advisory Group für International Cooperation deutlich. Das Geschäftsfeld stellt außerdem Gutachter für das NATO Science for Peace and Security Programm sowie für Projekte des EU Forschungsprogramms Horizon 2020 und repräsentiert den Fraunhofer-Verbund für Verteidigungs- und Sicherheitsforschung (VVS) bei der European Association for Research and Technology Organisations (EARTO, Security Working Group). Zudem sind einige Mitarbeiter des Geschäftsfeldes als Berater für größere Forschungsprojekte aktiv.

Seit September 2017 forscht das Fraunhofer INT an dem dreijährigen EU-Horizont-2020-Projekt »An **IN**tegrated next generation **PREP**aredness programme for improving effective inter-organisational response capacity in complex environments of disasters and causes of crisis« (IN-PREP), welches das Ziel verfolgt, besser auf Katastrophen, wie z. B. Erdbeben, Überschwemmungen oder Waldbrände, aber auch auf von Menschen verursachte Krisen, wie Industrieunfälle oder Terroranschläge, reagieren zu können.

Sowohl natürliche als auch von Menschen verursachte Katastrophen variieren in ihrer Dimension und Häufigkeit. Viele dieser Krisen machen jedoch nicht vor Ländergrenzen halt. Dies stellt für die Europäische Union eine komplexe Herausforderung dar, die ein deutlich verbessertes länderübergreifendes Krisenmanagement erfordert.

Während der dreijährigen Projektlaufzeit wird ein Krisenmanagement-Gesamtsystem entwickelt, das sich drei der wichtigsten Herausforderungen im Zusammenhang mit länderübergreifenden Krisen widmet:

- Entwicklung einer gemeinschaftlichen Notfall-Reaktionsplanung für die EU-Mitgliedstaaten
- Austausch von relevanten Informationen in Echtzeit bzw. Entwicklung eines gemeinsamen Lagebildes der beteiligten Staaten



© Vigili Del Fuoco



- Koordination des Einsatzes kritischer Ressourcen und Sicherstellung einer rechtzeitigen und effizienten Krisenreaktion.

Im Rahmen von IN-PREP wird hierfür eine *Mixed Reality Prepared-ness Platform* entwickelt, die neuartige IT-basierte Module für Reaktionsplanung und Szenarioentwicklung enthält. In diese Plattform werden Führungs- und Informationssysteme, Module zur Lageerkennung und Entscheidungsunterstützungsmechanismen integriert. Außerdem wird IN-PREP ein organisationsübergreifendes Handbuch für länderübergreifende Einsätze entwickeln. Das zugrundeliegende Ziel ist dabei die Krisenvorbereitung durch Trainings mit realen Katastrophenszenarien zu verbessern.

Das Fraunhofer INT ist dabei hauptsächlich für die Identifizierung von Erfolgsfaktoren im grenzüberschreitenden Krisenmanage-





## H2020 PROJEKT »FIRE-IN« – FIRE AND RESCUE INNOVATION NETWORK

Claudia Berchtold

ment und für die Analyse rechtlicher, politischer, menschlicher und organisatorischer Kontextbedingungen verantwortlich. Außerdem wird am INT das beschriebene Handbuch zur Verbesserung des grenzüberschreitenden Krisenmanagements federführend entwickelt.

Das IN-PREP Konsortium besteht aus 20 Partnern aus 7 verschiedenen Ländern der EU und wird von dem griechischen »Institute of Communication and Computer Systems« in Athen koordiniert. Zu den Partnern gehören Technologie-Anbieter und auch sieben direkt im Bevölkerungsschutz involvierte Organisationen. Diese End-Anwender, wie beispielsweise Feuerwehr, Polizei und Rettungsdienste, sind damit direkt an der Planung des neuen Krisenmanagementsystems beteiligt. Während der Projektlaufzeit wird es mehrere Workshops und weitere Aktivitäten geben, die es auch externen Experten ermöglichen das IN-PREP System mitzugestalten und zu evaluieren.

Im Mai 2017 fiel der Startschuss für das durch die Europäische Union geförderte Projekt FIRE-IN (Fire and Rescue Innovation Network). Es hat das Ziel, die Fähigkeitsentwicklung der Feuerwehren und Rettungskräfte auf nationaler und europäischer Ebene zu verbessern und die Etablierung von Lösungen für die identifizierten Fähigkeitslücken zu fördern.

Durch vier Hauptaktivitäten sollen darüber hinaus Risiken reduziert und die Sicherheit der europäischen Bürger erhöht werden (siehe Abbildung 1):

1. Identifikation und Harmonisierung operationeller Fähigkeitslücken in Zusammenarbeit mit End-Anwendern (lila)
2. Identifikation von möglichen Lösungen zur Schließung dieser Lücken in ständiger Interaktion zwischen Forschungs-, Industrie- und End-Anwender-Partnern (orange)
3. Definition einer Forschungs- und Entwicklungs- (FuE) Agenda für Feuerwehren und Rettungskräfte (blau)
4. Entwicklung eines Konzeptes zur effizienteren Nutzung von Übungs- und Demonstrations-Einrichtungen (rot).

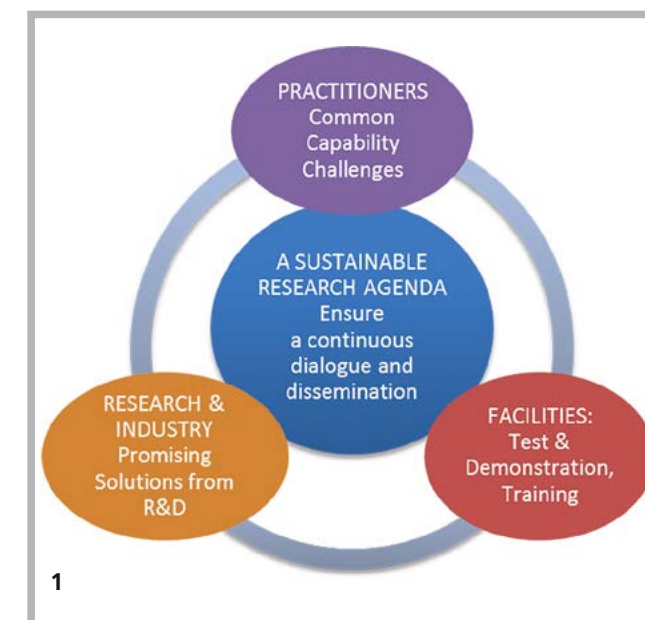
Das übergeordnete Ziel des Projekts ist dabei die Entwicklung eines Prozesses zur Unterstützung fähigkeitsgetriebener Forschung für Feuerwehren und Rettungskräfte, der von einem weiten Netzwerk von Akteuren aus allen EU-Mitgliedsstaaten unterstützt wird. Dieses Netzwerk wird bereichs- und länderübergreifend harmonisierte, einsatzbezogene Bedarfe in den Bereichen Forschung- und Entwicklung, Innovation, vorkommerzielle Beschaffung und Standardisierung an die nationalen und europäischen Programme zur Fähigkeitsentwicklung kommunizieren.

Um dies zu erreichen, erstellt und testet FIRE-IN einen schrittweisen Ansatz zur Etablierung einer fähigkeitsgetriebenen Forschungsagenda. Diese Schritte werden von den FIRE-IN Partnern und ihren Praxis-, Forschungs- und Industrie-Netzwerken gemeinsam entwickelt und angewendet. Sie werden während der Projektlaufzeit in drei iterativen Zyklen getestet und angepasst.

Eine Herausforderung stellt dabei die Heterogenität des Krisenmanagements im Bereich der Feuerwehren und Rettungskräfte dar, die eine große Bandbreite an Einsätzen bewältigen müssen. Sie reichen von täglichen Notfällen bis hin zu Naturkatastrophen in unterschiedlichen Geländen und unter variierenden Rahmenbedingungen.

Darüber hinaus fehlt eine gemeinsame Taxonomie zur länderübergreifenden Strukturierung von Feuerwehren und Rettungskräften und ihrer Einsätze.

Gleichzeitig sind Risiken einem ständigen Wandel unterworfen, der beispielsweise die Entwicklung bekannter Bedrohungen (z. B. Terrorismus, Cyber-Attacken) oder das Auftauchen neuer Gefahren (Nanomaterialien, neue biologische Stoffe) umfasst.



1 Konzeptionelle Pfeiler des FIRE-IN Projekts



# H2020 PROJEKT »SMART RESILIENCE« – SMART RESILIENCE INDICATORS FOR SMART CRITICAL INFRASTRUCTURES

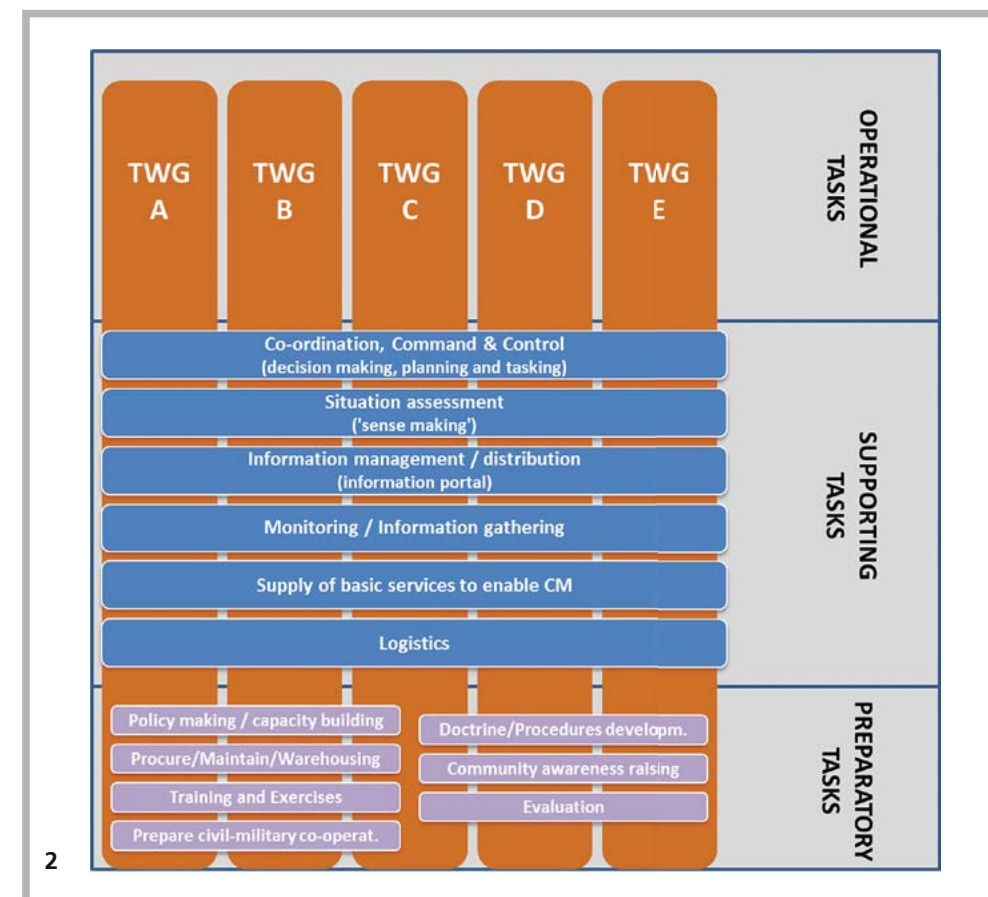
Dr. Gerald Walther, Maike Vollmer, Dr. Thorsten Pusch

Dennoch lässt sich das Expertenwissen anhand fünf thematischer Bereiche gliedern, die über vergleichbares Vokabular, sowie ähnliche Fähigkeiten und operationelle Vorgehensweisen verfügen (siehe Abbildung 2).

Die Thematic Working Groups (TWGs) entsprechen dabei den folgenden Bereichen:

- TWG A: Search and Rescue (SAR) and Emergency Medical Response (EMR)
- TWG B: Structure fires crisis mitigation, prevention and protection
- TWG C: Vegetation fires crisis mitigation
- TWG D: Natural Disasters crisis mitigation
- TWG E: CBRNE crisis mitigation

FIRE-In nutzt diese Unterscheidung der Arbeitsgruppen, um die Zusammenarbeit zu vereinfachen und den unterschiedlichen Einsatzpraktiken gerecht zu werden. Alle fünf Arbeitsgruppen werden den vorgesehenen dreifach-iterativen Zyklus durchlaufen.



2 FIRE-IN thematische Arbeitsgruppen und übergreifende Aufgaben

Die beiden Abteilungen NE und TASP arbeiten seit Mai 2016 gemeinsam an der Entwicklung von Indikatoren zur Bewertung der Resilienz smarter kritischer Infrastrukturen, im Rahmen des von der EU geförderten Forschungsprojekts SmartResilience. Grundlage des Projekts sind die Bedenken seitens der EU, dass die zunehmende Digitalisierung und Vernetzung kritischer Infrastrukturen, zum Beispiel im Bereich der Energie- und Wasserversorgung aber auch im Krankenhaus- und Finanzbereich, diese Systeme auch verwundbarer machen könnte. So können sowohl durch natürliche Ursachen wie Unwetter oder Hochwasser als auch durch menschliche Aktionen, Fehler oder willentliche Angriffe nicht nur individuelle Systeme ausfallen, sondern durch die Vernetzung auch andere Systeme beeinflusst werden. SmartResilience erforscht deshalb, inwieweit diese ‚Smartness‘ der Systeme ihre Resilienz durch veränderte Antizipation, Vorbereitung, Adaption, Widerstandskraft, Reaktionsfähigkeit oder Wiederherstellungspotenzial beeinflusst.

Das Ziel des Projekts ist die Entwicklung einer indikatorbasierten Methode zur Messung der Resilienz von kritischen Infrastrukturen, die Betreiber, Industrie oder öffentliche Einrichtungen verwenden können, um zu überprüfen, inwieweit sie auf zukünftige Gefahren vorbereitet sind.

Um dieses Ziel zu erreichen, geht SmartResilience in mehreren Schritten vor: Zuerst werden schon vorhandene und genutzte Indikatoren zur Messung der Resilienz von kritischen Infrastrukturen gesammelt. Dieser Pool an Indikatoren wird durch neu entwickelte Indikatoren ergänzt. Mit Hilfe einer ebenfalls im Projekt entwickelten Methode werden diese Indikatoren mit Blick auf ihre Fähigkeit zur Messung der Resilienz von smarten kritischen Infrastrukturen in acht Fallbeispielen bewertet. Diese Fallbeispiele beinhalten Energie- und Wasserversorgung, Verkehrsinfrastrukturen, sowie Gesundheits- und Finanzsysteme.

In einem speziellen Fallbeispiel werden mehrere Infrastruktursysteme integriert, um Abhängigkeiten und Kaskadeneffekte besser bewerten zu können. Basierend auf den Ergebnissen der Fallstudien werden dann Listen von Indikatoren generiert,

die für die Bestimmung der Resilienz von smarten kritischen Infrastrukturen verwendet werden können.

Innerhalb des Projekts übernimmt das Fraunhofer INT mehrere Aufgaben. Als einen der ersten, grundlegenden Schritte im Projekt hat die Gruppe TIP eine Analyse des Begriffs und Konzepts ‚Resilienz‘, inklusive seiner diversen Verwendungen koordiniert, und eine im Projekt verwendete Definition abgeleitet. Auch die Erfassung von rechtlichen und organisatorischen Rahmenbedingungen, die bei einer Resilienzanalyse zu beachten sind, wurde von TIP geleitet. Eine weitere Hauptaufgabe liegt in der Leitung des Arbeitspakets 2, in dem sowohl die Probleme von smarten Technologien für die Resilienz der verschiedenen gesellschaftlichen Systeme (Energie, Transport, ...) als auch durch die Vernetzung der Systeme an sich analysiert werden. Zusätzlich ist TIP an der anfänglichen Identifikation von Indikatoren und an der Entwicklung der Methodik zur Evaluation der Indikatoren beteiligt.

In der Gruppe EME wird im Rahmen des Projekts die Resilienz kritischer Infrastrukturen gegenüber Gefahren durch elektromagnetische Effekte hoher Leistung (HPEM) analysiert. Die dabei gesammelten Indikatoren sollen insbesondere anhand eines der acht Fallbeispiele überprüft werden. Gerade der Finanzsektor stützt sich in hohem Umfang auf Informations- und Kommunikationssysteme, deren Hardware erfahrungsgemäß durchaus empfindlich gegen Störeinflüsse sein kann.

Das Projekt-Konsortium besteht aus einer breiten Mischung von öffentlichen Einrichtungen, Forschungsorganisationen, Industrieunternehmen, Behörden und Dienstleistern aus zwölf verschiedenen Ländern. Koordinator ist die in Stuttgart ansässige Organisation EU-VRI (European Virtual Institute for Integrated Risk Management).



## GESCHÄFTSFELD »CORPORATE TECHNOLOGY FORESIGHT«

Dr. René Bantes

Das Geschäftsfeld Corporate Technology Foresight (CTF) unterstützt Unternehmen dabei zukünftige technologische Entwicklungen zu erkennen, ihre Bedeutung zu analysieren und die Ergebnisse in deren strategische Planung zu integrieren. Auf der Basis des einzigartigen 360° Technologiemonitorings am Fraunhofer INT, das von einem interdisziplinären Team aus rund 40 erfahrenen Wissenschaftlern kontinuierlich fortgeschrieben wird, bietet das Geschäftsfeld ein breites Portfolio an inhaltlichen und methodischen Kompetenzen zur zielgerichteten Unterstützung strategischer Entscheidungen an.

In einem Zeitalter, in dem technologische Entwicklungen ganze Branchen verändern, unterstützt CTF dabei einen Blick über den firmenspezifischen Tellerrand zu werfen und disruptive Technologien rechtzeitig zu erkennen. Der Aufbau vergleichbarer Fähigkeiten ist für Unternehmen in der Regel sehr kostenintensiv. Somit liegen viele technologische Entwicklungen häufig außerhalb des Sichtfelds, obwohl diese von großer Bedeutung für einen langfristigen Erfolg sein können. CTF liefert eine neutrale Outside-In-Sichtweise und hilft auf diesem Wege dabei eine nachhaltige, langfristige Unternehmensstrategie zu entwickeln, setzt Trends und technologische Entwicklungen in den unternehmensrelevanten Kontext, zeigt mögliche Entwicklungspfade auf, analysiert deren Bedeutung und entwickelt Handlungsempfehlungen.

In diesem Kontext wurden im vergangenen Jahr mehrere Projekte durchgeführt. Unter anderem wurde im Oktober der Startschuss für das Projekt Raumfahrt 2040 für das Raumfahrtmanagement des Deutschen Luft- und Raumfahrt Zentrums (DLR) in Kooperation mit dem Fraunhofer-Zentrum für Internationales Management und Wissensökonomie (IMW) gesetzt. Im Rahmen des Projektes werden mit Hilfe von Szenario-Analysen Chancen und Risiken für die Raumfahrt analysiert. Neben der Betrachtung von neuen vielversprechenden technologischen Entwicklungen werden zukünftige Nachfrageentwicklungen aufgrund der zunehmenden Kommerzialisierung der Raumfahrt betrachtet. Die Ergebnisse des Projektes sollen das Raumfahrtmanagement in die Lage versetzen, mögliche Ziel-

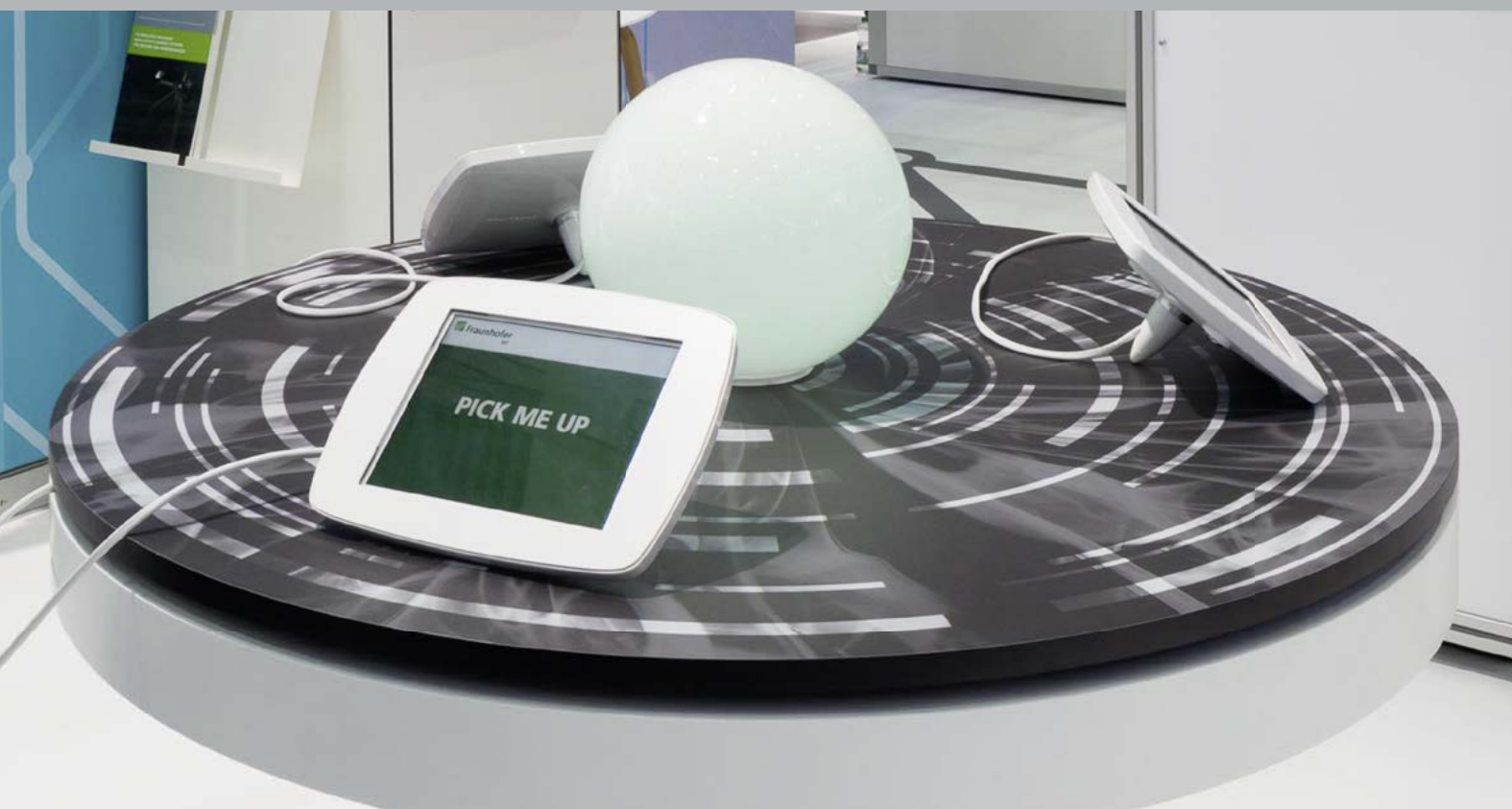
setzungen für die Raumfahrt zu identifizieren und belastbare Handlungsoptionen abzuleiten. Das Projekt wird voraussichtlich 2018 Abgeschlossen.

Auch der Fraunhofer-Verbund Innovationsforschung (siehe Seite 14) startet sein erstes Gemeinschaftsprojekt »Fraunhofer Microelectronics Innovation Enhancement« (FRAME) im Oktober. Projektgegenstand ist die innovationsunterstützende Begleitung der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD). Mit einem neuen Konzept möchte die FMD die Stellung der Fraunhofer-Gesellschaft als Innovator und die Position der europäischen Halbleiter- und Elektronikindustrie im globalen Wettbewerb stärken. Das Fraunhofer INT koordiniert im FRAME-Projekt die Arbeitspakete zur Strategieentwicklung und Technologievorausschau für die Forschungsfabrik.

Höhepunkt im letzten Jahr war der Auftritt des Geschäftsfeldes auf der Hannover Messe. Auf dem Gemeinschaftsstand der Fraunhofer-Gesellschaft demonstrierte CTF seine Kompetenzen und Arbeitsweisen schematisch mit dem interaktiven Exponat Augmented Technology Foresight. Bei diesem Exponat wird mittels Augmented Reality die Zukunft von ausgewählten Technologiefeldern dargestellt. Durch einen Blick in die Glaskugel (siehe Bild) zeigen sich dem Publikum disruptive Technologien, Entwicklungen und Einflüsse verwandter Bereiche. Das Exponat erzeugte eine hohe Resonanz und ermöglichte viele interessante Gespräche über die Zukunftsforschung. Es wird auch im folgenden Jahr auf der Hannover Messe ausgestellt.

Regelmäßig veröffentlicht das Geschäftsfeld CTF in seinem Trend-Newsletter neue Erkenntnisse aus der Forschung oder Themen aus seiner Technology-Foresight-Arbeit. Eine Anmeldung für den Newsletter ist auf der Homepage des Fraunhofer INT möglich: [www.int.fraunhofer.de/Trend-NEWS](http://www.int.fraunhofer.de/Trend-NEWS).

Auf den folgenden Seiten finden Sie Beispiele von neuen Technologien und Forschungsergebnissen.



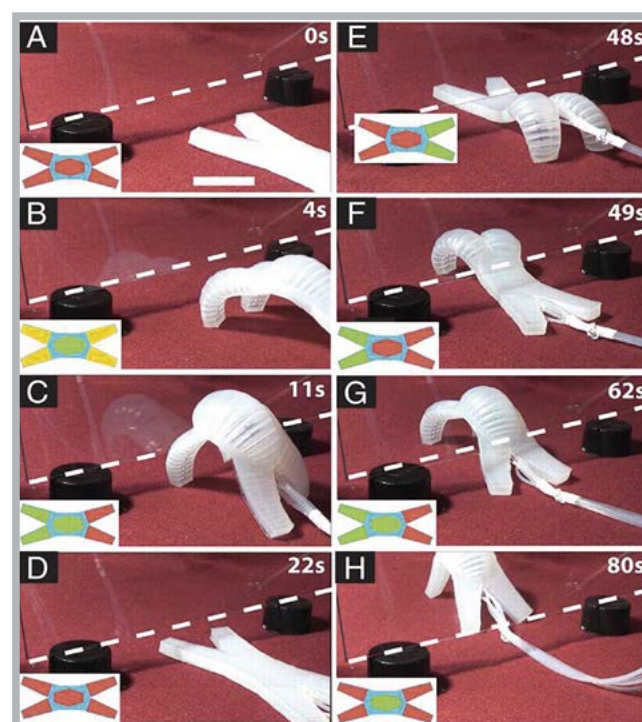


## SOFT ROBOTS – DIE WEICHE (R)EVOLUTION DER MASCHINEN

Dr. Diana Freudenthal

Eine Welt ohne Roboter ist heute kaum noch denkbar. Auch wenn sie im Leben der meisten Menschen selten direkt in Erscheinung treten, sind beispielsweise Industrieroboter durch den Zusammenbau von Smartphones oder Autos bereits lange essenzieller Bestandteil unseres Lebens. Aber auch in anderen Lebensbereichen wie Medizin und Pflege oder als Serviceroboter im Haushalt oder in Restaurants werden sie zunehmend eingesetzt. Bei der direkten Interaktion mit Menschen besitzen sie jedoch einen entscheidenden Nachteil – ihre harte Struktur, die zu Verletzungen führen kann. Hier setzen Soft Robots an, also Roboter, die teilweise oder vollständig aus nachgiebigen Materialien bestehen und an biologische Systeme angelehnt sind. Sie sollen das Zusammenleben von Mensch und Maschine langfristig revolutionieren.

Zukünftig könnten Soft Robots z. B. für Such- und Bergungseinsätze auf unzugänglichem Terrain, zur Unterstützung in der Altenpflege, zur Handhabung besonders empfindlicher Gegenstände oder in der Rehabilitation z. B. zur Formung von



Gliedmaßen eingesetzt werden. Aber nicht nur in der Interaktion mit Menschen besitzen Soft Robots Vorteile. Sie könnten aufgrund ihrer Flexibilität auch als Diagnose- und Wartungsroboter in engen Tunnelschächten, Röhren oder in der Raumfahrt genutzt werden. Im Idealfall sind solche Roboter nicht nur nachgiebig, sondern auch in der Lage, sich auf ein Signal hin selbst zu zersetzen. Dazu müssen sie aus Verbindungen aufgebaut sein, die sich verhältnismäßig einfach durch physikalische (z. B. Temperatur), chemische (z. B. Säure) oder biologische Einflüsse (z. B. Mikroorganismen) zersetzen lassen und dabei zu physiologisch bzw. ökologisch unbedenklichen Abbauprodukten zerfallen. Damit wären sie hervorragend dazu geeignet, Aufgaben in der Umweltüberwachung (z. B. zur Detektion von Schwermetallen im Wasser) zu übernehmen. Für die Industrie sind dabei ganz besonders hybride Systeme für kollisions-tolerante Roboter von Interesse, die sowohl aus weichen, aber auch aus starren Elementen bestehen, um die Zusammenarbeit zwischen Arbeitern und Maschinen zu erleichtern.

Die Forschung an Soft Robots ist ein sehr interdisziplinäres Feld, das Expertisen aus Informatik, Materialwissenschaften, Bionik und dem Maschinenbau nutzt. Das Ziel ist, hierbei möglichst alle technischen Anlagen wie Sensorik und Aktorik, Steuerungscomputer, Energieversorgung und Kommunikationsvorrichtungen nachgiebig zu gestalten. Smart Materials wie Formgedächtnismaterialien oder dielektrische Elastomere sollen dabei als künstliche Muskeln, für flexible organische Elektronik und Sensorik sowie zur Energieversorgung eingesetzt werden.

Erste wichtige Entwicklungsschritte hin zu Soft Robots wurden mittlerweile vollzogen und mit einer stetigen Weiterentwicklung der Technologie kann gerechnet werden. Demonstrationsobjekte, die die derzeitigen Gestaltungsmöglichkeiten von Soft Robots aufzeigen, sind z. B. X-förmige Kriechroboter, raupenartige Soft Robots, fisch- sowie rochenartige Roboter, handähnliche Gebilde und Greifer mit zumeist drei bis sechs Fingern. Ein größerer Durchbruch im Massenmarkt steht derzeit noch aus, bietet aber große wirtschaftliche Potenziale.

## ENERGIESPEICHER DER ZUKUNFT WECHSELN DIE FARBE

Stefan Reschke

Elektrochrome Bauteile und elektrische Energiespeicher finden derzeit immer weitere Verbreitung: Die einen überwiegend in Immobilien, die anderen im stationären und mobilen Einsatz. Elektrochrome Bauteile ermöglichen elektrisch regelbare intrinsische Farbwechsel- und Sichtschutzfunktionen, wie zum Beispiel Fenster mit elektrisch einstellbarer Transparenz bzw. Abdunkelung. Wiederaufladbare Batterien und elektrochemische Kondensatoren (sog. Superkondensatoren) sind zunehmend wichtig für die Speicherung großer Ladungsmengen, z. B. für die Energieversorgung von Häusern oder von rein elektrisch betriebener Fahrzeuge. Auch wenn diese Technologien auf den ersten Blick vielleicht sehr verschieden sind, haben sie mehr gemeinsam, als man zunächst denkt.

Da sie sich in Bezug auf Funktionsprinzip, Reaktionskinetik, Werkstoffeigenschaften und Konstruktionsprinzip der Bauteile sehr ähnlich sind, wird seit einigen Jahren zunehmend untersucht, ob und wie man elektrochrome Verglasungen, beispielsweise solche moderner energieeffizienter Bürogebäude (Stichwort »Intelligente Fenster« oder »Smart Privacy Glas«) oder andere elektrochrome Bauteile (z. B. neuartige Flachbildschirme), zusätzlich als Energiespeicher nutzen kann. Genauso wird umgekehrt gefragt, ob und wo elektrische Speichermedien mit dem Zusatznutzen elektrisch induzierter Farbänderung sinnvoll sein können, beispielsweise bei der Visualisierung des Ladezustandes oder der verfügbaren Restenergie.

Elektrochrome Bauteile sind mehrlagige Konstruktionen. Sie bestehen aus einer aktiven elektrochromen Elektrode, einer Elektrolytlage, einer Gegenelektrode, zwei flächigen transparenten Leiterbahnen jeweils außen auf den Elektroden, sowie der mechanischen Trägerstruktur aus Glas oder Kunststoff. Dieser Aufbau kann als wiederaufladbare Dünnschicht-Batterie angesehen werden, bei der sich der jeweilige Ladezustand in optischer Absorption ausdrückt. Die Wahl des Elektrodenmaterials dieser »Batterie« wird jedoch klar von dessen Fähigkeit zur reversiblen Farbänderung geleitet. Um die beiden Aspekte Elektrochromie und elektrische Energiespeicherung künftig sinnvoll in einem Bauteil zu integrieren, werden derzeit drei



Werkstoffgruppen als Elektrodenmaterial untersucht: Metalloxide, leitfähige Polymere und anorganische Nichttoxide.

Bei den Metalloxiden unterscheidet man zwischen »kathodischer« und »anodischer« Elektrochromie. Bei ersterer führt die Einlagerung von Ionen, bei letzterer die Abgabe von Ionen zu Farbänderungen. Leitfähige Polymere können sowohl in Richtung Elektrochromie als auch in Richtung Energiespeicherung maßgeschneidert werden. Gute kombinierte Eigenschaften zeigen verschiedene Polyaniline und Polypyrrole. In Kombination mit Gold und Wolframtrioxid konnten kürzlich erstmals elektrochrome Energiespeicher mit nennenswerten Eigenschaften realisiert werden. Bei den anorganischen Nichtoxiden stehen derzeit der Farbstoff Preußischblau und die Kohlenstoffmodifikation Graphen hervor. Beide Substanzen befinden sich in Bezug auf elektrochrome Energiespeicherung im frühen Forschungsstadium.



# IONISCHE FLÜSSIGKEITEN – DAS SALZ IN DER SUPPE

Dr. Kay Suwelack



Ionische Flüssigkeiten und Flüssigsalze werden bereits seit einiger Zeit mit steigender Aufmerksamkeit erforscht. Dabei zeichnen sich drei große Anwendungsfelder ab. Im Bereich der Sensor- und Aktorwerkstoffe, als Medium zur Speicherung und zum Transport von Energie und als Reaktionsmedium zur Herstellung von bio-basierten Plattformchemikalien. Plattformchemikalien sind in großem Maßstab industriell hergestellte Chemikalien, die als Ausgangsmaterial für viele andere Industrieprodukte verwendet werden.

Unter ionischen Flüssigkeiten (Ionic Liquids, IL) versteht man grundsätzlich hochkonzentrierte, wässrige Salzlösungen oder auch Salze in flüssigem Zustand (Molten Salts, MS), die hauptsächlich aus positiv und negativ geladenen Ionen bestehen. Zu der überwiegenden Zahl an IL, die bei niedrigen Temperaturen (unter 100 °C) flüssig sind, gehören organische Salze. Um auch bei anorganischen Salzen die Schmelztemperatur unter 100 °C zu senken, kommen überwiegend sogenannte eutektische Mischungen aus unterschiedlichen anorganischen Salzen zum Einsatz.

IL und MS besitzen gegenüber konventionellen Flüssigkeiten ein paar besondere Eigenschaften. Dazu zählen ein vernachlässigbarer Dampfdruck, eine hohe thermische und elektrochemische Stabilität, eine hohe Ionenleitfähigkeit sowie ein signifikantes Lösevermögen für organische, anorganische und polymere Stoffe. Aus diesen Gründen werden sie als vielversprechende, umweltverträgliche und vor allem maßschneiderbare Alternative zu flüchtigen, organischen Lösemitteln gesehen.

Aufgrund der REACH-Verordnung müssen diese zunehmend ersetzt werden. Über die REACH-Verordnung hat die EU die europäische Industrie zum Einsatz von umweltfreundlicheren, leichter handhabbaren und vor allem weniger gesundheitsschädlichen Stoffen in ihren Produktionsprozessen verpflichtet. Daher ist die Industrie immer auf der Suche nach REACH-konformen Alternativen, wie sie Ionische Flüssigkeiten und Molten Salts darstellen.

Das bislang umfangreichste Forschungsgebiet im Bereich von MS sind die Sensor- und Aktorwerkstoffe. Ihre physikalischen Eigenschaften können durch eine Veränderung eines äußeren

Reizes, wie z. B. Helligkeit, Feuchtigkeit, Temperatur, Atmosphärenzusammensetzung (Gase), ein elektrisches oder magnetisches Feld spontan oder über eine gewisse Zeitspanne hinweg geändert werden, in der Regel auch reversibel. Durch sichtbares sowie UV-Licht können z. B. der Schmelzpunkt, die Ionenleitfähigkeit oder das magnetische Moment verändert werden.

Gasmessungen werden durch die gute Löslichkeit von Gas-molekülen und den extrem niedrigen Dampfdruck von MS möglich. Da MS magnetische Nanopartikel wesentlich besser und länger in Suspension halten sind sie auch besonders interessant für die Schwingungsdämpfung bei Kraftfahrzeugen und auch Maschinen.

Darüber hinaus gelten Flüssigsalzgemische auch bei der Übertragung und Speicherung von Energie in thermischen Prozessen, wie z. B. bei solarthermischen Kraftwerken, als sehr vielversprechend. Sie zeichnen sich durch eine hohe Übertragungseffizienz bei gleichzeitig niedrigem Schmelzpunkt und spezifischem Gewicht, hoher spezifischer Wärmekapazität und einer ausgezeichneten thermischen Stabilität aus. Die Energieübertragung beispielsweise innerhalb eines Sonnenwärmekraftwerks kann so sehr viel effizienter ablaufen; der Wirkungsgrad steigt.

Bei der Herstellung von bio-basierten Plattformchemikalien macht man sich den hohen Siedepunkt, die niedrige Volatilität und die hohe Polarität von IL und MS zu Nutze. Im Vergleich zu konventionellen flüchtigen und oft gefährlichen, organischen Lösungsmitteln (VOC) weisen sie eine einfache Handhabung und deutlich bessere Umwelteigenschaften auf, weil sie z. B. leicht aus dem Reaktionsgemisch abgetrennt werden können. Chemische Reaktionen können mit ihrer Hilfe bei viel niedrigeren Temperaturen durchgeführt werden (<100 °C), wodurch sie u. a. für die Herstellung von wichtigen bio-basierten Plattformchemikalien, wie z. B. 5-Hydromethylfurfural (5-HMF), als Grundlage einer Biokunststoffchemie überaus interessant sind.



# ARBEITSGRUPPE »TOOLS UND METHODEN«

Dr. Miloš Jovanović

## Das zweite Jahr der methodischen Unterstützung in der Abteilung TASP

Die Gruppe Tools und Methoden (TM) wurde innerhalb der Abteilung Technologieanalysen und strategische Planung (TASP) bereits 2016 gegründet. Zielsetzung war und ist die methodische Unterstützung der Abteilung. Die Bandbreite der innerhalb von TASP benötigten Tools und Methoden ist dabei so groß, wie die Aufgaben, die die drei TASP-Geschäftsfelder beinhalten. Von der technologischen Vorausschau (z. B. im Geschäftsfeld Wehrtechnische Zukunftsanalyse) über die Innovationsforschung (z. B. im Geschäftsfeld Öffentliche Technologie- und Innovationsplanung) bis hin zur Beratung im Themenkomplex »Zukunftstechnologien und strategische Ausrichtung« (z. B. im Geschäftsfeld Corporate Technology Foresight) benötigt jedes Geschäftsfeld unterschiedliche Tools und Methoden, um die Bedürfnisse seiner Kunden zu befriedigen. Die Gruppe leistete hierfür auch 2017 wertvolle Beiträge, teils in Kooperation mit der Stabsstelle »Methodik und Ausbildung«.

TM verfolgt bei der Unterstützung eine dreigleisige Herangehensweise. Zum einen werden die Geschäftsfelder kurzfristig und direkt in ihren Projekten (z. B. in EU-Projekten) und Aufgaben durch TM-Mitarbeiterinnen und -Mitarbeiter unterstützt, während zum anderen langfristig nach neuen Tools gescannt wird und eigene Tools entwickelt (hier ist vor allem das Assistenzsystem KATI, siehe unten, zu nennen) werden. Flankiert werden diese Maßnahmen durch Schulungen, Workshops und das sogenannte „Methodenforum“, ein flexibles Format, in dem jeder Fraunhofer INT-Mitarbeiter seine Erfahrungen mit Tools und Methoden vortragen, diskutieren und ausprobieren kann.

Es folgen Beispiele aus der Arbeit von TM.

## Projekte mit Beteiligung von TM

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

Im Rahmen der methodischen Unterstützung nahm TM als Arbeitspaketleiter am Horizont2020-Projekt SmartResilience (Smart Resilience Indicators for Smart Critical Infrastructures) teil. Im Arbeitspaket 2 (Challenges and interdependencies of Smart Critical Infrastructures) wurden neue smarte Technologien, ihre Herausforderungen und Interdependenzen untersucht. Der Beitrag von TM, neben der inhaltlichen Arbeit und dem Projektmanagement, bestand in der Anwendung von Wissensmanagement und -modellierung sowie darin beim Anfertigen von Netzwerkanalysen zu unterstützen.

Mit Methodenscanning und -anpassung zum Thema Szenariotechnik beschäftigte sich die Gruppe im Rahmen des NATO Projektes »FATE« (Futures Assessed alongside Technical Evolutions). Dabei wurden wissenschaftliche Ansätze untersucht und miteinander verglichen, welche der Untersuchung alternativer Zukünfte dienen können.

Erfolgreich abgeschlossen wurde vergangenes Jahr das Projekt Trendmanagementsystem (TMS), welches durch die Stabsstelle akquiriert und für das Planungsamt der Bundeswehr in Berlin durchgeführt wurde. Das Planungsamt wünschte eine weitere Softwareunterstützung für ihr Trendmanagement. Im Zuge des Projektes wurde die aktuelle Literatur zum Thema gesichtet und analysiert sowie eine Software durch einen Unterauftragnehmer programmiert, um die Bedürfnisse des Planungsamtes berücksichtigen zu können. Nach Fertigstellung des Programms wurden erste Ideen entwickelt, wie das TMS am INT selbst produktiv eingesetzt werden kann.

Dr. Silke Römer

Für das Geschäftsfeld WZA wurden weiter die sogenannten Länderberichte erstellt. Methodisch wurde hier Quellensammlung und -analyse angewandt. Im Jahr 2017 wurde jeweils ein Bericht für die Niederlande und für das Vereinigte Königreich fertiggestellt.

## Eigenentwicklungen von TM

Im Frühjahr 2017 wurde die Informationsplattform Neue Technologien (IPNT) in den Regelbetrieb am Institut übernommen. Seitdem wird IPNT, vor allem im Geschäftsfeld WZA, für das Abspeichern möglicherweise relevanter Zukunftstechnologien genutzt. Ziel ist es, IPNT kontinuierlich weiterzuentwickeln, um sowohl neue Analysemöglichkeiten zu eröffnen, als auch die Handhabung der Plattform stetig zu verbessern. Außerdem soll die Anzahl der Nutzer am Institut stetig vergrößert werden.

Bereits seit mehreren Jahren wird am INT die sogenannte TASP Bibliometric Suite (TABS) entwickelt und eingesetzt. Im Rahmen von TM wurde diese Software, welche fortgeschrittene Publikationsanalysen (sogenannte bibliometrische Analysen) ermöglicht, nun einem breiteren Nutzerkreis am Institut zur Verfügung gestellt.

Die Gruppe TM beschäftigte sich auch im zweiten Jahr schwerpunktmäßig mit dem Assistenzsystem Knowledge Analytics for Technology & Innovation (KATI), in welchem die Watson-Software von IBM an die Ansprüche des INT angepasst und weiterentwickelt wird. KATI wird in einem nachfolgenden Artikel im Detail beschrieben (siehe Seite 42).

## Flankierende Maßnahmen

Zu den Daueraufgaben von TM gehört die Betreuung der institutsinternen Wikis, welche zu verschiedenen Zwecken genutzt werden (zum Beispiel Dokumentation, Kommunikation und Projektmanagement). Dazu gehört die Aktualisierung der Wiki-

software 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. Weitere Aspekte des Wissensmanagement finden sich in einem nachfolgenden Artikel (siehe Seite 41).

Das Methodenforum fand 2017 leider nur einmal statt, hatte aber ein zentrales Thema zum Inhalt: »Szenarien – unverzichtbar oder überschätzt?«. Gezeigt wurde eine Einführung in das Thema (Historie, mögliche Einsatzzwecke, Beispiele aus der Literatur und eigener Projektpraxis), Vor- und Nachteile der Szenariotechnik sowie konkrete Best Practices für die Anwendung der Methode.

Für die weiter oben genannte Software TABS wurden mehrere Schulungen in insgesamt vier Blöcken angeboten. Den Mitarbeitern der Geschäftsfelder wurde unter anderem grundlegendes Wissen zum Thema Bibliometrie, intelligente Recherche sowie die Handhabung von TABS selbst vermittelt.

Zum Wissensmanagement zählen geeignete Konzepte und Methoden für den bewussten und systematischen Umgang mit der Ressource Wissen. Die Gruppe Tools und Methoden (TM) hat unter anderem den Auftrag, das Wissensmanagement in der Abteilung TASP zu unterstützen. TM erfasst hierzu den Status quo und identifiziert Verbesserungsmöglichkeiten. Typischerweise erstellt TM Vorschläge für den Einsatz von Tools, Methoden oder Prozeduren. Eine Verbindlichkeit bezüglich der Anwendung in der Praxis ergibt sich daraus nicht unmittelbar, sondern wird bei Bedarf in den Organisationseinheiten oder in einzelnen Projekten festgelegt. Ein Anwendungsbeispiel stellt der Umgang mit Daten und Informationen dar, die über längere Zeiträume hinweg gefragt sind. Hier kann Wissensmanagement durch gezielten Einsatz von Informationsmanagement, Technik und Kommunikation weiterhelfen.

## Informationsmanagement

Zum einen kann es sein, dass manche Daten und Informationen nicht für alle, die sie benötigen, zugänglich sind. Hier muss zunächst erkannt und geprüft werden, ob sich der Aufwand lohnt, eine Datenerfassung (und ggf. Datenaktualisierung und -validierung) in Angriff zu nehmen.

Im Jahr 2017 wurde abteilungsintern der Bedarf an bestimmten Daten und Informationen (etwa zu Ländern, Forschungsinstitutionen und Technologien) auf den Prüfstand gestellt. Gleichzeitig wurde ein Überblick über intern und extern vorhandene Lösungsansätze erstellt.

## Technik

Zum anderen können Daten zwar vorliegen, aber die bislang realisierten Zugriffsmöglichkeiten bergen ungewollte Hürden (z. B. zu zeitaufwändig oder unnötig kompliziert). Um dies verbessern zu können benötigt man einen Überblick, welche Art von Zugriff auf diese Inhalte gefragt ist.

Im Jahr 2017 wurde die Datenablage für das Technologiemonitoring inklusive damit verbundener Prozesse mit dem Nutzerkreis erörtert. In der Vergangenheit wurde außerdem zur besseren Erschließung vorhandener Daten eine dezidierte Desktopsuchsoftware genutzt. Auf Basis einer Bedarfserhebung wird die Wiedereinführung einer solchen Software vorbereitet.

## Wissenstransfer und Kommunikation

Schließlich sind Daten womöglich bereits erfasst und zugänglich, aber nicht alle aus dem potentiellen Nutzerkreis wissen, wo und wie sie diese finden. Analoges gilt für Wissen und Erfahrung zu Methoden und Tools. Dies zu ändern ist eine Daueraufgabe. Für deren Erfüllung ist es sinnvoll, die entsprechenden Informationen auf verschiedenen Kanälen zur Verfügung zu stellen und Ansprechpersonen zu benennen (in diesem Fall ist das die Gruppe TM), die die Informationen bei Bedarf individuell zugeschnitten vorstellen.

Im Jahr 2017 fanden unter anderem Vorträge und Demonstrationen zum Assistenzsystem »Knowledge Analytics for Technology & Innovation« (KATI) statt, es gab Schulungen zum intern entwickelten Bibliometrie-Tool TABS sowie ein Methodenforum mit dem Schwerpunkt Szenarien.

## Überblickswissen und Erfahrungsaustausch

Die Gruppe TM hat das eigene Wissen über Tools und Methoden – auch im Austausch mit dem Fachinformationsmanagement, den IT-Verantwortlichen und der Stabsstelle »Methodik und Ausbildung« – auf den neuesten Stand gebracht und dokumentiert. Wichtig zur Sicherstellung des Praxisbezugs war die eigene Beteiligung an Projekten, in denen Tools und Methoden entwickelt, angewendet, angepasst oder bewertet wurden. Für den Erfahrungsaustausch über Abteilungs- und Institutsgrenzen hinaus waren externe und interne Netzwerke hilfreich.



# »KATI« – EIN NEUES EFFIZIENTES RECHERCHE- UND ANALYSETOOL FÜR DAS FRAUNHOFER INT

Dr. Marcus John

Vor zwei Jahren wurde damit begonnen, am Fraunhofer INT das Assistenzsystem KATI für die Technologiefrühaufklärung zu entwickeln. Dabei steht der Name KATI für Knowledge Analytics for Technology & Innovation. Dieses Forschungsvorhaben, welches vom BMVg gefördert wird, befasst sich unter anderem mit der Frage, inwieweit sich Verfahren des Cognitive Computing für die tägliche Arbeit in der Abteilung Technologieanalysen und Strategische Planung (TASP) nutzen lassen. Das Projekt setzt sowohl an der inhaltlichen als auch an der methodischen Kompetenz der Mitarbeiter in den Bereichen Technologiefrühaufklärung und Technologieanalysen an und bündelt damit die jahrelange Erfahrung im Bereich des Data Driven Foresight am Fraunhofer INT.

Im vergangenen Jahr konnten im Rahmen des Projektes KATI erhebliche Fortschritte erzielt und wichtige Grundlagen für den weiteren Projektverlauf gelegt werden. Zuvorderst ist hier die Entwicklung eines Datenmodells für die verwendete Graphdatenbank zu nennen. Eine solche Datenbank ist besonders gut geeignet, um die vernetzten bibliographischen Daten wissenschaftlicher Publikationen und Patente effizient zu speichern und mit weiteren Datenquellen zu verknüpfen (sogenanntes Linked Data Konzept). Das Datenmodell wurde in einem ersten Schritt dafür genutzt, die Daten des Web of Science zu erschließen, die im Rahmen dieses Projektes erworben wurden. Diese Literaturdatenbank enthält neben den bibliographischen Angaben zu mehr als 50.000.000 wissenschaftlichen Publikationen aus den Jahren 1970 bis heute auch noch deren Referenzen. Auf diese Weise können Publikationen über eine Zitationsbeziehung miteinander verknüpft werden. Dieser Datensatz und das an ihm entwickelte Datenmodell stellen sozusagen das Grundgerüst dar, welches für die Erschließung weiterer Datenquellen wie beispielsweise Newssites, Blogs aber auch Patente benutzt werden wird.

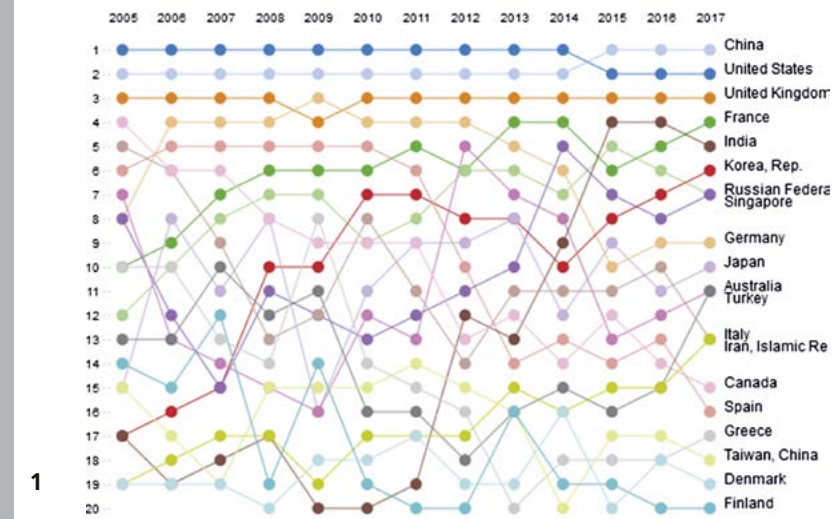
Ein weiterer Arbeitsschwerpunkt des vergangenen Jahres war die Entwicklung der Benutzeroberfläche und der sogenannten REST-API für das Gesamtsystem. Letztere wird benötigt, um die Kommunikation und den Datenaustausch zwischen der

Benutzeroberfläche und den einzelnen Komponenten des Systems zu organisieren. Parallel dazu wurde ein sogenanntes Framework für die Erstellung und Einbindung von Visualisierungen erarbeitet. Auf diese Weise ist im Laufe des Jahres 2017 ein System entwickelt worden, welches effiziente Recherchemöglichkeiten mit einer ganzen Reihe von analytischen Funktionen kombiniert. Insbesondere die zahlreichen Visualisierungen, die KATI in gewisser Hinsicht ein Alleinstellungsmerkmal verleihen, sind erst durch die Arbeiten an der REST-API möglich gemacht worden. Seit Sommer steht eine Version für die täglichen Recherche- und Analyseaufgaben innerhalb der Abteilung TASP zur Verfügung.

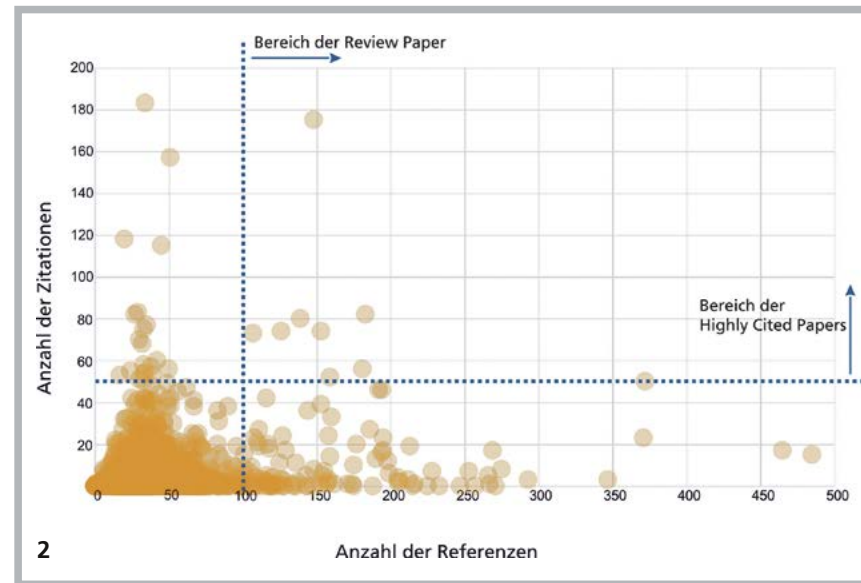
Die Arbeiten haben sich zunächst auf zwei Anwendungsfälle konzentriert, welche für die Technologiefrühaufklärung typisch sind. Das ist zum einen die Akteursanalyse, also die Frage, wer die führenden Experten in einem Themenfeld sind oder ob sich deren Forschungsschwerpunkte im Laufe der Zeit verschoben haben. Als ein Beispiel wird in Abbildung 1 dargestellt, wie sich das Ranking der Publikationsaktivität auf Länderebene im Laufe der Zeit verändert hat.

Der zweite Anwendungsfall betrifft die Identifikation von Schlüsselpublikationen, also solcher wissenschaftlichen Artikel, die besonders gut geeignet sind, um sich in ein Thema einzuarbeiten und aktuelle Entwicklungen zu erkennen. Hierfür kommen verschiedene Metriken zum Einsatz, die zum Teil speziell am Fraunhofer INT entwickelt wurden, um dessen spezifischen Anforderungen an eine Schlüsselpublikation quantitativ zu erfassen. Ein einfaches Beispiel ist in Abbildung 2 dargestellt, welches erneut das Thema Metamaterialien näher beleuchtet. Da im System interaktive Visualisierungen zum Einsatz kommen, können die Nutzer am Fraunhofer INT über solche Darstellungen direkt zu den interessanten Publikationen gelangen.

Die Weiterentwicklung des Systems wird entlang mehrerer Stränge erfolgen. Zum einen wird es darum gehen, die Datenbasis des Systems kontinuierlich zu erweitern. Bereits im letzten



1



2

Jahr wurde damit begonnen Newssites und Patente für KATI zu erschließen. Dabei stellen insbesondere Patente sowohl hinsichtlich der Datenstruktur als auch der Datenmenge eine erhebliche Herausforderung für das Entwicklerteam dar. Im zweiten Entwicklungsstrang wird es darum gehen, das System um weitere Analysen und Visualisierungen zu ergänzen. Ein Schwerpunkt wird dabei sein, die inhaltliche Erschließung von Themen mittels Verfahren der Computerlinguistik weiter voran zu bringen. Hierbei könnten erstmals auch Verfahren des maschinellen Lernens zum Einsatz kommen. Außerdem wird das System im Laufe des Frühjahrs 2018 auf eine neue und leistungsfähigere Hardware umziehen, um dem wachsenden Bedarf an Rechen- und Speicherkapazität gerecht zu werden.

Im Rahmen dieses Projektes betritt das Fraunhofer wissenschaftliches Neuland, was die IT- und datengestützten Verfahren für die Technologiefrühaufklärung betrifft. Die ersten Ergebnisse sind allerdings durchaus ermutigend.

1 Dargestellt wird, wie sich für das Thema Metamaterialien das Ranking der Publikationsaktivität auf Länderebene im Laufe der Zeit verändert hat. Man erkennt unter anderem, dass China mittlerweile das aktivste Land in diesem Themengebiet ist, ein Umstand, der sich in vielen weiteren Bereichen beobachten lässt. Ferner ist zu erkennen, dass Deutschland mittlerweile von einer ganzen Reihe von Ländern im Hinblick auf die Anzahl an wissenschaftlichen Publikationen überholt wurde.

2 Der Scatterplot zeigt die Anzahl der Referenzen (X-Achse) und die Anzahl der Zitationen (Y-Achse) für die Publikationen zum Thema Metamaterialien in den Jahren 2015 bis 2017. Typische Übersichtsartikel enthalten typischerweise sehr viele Referenzen und sind daher meist rechts der gestrichelten senkrechten Linie zu finden. Potenzielle Trendthemen oder Durchbrüche, welche in diesem Zeitraum publiziert wurden, könnten besonders häufig zitiert worden sein und finden sich daher möglicherweise im linken, oberen Quadranten.



# NUKLEARE UND ELEKTROMAGNETISCHE EFFEKTE

Dr. Stefan Metzger

Für die Abteilung Nukleare Effekte (NE) war das Jahr 2017 nach einem durch Kürzungen im FuT-Haushalt des BMVg geprägten Jahr 2016 ein sehr erfolgreiches. NE konnte sehr viele Projekte für Kunden aus der Wirtschaft und für Auftraggeber aus dem zivilen öffentlichen sowie dem Verteidigerbereich bearbeiten und abschließen. Dies ist nicht zuletzt der im Jahr 2016 verstärkten Akquise geschuldet. Details befinden sich in den jeweiligen Beiträgen der NE-Geschäftsfelder. Auf Abteilungsebene war der Bezug der neuen Laborräume im Sommer 2017 nach fast 2,5 Jahren Umbauzeit ein Höhepunkt. Allen, die NE dabei unterstützten, sei auch auf diesem Weg nochmals gedankt. Die Abteilung hat nun erheblich verbesserte Arbeitsbedingungen in den nach modernsten Gesichtspunkten gestalteten Laboren. Die Arbeiten zur Implementierung eines nach ISO 9001 zertifizierten Qualitätsmanagementsystems erfuhren ihren zwischenzeitlichen Höhepunkt bzw. Abschluss in Form des externen Zertifizierungsaudits durch den DNV-GL. NE hat dabei auch bereits die Umstellung auf die neue 2015er-Formulierung der ISO 9001 vollzogen, die sehr viel mehr Wert auf Nachhaltigkeit und Risikomanagement legt. So müssen u. a. die Ansprüche interessierter Parteien betrachtet und die daraus entstehenden Risiken behandelt werden. Dazu gehört, auch wie man das Wissen der Organisation ermittelt und auf dem neuesten Stand hält.

Die Tätigkeiten der NE-Geschäftsfelder werden an anderer Stelle ausführlicher dargestellt. Hier sei nur eine sehr persönliche Auswahl von Höhepunkten aus den Arbeitsgruppen erwähnt:

- Durch die Zuwendung aus der Fraunhofer-Zentrale wird es NE möglich sein in den Jahren 2018 und 2019 eine neue normengerechte Absorberkammer für das Geschäftsfeld EME aufzubauen. Dies wird die vorhandenen HPEM- und EMV-Testmethoden ideal ergänzen.
- Das Geschäftsfeld NEO hat ein Pikosekundenlasersystem zur Simulation von Single-Event Effekten in elektronischen Bauteilen 2017 in Betrieb genommen und erste Ergebnisse auf der europäischen Strahlungseffektконференz RADECS präsentiert (siehe Seite 58).
- Im Rahmen seiner Arbeiten konnte das Geschäftsfeld NSD zeigen, dass es mit modernen Szintillatormaterialien auf Basis

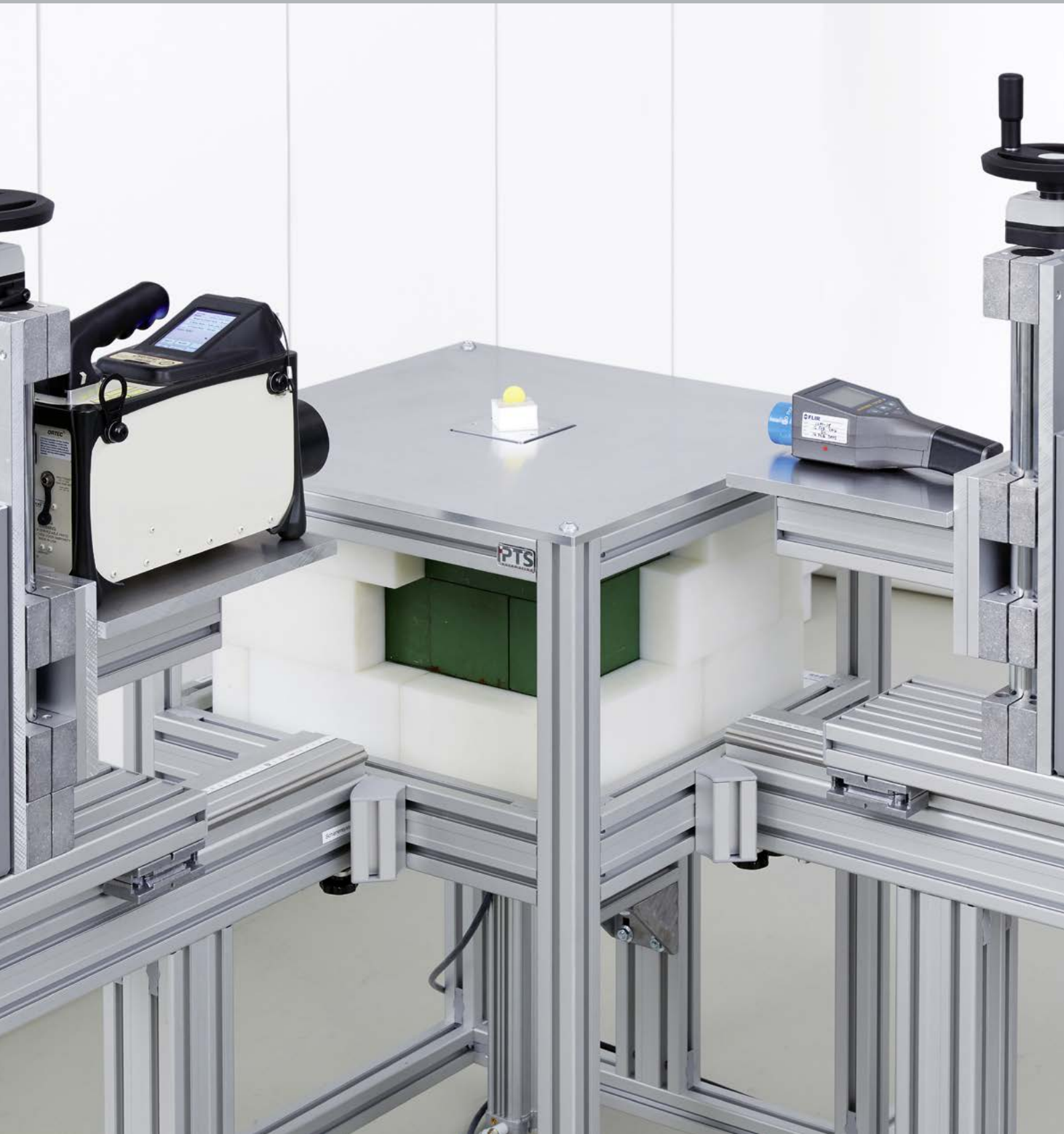
von Lithium-6 (z.B. GLYC) möglich ist, zum einen Helium-3 zu ersetzen und zweitens sowohl Gamma- als auch Neutronenstrahlung effizient mit nur einem Detektor nachzuweisen (siehe Seite 48).

Vom 19. bis 21. September 2017 veranstaltete das Geschäftsfeld Nukleare Sicherheitspolitik und Detektionsverfahren (NSD) bereits zum achten Mal das Symposium „Nukleare und Radiologische Bedrohungen“. Die Vorträge behandelten u. a. die Verifikation nuklearer Abrüstung, terroristische Bedrohungen und den Kernwaffen-Teststoppvertrag. Für viele der Teilnehmer war die Veranstaltung schon eher eine Art Familientreffen, da sie bereits an vorherigen Symposien teilgenommen hatten. Die zweite große Veranstaltung von NE im Laufe des Jahres war der 6. Workshop „Herausforderung Weltraum“ vom 22. bis 23. November 2017. Das Geschäftsfeld NEO konnte zum wiederholten Mal ca. 30 externe Teilnehmer aus Industrie, Forschung oder der Raumfahrt-Agentur DLR im INT begrüßen und in die Thematik Strahlungswirkung auf Satellitensystem einführen. Im Laufe des Jahres konnte NE Dorothea Wölk im Geschäftsfeld NEO als neue Mitarbeiterin begrüßen. Sie wird ihre Doktorarbeit auf dem Gebiet der Wirkung atmosphärischer Neutronen auf elektronische Komponenten schreiben. Somit hat nun jedes der drei Geschäftsfelder eine Doktorandin bzw. Doktorand. Darüber hinaus bietet NE regelmäßig weitere wissenschaftliche Qualifizierungsarbeiten an, so wurden im Bereich NEO zwei Masterarbeiten betreut und erfolgreich fertiggestellt sowie im Geschäftsfeld NSD eine Bachelorarbeit.

Die Arbeiten der Abteilung wurden in zahlreichen Publikationen und Arbeitsberichten dokumentiert. Weiterhin bleibt eine wichtige Aufgabe der Abteilung NE, um in den verschiedenen wissenschaftlichen Communities auf dem aktuellen Stand der Forschung zu sein, die Tätigkeit als Gutachter für renommierte Fachzeitschriften sowie die Teilnahme an internationalen Konferenzen oder die Übernahme der dortigen Sitzungsleitung. Auch brachten NE-Mitarbeiter ihre Kompetenzen in die Arbeit diverser Normungsgremien wie DIN, IEC oder auch der NATO ein. Die ausführliche Liste findet sich an anderer Stelle in diesem Jahresbericht.

## GESCHÄFTSFELD »NUKLEARE SICHERHEITSPOLITIK UND DETEKTIONSVERFAHREN«

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 ein Isotopenlabor 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 der nuklearen Abrüstung und möglichen Proliferation werden kontinuierlich politische und vor allem technische Entwicklungen unter physikalisch-technischen Gesichtspunkten verfolgt. Speziell wurden die nuklearen Entwicklungen im Iran und Nordkorea beobachtet, analysiert und bewertet. Im Rahmen der Mitarbeit in der ESARDA wurden Entwicklungen bei internationalen Abrüstungsverträgen und der Exportkontrolle sowie neue Safeguardstechnologien für die IAEA untersucht.

Das Geschäftsfeld NSD beteiligt sich darüber hinaus an der technischen Vorbereitung des Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty (CTBT). Weiterhin nimmt das Geschäftsfeld regelmäßig aktiv an der Jahrestagung der INMM in den USA sowie an anderen Konferenzen teil.

Das Geschäftsfeld war und ist Partner in mehreren internationalen Projekten, die sich mit der Thematik der CBRN(E)-Bedrohungen (Chemisch, Biologisch, Radiologisch, Nuklear, Explosiv) und Gegenmaßnahmen beschäftigen.

Im EU-Horizont-2020-Projekt C-BORD entwickelt das Institut mit einer Vielzahl von europäischen Partnern verbesserte Strategien und Geräte zur effizienten Kontrolle von in Containern transportierter Massenfracht. Hierzu werden verschiedene Inspektionssysteme für die erste und die zweite Inspektionslinie entwickelt bzw. weiterentwickelt, in ein Gesamtsystem integriert und im Rahmen von Feldtests verifiziert. Dabei werden sowohl die Anforderungen großer Seehäfen als auch die kleinerer und mittlerer Containerterminals wie zum Beispiel Binnenhäfen berücksichtigt. Das Geschäftsfeld beteiligt sich an mehreren Arbeitspaketen und leitet das Arbeitspaket zur detaillierten Bewertung der technologischen Lösungen und des Gesamtsystems.

Im Rahmen des EU-DG-Home Projekts ITRAP+10 Phase 2 wird ein Referenzlabor für die Qualifizierung von Strahlungsmessgeräten zur Verhinderung des illegalen Transports von radioaktiven und nuklearen Stoffen am Fraunhofer INT aufgebaut. Hierzu beteiligt sich das Institut an einem Round-Robin Versuch mit mehreren europäischen Partnern, in dem verschiedene Messgeräte nach gemeinsamen Standards getestet werden.

Zu Detektorsystemen mit neuartigen Materialien werden grundlegende Untersuchungen im Rahmen einer Doktorarbeit durchgeführt (siehe auch Seite 48).

Das Geschäftsfeld beteiligt sich außerdem an Normungsaktivitäten zu Strahlungsmessgeräten, national im DIN/VDE und international im entsprechenden IEC Gremium.

# ALTERNATIVE MATERIALIEN ZUM NACHWEIS VON NEUTRONEN

Marie Charlotte Bornhöft

Bei der Untersuchung von unbekanntem, radioaktivem Material spielt der Nachweis von Neutronen eine wichtige Rolle. Diese werden insbesondere von spaltbarem Material ausgesendet (emittiert), so dass ein Rückschluss auf das unbekannte Material und die Gefahr, die von ihm ausgeht, möglich ist. Da Neutronen keine elektrische Ladung haben, sind sie nicht direkt, sondern nur über einen Zwischenschritt nachzuweisen. Hierzu wird in der Regel das Isotop Helium-3 ( $^3\text{He}$ ) verwendet. Moderierte, also energieärmere Neutronen werden durch den hohen Wirkungsquerschnitt von dem gasförmigen  $^3\text{He}$  eingefangen, welches dann wiederum ein Proton und ein Triton pro Einfang emittiert. Die geladenen Teilchen werden dann detektiert.

Durch eine Zunahme des  $^3\text{He}$ -Bedarfs zur Neutronendetektion, und eine gleichzeitige Reduktion der am freien Markt verfügbaren Menge, sind die Preise für  $^3\text{He}$  in den letzten Jahren stark angestiegen. Dieser Preisanstieg verschaffte der Forschung zu alternativen Materialien zur Neutronendetektion Rückenwind. Ein weiteres Isotop, welches wie  $^3\text{He}$  für die Neutronendetektion geeignet ist, ist das in fester Form vorkommende Lithium-6 ( $^6\text{Li}$ ). Bei der Reaktion von Neutronen mit  $^6\text{Li}$  wandelt sich das Lithium-Isotop durch einen Neutroneneinfang unter Abgabe eines Alpha-Teilchens zu Tritium ( $^3\text{H}$ ) um. Durch eine Sekundärreaktion dieser Teilchen mit dem umgebenden Material ist wieder der indirekte Nachweis von Neutronen möglich.

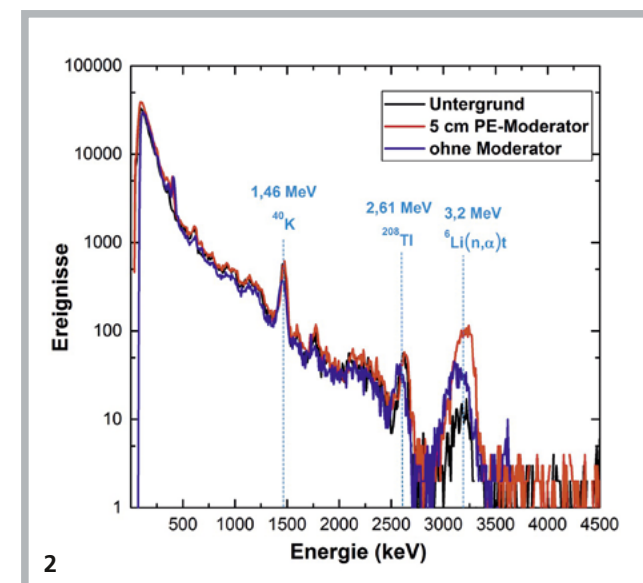
In der Arbeitsgruppe Nukleare Sicherheitspolitik und Detektionsverfahren (NSD) wurden zwei neuentwickelte Detektionsmaterialien auf Basis von  $^6\text{Li}$  untersucht und mit dem herkömmlichen Detektionsmaterial  $^3\text{He}$  verglichen. Dabei handelt es sich um das Szintillationsmaterial CLYC ( $\text{Cs}_2\text{LiYCl}_6:\text{Ce}$ ) und das Szintillationsmaterial CLLB ( $\text{Cs}_2\text{LiLaBr}_6:\text{Ce}$ ). Die auf diesen Materialien basierenden Detektoren sind in Abbildung 1 dargestellt.

Ein Vorzug dieser beiden neuen Szintillationsmaterialien ist, dass diese nicht nur Neutronen detektieren können, sondern zusätzlich auch für Gamma-Strahlung sensitiv sind. Eine Unterscheidung der Strahlungsarten wird über die Auswertung der

Pulsform des elektrischen Signals oder der in dem Szintillationsmaterial deponierten Energie möglich.

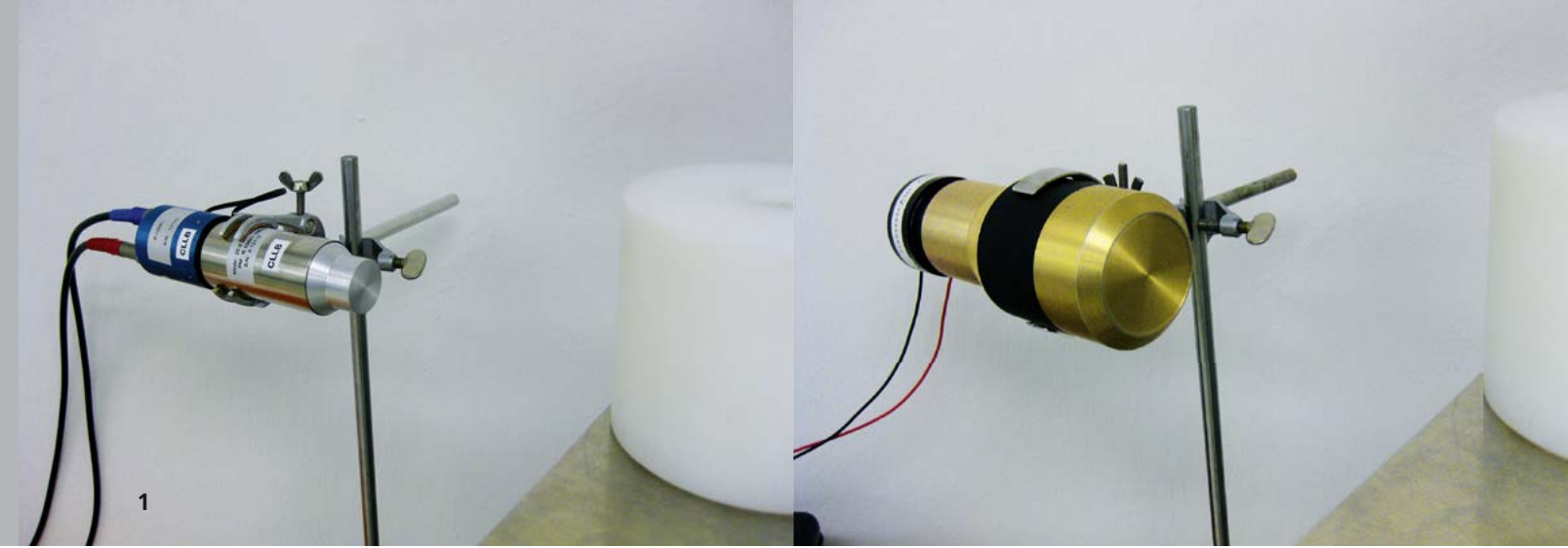
Für die Tests der Detektormaterialien CLYC und CLLB am Fraunhofer INT wurden verschiedene Neutronen- und Gamma-Quellen verwendet. Unter anderem die Isotope Cobalt-60 ( $^{60}\text{Co}$ ), Cäsium-137 ( $^{137}\text{Cs}$ ), Californium-252 ( $^{252}\text{Cf}$ ) und eine Americium-Beryllium-Neutronenquelle. Erste Funktionstests der Detektoren wurden mit konventioneller Auswertelektronik durchgeführt. Bei diesen Tests wurde die Strahlungsart über eine Auswertung des Energiespektrums bestimmt.

Die Abbildungen 2 und 3 zeigen die Messdaten für die Neutronenquelle  $^{252}\text{Cf}$  und die Gamma-Quelle  $^{137}\text{Cs}$ . Da die CLYC- und CLLB-Detektoren kein Moderationsmaterial enthalten, zeigt sich bei zusätzlicher Moderation zwischen Neutronenquelle und Detektor ein deutlicher Anstieg der gemessenen Zählrate. Bei der Detektion von Gamma-Strahlung konnte für den CLYC-

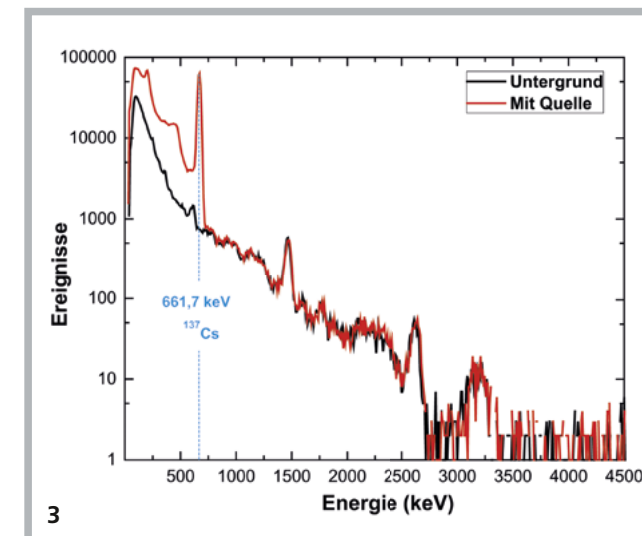


2

Detektor eine Auflösung des  $^{137}\text{Cs}$ -Peaks von 4,4 % erreicht werden. Die intrinsische Effizienz des Detektors wurde mit  $15,4\% \pm 1,8\%$  ermittelt. Das ist im Vergleich zu Standardgammakristallmaterialien wie z. B. Natriumjodid ( $\text{NaI}$ ) sehr gut.



1



3

Die Ergebnisse der Untersuchung zu  $^6\text{Li}$  am Fraunhofer INT konnten zeigen, dass Materialien mit diesem Isotop sehr gut zum Neutronennachweis geeignet sind, durch den gleichzeitig möglichen Gammannachweis interessante Anwendungsmöglichkeiten eröffnen und eine echte Alternative zum herkömmlichen Detektormaterial  $^3\text{He}$  darstellen.

1 Das linke Bild zeigt den CLYC-Detektor mit einer Kristallgröße von 2 Zoll x 2 Zoll. Der zusammengebaute Detektor beinhaltet den Kristall, einen Photomultiplier und Elektronik. Auf dem rechten Bild ist der CLLB-Detektor zu sehen, mit einer Kristallgröße von 1 Zoll x 1 Zoll. Auch dieser Detektor besteht aus Kristall, Photomultiplier und Elektronik. In den rechten Bildteilen sieht man jeweils das Moderator-material, in welchem sich die Neutronenquelle befindet

2 Energiespektrum einer  $^{252}\text{Cf}$ -Neutronenquelle (blaue Kurve). Durch die Reaktion des Neutrons mit dem  $^6\text{Li}$  im Detektor werden Photonen mit einer Energie von 3,2 MeV erzeugt. Die beiden anderen markierten Peaks sind Gammapeaks aus der natürlichen Umgebungsradioaktivität. Hier ist auch der Vergleich zwischen moderierten (rote Kurve) und nicht moderierten (blaue Kurve) Neutronen dargestellt. Zu beachten ist die logarithmische Darstellung.

3 Energiespektrum einer  $^{137}\text{Cs}$ -Gammaquelle. Der Untergrund ist in schwarz dargestellt.



# GESCHÄFTSFELD »ELEKTROMAGNETISCHE EFFEKTE UND BEDROHUNGEN«

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 Störempfindlichkeitsuntersuchungen 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 gibt es einen kleinen Absorberraum und umfangreiche Hochfrequenz- und Mikrowellenmesstechnik.

Im Rahmen der Forschung für das BMVg wurden 2017 in einem durch das Wehrwissenschaftliche Institut für Schutztechnologien – ABC-Schutz (WIS) in Munster beauftragten Projekt Arbeiten zur Weiterentwicklung eines HPEM-Detektors durchgeführt. Weiterhin wurden in diesem Projekt Untersuchungen zur Generationsabhängigkeit der HPEM-Verwundbarkeit von Elektronik fortgesetzt sowie in einer Studie die HPEM-Störempfindlichkeit von Sensorik analysiert. Im Rahmen eines Technical Agreement on Development of High Power Microwave Test Methodology and Procedures wurde 2017 eine Kooperation mit dem FOI in Schweden zur Methodik von HPEM-Tests weitergeführt. In einem weiteren durch das WIS Munster beauftragten Projekt wurde die Beschaffung einer schmalbandigen Magnetronquelle mit Pulsleistungen im Megawattbereich für Freifelduntersuchungen realisiert.

Im Jahr 2017 wurden 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 (UAVs). Erweiterte Untersuchungen dazu erfolgten 2017 im nationalen Rahmen in einem durch das WIS Munster beauftragten Projekt.

# EIN KOMPAKTER HPEM-DETEKTOR FÜR DEN SCHUTZ KRITISCHER INFRASTRUKTUREN

Christian Adami

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.

Das Geschäftsfeld betreibt ebenfalls umfangreiche Normungsaktivitäten. Diese umfassen die DIN-Arbeitskreise, TEM-Wellenleiter und Reverb-Chamber sowie EMV von Halbleitern, 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 Vorgängergruppe wieder Gegenstand der NATO STO SCI-294 Task Group.

Im vergangenen Jahr wurde am Geschäftsfeld eine Promotion zum Thema HPEM-Verwundbarkeit des Smart Grid fortgesetzt. Ergebnisse zur HPEM-Empfindlichkeit von intelligenten Kontrollsystemen in Mittelspannungsschaltanlagen mit einem speziellen Fokus auf Einkopplungspfade für elektromagnetische Störungen wurden auf der Konferenz EMC Europe 2017 in Angers, Frankreich, vorgestellt.

Kritische Infrastrukturen bestehen heutzutage aus komplexen Elektroniksystemen, die den Austausch von Datenmengen in der Kommunikation und die Energieversorgung regeln. Mit Absichtlicher Elektromagnetischer Beeinflussung (IEMI, Intentional Electromagnetic Interference) wird der Vorgang bezeichnet, solche Elektroniksysteme elektromagnetischen Feldstärken im Mikrowellen-Frequenzbereich auszusetzen, die über den Grenzen der systemspezifischen Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) liegen (siehe Abbildung 1). Ziel ist es dabei, temporär oder dauerhaft Fehlfunktionen im System auszulösen. Da elektromagnetische Beeinflussungen in Form von IEMI nicht wahrnehmbar sind, können solche Angriffe unauffällig durchgeführt werden. Damit temporäre oder dauerhafte Fehlfunktionen in Systemen, die mittels IEMI verursacht wurden, identifiziert werden können, werden Detektionssysteme benötigt, die Angriffe mit Hochleistungsmikrowellen (HPEM, High-Power Electromagnetics) nachweisen.

Das Gesamtkonzept des HPEM-Detektionssystems, so wie es konzipiert und entwickelt wurde, als Teil eines Schutzkonzeptes für kritische Infrastrukturen besteht im Wesentlichen aus fünf Blöcken: den vier Antennen, der Hochfrequenz-Aufbereitung mit Komponenten wie logarithmischen Detektoren, Analog Digital Converter (ADCs) und einem Field Programmable Gate Array (FPGA), dem Auswerterechner im Detektorgehäuse, der Datenübertragung und der Web-Schnittstelle zur Steuerung. Abbildung 2 zeigt das Gesamtsystem. Ein wesentliches Entwicklungsziel in diesem Projektteil zur Detektion war die Ermöglichung forensischer Analysen der HPEM-Signale eines Angriffs. Hier wurde erstmals auf eine komplette Eigenentwicklung der Verarbeitungselektronik gesetzt, um die Performance bei gleichzeitig höherer Kompaktheit des HPEM-Detektors zu verbessern.

Das HPEM-Detektionssystem sollte bezüglich Forensik die Richtung des HPEM-Angriffs bestimmen und die Art, Frequenz und elektrische Feldstärke der HPEM-Signale erfassen können. Der als Konzeptstudie erstellte HPEM-Detektor basiert bei der Signalverarbeitung im Kern auf schnellen ADCs und einem



FPGA. Bei einer Abtastrate von 50 MHz haben die erfassten Datenpunkte einen Zeitabstand von 20 ns. Setzt man HPEM-Signale im Bereich von mehreren 100 ns und etwa 1 kHz Repetitionsrate an, so kommen sehr viele Daten innerhalb kürzester Zeit zusammen. Die Hardware-Entwicklung, so wie sie auf der gewählten FPGA-Plattform und Auswertemik betrieben wird, gewährleistet die Verarbeitung solcher Datenvolumina.

Das Detektionskonzept sieht vor, dass die von den Antennen erfassten Signale zunächst über Dämpfungsglieder und Begrenzerdioden in den Kleinsignalbereich überführt werden. Von den vier Messkanälen werden Signalanteile zum Zweck der Frequenzerkennung abgespalten, bevor die Hüllkurven der Eingangssignale mit logarithmischen Detektoren erfasst werden. Deren Ausgangsspannungen werden sowohl zur Ableitung des Triggers zur Datenaufzeichnung verwendet, als auch über schnelle ADCs für die Weiterverarbeitung im FPGA digitalisiert. Auf einem eingebauten Kleinstrechner werden aus dem Rohdatenstrom des FPGAs die Einfallrichtung und Feldstärke der erfassten Pulse berechnet. Die aufbereiteten Daten werden dann zur Web-Schnittstelle übertragen.

**1** Kritische Infrastruktur wird durch einen elektromagnetischen Angriff aus einem Fahrzeug bedroht



2

Die Antennen, die für die Richtungserkennung eingesetzt werden, sind Spiralantennen, sodass alle linear polarisierten Signale erfasst werden können. Hier konnten andere Antennenkonzepte die Anforderungen bezüglich eines flachen Gewinnverlaufs und der Frequenz-Bandbreite bisher nicht erfüllen.

Für forensische Zwecke ist die Kenntnis der Feldstärke des Signals von großer Bedeutung. Um diese mit der gewünschten Genauigkeit zu ermitteln, ist wiederum die Kenntnis der Frequenz des Signals wichtig, damit der Frequenzgang des Systems kompensiert werden kann. Der Detektor weist deshalb eine Frequenzerkennung auf, die zuverlässig im Bereich bis 5 GHz funktioniert. Es können so für die Berechnung physikalischer Messgrößen die Frequenzverläufe der Bauteile und Antennen herausgerechnet werden. In der Funktionsgruppe zur Frequenzerkennung werden die Signale, unter anderem mit einem Begrenzerverstärker, aufbereitet. Um den gewünschten breiten Frequenzbereich abzudecken wird das Signal auf zwei Pfade aufgeteilt und dessen Frequenz dort jeweils von einem Vierfach- beziehungsweise einem Achtfach-Prescaler herabgesetzt. Der eigentliche Frequenzwert wird über eine Zählerschaltung für das digitalisierte Signal ermittelt. Aus den Eigenschaften der Frequenzerkennung ergibt sich für den Detektor ein Frequenzbereich von 500 MHz bis 5 GHz, in welchem zuverlässig Feldstärke und Frequenz ermittelt werden können. Außerhalb dieses Fensters können HPEM-Ereignisse als solche detektiert werden, sofern die Triggerschwelle überschritten wird. Allerdings fehlen dann genauere Informationen zur Feldstärke.

Das vom Fraunhofer INT ausgearbeitete Konzept sieht vor, das HPEM-Detektionssystem über eine Web-Schnittstelle fernzusteuern. Damit kann auf das System, unabhängig vom Aufstellungsort der eigentlichen Erfassungs- und Verarbeitungshardware, über ein beliebiges Netzwerk jederzeit zugegriffen werden. Auf einem Kleinstrechner der Marke Raspberry Pi wird zusätzlich zur Rohdatenverarbeitung der Webserver für die grafische Benutzeroberfläche (GUI) betrieben.



3

Diese ist in einen Karteireiter für den normalen Nutzer ohne spezifische Hintergrundkenntnisse sowie einen zweiten Reiter für die Expertenutzung aufgeteilt. Der Standardnutzer soll im Regelbetrieb schnell Aufschluss über ungewöhnliche Vorkommnisse bekommen. Die präsentierten Informationen über Stärke und Richtung der eingehenden Messsignale sollen eine möglichst informierte Entscheidung über zu treffende Maßnahmen ermöglichen. Auf physikalische Größen wird hier so weit wie möglich verzichtet, über möglichst anschauliche Abstraktionen soll die Zugänglichkeit für einen breiten Anwenderkreis sichergestellt werden. Der Expertenmodus ist für den kundigen Nutzer gedacht, der weiterführende Informationen für eine forensische Einordnung der vermessenen Vorkommnisse benötigt.

Die geschilderte Hardware in Kombination mit der Steuer- und Verarbeitungssoftware wurde in Form eines Funktionsmusters zu einem lauffähigen Gesamtsystem kombiniert. Mit Funktionstests und Messungen der Schirmdämpfung des Gehäuses wurden wesentliche Parameter des HPEM-Detektionssystem verifiziert.

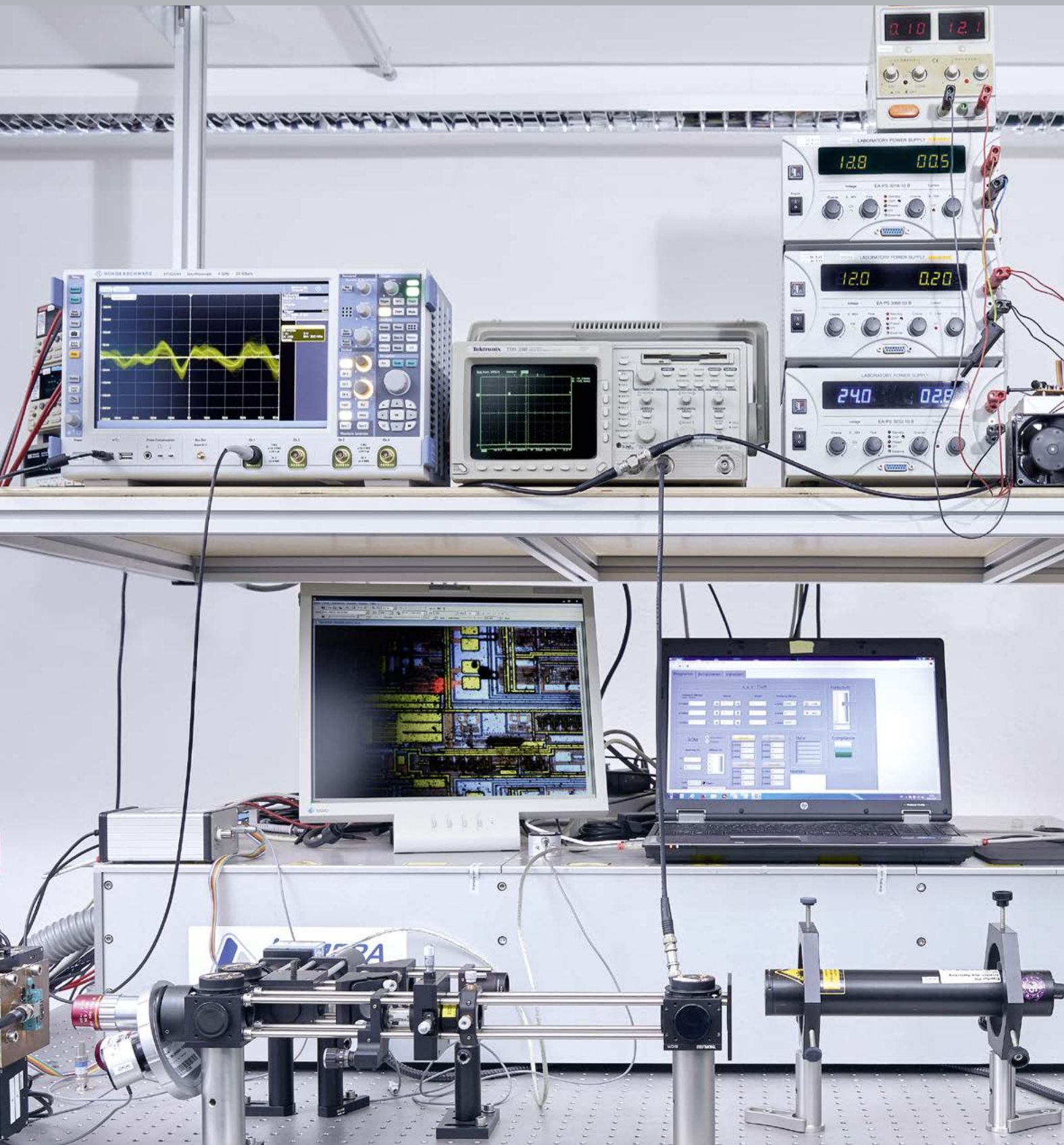
2 HPEM-Detektor, Gesamtsystem

3 Steuer- und Auswertesoftware des HPEM-Detektors



## GESCHÄFTSFELD »NUKLEARE EFFEKTE IN ELEKTRONIK UND OPTIK«

Dr. Jochen Kuhnenn



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.

Die Bearbeitung von Themen im Bereich der Einzelteilchen-Effekte (Single-Event-Effects, SEE) wurde im Jahre 2017 fortgeführt. Nachdem bisher mehrere Projekte für Luftfahrtzulieferer durchgeführt wurden, in welchen die Empfindlichkeit von elektronischen Systemen gegenüber atmosphärischen Neutronen untersucht wurde, wurde dieser Schwerpunkt mit dem Start einer Promotion vertieft. Geplant ist die Untersuchung verschiedener Effekte an internationalen Neutronenquellen, um effiziente und zuverlässige Testmethoden zu entwickeln. In Kooperation mit der Europäischen Weltraumorganisation ESA und der Europäischen Organisation für Kernforschung CERN wurde 2017 erstmals eine SEE-Kampagne am Super Proton Synchrotron (SPS) durchgeführt. Eine weitere SEE-Kampagne in Jyväskylä fand erstmals unter alleiniger Verantwortung des INT statt. Schließlich wurde zur Untersuchung von Einzelteilcheneffekten am INT der Aufbau eines Laser-Test-Systems abgeschlossen und die erzielten Ergebnisse auf Konferenzen präsentiert. Damit ist die Durchführung einer großen Zahl dieser anspruchsvollen Tests erstmals in Deutschland möglich, ohne dass aufwändige Reisen an internationale Beschleuniger nötig sind. Weiterhin ermöglicht das implementierte System die Validierung von Messaufbauten und erlaubt

die Lokalisierung von besonders empfindlichen Bereichen auf den integrierten Schaltkreisen.

Auch im Bereich der akkumulierten Wirkung von Strahlungseffekten wurden im Jahr 2017 besondere Projekte realisiert. Im Auftrag der ESA wurde eine 14-monatige Bestrahlung abgeschlossen, mit welcher die Abhängigkeit der Dosisleistung auf die Bauteile bei hohen Dosiswerten identifiziert wurde. Dies ist nötig, um die Relevanz von stark beschleunigten Tests auf dem Boden für die spätere Wirkung auf einer langen Satellitenmission zu belegen.

Für die JUICE Mission, die die Monde um Jupiter untersuchen wird, wurden Bestrahlungstests an Glasfasern durchgeführt. Die besondere Herausforderung dabei war die Kombination aus sehr hohen geforderten Dosiswerten und extrem tiefen Temperaturen. Nur die Anlagen des Fraunhofer INT erlauben es, diese Bedingungen über mehrere Wochen zu realisieren. Der erfolgreiche Abschluss dieser Tests nach mehrwöchigen Vorarbeiten ermöglichte die Qualifizierung der Glasfasern für die Mission.

Mit Unterstützung der Fraunhofer-Allianz Space konnten 2017 unter Beteiligung von NEO mehrere gemeinsame Auftritte der darin zusammen geschlossenen Institute durchgeführt werden. Dabei war NEO als Teil der Allianz Space beispielsweise wieder auf der SpaceTech Expo in Bremen präsent.

Auf dem Gebiet der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses beteiligt sich auch NEO an dessen Ausbildung. Im Geschäftsfeld wurden zusammen mit dem RheinAhrCampus der Hochschule Koblenz zwei Masterarbeiten erfolgreich abgeschlossen.

Um für die Zukunft neue Möglichkeiten an den Bestrahlungsanlagen zu realisieren, wurde Anfang 2017 die Röntgen-Blitz-Anlage nach 50 Jahren Nutzungsdauer abgebaut und entsorgt. Die Notwendigkeit der damit durchgeführten Tests nahm im Verlauf der Jahre kontinuierlich ab. Der dadurch nutzbare Platz erweitert die Testmöglichkeiten deutlich, beispielsweise zur Bestrahlung mit niedrigen Dosisleistungen.



# SINGLE EVENT TESTS AN DIGITAL-ISOLATOREN MIT KURZZEIT-LASERPULSEN

Dr. Michael Steffens

Digitale Isolatoren sind potentielle Alternativen zu Optokopplern für Anwendungen, bei denen Kommunikation zwischen galvanisch getrennten Systemen oder Schaltkreisen, bei gleichzeitig höherer Leistungsfähigkeit und geringerer Leistungsaufnahme, erforderlich ist.

In vorangegangenen *Total Dose* und *Schwer-Ionen-Tests* (siehe z. B. INT Jahresbericht 2016) wurden einige kommerziell erhältliche Exemplare dieser Technologie vom Geschäftsfeld NEO im Auftrag der ESA und in Zusammenarbeit mit der Seibersdorf Labor GmbH getestet. Ein Testobjekt wurde im Schwer-Ionen-Test bis zu einem linearen Energietransfer (LET) von 60 MeV cm<sup>2</sup>/mg ohne Auftreten von Latch-Ups getestet, allerdings mit zwei charakteristischen Familien von Transienten. Dies sind kurze flüchtige Signale, die von anderen Bestandteilen des Schaltkreises gegebenenfalls fehlinterpretiert werden können und dann indirekt zu Fehlern im Betrieb führen. In den Tests traten

eine »analoge« Transiente, welche dem digitalen Ausgangssignal überlagert war und eine »digitale« Transiente, welche den logischen Zustand des Ausgangs bis zum nächsten Schaltvorgang änderte, auf.

Zur Prüfung, ob diese sehr unterschiedlichen Transienten in unterschiedlichen Bereichen des Bauteils erzeugt werden und wie diese verteilt sind, wurden am Fraunhofer INT zusätzliche räumlich aufgelöste Tests mit einem 1064 nm-Pikosekunden-Lasersystem durchgeführt und eine Kartierung der Transienten über einen der Datenkanäle des Bauteils durchgeführt. Der Aufbau des Lasersystems (siehe Abb. 1) und die für eine vollautomatisch ablaufende Messung notwendige Infrastruktur wurde vom Geschäftsfeld NEO entwickelt und aufgebaut.

1 Laser-SEE Aufbau am Fraunhofer INT

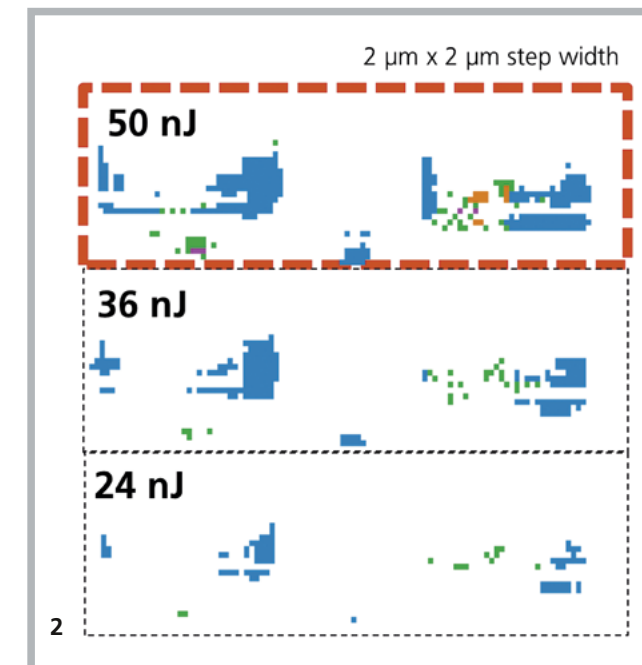
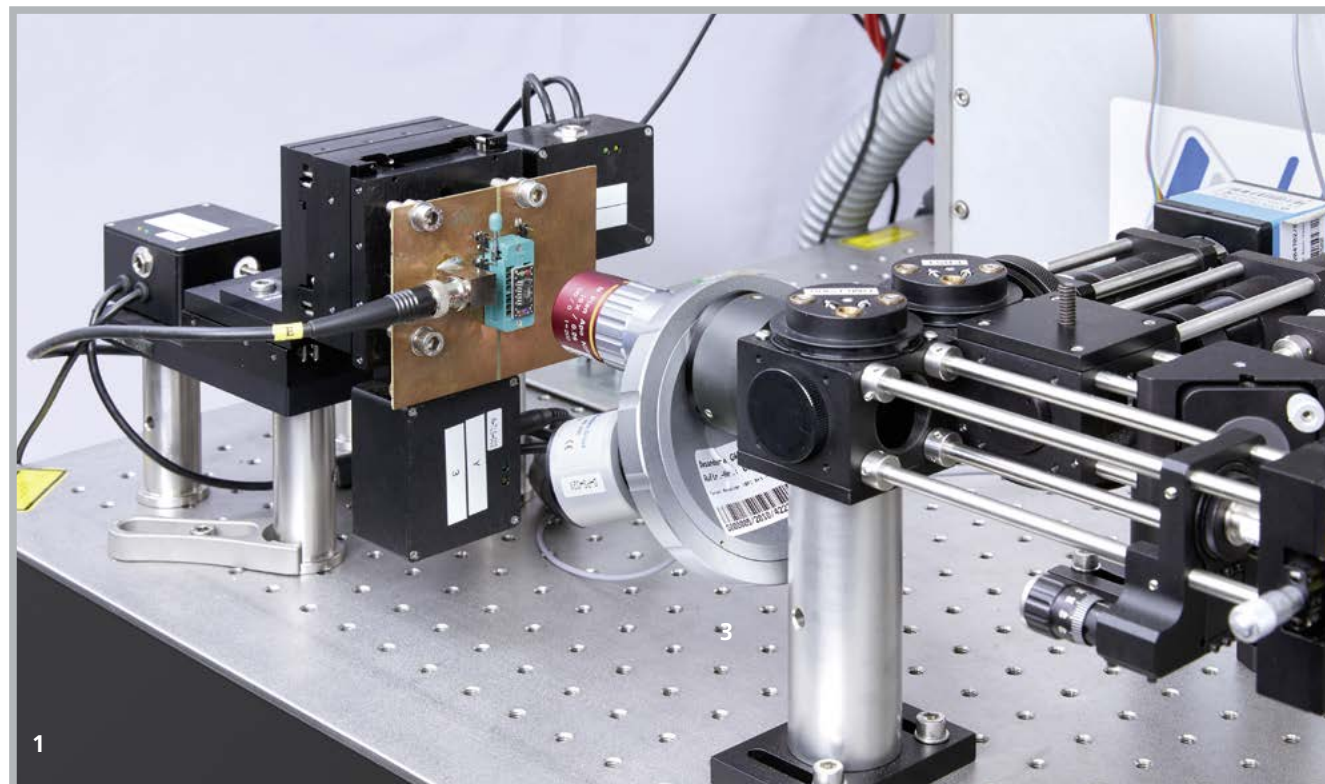
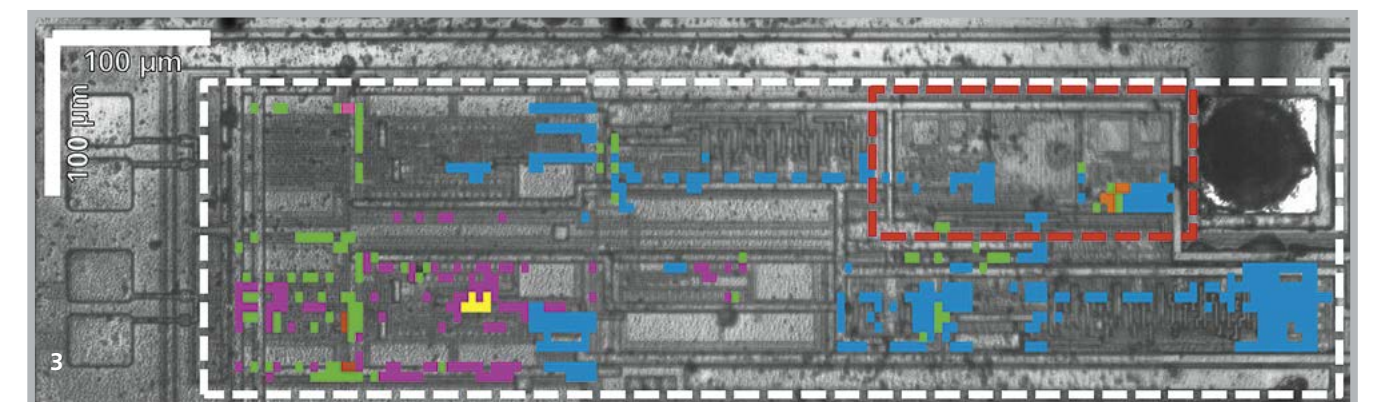


Abb. 3 zeigt in weißer Umrandung eine grobe Kartierung eines des Datenkanäle des Digital Isolators 14850 (Schrittweite in x- und y-Richtung 2 μm). Abb. 2 zeigt den rot umrandeten Bereich mit feinerer Kartierung in Abhängigkeit der Laserintensität (Schrittweite 2 μm). Es zeigte sich nicht nur die räumliche Verteilung der verschiedenen bekannten Transienten und seltenen zusätzlichen Arten von Transienten (grüne, violette, orange und gelbe Markierungen), sondern es wurden ausge-

dehnte Bereiche identifiziert welche unter Laserbeschuss einen Latch-Up am Bauteil hervorrufen (blaue Markierung). Eine mögliche Erklärung für das Auftreten der Latch-Ups, die bei vorherigen Schwerionentests nach ESCC 25100 nicht beobachtet wurden, könnte die bekannte höhere Eindringtiefe des 1064 nm-Strahls im Silizium verglichen mit der kürzeren Reichweite der damals verwendeten Schwerionen sein.

2 Ausschnitt von Abbildung 3 kartiert mit höherer Auflösung bei verschiedenen Laserintensitäten

3 Abbildung eines Datenkanals des Bauteils MAX14850 mit Kartierung der auftretenden Effekte. Den rot umrandeten Bereich zeigt Abbildung 2 in feinerer Auflösung





# EINSATZ VON RADIO-CHROMEN FILMEN BEI PROTONENBESTRAHLUNGEN

Dr. Max Baum

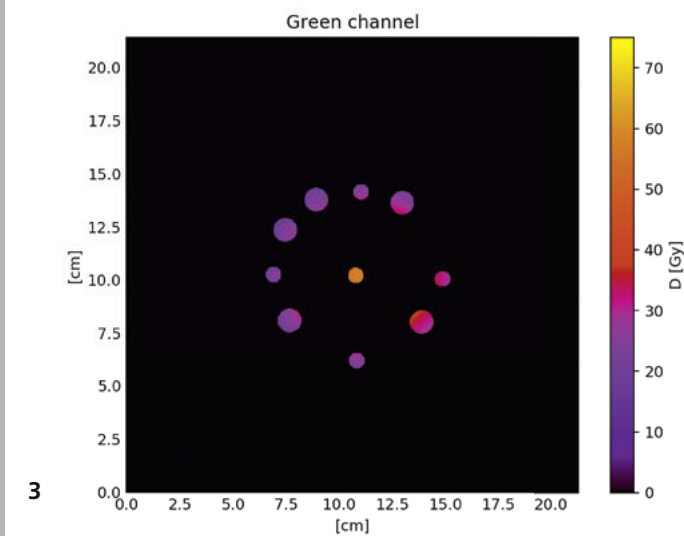
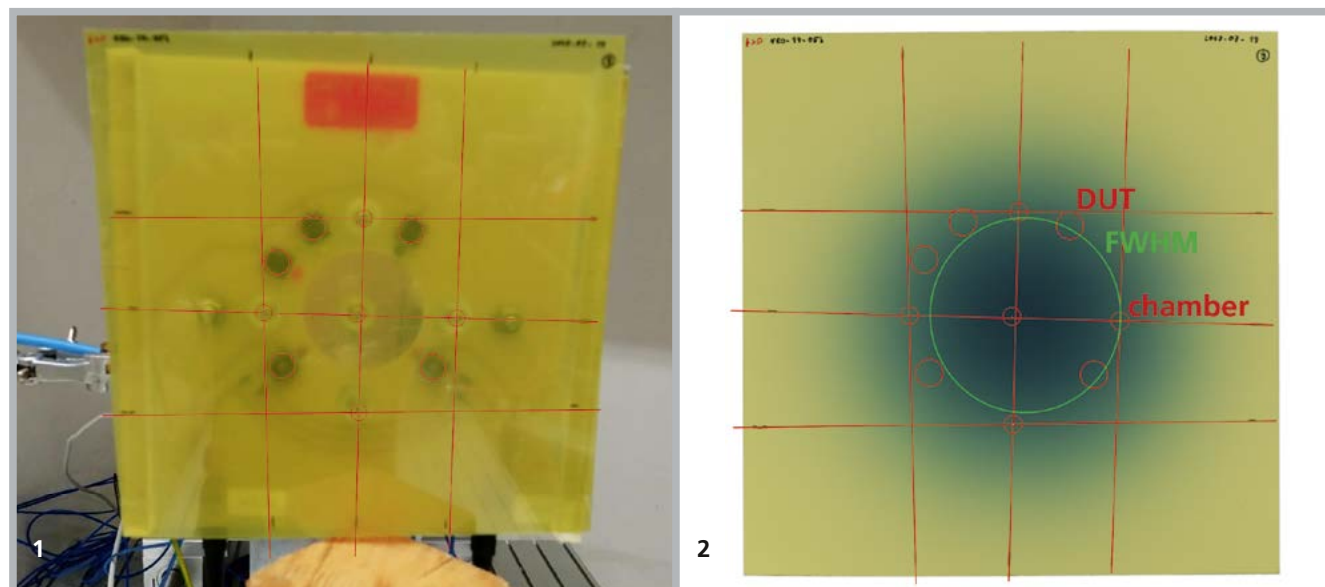
Seit über 20 Jahren führt das Geschäftsfeld Nukleare Effekte in Elektronik und Optik (NEO) Protonenbestrahlungen an elektronischen, opto-elektronischen und optischen Bauteilen sowie Materialproben in Kooperation mit dem Forschungszentrum Jülich (FZJ) durch. In Jülich steht ein Bestrahlungsplatz am JULIC Zyklotron mit 39 MeV Protonen sowie ein Platz mit hochenergetischen Protonen (bis 2,5 GeV) zur Verfügung. Gute Dosimetrie und Kenntnis des Strahlprofils ist bei diesen Bestrahlungen wichtig. Die Fragen lauten also: Wie viele Teilchen kommen aus dem Strahl? Und: Wie verteilen sich die Teilchen über den Stahl bzw. die zu untersuchenden Bauteile? Die Abweichung der Fluenz (Teilchenzahl pro Fläche) zwischen zwei bestrahlten Bauteilen kann schon bei 35 % liegen, wenn sich ihr jeweiliger Abstand zur Strahlmitte nur um einen Zentimeter unterscheidet. Obwohl die Frage nach der Strahlintensität eigentlich selbstverständlich klingt, ist diese nicht leicht zu bestimmen. Während die Gammadosimetrie sehr etabliert ist und man kommerzielle Dosimetriesysteme erwerben kann, die sich auf nationale Standards zurückführen lassen, gibt es bei Protonen bisher keine Standardquelle, an der man ein Dosimetriesystem kalibrieren kann. Bei geringen Teilchenenergien kann der Strahlstrom mit einem Faraday-Cup gemessen werden. Am Zyklotron ist ein

solcher installiert. Allerdings erhält man damit keine Aussage darüber, wie die Teilchen über die gesamte Fläche verteilt sind.

In einer Reihe von Versuchen hat das Geschäftsfeld NEO in den letzten Jahren zwei Dosimetriesysteme identifiziert, die sich für den Einsatz an Protonenstrahlen unterschiedlicher Energie eignen. Insbesondere müssen diese eine Querschnittsfläche aufweisen, die deutlich geringer als der Strahldurchmesser ist.

1 *Unbestrahlter Film vor einer Platine mit Bauteilen und integrierten Ionisationskammern. Die roten Hilfslinien werden bei der Auswertung graphisch hinzugefügt*

2 *Bestrahlter Film. Die roten und grünen Hilfslinien werden bei der Auswertung graphisch hinzugefügt*



3

Zum einen werden Ionisationskammern verwendet, die für Co-60-Gammastrahlung kalibriert sind. Ihr Anzeigewert kann für Protonen unterschiedlicher Energien umgerechnet werden. Zum anderen wird ein Single-Event-Upset-Monitor (SEU) verwendet. Der SEU-Monitor beruht auf nicht-zerstörenden Bit-flips in einem SRAM-Speicher. Der SEU-Monitor wurde zuvor an verschiedenen Beschleunigern mit Protonen bis ca. 250 MeV kalibriert.

Beide Systeme liefern Dosiswerte, ermöglichen aber kein detailliertes Bild des kompletten Strahlprofils, da sie nur an einzelnen Stellen im Strahl messen. Um ein Bild des gesamten Strahls zu erhalten, werden radio-chrome Filme eingesetzt. In diesen Filmen setzt bei Bestrahlung eine chemische Reaktion ein, die in einer Verfärbung des Films resultiert. Ihre Empfindlichkeitskurve ist nicht linear, da die zugrundeliegende chemische Reaktion in ihrer Verfärbung begrenzt ist. Die Filme benötigen ein Referenzsystem, auf das sie kalibriert werden. Dafür kommen die beiden oben genannten Systeme in Frage. Die Filme wurden in Zusammenarbeit mit dem FZJ ausgiebig untersucht. Für Protonen bei 39 MeV wurden für drei Arten von Filmen Kalibrationskurven aufgenommen.

Bei Bestrahlungen werden die Filme seit 2016 routinemäßig eingesetzt. Anhand der Filme kann der Ausschnitt des Strahls, der auf das zu untersuchende Bauteil (device under test, DUT) fällt, gemessen werden. Durch den Einsatz der Filme konnte die Dosimetrie entschieden verbessert werden.

3 *Ausgewerteter Film. Nur die Positionen der Bauteile und Ionisationskammern werden gezeigt. Man erkennt, dass die Bauteile nicht exakt die gleiche Dosis erhalten haben*

# WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE INFRASTRUKTUR

Peter Clemens, Giesela Fuss



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

Beim Umzug der Elektronik-Werkstatt im Sommer in den neuen Laborbereich konnte die Ausstattung mit Labormöbeln und Arbeitstischen komplett erneuert und auf einen aktuellen technischen Stand gebracht werden.

## CCD Bohrfräsplotter und Platinen Herstellung in der Elektronik-Werkstatt

Nach dem Umzug wurde der im letzten Jahr beschaffte Bohrfräsplotter in Betrieb genommen. Er dient der schnellen automatisierten Herstellung von Leiterplatten für Prototypen und Kleinserien. Auf diesen Platinen werden dann die Bauelemente für selbstentwickelte elektronische Schaltungen aufgelötet. Die aus einem Programm zur Schaltungsentwicklung (Layout-Programm) stammenden Daten werden umgewandelt und an die Steuerung des Plotters geschickt. Mit einem Fräser in einer schnell laufenden Spindel werden in die Kupferschicht der Platine Isolationskanäle gefräst. So entstehen die einzelnen Leiterbahnen und Anschluss-pads für die Bauteile. In einem zweiten Arbeitsgang können die für Durchführungen und Stecker benötigten Bohrungen erzeugt werden. Im dritten Schritt kann der Randbereich der Platine bis auf einige wenige Stege vollständig durchgefräst werden. Dann kann die Platine herausgebrochen werden. Das Verfahren des Isolationsfräsens eignet sich besonders zur Herstellung von Hochfrequenzplatinen, da bei diesen große Masseflächen gebraucht werden und somit viel Kupfer stehen bleibt.

Für die konventionelle Herstellung von Platinen (nur Leiterbahnen, wenig Kupferfläche) ist das Isolationsfräsens unwirtschaftlich. Die Bearbeitungszeit ist lang und das Verfahren durch die begrenzte Standzeit der Fräser zu teuer. Für die konventionelle Herstellung der Layoutvorlagen für die Belichtung wurde ein hochwertiger Fotodrucker angeschafft und erprobt. Damit kann wieder ein ausreichender Schwärzungsgrad auf normalen Kopierfolien erreicht werden. Die Möglichkeit des Fräsplotters zur direkten Belichtung der Fotoschicht mit einem Laser ist vorhanden. Zur sinnvollen Nutzung müsste man jedoch ein zweites Herstellungsverfahren für fotonegativ beschichtete Platinen vorhalten. Werden für einen Auftrag größere Stückzahlen und kleinste Strukturen benötigt, wird die Fertigung der Platinen nach Außen gegeben.

## Bau eines Sondenwürfels in der mechanischen Werkstatt

Für ein Projekt der Arbeitsgruppe Elektromagnetische Effekte und Bedrohungen (EME) wurde ein Sondenwürfel gefertigt. Der Würfel ist aus massiven Messingplatten gefertigt. Die Seitenteile sind verschraubt und gelötet, Ober- und Unterteile sind geschraubt. In die Aussparungen der Seitenteile werden Feldsonden montiert. In den Bohrungen der Unterseite werden die Buchsen zur Durchführung der Signale nach Außen befestigt. Die Unterseite ist auf dem Foto unten zu sehen. Das Innere des Würfels ist elektromagnetisch abgeschirmt. Sonden und Würfel bilden die Empfangsantenne zur richtungsabhängigen Detektion von Hochleistungsmikrowellen.

## 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



Von der Abteilung Betriebswirtschaft und Zentrale Dienste (BZD) werden alle kaufmännischen und administrativen Aufgaben wahrgenommen und die Zentrale Infrastruktur des Instituts bereitgestellt.

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.

Innerhalb der Gruppe **Finanzen, Personal und Recht** werden die Sachgebiete Buchhaltung, Rechnungswesen, Controlling, Personal und Reisemanagement bearbeitet. Die **Buchhaltung** des Institutes wird nach Handels- und Steuerrecht betrieben. Weiterhin wird der Einkauf sämtlicher Verbrauchs- und Investitionsgüter unter Beachtung der Beschaffungsrichtlinien und der VOL/VOB abgewickelt. Außerdem verwaltet das Sachgebiet die Institutskasse und wickelt den gesamten baren und unbaren Zahlungsverkehr ab.

Die Aufgabe des **Controllings** im Fraunhofer INT ist es, sämtliche monetär relevanten Prozesse im Institut zu steuern. Dazu gehört einerseits die laufende Überwachung und Steuerung des gesamten Institutshaushalts. Andererseits werden die Abteilungen bei der Bearbeitung der Projekte administrativ unterstützt. Da das Institut sowohl intern als auch extern von Zuwendungsgebern laufend geprüft wird, werden in diesem Sachgebiet auch sämtliche Anfragen von Prüfungsorganen bearbeitet.

Das Sachgebiet **Personalwesen** unterstützt die Institutsleitung bei der Personalplanung und bearbeitet sämtliche Personalvorgänge wie Ausschreibungen, Einstellungen, Stellenbewertungen und resultierende Ein- und Umgruppierungen, Vertragsverlängerungen etc.

Das Reisemanagement unterstützt die Angehörigen des Instituts in allen Dienstreisefragen, beginnend bei der Reiseplanung und -vorbereitung, über die Buchung von Verkehrs-

mitteln und Unterkünften bis hin zur Abrechnung nach Bundesreisekostengesetz.

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 Sachgebiet **Marketing und Öffentlichkeitsarbeit** werden alle zentralen Maßnahmen zur Kommunikation und Vermarktung der Arbeitsergebnisse aus den verschiedenen Geschäftsfeldern des Instituts durchgeführt. Das Sachgebiet koordiniert außerdem alle Aktivitäten zum Tag der offenen Tür, den das Institut anlässlich des 40-jährigen Jubiläums des Institutes am Standort Euskirchen veranstaltete (siehe dazu auch den gesonderten Bericht auf Seite 71). Darüber hinaus hat Angela Haberlach im Sachgebiet eine Bachelorarbeit zum Thema: »Erfolgsfaktoren einer Social-Media-Marketing-Strategie für Forschungsinstitute im Science-to-Business Bereich« erfolgreich abgeschlossen.

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. Die Bibliothek bildet zudem Fachangestellte für Medien- und Informationsdienste in der Fachrichtung Information und Dokumentation aus.



## SONSTIGES

## ALLIANZ SPACE 2017

Thomas Loosen



Für die Fraunhofer-Allianz Space war auch 2017 wieder ein sehr ereignisreiches, aber auch ein sehr erfolgreiches Jahr. Die Allianz ging im Februar ins vierte Jahr ihres Bestehens, wodurch eine neue Wahl des Sprechers fällig wurde. Die Wahl fiel erneut auf Prof. Michael Lauster, was aus Sicht des Fraunhofer INT als Vertrauensbeweis für seine Arbeit und die Arbeit seiner Mitarbeiter gewertet wird. »Wir hoffen, in den kommenden drei Jahren die Arbeit der Allianz erfolgreich fortzusetzen. Das Vertrauen und die Offenheit, mit der bisher isolierte Forschungsprojekte in der Allianz in Form von gemeinsamen Auftritten und Projekten zusammengeführt werden, sind Grundlage des Erfolges der Allianz«, so Prof. Lauster.

Während auf nationaler Ebene die Sichtbarkeit von Fraunhofer als Raumfahrtakteur vorangetrieben wurde, betrat die Allianz in 2017 verstärkt auch internationales Parkett. Auf der Space Tech Expo USA in Pasadena wurde im Mai der amerikanische Markt vorsichtig sondiert, während beim Auftritt auf der Paris Airshow der französische, aber auch der gesamt-europäische Raumfahrtsektor im Fokus stand. Hinzu kam ein Auftritt auf der Space Tech Expo Europe, die, wie schon 2015, von den beteiligten Instituten als interessante Fachmesse mit vielen hochqualifizierten Kontakten gesehen wird.

Ein Leuchtturmprojekt der Allianz Space ist nach wie vor der Kleinsatellit ERNST. In diesem Projekt wird unter der Gesamtleitung des Fraunhofer EMI der Nutzen von Kleinsatelliten für militärische Anwendungen evaluiert. Dass Fraunhofer, wie bei ERNST, einen eigenen Satelliten von der ersten Blaupause bis zum fertigen Raumfahrzeug in den Orbit bringt, ist ein absolutes Novum und wurde auf den genannten Veranstaltungen mit großem Interesse registriert. Als Zeitfenster für den Start des Satelliten ist 2020 avisiert. Neben dem EMI ist das IOSB mit einer Infrarotkamera und das INT mit einer eigens entwickelten Strahlungssensorik und Maßnahmen zur Strahlungsqualifikation an dem Projekt beteiligt. Ein wichtiger Aspekt des ERNST-Projektes ist die Verwendung kommerziell verfügbarer Komponenten für den Aufbau des Satelliten, was besonders im Hinblick auf den auch in Europa immer stärker werdenden

Trend »New Space« bedeutsam ist, bei dem private Akteure mit teilweise COTS-Bauteilen (Commercial off the shelf) eine wichtige Rolle spielen.

Im Gesamtergebn lässt sich sagen, dass Fraunhofer national und auch international sehr viel deutlicher als Raumfahrtakteur und vor allem als Anbieter von Lösungen für die technischen Probleme im Weltraum wahrgenommen wird, was vor der Gründung der Allianz 2014 so nicht der Fall war. Ein wichtiges Ziel für die Zukunft ist es, auch bei bisher nicht an der Allianz beteiligten Instituten nach für die Raumfahrt relevanten Technologien und Kompetenzen zu suchen und so Technologietransfers in beide Richtungen zu ermöglichen. Für diese Rolle ist die Fraunhofer-Allianz Space als Relais innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft mit ihrem extrem breiten Technologie-Portfolio bestens aufgestellt.



Christian Hemmers

Die inhaltliche und methodische Arbeit des Lehrstuhls für Technologieanalysen und -vorausschau auf dem Gebiet der Sicherheitsforschung der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen 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.

An der angebotenen Lehrveranstaltung »Methoden der Zukunftsforschung« (MdZF) nahmen im Sommersemester 2017 82 Studierende und im Wintersemester 2017/2018 248 Studierende teil. Damit konnte der Lehrstuhl im vergangenen Berichtszeitraum erneut deutlich steigende Studierendenzahlen verzeichnen. Neben theoretischen Inhalten haben Studierende die Möglichkeit, in praktischen Übungen ihre Kommunikations- und Präsentationsfähigkeiten weiter zu entwickeln. Die Veranstaltung wird von den Teilnehmern als sinnvolle und ansprechende Ergänzung zum überwiegend technischen und betriebswirtschaftlichen Curriculum des ingenieurwissenschaftlichen Studiums angesehen.

Zum zweiten Mal wurde 2017 in Kooperation zwischen dem Lehrstuhlinhaber Prof. Dr. Dr. Michael Lauster und Prof. Dr. Dr. Axel Zweck (Lehrstuhl für Soziologie der RWTH Aachen) 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. In interdisziplinären Kleingruppen bearbeiten die Studierenden jeweils einen Themenschwerpunkt und lernen dabei die wichtigsten Methoden und Instrumente der Technikfolgenabschätzung anzuwenden. Die zugehörige Abschlussveranstaltung fand im Juli 2017 in den Räumlichkeiten des INT statt.

Bereits zum wiederholten Mal bietet der Lehrstuhl ein Fortgeschrittenen-Seminar zur Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie an. Weitere Seminarangebote, z. B. aus dem Bereich der Ingenieursethik 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. 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. 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.

Dr. Birgit Weimert

Neben der fachlichen und prozeduralen ist die methodische Kompetenz ein wesentlicher Bestandteil einer kompetenten Technologieanalyse und -vorausschau. Das Erarbeiten und Halten eines umfassenden Überblicks über die Methodenlandschaft, die ständige Aktualisierung des Methoden- und Prozesswissens sowie eigene Forschungsaktivitäten in diesem Bereich gehören zu den Kernaufgaben der Stabsstelle.

Weiterhin befasst sich die Stabsstelle »Methodik und Ausbildung« in enger Zusammenarbeit mit den Mitarbeitenden der Gruppe »Tools und Methoden« u. a. mit dem nachhaltigen Ausbau der methodischen Kompetenz des Fraunhofer INT sowie mit der Förderung der Methodenentwicklung und der Methodenevaluierung. Dies geschieht u. a. durch die gemeinsame Ausrichtung des »Methodenforum«, in dem neue Tools und Methoden, aber auch Projekte von Mitarbeitenden des Fraunhofer INT vorgestellt werden, sowie durch die Beratung und/oder Mitarbeit in ausgewählten Projekten.

Im vergangenen Jahr konzentrierten sich die Arbeiten auf die Identifikation und Analyse neuester methodischer und prozeduraler Ansätze sowie der Prüfung ihrer Nützlichkeit für das Fraunhofer INT.

Darüber hinaus unterstützte die Stabsstelle die Institutsleitung auch im vergangenen Jahr durch strategische Akquise. Bestandteil dieser Arbeit war die Kontaktpflege zu Kunden und Partnern des Fraunhofer INT sowie die Zusammenarbeit mit anderen Fraunhofer-Instituten und der Zentrale. So wirkte sie u. a. an der Erstellung des Positionspapiers »Blockchain und Smart Contracts« der Fraunhofer-Gesellschaft mit.

Des Weiteren wurde das Projekt »Trendmanagementsysteme« für das Planungsamt der Bundeswehr fertiggestellt. Gemeinsam mit einem Partner wurde ein Tool entwickelt, das den Foresight-Prozess auf vielfältige Art und Weise professionalisiert.



Seit einigen Jahren gehört Dr. Birgit Weimert dem Vorstand des »Netzwerk für Zukunftsforschung« an und ist Redakteurin bzw. designierte Mitherausgeberin der »Zeitschrift für Zukunftsforschung«. Sie ist überdies aktiv an der Erarbeitung von Standards und Gütekriterien der Zukunftsforschung im deutschsprachigen Raum beteiligt. In diesem Jahr ist dazu ein Pocketguide erschienen, der einen systematischen und komprimierten Überblick über Kriterien gibt, an denen die Qualität von Zukunftsforschungsprozessen und ihren Ergebnissen festgemacht werden kann und sich gleichermaßen an Forschung und Praxis richtet.

## BAUMASSNAHMEN AM FRAUNHOFER INT

Sabrina Müller

Im Hinblick auf die Bauaktivitäten am Fraunhofer INT war 2017 im Vergleich zu den vergangenen Jahren ein eher ruhiges Jahr. Von außen betrachtet sah das Institutsgelände bereits im Dezember 2016 schon nicht mehr aus wie eine Großbaustelle und auch innerhalb des Gebäudes waren zum Jahreswechsel 2016/2017 die meisten neuen Räumlichkeiten bereits eingerichtet und bezogen. Dies machte vor allem die tatkräftige Mitarbeit des Facility Managements durch die gute Koordination und genaue Planung möglich.

Doch den bereits baulich fertig gestellten Labortrakt galt es zum Jahresbeginn noch einzurichten und zu beziehen. Seit Jahresbeginn konnten das Elektroniklabor und das Chemielabor, der NANU-Vorbereitungsraum sowie der ESD-, der EME-, der NSD- und der NEO-Raum der Nutzung übergeben werden. Für die neuen Laborräume gelten jeweils unterschiedliche Vorschriften. Das Genehmigungsverfahren für den NSD-Messraum erfolgte erst im Dezember. Das Labor wurde daher erst 2018 vollständig fertiggestellt.

Außerdem hat das Facility Management 2017 Renovierungsarbeiten in diversen Büroräumen durchgeführt. Die meisten davon wurden auch bereits durch Umzüge und Neubesetzungen bezogen. Ebenso wurde mithilfe des Facility Managements und in Zusammenarbeit mit der Zentralen IT (ZIT) ein neuer Verfügungsraum geschaffen, in dem in Zukunft vor allem die



wachsende Gruppe von Studenten, Bacheloranden und Masteranden eine ausreichende Zahl heller und modern ausgestatteter Arbeitsplätze nutzen kann. Der Raum, der vor Beginn des Masterplans die Bibliothek beherbergte, wurde Anfang Dezember für die Nutzung freigegeben. Der bisherige Verfügungsraum im Altbau kann somit 2018 ebenfalls in ein Büro verwandelt werden.

Die Anfang 2017 abgenommene und für den Betrieb freigegebene Kantine im Herzen des Instituts erfreut sich großer Beliebtheit. Täglich nehmen die Mitarbeiter hier ihr Mittagessen zu sich. In den Sommermonaten wurde insbesondere der Außenbereich mit Terrasse und Springbrunnen zum Verbringen der Pause genutzt.

Nach der Fertigstellung der Neubauten stößt das Institut an die Grenzen des bisherigen Grundstücks. Daher wurde bereits 2016 das südlich an das Institutsgelände anschließende Nachbargrundstück durch die Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (BImA) erworben. Das Gelände wird sukzessiv erschlossen und nutzbar gemacht, ein finaler Beschluss über die Art der Nutzung des Grundstücks wurde noch nicht gefasst.

Für 2018 ist als größere Baumaßnahme ein Ausbau der NEMP-Absorberhalle geplant. Ende Dezember wurden bereits Erdbohrarbeiten durchgeführt, die als Grundlage zur Erstellung des Bodengutachtens für die Baumaßnahme dienen.

## TAG DER OFFENEN TÜR

Angela Haberlach, Sabrina Müller

Das Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT hat 2017 zum ersten Mal nach 2007 wieder einen Tag der offenen Tür veranstaltet. Anlass war das 40-jährige Jubiläum des Institutes am Standort Euskirchen, an den es 1977 von seiner ursprünglichen Heimat in Stohl bei Kiel umgezogen war. Unter dem Motto »Forschung zum Anfassen« konnten am Samstag, 8. Juli 2017, 550 Besucher einen Blick hinter die Kulissen der Forschungseinrichtung werfen. Geboten wurde ihnen ein umfassender und abwechslungsreicher Überblick über die vielen verschiedenen Arbeitsbereiche des Institutes.

Die sonst verschlossenen Labore und Experimentierhallen der Abteilung „Nukleare und Elektromagnetische Effekte (NE)“ wurden geöffnet und ermöglichten so exklusive Einblicke in die Arbeitswelt der Wissenschaftler rund um das Thema Strahlungswirkung. Besondere Attraktion waren dabei Experimente, die speziell für die Besucher aufgebaut worden waren. Bei manchen Experimenten konnten die Besucher sogar selbst Hand anlegen.

Aber auch die zweite Fachabteilung des Hauses, die sich mit Zukunftsforschung beschäftigt – eine Tätigkeit, die größtenteils im Büro am Schreibtisch stattfindet und die beim Zusehen eher unspektakulär wirkt – kam nicht zu knapp: Die Abteilung Technologieanalysen und Strategische Planung (TASP) wurde von den einzelnen Geschäftsfeldern anschaulich präsentiert, unter anderem auch in einem Vortrag von Abteilungsleiter Dr. René Bantes.

Ein Beispiel für die Zukunftsforschung zeigte Jürgen Kohlhoff in seinem Vortrag zum Autonomen Fahren. Damit diese Forschungsarbeit möglichst effizient durchgeführt werden kann, unterstützt die Gruppe TM die Abteilung durch Neuentwicklung und Verbesserung entsprechender Werkzeuge und Methoden. So etwa auch im vorgestellten Projekt »Knowledge Analytics for Technology & Innovation« (KATI).

Ob Eisenbahn, Auto, Smartphone oder Satellit – in der Abteilung Nukleare Effekte (NE) fand jeder Technikbegeisterte einen Stand, an dem er etwas länger verweilen konnte. So präsentierte das



Geschäftsfeld Nukleare Sicherheitspolitik und Detektionsverfahren (NSD) die Funktionalität von Messschleusen mithilfe einer Miniatur-Lokomotive und das Messfahrzeug DeGeN. In seinem Vortrag zeigte Dr. Thorsten Pusch, wie durch das Geschäftsfeld Elektromagnetische Effekte und Bedrohungen (EME) Smartphones auf ihre Störbarkeit überprüft werden. Mit einem sogenannten TEM-Wellenleiter, der an diesem Tag ebenfalls besichtigt werden konnte, werden sie in der abgeschirmten Halle des Instituts gezielt elektromagnetischer Strahlung ausgesetzt, parallel werden die dabei auftretenden Effekte gemessen.

Um Strahlung und Technik geht es auch im Geschäftsfeld Nukleare Effekte in Elektronik und Optik (NEO). Hier wurde unter anderem das institutseigene Kryostat präsentiert, eine Vorrichtung, die kleine Volumina nah an den absoluten Nullpunkt herunterkühlen kann (ca.  $-273\text{ °C}$ ), was für Satellitenmissionen in den Tiefen des Weltraums relevant ist. Außerdem referierte Dr. Stefan Höffgen über die Wirkung kosmischer Strahlung auf das tägliche Leben, beispielsweise auf Computer, Autos oder Flugzeuge.

Auch die beiden hauseigenen Werkstätten konnten sich die Besucher einmal genauer anschauen. In der Elektronischen Werkstatt konnten Besucher an einem Lötstand mit Mikroskop und Pinzette ihre Fertigkeiten beim Verlöten winziger Bauteile erpro-





ben. In der der Mechanischen Werkstatt wurde der umfassende Maschinenpark, der für die Anfertigung von Versuchsaufbauten benötigt wird, vorgeführt.

Ebenso präsentierte sich die Verwaltung des Institutes: In der Bibliothek konnten die Besucher zeitgemäßes wissenschaftliches Recherchieren mit verschiedenen Datenbank-Zugängen des Institutes üben. Die zentrale IT demonstrierte die hochmodernen,



leistungsstarken Rechnerinfrastrukturen, welche sie im Zuge des KATI Projektes beschafft und in Betrieb genommen hatte. Und die Personalabteilung stellte die verschiedenen Ausbildungs- und Berufsfelder am Institut vor.

Das Fazit der zahlreichen Besucher war sehr positiv. Vielen war nicht klar, was am INT erforscht wird, obwohl sie schon seit vielen Jahren in der Nähe des Institutes leben. Andererseits gab es auch viele Besucher, die mit einem erstaunlich fundierten Vorwissen ins Institut kamen und mit denen die Mitarbeiter interessante Diskussionen führen konnten. Vor diesem Hintergrund wird der Tag der offenen Tür von allen Beteiligten als großer Erfolg bewertet.

Basis für diesen Erfolg war das enorme Engagement, das die Mitarbeiter quer durch alle Abteilungen in die Vorbereitung und Durchführung des Tages eingebracht haben. Fest steht, dass es innerhalb der nächsten Jahre wieder einen Tag der offenen Tür geben wird, der Termin ist noch nicht bestimmt.

## KURZ NOTIERT

Gina Frederick, Sabrina Müller

### Girls' Day

Auch 2017 hat das Fraunhofer INT wieder beim deutschlandweiten Girls' Day mitgewirkt. So konnten im April zwölf Schülerinnen aus der Region einen Tag in der Forschungseinrichtung verbringen. Nachdem Institutsleiter Prof. Dr. Dr. Michael Lauster das Institut vorgestellt hatte, ging es in Kleingruppen zu ver-



schiedenen Experimenten. Hier durften die Mädchen mit einem Spektrometer verschiedene Lichtquellen identifizieren, einen Versuch zur Umweltradioaktivität durchführen und nach Anleitung einen eigenen blinkenden Stern löten, den sie am Ende des Tages mit nach Hause nehmen durften.

Am Nachmittag bestand dann die Möglichkeit sich in tiefer gehenden Gesprächen mit drei Forscherinnen auszutauschen – von der Ausbildung, über den Arbeitsalltag bis zum Privatleben wollten die Teilnehmerinnen alles ganz genau wissen, bevor es am nächsten Tag wieder »Schulbank drücken« hieß.

Auch 2018 beteiligt sich das INT wieder am Mädchen-Zukunftstag. Weitere Infos zu der bundesweiten Veranstaltung gibt's unter: [www.girls-day.de](http://www.girls-day.de).

### Schülerwettbewerb

Eine Woche Forscher sein, das konnten Schüler beim Wettbewerb »Go-Ing & Go-Job« des zdi-Zentrum ANTalive, für den kurz vor den Sommerferien auch das Fraunhofer INT ein Team betreute. Unter dem Motto »Technologieberatung für Entscheidungsträger« entwickelten die sechs Schüler, betreut durch Senior Scientist



Jürgen Kohlhoff, eine Studie zum Thema Personal Robot. Die Schüler schlüpfen in die Rolle des Assistenten eines Vorstandsmitgliedes einer Investmentfirma, die eine Investition in ein Startup plant. Dieses verspricht in absehbarer Zeit einen solchen Roboter auf den Markt zu bringen. Sie unterteilten die Arbeit in die Bereiche Technologische Realisierbarkeit, Gesetzliche Rahmenbedingungen, Gesellschaftliche Akzeptanz sowie Kosten und recherchierten dazu. Im Anschluss entstand eine achtseitige Studie und eine Posterpräsentation, die die Schüler am 10. Juli in der Sparkasse Düren vorstellten.

Insgesamt nahmen 2017 mehr als 40 Schülerinnen und Schüler von 15 Gesamtschulen und Gymnasien aus der Städteregion Aachen sowie den Kreisen Düren und Euskirchen teil. Beim jährlich stattfindenden Schülerwettbewerb »Go-Ing & Go-Job« bearbeiten Schüler in kleinen, gemischten Teams in ausgewählten Unternehmen innerhalb einer Woche reale Projekte und Aufgaben und entwickeln Lösungswege. Dabei können sie Kreativität und logisches Denken unter Beweis stellen. Der Wettbewerb ist unter anderem dazu gedacht, mehr Interesse für die sogenannten MINT-Berufen aufzubauen.

## Herausforderung Weltraum

Im November 2017 fand am Fraunhofer INT der sechsten Workshop »Herausforderung Weltraum« statt, bei welchem sich alles um das Thema »Anforderungen an Raumfahrtkomponenten bezüglich ihrer Beständigkeit gegenüber Strahlung« drehte. Veranstaltet wurde der Workshop vom Geschäftsfeld Nukleare



Effekte in Elektronik und Optik (NEO) und richtete sich insbesondere an Forschungseinrichtungen, Universitäten sowie kleine und mittelständige Unternehmen (KMU) aus der Raumfahrtsparte.

Das Programm umfasste verschiedene Vorträge von Wissenschaftlern des Fraunhofer INT und von zwei externen Experten der Airbus Group. Zusätzlich bekamen die 19 Teilnehmer die experimentellen Anlagen des Institutes gezeigt. Dazu gehörte unter anderem die Demonstration der optischen Messmöglichkeiten und des hauseigenen Kryostaten für Bestrahlungstest bei tiefen Temperaturen. Außerdem wurden mittels eines Pikosekundenlasers Single Event Effekte und an einem Neutronengenerator Single Event Upsets simuliert.

Ziel der Workshopreihe ist es, die Teilnehmer bei der Vorbereitung und Durchführung von Raumfahrtprojekten zu unterstützen. Außerdem soll die Veranstaltung helfen Kontakte zu knüpfen und Erfahrungen auszutauschen.

## Best-Poster-Award für Dr. Merle Missoweit

Dr. Merle Missoweit, Leiterin des Geschäftsfeldes Öffentliche Technologie- und Innovationsplanung (TIP), hat zusammen mit Piotr Tofilo (Main School of Fire Service, Warschau) bei der 21. Fire Related Research and Developments Konferenz (RE17) den Poster-Award gewonnen. Bei ihrer Poster-Präsentation



stellten sie das 2017 angelaufene Horizon 2020 Projekt FIRE-IN (Fire and Rescue Innovation Network) vor. 16 Partner aus 8 europäischen Ländern nehmen an dem Projekt teil, welches in den nächsten fünf Jahren darauf abzielt Anforderungen und Bedarfe der Feuer- und Rettungsbranche zu beschreiben sowie dazu passende Lösungen und Forschungsaktivitäten zu identifizieren.

Die Konferenz fand am 9. November 2017 beim drittgrößten Feuerwehr- und Rettungsdienst Großbritanniens, dem West Midlands Fire Service HQ, in Birmingham statt. Die Konferenz bringt Repräsentanten aus dem Notfalldienst, der Feuerindustrie, Forschungseinrichtungen, Universitäten, internationale Organisationen und private Akteure zusammen, um sich mit der neusten Forschung zum Thema Feuer aber auch mit der zugehörigen Praxis auseinanderzusetzen.



# ANHANG

## Lehrveranstaltungen und sonstige Vorträge an Hochschulen

Baum, M.: »Beiträge des Fraunhofer INT zum Aufbau des LHC am CERN«, Vortrag an der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg im Masterstudiengang Technik- und Innovationskommunikation, Sankt Augustin, 6. 7. 2017

Chmel, S.: Vorlesung und Übung »Physics« im Bachelorstudiengang Naturwissenschaftliche Forensik (2. Semester) der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, SS 2017

Chmel, S.: Vorlesung und Übung »Measuring Techniques« im Bachelorstudiengang Naturwissenschaftliche Forensik (3. Semester) der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, WS 2017/2018

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, 23. 1. 2017

John, M.: »Das Cochlea Implantat: Funktionsweise, Entwicklung, Chancen, Risiken und Erfahrungen im Hinblick auf die logopädische Praxis«, IB-Medizinische Akademie, Schule für Logopädie, Berlin, 24. 2. 2017 und 27. 2. 2017

John, M.: »Die Technisierung des Menschen – über Cochlea Implantate, Cyborgs und Human Enhancement«, Bachelorstudiengang Technikjournalismus/PR, Vorlesung an der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, Sankt Augustin, 7. 6. 2017

John, M.: »Die Technisierung des Menschen – über Cochlea Implantate, Cyborgs und Human Enhancement«, Masterstudiengang, Vorlesung an der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, Sankt Augustin, 13. 7. 2017

Jovanovic, M.: »Bibliometrische Analysen als Unterstützung der journalistischen Recherche«, Diskursreihe Technik und Gesellschaft, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, Sankt Augustin, 12. 4. 2017

Jovanovic, M.: »Bibliometrische Analysen als Unterstützung der journalistischen Recherche«, Diskursreihe Technik und Gesellschaft, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, Sankt Augustin, 11. 5. 2017

Jovanovic, M.: »Als Infowissler an einem Fraunhofer-Institut«, Vortrag im Rahmen des Studenten-Workshop für informationswissenschaftliche Forschung der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Düsseldorf, 17. 11. 2018

Kohlhoff, J.: Vortrag und Übung zum Thema »Elektromobilität« im Rahmen des Bachelor-Seminars »Technik / Umwelt und Gesellschaft«, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, Sankt Augustin, 19. 4. 2017 und 3. 5. 2017

Kohlhoff, J.: Vortrag zum Thema »Elektromobilität« im Masterstudiengang Technik- und Innovationskommunikation, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, Sankt Augustin, 4. 5. 2017

Kohlhoff, J.: Impulsvortrag »Mensch/Maschine – Verschwimmen die Grenzen?«, Hochschule Ravensburg-Weingarten, Weingarten, 17. 5. 2017

Kohlhoff, J., Reschke, S.: Übung zum Thema »Methoden der Zukunftsforschung« im Rahmen des Masterstudiengangs »Technologiemanagement«, Hochschule Ravensburg-Weingarten, Weingarten, 17. - 19. 5. 2017

Lauster, M.: »Methoden der Zukunftsforschung I«, RWTH Aachen, Aachen, im WS 2016/2017 und WS 2017/2018

Lauster, M.: »Methoden der Zukunftsforschung II«, RWTH Aachen, Aachen, SS 2017

Lauster, M.: »Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie für Ingenieure«, RWTH Aachen, Aachen, WS 2016/2017

Lauster, M.: »Gut oder Böse? – Technische Autonomie im Diskurs«, Beitrag im Rahmen der TREE-Forschungskonferenz, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, Sankt Augustin, 9. 6. 2017

Lauster, M.: Gemeinsames Seminar Ingenieure/Soziologen zur Technologiefolgenabschätzung, RWTH Aachen, Aachen, SS 2017

Lauster, M.: Vorlesungsveranstaltung »Methoden der Zukunftsforschung«, Hochschule Ravensburg-Weingarten, Weingarten, SS 2017

Wiemken, U.: Vorlesung/Seminar Bachelor Studiengang »Technikjournalismus«, Modul »Technik und Gesellschaft«, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, Sankt Augustin, SS 2017

Wiemken, U.: Vorlesung/Seminar Master Studiengang »Technik- und Innovationskommunikation«, Modul »CA1: Technik, Politik und Gesellschaft«, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, Sankt Augustin, SS 2017

Wirtz, H.: Vorlesung »Change- und Innovationsmanagement« im Bachelorstudiengang Business Administration (8. Semester), Hochschule Fresenius, Köln, WS 2016/2017, SS 2017, WS 2017/2018

Wirtz, H.: Vorlesung »Qualitäts-, Change- und Innovationsmanagement« im Bachelorstudiengang Betriebswirtschaftslehre (2. Semester), Hochschule Fresenius, Köln, WS 2016/2017, SS 2017, WS 2017/2018

Wirtz, H.: Vorlesung »Investition und Finanzierung« im Bachelorstudiengang Betriebswirtschaftslehre (3. Semester), Hochschule Fresenius, Köln, WS 2016/2017, SS 2017, WS 2017/2018

## Internationale Zusammenarbeit

Baum, M., Höffgen, S., Kuhnhen, 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., Kuhnhen, J., Weinand, U.: KIC Projekt HOBAN, Frankreich

Baum, M., Höffgen, S., Kuhnhen, 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.: Im 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, S., Chmel, S., Friedrich, H., Lieder, E.: Im H2020 Projekt C-BORD (Effective Container Inspection at BORDer Control Points), 18 Projektpartner

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

Grigoleit, S., Müller, L., Sendrowski, P., Blab, R.: Im Horizon 2020 Projekt SONNETS (Societal Needs analysis and emerging Technologies in the public Sector), 4 Projektpartner

Heuer, C., Pastuszka, H.-M., Brandt, H., Huppertz, G., Langner, R., Neupert, U., Offenber, D., Römer, S., Ruhlig, K., Walter, G., Europäische Verteidigungsagentur (EDA), »Overarching Strategic Research Agenda (OSRA)« (15.ESI.OP.162), Kooperation mit Totalförsvarets Forskningsinstitut (FOI, Schweden), TNO (Niederlande) und Ingeniería de Sistemas para la Defensa de España (Isdefe, Spanien), 2015-2017

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

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

Missoweit, M.: Erstellung des Horizon 2020 Antrags EMPOWER unter der Leitung von Johanniter Unfallhilfe e.V.

Neupert, U., Langner, R., Nätzker, W., Ruhlig, K., Huppertz, G., Offenber, D.: FMV (Försvarets Materielverk)-Projekte Teknisk Prognos 2016/2017 und Teknisk Prognos 2017

Pastuszka, H.-M., Grüne, M.: Europäische Verteidigungsagentur (EDA), »Technology Watch Follow-on: technology mapping and foresight (TWFO)« (15.ESI.OP.201), Kooperation mit Ingeniería de Sistemas para la Defensa de España (Isdefe, Spanien), 2016-2017

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

Suhrke, M., Jöster, 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

**Internationale Review-Tätigkeiten**

Höffgen, S.: Journal of Instrumentation

Höffgen, S., Kuhnhen, J., Metzger, S.: RADECS 2017 Konferenz

Jöster, M: IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility

Kuhnhen, J.: Journal of Nuclear Materials

Kuhnhen, J.: Journal of Lightwave Technology

Kuhnhen, J.: Transactions of Nuclear Science

Kuhnhen, J.: Sensors (ISSN 1424-8220, CODEN: SENSC9)

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

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

Metzger, S.: IEEE Transactions on Nuclear Science

Suhrke, M.: IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility

Thorleuchter, D.: Advances in Engineering: an International Journal

Thorleuchter, D.: Decision Support Systems

Thorleuchter, D.: Electronic Commerce Research and Applications

Thorleuchter, D.: Expert Systems with Applications

Thorleuchter, D.: Information

Thorleuchter, D.: Information Fusion

Thorleuchter, D.: International Journal of Information Science

Thorleuchter, D.: Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence

Thorleuchter, D.: Sustainability



**Mitarbeit in Gremien**

Chmel, S.: Leitung AG »Antrags- und Projektmanagement« des Fraunhofer-EU-Netzwerkes

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

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

Hecht-Veenhuis, S.: Berufsbildungsausschuss NRW, Unterausschuss »Geprüfter Fachwirt/ Geprüfte Fachwirtin für Medien- und Informationsdienste in NRW«

Kuhnenn, J.: Awards Committee bei RADECS 2017 in Genf, Schweiz

Lauster, M.: Sprecher Fraunhofer-Allianz Space

Lauster, M.: Forschungsvorstand Deutsche Gesellschaft für Wehrtechnik DWT e.V.

Metzger, S.: RADECS Steering Committee

Metzger, S.: Leitung des Radiation Effects Data Workshops (REDW) bei der RADECS 2017 in Genf, Schweiz

Missoweit, M.: Horizon 2020 Secure Societies Protection and Security Advisory Group

Missoweit, M.: Horizon 2020 Advisory Group on International Cooperation

Missoweit, M.: EARTO Security and Defence Research Group

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)«

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 2017, 17. – 19. 4. 2017, Fez, Marokko

Weimert, B.: Vorstandstätigkeit im »Netzwerk Zukunftsforschung e.V.«

Weimert, B.: Wissenschaftliche Redakteurin bei der »Zeitschrift für Zukunftsforschung«

**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)

Jöster, M.: DKE / AK 767.13.5, EMV von Halbleitern, DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

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«

Kuhnenn, J.: IEC SC86A/WG1, Überarbeitung 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

Adami, Ch.:  
Lab tests of UAVs – setup, diagnostics and first results, NATO STO SCI-294 TG, 5th Meeting, London, 17. – 19. 10. 2017

Bantes, R.:  
»Capacity Crunch, wird aus dem World-Wide-Web ein World-Wide-Wait?«, AFCEA Veranstaltung »Internet der Dinge für Systeme der Bundeswehr – Vernetzung und Souveränität«, Bonn, 10. 10. 2017

Bantes, R.:  
»Technologische Zukünfte, Was kommt auf uns zu?«, »European Innovators«, Hannover, 16. 11. 2017

Baum, M.:  
»Dosis- und Struktureffekte in Siliziumhalbleitern«, Workshop Herausforderung Weltraum, Euskirchen, 22. 11. 2017

Grigoleit, S.:  
»Roadmap development“, SONNETS final event, 23rd ICE/IEEE ITMC Conference in Madeira, Portugal, 28. 6. 2017

Grüne, M.:  
»Defence Technology Foresight for the German MoD«, 5th Workshop on Technology Watch, Europäische Verteidigungsagentur (EDA), Brüssel, 29. 11. 2017

Höffgen, S.:  
»Application of the FAIR Facility to Space Radiation Research«, Vortrag ESOC (Final Presentation), Darmstadt, 28. 4. 2017

Höffgen, S.:  
»Wirkung kosmischer Strahlung auf das tägliche Leben: Computer, Autos, Flugzeuge“, Tag der offenen Tür des Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT, Euskirchen, 8. 7. 2017

Höffgen, S.:  
»Single-Event Effects«, Workshop Herausforderung Weltraum, Euskirchen, 22. 11. 2017

Höffgen, S.:  
»Strahlungseffekte in Verbindungshalbleitern«, Workshop Herausforderung Weltraum, Euskirchen, 23. 11. 2017

Jöster, M.:  
»High Power Electromagnetics für Counter-UAS«, Runder Tisch Verteidigungs- und Sicherheitsforschung 2017, Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT, Euskirchen, 11. 4. 2017

Köble, T.:  
»Study of Neutron Detection Technologies Using 6Li as a Replacement of 3He«, 58th Annual Meeting INMM, Indian Wells, USA, 19. 7. 2017

Köble, T.:  
»CLYC scintillators: a possible enhancement for handheld OSI detectors«, CTBT Science and Technology Conference, Wien, Österreich, 26. 6. 2017

Kuhnhenh, J.:  
»Radiation Effects Testing for Space Missions«, RADHARD-Symposium 2017, Seibersdorf Labor GmbH, Seibersdorf, Österreich, 16. 5. 2017

Kuhnhenh, J.:  
»New Radiation Testing Aspects at Fraunhofer INT«, Max Planck Institut für Gravitationsphysik (Albert-Einstein-Institut), Hannover, 27. 9. 2017

Kuhnhenh, J.:  
»Strahlungseffekte in Materialien«, Workshop Herausforderung Weltraum, Euskirchen, 23. 11. 2017

Lanzrath, M.:  
»HPEM Vulnerability of Smart Grid Substations – Coupling paths into typical SCADA devices«, EMC Europe 2017, Angers, Frankreich, 4. – 9.9.2017

Lauster, M.:  
»Fraunhofer Kompakt«, Planungsamt der Bundeswehr, Berlin, 18. – 19. 1. 2017

Lauster, M.:  
»Industrie 4.0 und Sicherheit – drei Anwendungsbereiche der Raumfahrt der Zukunft«, Workshop DLR: Zukunftsbild Mobilität, Bonn, 17. 2. 2017

Lauster, M.:  
NATO, Visit of SCI-294 Task Group, Meeting, Euskirchen, 7. – 9. 3. 2017

Lauster, M.:  
Vorstellung der Fraunhofer Space Alliance – »Applied Research for Europe's Space Industry«, Besuch des ESA-Generaldirektors Johann-Dietrich Wörner in der Zentrale der Fraunhofer-Gesellschaft, München, 14. 3. 2017

Lauster, M.:  
»Raumfahrt bewegt – Ein Beitrag zu den Zukünften der Mobilität«, BMWi, 27. 3. 2017

Lauster, M.:  
»AIR – Combining Emerging Technologies for an International Center of Excellence«, Terceira/Azoren, Portugal, 20. 4. 2017

Lauster, M.:  
»Future Operating Environment – einige Überlegungen zu technologischen Aspekten«, BAKS FOE, Berlin, 9. 5. 2017

Lauster, M.:  
»Bringing NewSpace and Old Europe together: When Technologies Merge«, SpaceTech Expo, Pasadena, USA, 23. – 25. 5. 2017

Lauster, M.:  
»Technische Autonomie im Diskurs, Begriffsklärung und Stand der Dinge«, Beitrag im Rahmen der TREE-Forschungskonferenz«, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, Sankt Augustin, 9. 6. 2017

Lauster, M.:  
»Vorstellung der Allianz Space«, ASI Battiston, 27. 6. 2017

Lauster, M.:  
»Unmanned Vehicles«, DWT-Forum, Bad Godesberg, 5. 7. 2017

Lauster, M.:  
»Vorträge im Rahmen des Tags der Offenen Tür«, Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT, Euskirchen, 8. 7. 2017

Lauster, M.:  
»Was ist Zukunftsforschung und was vermag sie zu leisten? Und vor allem: Wie kann man damit den Herausforderungen von Industrie 4.0 begegnen?«, Symposium Ravensburg, 17. 10. 2017

Lauster, M.:  
»Fraunhofer-Allianz Space – Angewandte Forschung für Europas Raumfahrt«, BDLI, Berlin, 16. 11. 2017

Lauster, M.:  
ESTEC, Nordwijk (NL), 29. 11. 2017

Lauster, M.:  
»Fraunhofer-Gesellschaft und Institutsvorstellung«, Museumsgästehaus Mottenburg, LVR-Industriemuseum, Euskirchen-Kuchenheim, 30. 11. 2017



Melin, G., Lablonde, L., Robin, T., Kuhnhenh, J., Weinand, U., Morana, A., Girard, S., Marin, E., Perisse, J., Genot, J., Grelin, J., Hutter, L., Mace, J., Boukenter, A., Ouerdane, Y.:  
»Radiation hardened temperature measurement chain based on femtosecond laser written FBGs in a specific optical fiber«, Workshop on Specialty Optical Fiber and Their Applications, Limassol, Zypern, 27. 10. 2017

Metzger, S.:  
»Ist das Risiko durch den Einsatz von COTS im NewSpace tragbar?«, Vortrag bei der Sitzung der Programmkommission Raumfahrt des DLR zum Thema Kommerzialisierung der Raumfahrt, Bonn, 5. 5. 2017

Metzger, S.:  
»Untersuchung von Strahlungseffekten am Fraunhofer INT«, Vortrag im Rahmen des Kolloquiums am Helmholtz-Institut für Strahlen- und Kernphysik der Universität Bonn, Bonn, 25. 7. 2017

Metzger, S.:  
»Fraunhofer Onboard Radiation Sensors (FORS)«, Vortrag während des Space Environment Monitoring Workshop (SPACEMON) 2017 bei der ESA-ESTEC in Noordwijk, Niederlande, 13.-15. 12. 2017

Missoweit, M.:  
Vortrag bei Tensions of Europe Conference, Athen, Griechenland, 8.-9. 9. 2017

Missoweit, M.:  
Poster Präsentation, Annual Conference on Fire Related Research and Developments (RE17), Birmingham, Vereinigtes Königreich, 9. 11. 2017

Neupert, U., Pastuszka, H.-M., Grüne, M., Huppertz, G., Ruhlig, K.:  
»Wehrtechnische Zukunftsanalyse«, Lehrgangsmodul »Methoden der Zukunftsanalyse«, FüAkBw, Hamburg, 28. 11. 2017

Neupert, U., Römer, S.:  
»Disruptive Technology Assessment Gaming (DTAG) – ein militärisches Table-top-Game zur Technologiebewertung«, Lehrgangsmodul »Methoden der Zukunftsanalyse«, FüAkBw Hamburg, 29. 11. 2017

Neupert, U., Heuer, C., Huppertz, G.:  
»Wehrtechnische Vorausschau (WTV) – Bedrohungspotenziale aus technischer Sicht«, Forum Zukunftsentwicklung Heer, Amt für Heeresentwicklung, Köln, 8.-9. 12. 2017

Neupert, U., Heuer, C., Diana Freudendahl:  
»Nicht-invasives Performance Enhancement – Sachstände, aktuelle Entwicklungen«, 1. Workshop »Human Performance Enhancement«, Kommando Streitkräftebasis, Referat Zukunftsentwicklung, Bonn, 14. 12. 2017

Pastuszka, H.-M., Neupert, U.:  
»Wehrtechnische Zukunftsanalyse – WZA“, Lehrgangsmodul »Zukunftsentwicklung«, FüAkBw, Hamburg, 7. 2. 2017

Pastuszka, H.-M., Heuer, C., Ekström, Th, Kindvall, G., Gonzalez, G. M. M., Jacobs, L. M. R. A.:  
»OSRA (Overarching Strategic Research Agenda and CapTech SRAs Harmonization) presentation at R&T PoC meeting«, European Defence Agency (EDA), Brüssel, 4. 4. 2017

Pastuszka, H. – M.:  
»Wehrtechnische Zukunftsanalyse für die Bundeswehr«, AK Space & Defence, NBank Hannover, 16. 11. 2017

Pastuszka, H.-M.:  
»Wehrtechnische Vorausschau für die Bundeswehr«, Treffen der Forschungsdirektoren D-A-CH, DLR, Köln-Wahn, 14. 12. 2017

Schmitz, S.:  
»Mapping of SEE-sensitive regions and locating of additional failure modes relevant for RHA in Digital Isolators«, RADLAS, Montpellier, Frankreich, 9. 10. 2017

Schumann, O.:  
»Comparative Testing of the MCA-527 and MCA-166 Mini Multi Channel Analyzers«, ESARDA 39th Annual Meeting Proceedings, Düsseldorf, 16. 5. 2017

Steffens, M.:  
»Survey of total ionising dose tolerance of power bipolar transistors and Silicon Carbide devices for JUICE – Status of ongoing activities«, ESA/CNES Final Presentation Days: Radiation Effects on EEE components, ESA-ESTEC, Noordwijk, Niederlande, 9. 3. 2017

Steffens, M.:  
»Strahlung im Weltraum«, Workshop Herausforderung Weltraum, Euskirchen, 22. 11. 2017

Steffens, M.:  
»Strahlungsabschirmung«, Workshop Herausforderung Weltraum, Euskirchen, 22. 11. 2017

Suhrke, M.:  
»Hochleistungsmikrowellen gegen Bedrohungen durch Drohnen«, Kuratorium des Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT, Euskirchen, 22. 6. 2017

Publikationen

Bantes, René:

Capacity Crunch. Wird aus dem »World Wide Web« das »World Wide Wait«?: Vortrag gehalten auf der 109. AFCEA Fachveranstaltung »Internet der Dinge für Systeme der Bundeswehr – Vernetzung und Souveränität«, 2017, Bonn (Fachveranstaltung »Internet der Dinge für Systeme der Bundeswehr – Vernetzung und Souveränität« <109, 2017, Bonn>), 2017

URN urn:nbn:de:0011-n-4768398

Bantes, René:

Technologische Zukünfte – Was kommt auf uns zu?: Vortrag gehalten beim 2. EUROPEAN INNOVATORS Jahresnetzwerktreffen, 2017, Hannover (EUROPEAN INNOVATORS (Jahresnetzwerktreffen) <2, 2017, Hannover>), 2017

URN urn:nbn:de:0011-n-4768932

Baum, Max; Felden, Olaf; Weinand, Udo; Höffgen, Stefan; Kuhnhenh, Jochen; Metzger, Stefan:

Proton dosimetry at the accelerator COSY for radiation effect testing: Poster presented at European Conference on RADIATION Effects on Components and Systems, RADECS 2017, Geneva, Switzerland, 2 – 6 October 2017 (European Conference on RADIATION Effects on Components and Systems (RADECS) <2017, Geneva>), 2017

URN urn:nbn:de:0011-n-4811310

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, (2017), Online First, 4 pp.

DOI 10.1109/LENS.2017.2786477

Berky, Wolfram; Bornhöft, Charlotte; Friedrich, Hermann; Köble, Theo; Risse, Monika; Rosenstock, Wolfgang; Schumann, Olaf:

Study of neutron detection technologies using <sup>6</sup>Li as a replacement of <sup>3</sup>He: Paper presented at INMM 2017, 58th Annual Meeting Institute of Nuclear Materials Management, July 2017, Indian Wells (Institute of Nuclear Materials Management (INMM Annual Meeting) <58, 2017, Indian Wells/Calif.>), 2017

URN urn:nbn:de:0011-n-4743439

Blanc, Jeremy; Ricci, Daniel; Kuhnhenh, Jochen; Weinand, Udo; Schumann, Olaf:

Irradiation of radiation-tolerant single-mode optical fibers at cryogenic temperature

In: Journal of Lightwave Technology, Vol.35 (2017), No.10, pp.1929-1935, DOI 10.1109/JLT.2017.2676840

Brandt, Heike:

Kohlenstoffbasierte Nanokomposite für Strukturanwendungen

In: Europäische Sicherheit & Technik (ES&T), Vol.66 (2017), No.7, pp.76

Brüchert, Martin:

Künstliche Intelligenz – Wo stehen wir gerade und wo geht es noch hin?: Vortrag auf der Konferenz Design-Zoom 2017, 24. 11. 2017, Hildesheim (Konferenz »Design-Zoom« <2017, Hildesheim>), 2017

URN urn:nbn:de:0011-n-4803579

Freudendahl, Diana:

Metall-organische Gerüstverbindungen

In: Europäische Sicherheit & Technik (ES&T), Vol.66 (2017), No.11, pp.94

Freudendahl, Diana; Reschke, Stefan; Langner, Ramona: Werkstofftrends: Recycling von carbonfaserverstärkten Kunststoffen

In: Werkstoffe in der Fertigung, (2017), No.4, pp.3

Freudendahl, Diana; Reschke, Stefan; Langner, Ramona: Werkstofftrends: Soft robots

In: Werkstoffe in der Fertigung, (2017), No.3, pp.3

Gaur, Aakanksha; Ferro, Enrico; Garrido, Esther; Rodriguez, Nuria; Grigoleit, Sonja:

Deliverable D2.2 – Societal and public sector needs analysis: WP 2 – Identification of public sector trends and needs, Euskirchen, 2017

URN urn:nbn:de:0011-n-4768316

Grigoleit, Sonja; Müller, Larissa; Römer, Silke; Blab, Renata; Garrido, Esther; Markaki, Ourania; Ferro, Enrico:

Deliverable D4.1 – Analysis of the identified emerging technologies: WP4 – Roadmap for emerging research directions, Euskirchen, 2017

URN urn:nbn:de:0011-n-4768327

Grigoleit, Sonja; Löscher, Michael; Garrido, Esther; Markaki, Ourania; Ferro, Enrico:

Deliverable D4.2 – Gap analysis and identification of research needs: WP4 – Roadmap for emerging research directions, Euskirchen, 2017

URN urn:nbn:de:0011-n-4768332

Grigoleit, Sonja; Müller, Larissa; Blab, Renata; Sendrowski, Philip; Markaki, Ourania; Garrido, Esther; Rodriguez, Nuria; Ferro, Enrico:

Deliverable D4.3 – Roadmap for emerging research directions: WP4 – Roadmap for emerging research directions, Euskirchen, 2017

URN urn:nbn:de:0011-n-4768345

Grigoleit, Sonja; Markaki, Ourania; Garrido, Esther; Rodriguez, Nuria; Ferro, Enrico:

Deliverable D4.4 – Stakeholder specific recommendations: WP4 – Roadmap for emerging research directions, Euskirchen, 2017

URN urn:nbn:de:0011-n-4768357

Heuer, Carsten M.; Nätzker, Wolfgang:

Transiente Materialien

In: Europäische Sicherheit & Technik (ES&T), Vol.66 (2017), No.3, pp.94

Hillert, Wolfgang; Balling, Andreas; Boldt, Oliver;

Dieckmann, Andreas; Eberhardt, Maren; Frommberger, Frank; Heiliger, Dominik; Heurich, Nikolas; Koop, Rebecca; Klarner, Fabian; Preisner, Oliver; Proft, Dennis; Pusch, Thorsten R.; Roth, André; Sauerland, Dennis; Schedler, Manuel; Schmidt, Jan Felix; Switka, Michael; Thiry, Jens Peter; Wittschen, Jürgen; Zander, Sven:

Beam and spin dynamics in the fast ramping storage ring ELSA: Concepts and measures to increase beam energy, current and polarization (Symposium on Subnuclear Structure of Matter »Achievements and Challenges« <2016, Bonn>)

In: EPJ Web of Conferences. Online resource, Vol.134 (2017), Art. 05002, 29 pp., DOI 10.1051/epjconf/201713405002

John, Marcus:

Cognitive Computing

In: Europäische Sicherheit & Technik (ES&T), Vol.65 (2017), No.10, pp.78

Jovanovic, Aleksandar; Vollmer, Maïke:

Do smart technologies improve resilience of critical infrastructures?: Challenges, opportunities, practical applications

In: Critical Infrastructure Protection Review, (2017), Autumn 2017, pp.37-47



Klimek, Peter; Barzelay, Udi; Berfors, Linus; Choudhary, Amrita; Jovanovic, Aleksandar; Jovanovic, Milos; Knape, Thomas; Lo Sardo, R.; Sanne, Johan; Székely, Zoltán; Walther, Gerald: D2.3 Report on interdependencies and cascading effects of smart city infrastructures, Vienna, 2017, DOI 10.5281/zenodo.852343, URN urn:nbn:de: 0011-n-4874919

Köble, Theo; Bornhöft, Charlotte; Schumann, Olaf; Risse, Monika; Friedrich, Hermann; Berky, Wolfram; Chmel, Sebastian; Lieder, Evgenia; Rosenstock, Wolfgang: Characterization of a CLYC detector: Abstract (Nuclear Medical Defence Conference <22, 2017, Munich>) In: Wehrmedizinische Monatsschrift, Vol.61 (2017), No.4, pp.S35, URN urn:nbn:de:0011-n-4803280

Köble, Theo; Bornhöft, Charlotte; Schumann, Olaf; Risse, Monika; Friedrich, Hermann; Berky, Wolfram; Chmel, Sebastian; Lieder, Evgenia; Rosenstock, Wolfgang: CLYC scintillators: a possible enhancement for handheld OSI detectors (Science and Technology Conference (SnT) <6, 2017, Vienna, Austria>) In: Preparatory Commission for the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization -CTBTO-: CTBT Science and Technology 2017 Conference. Book of abstracts. Vienna: CTBTO, 2017, pp. 70, URN urn:nbn:de:0011-n-4803276

Köble, Theo; Risse, Monika; Schumann, Olaf; Jöster, Michael; Heinrichs, Matthias; Dürr, Martin; Ossowski, Stefan: Comparative testing of the MCA-527 and MCA-166 mini multi channel analysers (Symposium on Safeguards and Nuclear Non-Proliferation <39, 2017, Düsseldorf>) In: Sevinci, Filippo (ed.): 39th ESARDA Symposium on Safeguards and Nuclear Non-Proliferation 2017: Düsseldorf, Germany, 16-18 May 2017. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017, pp. 118-125, URN urn:nbn:de:0011-n-4815399, URN urn:nbn:de:0011-n-481539-16

Kohlhoff, Jürgen: Smart machines In: Europäische Sicherheit & Technik (ES&T), Vol.66 (2017), No.2, pp.45

Kuhnhenh, Jochen; Weinand, Udo; Morana, Adriana; Girard, Silvain; Marin, Emmanuel; Perisse, Jocelyn; Genot, Jean S.; Grelin, Jerome; Hutter, Lukasz; Melin, Gilles; Lablonde, Laurent; Robin, Thierry; Cadier, Benoit; Macé, Jean-Reynald; Boukenter, Aziz; Ouerdane, Youcef: Gamma radiation tests of radiation-hardened Fiber Bragg Grating based sensors for radiation environments In: IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol.64 (2017), No.8, pp.2307-2311, DOI 10.1109/TNS.2017.2673023, URN urn:nbn:de:0011-n-4358207

Kuhnhenh, Jochen; Lubkowski, Grzegorz; Khavrus, Vyacheslav; Leonhardt, Albrecht; Eversheim, Dieter; Noll, Cornelia; Hinderlich, Siegfried; Dahl, Albert: Proton radiation effects on the optical properties of vertically aligned carbon nanotubes (International Conference on Space Optics (ICSO) <9, 2012, Ajaccio>) In: Cugny, Bruno (ed.): International Conference on Space Optics, ICSO 2012: Ajaccio, Corse, 9-12 October 2012. Bellingham, WA: SPIE, 2017. (Proceedings of SPIE 10564), Paper 1056427, 5 pp., DOI 10.1117/12.2309070, URN urn:nbn:de:0011-n-4769641

Kuhnhenh, Jochen: Radiation tests on optical fibres. Good and bad practice (International Conference on Space Optics (ICSO) <10, 2014, La Caleta/Tenerife>) In: Sodnik, Zodan (ed.): International Conference on Space Optics, ICSO 2014: 6-10 October 2014, Tenerife, Canary Islands, Spain. Bellingham, WA: SPIE, 2017. (Proceedings of SPIE 10563), Paper 105632R, 2 pp., DOI 10.1117/12.2304269, URN urn:nbn:de:0011-n-4768954

Langner, Ramona: Electronic Skin In: Europäische Sicherheit & Technik (ES&T), Vol.66 (2017), No.9, pp.89

Langner, Ramona; Brandt, Heike: Materials by Design: Neue Ansätze in der Werkstoffentwicklung für Strukturwerkstoffe und ballistischen Schutz In: Ladetto, Quentin (Supervisor): Defence future technologies: What we see on the horizon. Thun: armasuisse, 2017, pp. 57-60

Lanzrath, Marian; Adami, Christian; Jörres, Benjamin; Lubkowski, Grzegorz; Jöster, Michael; Suhrke, Michael; Pusch, Thorsten: HPEM vulnerability of smart grid substations: Coupling paths into typical SCADA devices (International Symposium on Electromagnetic Compatibility (EMC Europe) <2017, Angers>) In: Institute of Electrical and Electronics Engineers -IEEE-: International Symposium on Electromagnetic Compatibility, EMC Europe 2017: Angers, France, September 4-8, 2017. Piscataway, NJ: IEEE, 2017, 6 pp., DOI 10.1109/EMCEurope.2017.8094632, URN urn:nbn:de:0011-n-4769629

Lauster, Michael: Disruptive Technologien: Erfolgsfaktoren gestern, heute und morgen In: Freytag, Michael (Ed.): Gestern. Heute. Zukunft. Ideen, die bewegen: 90 Jahre SCHUFA, Vertrauen ist Zukunft. Frankfurt am Main: Frankfurter Allgemeine Buch, 2017, pp. 156-165

Lauster, Michael: Future Operating Environment – einige Überlegungen zu technologischen Aspekten: Vortrag gehalten auf der Veranstaltung »Future Operating Environment« an der Bundesakademie für Sicherheitspolitik, 9. 5. 2017, Berlin (Veranstaltung »Future Operating Environment« <2017, Berlin>), 2017, URN urn:nbn:de:0011-n-4815426

Lauster, Michael: Gut oder Böse? – Technische Autonomie im Diskurs. Begriffsklärung und Stand der Dinge: Vortrag gehalten im Rahmen der TREE-Forschungskonferenz, 9. 6. 2017, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg (Forschungskonferenz »Gut oder böse? – Technische Autonomie im Diskurs« <2017, Sankt Augustin>), 2017, URN urn:nbn:de:0011-n-4815410

Lauster, Michael: Raumfahrt bewegt – ein Beitrag zu den Zukünften der Mobilität: Vortrag gehalten auf der Konferenz »Mobilität und Raumfahrt – Chancen für die Zukunft«, 27. 3. 2017, Bonn (Konferenz »Mobilität und Raumfahrt – Chancen für die Zukunft« <2017, Bonn>), 2017, URN urn:nbn:de:0011-n-4815403, URN urn:nbn:de:0011-n-481540-11

Lauster, Michael: Raumfahrt. Schlüsseltechnologie für Sicherheit und Verteidigung In: Behördenspiegel Newsletter. Verteidigung, Streitkräfte und Politik, (2017), No.184, pp.2

Lauster, Michael: Technik ist gut und böse zugleich: GASTBEITRAG II: Diese Erkenntnis gilt für jedes Werkzeug In: General-Anzeiger. Bonner Stadtanzeiger, (2017), 13. 6. 2017, pp.13

Lauster, Michael: Unmanned Vehicles in zukünftigen militärischen Szenarien: Vortrag gehalten auf dem DWT-Forum Unmanned Vehicles, Bad Godesberg, 4. – 5. 7. 2017 (Forum Unmanned Vehicles <6, 2017, Bonn-Bad Godesberg>), 2017, URN urn:nbn:de:0011-n-4811302

Loosen, Thomas (Ed.); Haberlach, Angela (Ed.); Müller, Sabrina (Ed.); Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT, Euskirchen: Fraunhofer-Institute for Technological Trend Analysis. Annual Report 2016, Euskirchen: Fraunhofer INT, 2017, URN urn:nbn:de:0011-n-4872391

Loosen, Thomas (Ed.); Haberlach, Angela (Ed.); Müller, Sabrina (Ed.); Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT, Euskirchen: Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen. Jahresbericht 2016, Euskirchen: Fraunhofer INT, 2017, URN urn:nbn:de:0011-n-4561739

Markaki, Ourania; Koussouris, Sotirios; Gaur, Aakanksha; Grigoleit, Sonja: Deliverable D3.1 – SONNETS innovation identification framework for the public sector: WP3 – identification of emerging technologies and innovation identification framework Euskirchen, 2017, URN urn:nbn:de:0011-n-4768375

Markaki, Ourania; Koussouris, Sotirios; Grigoleit, Sonja; Rodriguez, Nuria: Deliverable D3.2 – Emerging ICTs and Innovation Potential for the Public Sector – 1st Version: WP3 – Identification of Emerging Technologies and Innovation Identification Framework Euskirchen, 2017, URN urn:nbn:de:0011-n-4425345

Markaki, Ourania; Koussouris, Sotirios; Garrido, Esther; Grigoleit, Sonja: Deliverable D3.3 – Emerging ICTs and Innovation Potential for the Public Sector – Final Version: WP3 – Identification of Emerging Technologies and Innovation Identification Framework Euskirchen, 2017, URN urn:nbn:de:0011-n-4425359

Mélin, Gilles; Lablonde, Laurent; Robin, Thierry; Kuhnhen, Jochen; Weinand, Udo; Morana, Adriana; Girard, Sylvain; Marin, Emmanuel; Perisse, Jocelyn; Genot, Jean-Sébastien; Grelin, Jérôme; Hutter, Lukasz; Macé, Jean-Reynald; Boukenter, Aziz; Ouerdane, Youcef: Radiation hardened temperature measurement chain based on femtosecond laser written FBGs in a specific optical fiber: Paper presented at 5th Workshop on Specialty Optical Fiber and their Applications, WSOF 2017, 11th – 13th of October 2017, Limassol, Cyprus (Workshop on Specialty Optical Fiber and Their Applications (WSOF) <5, 2017, Limassol>), 2017, URN urn:nbn:de:0011-n-4843741

Moohebat, Mohammadreza; Raj, Ram Gopal; Thorleuchter, Dirk; Kareem, Sameem Binti Abdul: Linguistic feature classifying and tracing In: Malaysian journal of computer science, Vol.30 (2017), No.2, pp.77-90

Morana, Adriana; Girard, Sylvain; Marin, Emmanuel; Perisse, Jocelyn; Genot, Jean S.; Kuhnhen, Jochen; Grelin, Jerome; Hutter, Lukasz; Melin, Gilles; Lablonde, Laurent; Robin, Thierry; Cadier, Benoit; Mace, Jean-Reynald; Boukenter, Aziz; Ouerdane, Youcef: Radiation-hardened fiber bragg grating based sensors for harsh environments In: IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol.64 (2017), No.1, pp.68-73, DOI 10.1109/TNS.2016.2621165

Musacchio, Fabrizio: Active Debris Removal In: Europäische Sicherheit & Technik (ES&T), Vol.66 (2017), No.12, pp.115

Nätzker, Wolfgang: Hyperschall-Antriebe In: Europäische Sicherheit & Technik (ES&T), Vol.66 (2017), No.8, pp.92

Neupert, Ulrik; Grüne, Matthias; Pastuszka, Hans-Martin: Die Wehrtechnische Vorausschau – ein Teilprozess in der technologischen Zukunftsanalyse der Bundeswehr In: Rauchalles, Wolf (Red.): 60 Jahre Wehrtechnik im Dialog. Bonn: Studiengesellschaft der Deutschen Gesellschaft für Wehrtechnik, 2017. (DWT-Info 2017), pp. 73-74

Offenberg, David: Atominterferometrische Trägheitssensoren In: Europäische Sicherheit & Technik (ES&T), Vol.66 (2017), No.4, pp.81

Øien, Knut; Bodsberg, Lars; Hoem, Å.; Øren, Anita; Grøtan, Tor Olav; Jovanovic, Aleksandar; Choudhary, Amrita; Jelic, M.; Petrenj, Boris; Tetlak, K.; Kokejl, Roswitha; Djurovic, S.; Rosen, T.; Husta, Stefan; Lanzrath, Marian; Pusch, Thorsten; Suhrke, Michael; Walther, Gerald; Székely, Zoltán; Macsári, I.; Bouklis, P.; Lykourgiotis, K.; Markogiannakis, M.; Sanne, Johan; Bergfors, Linus; Ekholm, Hanna Matschke; Eremić, Svetozar; Bezrukov, Dmitrij; Blazević, D. ; Molarius, Riitta; Koivisto, Raija; Auerkari, Pertti; Pohja, Rami; Tuurna, Satu: D4.1 – Supervised RIs: Defining resilience indicators based on risk assessment frameworks, Stuttgart, 2017, URN urn:nbn:de:0011-n-4872853

Perisse, Jocelyn; Morana, Adriana; Girard, Sylvain; Marin, Emmanuel; Genot, Jean-Sébastien; Kuhnhen, Jochen; Grelin, Jérôme; Hutter, Lukas; Mélin, Gilles; Lablonde, Laurent; Robin, Thierry; Cadier, Benoit; Macé, Jean-Reynald; Boukenter, Aziz; Ouerdane, Youcef: HOBAN project – Development of radiation-tolerant fiber-based temperature and strain monitoring sensors for nuclear industry (International Conference on Advancements in Nuclear Instrumentation Measurement Methods and their Applications (ANIMMA) <5, 2017, Liège>), Online im WWW, 2017

Reschke, Stefan: 3D-Druck in der regenerativen Medizin In: Europäische Sicherheit & Technik (ES&T), Vol.66 (2017), No.6, pp.83

Reschke, Stefan; Freudendahl, Diana; Langner, Ramona: Werkstofftrends: High-entropy alloys In: Werkstoffe in der Fertigung, (2017), No.2, pp.3

Reschke, Stefan; Freudendahl, Diana; Langner, Ramona: Werkstofftrends: Hochfeste zähe Metallgefüge In: Werkstoffe in der Fertigung, (2017), No.6, pp.3

Reschke, Stefan; Freudendahl, Diana; Langner, Ramona: Werkstofftrends: Ionische Flüssigkeiten als Werkstoffbasis In: Werkstoffe in der Fertigung, (2017), 1, pp.3

Reschke, Stefan; Freudendahl, Diana; Langner, Ramona: Werkstofftrends: Perlmutter als Vorbild für biomimetisches Design In: Werkstoffe in der Fertigung, (2017), No.5, pp.3

Rodriguez, Nuria; Garrido, Esther; Grigoleit, Sonja: Deliverable D5.3 – Final dissemination report: WP5 – Dissemination, communication and sustainability, Euskirchen, 2017, URN urn:nbn:de:0011-n-4768367

Ruhlig, Klaus: Memristoren In: Europäische Sicherheit & Technik (ES&T), Vol.66 (2017), No.5, pp.72



Schmitz, Simone; Steffens, Michael; Metzger, Stefan; Wolf, Raphael; Beck, Peter; Wind, Michael; Poizat, Marc: Pulsed laser beam identification of SEE-sensitive regions and observation of additional failure modes relevant for RHA in Digital Isolators: Presentation held at 5th Workshop on Laser Testing of Radiation Effects on Components and Systems, RADLAS 2017, October 9, 2017, Montpellier, France (Workshop on Laser Testing of Radiation Effects on Components and Systems (RADLAS) <5, 2017, Montpellier>), 2017, URN urn:nbn:de:0011-n-4769654

Schulte, Anna: Biomimetische Körperschutzwerkstoffe In: Europäische Sicherheit & Technik (ES&T), Vol.66 (2017), No.1, pp.81

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 und Smart Contracts: Technologien, Forschungsfragen und Anwendungen, München: Fraunhofer-Gesellschaft, 2017, URN urn:nbn:de:0011-n-4802762

Steffens, Michael; Hepp, Felicitas; Höffgen, Stefan; Krzikalla, Phillip; Metzger, Stefan; Pellowski, Frank; Santin, Giovanni; Tighe, Adrian; Weinand, Udo: Characterization of novel lightweight radiation shielding materials for space applications In: IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol.64 (2017), No.8, pp.2325-2332, DOI 10.1109/TNS.2017.2703312

Steffens, Michael; Metzger, Stefan; Wolf, Raphael; Beck, Peter; Wind, Michael; Poizat, Marc: Pulsed laser beam identification of SEE-sensitive regions and observation of additional failure modes relevant for RHA in Digital Isolators: Poster presented at European Conference on RADIation Effects on Components and Systems, RADECS 2017, Geneva, Switzerland, October 2nd – 6th, 2017 (European Conference on RADIation Effects on Components and Systems (RADECS) <2017, Geneva>), 2017, URN urn:nbn:de:0011-n-4811326

Steffens, Michael; Höffgen, Stefan; Poizat, Marc: Total ionizing dose tests of Power Bipolar Transistors and SiC power devices for JUICE: Poster presented at European Conference on RADIation Effects on Components and Systems, RADECS 2017, Geneva, Switzerland, 2 – 6 October 2017 (European Conference on RADIation Effects on Components and Systems (RADECS) <2017, Geneva>), 2017, URN urn:nbn:de:0011-n-4811334

Stein, J. ; Baum, Max; Holbein, S.; Finger, T.; Cronert, T.; Tölzer, C.; Fröhlich, T.; Biesenkamp, S.; Schmalzl, K.; Steffens, P.; Lee, C.H.; Braden, M.: Control of chiral magnetism through electric fields in multiferroic compounds above the long-range multiferroic transition In: Physical review letters, Vol.119 (2017), No.17, Art. 177201, 6 pp., DOI 10.1103/PhysRevLett.119.177201

Suwelack, Kay; Kruse, Andrea; Dahmen, Nicolaus: Socio-economic assessment including feedstock supply and marketability concept of HTC/HTL-Products (European Biomass Conference and Exhibition (EUBCE) <25, 2017, Stockholm>) In: 25th European Biomass Conference and Exhibition, EUBCE 2017. Proceedings: Stockholm, 12-15 June 2017. Florence: ETA, 2017, pp. 1550-1559, DOI 10.5071/25thEUBCE2017-4AV.1.16

Toccafondo, I.; Brugger, M.; Pasquale, F. di; Guillermain, Elisa; Kuhnhen, Jochen: First steps towards a distributed optical fiber radiation sensing system (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, 2017. (Proceedings of SPIE 10563), Paper 105635G, 9 pp., DOI 10.1117/12.2304122, URN urn:nbn:de:0011-n-4768944

Toccafondo, Iacopo; Marin, Yisbel E.; Guillermain, Elisa; Kuhnhen, Jochen; Mekki, Julien; Brugger, Markus; Pasquale, Fabrizio di: Distributed optical fiber radiation sensing in a mixed-field radiation environment at CERN In: Journal of Lightwave Technology, Vol.35 (2017), No.16, pp.3303-3310, DOI 10.1109/JLT.2016.2608849

Vollmer, Maike; Walther, Gerald; Choudhary, Amrita; Jovanovic, Aleksandar; Gehrke, Josef; Brauner, Florian; Sanne, Johan; Bergfors, Linus: D3.1 Contextual factors related to resilience, Euskirchen, 2017, DOI 10.5281/zenodo.838856, URN urn:nbn:de:0011-n-4615918

Walther, Gerald; Jovanovic, Milos; Vollmer, Maike; Desmond, Gerard; Choudhary, Amrita; Székely, Zoltán; Sanne, Johan; Klimek, Peter; Bezrukov, Dmitrij; Koivisto, Raija; Molarius, Riitta; Mascari, I.; Stumphäuser, Imre; Knape, Thomas; Bergfors, Linus; Buhr, Katerina; Jovanovic, Aleksandar; Albrecht, Nils; Warkentin, Sebastian; Devarajan, J.; Tetlak, K.; Auerkari, P.; Tuurna, Satu; Pohja, R.; Santamaría, Nestor Alfonso; Nikolic, Mirjana; Blazevic, Dragana; Eremić, Svetozar: D2.2 Report on challenges for SCIs, Stuttgart, 2017, DOI 10.5281/zenodo.438644, URN urn:nbn:de:0011-n-4615907

Weimert, Birgit; Zweck, Axel: 2.6 Wissenschaftliche Relevanz In: Gerhold, Lars (Ed.): Standards und Gütekriterien der Zukunftsforschung: Ein Pocketguide für Praktiker und Studierende. Berlin: Freie Universität Berlin, 2017, pp. 32-33

**Sonstige Berichte**

Baum, M.; Felden, O.; Weinand, U.; Höffgen, S.; Kuhnenn, J.; Metzger, S.:  
»Proton Dosimetry at the accelerator COSY for radiation effect testing«, Poster RADECS 2017, Genf

Beck, P.; Wind, M.; Clemens, P.; Kündgen, T.; Latocha, M.; Lennartz, W.; Metzger, S.; Poizat, M.; Ruge, S.; Steffens, M.; Tscherne, C.:  
»Radiation Evaluation of Digital Isolators for Space Applications«, Poster RADECS 2017 Dataworkshop, Genf

Billat, A.; Blanc, J.; Kuhnenn, J.; Ricci, D.:  
»Photobleaching effects in multi-mode radiation resistant optical fibres«, Poster RADECS 2017, Genf

Steffens, M.; Höffgen, S.; Poizat, M.:  
»Total ionizing dose tests of Power Bipolar Transistors and SiC power devices for JUICE«, Poster RADECS 2017 Dataworkshop, Genf

Steffens, M.; Metzger, S.; Wolf, R.; Beck, P.; Wind, M.; Poizat, M.:  
»Mapping of SEE-sensitive regions and locating of additional failure modes relevant for RHA in Digital Isolators«, Poster RADECS 2017 Dataworkshop, Genf

**Personalia**

Alt, Thorsten:  
Masterarbeit »Entwicklung und Implementierung einer Sensorbox zur autonomen Strahlungssensorik (»RadBox«)«, Hochschule Koblenz, RheinAhrCampus Remagen, 6. 7. 2017

Komrowski, Christoph:  
Masterarbeit »Charakterisierung von UV-EPROMs mit einem erstellten Lese- und Schreibmodul«, Hochschule Koblenz, RheinAhrCampus Remagen, 5. 8. 2017

Wölk, Dorothea:  
Promotion »Untersuchung und Entwicklung von Analysemethoden zu neutroneninduzierten SEE«, Universität zu Köln, 2017 – läuft

**Sonstige Veranstaltungen**

26. 1. 2017  
WTV-Workshop der Ausgaben 2016-3 und 2016-4 mit BMVg, BAAINBw, PlgABw, MilOrgBer

7.-9. 3. 2017  
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, Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT, Euskirchen

3.-5. 4. 2017  
Messestand DLR Bauteilekonferenz, Jena

24. 5. 2017  
SONNETS Workshop »Innovating the public sector with emerging ICTs – Development of research directions«, Hotel am Augustinerplatz, Köln

30. 5.-1. 6. 2017  
Messestand SENSOR+TEST 2017

7. 6. 2017  
Informationsbesuch der Weiterentwickler des niederländischen und des deutschen Heeres bei WZA

20. 6. 2017  
WTV-Workshop der Ausgaben 2017-1 und 2017-2 mit BMVg, BAAINBw, PlgABw, MilOrgBer

25.-28. 6. 2017  
Messestand LASER World of PHOTONICS 2017

17. 8. 2017  
Workshop »Hypersonische Flugkörper« in Zusammenarbeit mit BAAINBw T1.5

12. 9. 2017  
Workshop »Neue Technologien im Bereich Radar« für WZA, Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR, Wachtberg

19.-21. 9. 2017  
8. Symposium Nukleare und radiologische Waffen – Technologische Urteilsfähigkeit und nukleare Sicherheit in Deutschland, Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT, Euskirchen

2.-6. 10. 2017  
Messestand RADECS 2017, Genf

24.-26. 10. 2017  
Messestand SpaceTechExpo Europe 2017, Bremen

22.-23. 11. 2017  
6. Workshop Herausforderung Weltraum, Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT, Euskirchen



**Pressemitteilungen**

Strahlungswirkung und Zukunftsforschung – 550 Besucher hinter den Kulissen des Euskirchener Fraunhofer-Instituts, 16. 7. 2017

ISO 9001 QM-Zertifizierung auf gesamte Abteilung Nukleare Effekte erweitert, 6. 9. 2017

Wissenschaftlich Recherchieren mittels »Cognitive Computing«, 26. 9. 2017

Erste Testreihen mit Pikosekundenlaser am INT zur Kartierung von Single Event Effects (SEE), 6. 11. 2017

Das EU-Projekt IN-PREP wird das gemeinsame Krisenmanagement der Europäischen Union verbessern, 15. 11. 2017

**Institutsseminar**

Müller, L. (Fraunhofer INT):  
Sozialwissenschaftliche Begleitforschung in der Technikentwicklung, Euskirchen, 11. 1. 2017

Winnink, J. (CWTS, Leiden, NL):  
Early stage identification of potential breakthroughs in science, Euskirchen, 8. 2. 2017

Weinand, U. (Fraunhofer INT):  
Smart Security Glass – Entwicklung eines optischen Detektor Systems für Glasbruch, Euskirchen, 15. 2. 2017

Klüfers, P. (Universität der Bundeswehr München):  
Politische Krisen- und Konfliktvorhersagen: Interpretation quantitativer Risikomodelle, Euskirchen, 15. 3. 2017

Dietz, A. (Fraunhofer IST):  
Moderne Beschichtungsverfahren in der Raumfahrt, Euskirchen, 22. 3. 2017

Bleckmann, M. (Wehrwissenschaftliches Institut für Werk- und Betriebsstoffe WIWeB):  
Additive Fertigung in der Bundeswehr, Euskirchen, 29. 3. 2017

Grüne, M. (Fraunhofer INT):  
EDA Technology Foresight – Implementierung einer Vorausschau-Methodik und erste Erkenntnisse, Euskirchen, 3. 5. 2017

Kretschmer, T. (Fraunhofer INT):  
Klimawandel und Sicherheitspolitik, Euskirchen, 31. 5. 2017

Gerndt, R. (Airbus Defense & Space):  
LISA Technology Package – a gravitational wave observatory precursor mission, Euskirchen, 7. 6. 2017

Spiecker, C. (Fachhochschule Potsdam):  
Die (bildliche) Konstruktion der Zukunft im Science Fiction Film, Euskirchen, 14. 6. 2017

Streefkerk, J. W. (TNO, Soesterberg, NL):  
The TNO Innovation Radar, Euskirchen, 21. 6. 2017

Reschke, S. (Fraunhofer INT):  
Anticipation – ein bibliometrischer Blick auf einen facettenreichen Begriff, Euskirchen, 28. 6. 2017

Berchtold, C. (Fraunhofer INT):  
Verwundbarkeitsabschätzung und Resilienz im Kontext von Naturgefahren – Risikomanagement-Ansätze und Ihre Implementierung, Euskirchen, 30. 8. 2017

John, M. (Fraunhofer INT):  
Suchst du noch oder liest du schon? Wie bringt man einem Computer Zukunftsforschung bei?, Euskirchen, 13. 9. 2017

Pusch, T. (Fraunhofer INT):  
Elektromagnetische Verträglichkeit am Limit: Störbarkeit von Smartphones durch Hochleistungsmikrowellen, Euskirchen, 13. 9. 2017

Sendrowski, P. (Fraunhofer INT):  
Kurze Vorstellung und Einführung in die kritische Sicherheitsforschung, Euskirchen, 4. 10. 2017

Pastuszka, H.-M. (Fraunhofer INT):  
Geschäftsfeld Wehrtechnische Zukunftsanalyse – Aktuelle Projekte, Euskirchen, 11. 10. 2017

Ben Bekhti, N. (Fraunhofer FHR):  
Aus den galaktischen Tiefen hin zum Weltraumschrott – Unglaubliche Weiten, doch rund um die Erde wird es eng, Euskirchen, 18. 10. 2017

Kohlhoff, J. (Fraunhofer INT):  
Autonomes Fahren und Elektromobilität – Überblick und Trends, Euskirchen, 8. 11. 2017

Musacchio, F. (Fraunhofer INT):  
Die Polarlichter Ganymeds, Euskirchen, 15. 11. 2017

Sonsalla, R. (DFKI GmbH Bremen):  
A Robotic Mars Mission in the Desert of Utah, Euskirchen, 29. 11. 2017



# ARBEITSGEBIETE UND ANSPRECHPARTNER



## INSTITUTSLEITUNG

### Leitung

Prof. Dr. Dr. Michael Lauster  
Telefon +49 2251 18-117 / -217  
Fax +49 2251 18-327  
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

**Stabsstelle Methodik und Ausbildung**

Dr. Birgit Weimert  
Telefon +49 2251 18-307  
birgit.weimert@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. Merle Missoweit  
Telefon +49 2251 18-315  
merle.missoweit@int.fraunhofer.de

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

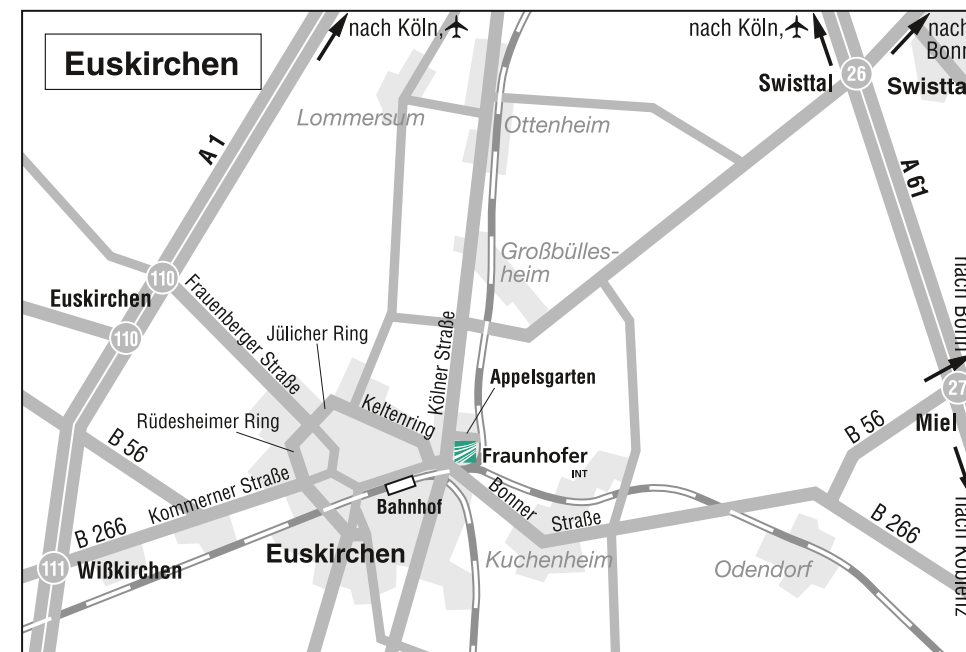
Nächste IC-Stationen:  
Bonn Hbf. und Köln Hbf.  
Von dort regelmäßige Zugverbindungen nach Euskirchen.  
Vom Bahnhof Euskirchen mit Buslinie 875 in Richtung  
Großbüllesheim-Wüschheim oder Buslinie 806 in Richtung  
Heimerzheim Fronhof; bis Haltestelle »Appelsgarten«

## Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT

Appelsgarten 2  
53879 Euskirchen

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

info@int.fraunhofer.de  
www.int.fraunhofer.de



# IMPRESSUM

## Redaktion

Angela Haberlach (verantw.), Thomas Loosen, Gina Frederick,  
Sabrina Müller

## Gestaltung, Realisation, Produktion

Konzeptbüro Horst Schneider, Erfstadt

## Bildnachweis

Jens Howorka  
Tobias Vollmer  
Vigili Del Fuoco (Seite 27)  
<https://unsplash.com/@bkerensa> (Seite 28)  
Robert F. Shepherd et al. PNAS 2011; 10820400-20403 (Seite 34)  
Von I, Sese Ingolstadt, CC BY 2.5,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2530255>  
(Seite 35, oben)  
Von Sebastian Terfloth User:  
Sese\_Ingolstadt – Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3657296>  
(Seite 35, unten)

## 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 2018

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